

17/8 X 6 7/8

Ala 49.4

Vierteljahrsschrift
der
Naturforschenden Gesellschaft
in
Zürich.

Herausgegeben

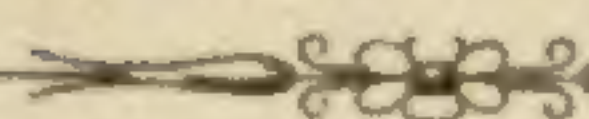
von

Prof. Dr. HANS SCHINZ

Direktor des Botanischen Gartens und Museums der Universität Zürich.

Sechsendsechzigster Jahrgang. 1921.

Mit 5 Tafeln und 16 Abbildungen.



Zürich,

in Kommission bei **Beer & Co.** in Zürich
1921.



Gründungsjahr der Gesellschaft 1746.

S. 1—212

S. 213—360 und I—XLVII

ausgegeben am 1. Juli 1921.

ausgegeben am 31. Dezember 1921.

Inhalt.

Erster Teil:

Abhandlungen.

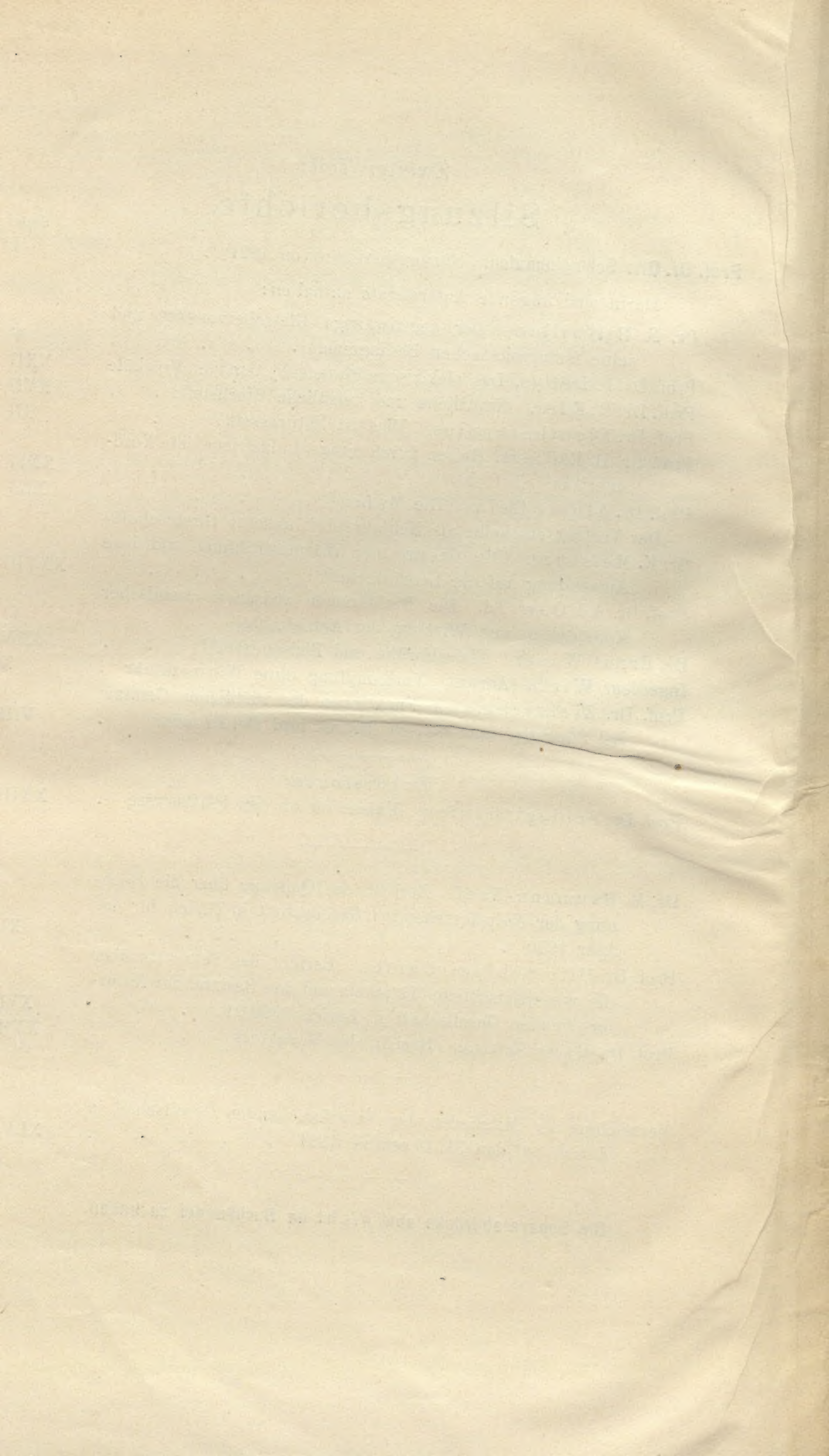
	Seite	
J. Aebly. Versuch einer mathematischen Analyse des zeitlichen Ablaufes der Infektionskrankheiten	1	
Ausgegeben als Separatabdruck am 10. März 1921.		
Helen Bodmer. Die Reservestoffe bei einigen anemophilen Pollenarten. (Vorläufige Mitteilung.)	339	
Ausgegeben als Separatabdruck am 31. Dezember 1921.		
A. Fliegner. Der unstetige Vorgang beim Ausströmen der Gase	71	
Ausgegeben als Separatabdruck am 10. März 1921.		
C. F. Geiser. Zur Erinnerung an Theodor Reye	158	
Ausgegeben als Separatabdruck am 30. Juni 1921.		
Walter M. Hauser. Osteologische Unterscheidungsmerkmale der schweizerischen Feld- und Alpenhasen	213	
Ausgegeben als Separatabdruck am 15. Oktober 1921.		
A. Kiefer. Zum Normalenproblem bei den Flächen zweiten Grades	196	
Ausgegeben als Separatabdruck am 30. Juni 1921.		
A. Kiefer. Eine Projektionsaufgabe und eine Kugelaufgabe	318	
Ausgegeben als Separatabdruck am 15. Oktober 1921.		
Ernst Meissner. Elastische Oberflächenwellen mit Dispersion in einem inhomogenen Medium	181	
Ausgegeben als Separatabdruck am 30. Juni 1921.		
Dr. Adolf Naef. Über Bau und Lebensweise der tetrabranchiaten Cephalopoden	335	
Ausgegeben als Separatabdruck am 31. Dezember 1921.		
Prof. Dr. M. Rikli. Zur Pflanzengeographie der Carices der Polarregion	87	
Ausgegeben als Separatabdruck am 10. März 1921.		
M. Rikli. Die arktisch-subarktischen Arten der Gattung Phyllodoce Salisb.	324	
Ausgegeben als Separatabdruck am 31. Dezember 1921.		
Ferdinand Rudio und Carl Schröter. Notizen zur schweizerischen Kulturgeschichte.		
53. Die Eulerausgabe (Fortsetzung)		347
54. Nekrologe: Hans Kronauer. Herbert Haviland Field. Haruthiun Tigran Abeljanz. Rudolf Escher. Hermann Amandus Schwarz		348
Ausgegeben als Separatabdruck am 31. Dezember 1921.		
Hans Schinz und Albert Thellung. I. Beiträge zur Kenntnis der afrikanischen Flora (XXX.). — II. Beiträge zur Kenntnis der Schweizerflora (VIII.). Weitere Beiträge zur Nomenklatur der Schweizerflora (VII.)	221	
Ausgegeben als Separatabdruck am 15. Oktober 1921.		

Benno Slotopolsky. Beiträge zur Kenntnis der Verstümmelungs- und Regenerationsvorgänge am Lacertilienschwanz	39
Ausgegeben als Separatabdruck am 10. März 1921.	
Andreas Speiser. Über die geodätischen Linien auf einem konvexen Körper	28
Ausgegeben als Separatabdruck am 10. März 1921.	
Rudolf Staub. Über den Bau des Monte della Disgrazia	93
Ausgegeben als Separatabdruck am 30. Juni 1921.	
J. Strohl. Physiologische Gesichtspunkte in der Tiergeographie	49
Ausgegeben als Separatabdruck am 22. Februar 1921.	
A. Tschirch. Besitzt die Pflanze Hormone?	201
Ausgegeben als Separatabdruck am 30. Juni 1921.	

Zweiter Teil: Sitzungsberichte.

	Seite
Prof. Dr. Otto Schlaginhaufen. Sitzungsberichte von 1921	I
Darin sind folgende Autoreferate enthalten:	
Dr. R. Billwiler. Der gegenwärtige Gletschervorstoss und seine meteorologischen Bedingungen	V
Prof. Dr. P. Debye. Das elektrische Planetensystem der Moleküle	XXII
Prof. Dr. R. Eder. Natürliche und künstliche Riechstoffe	XXVII
Prof. Dr. Eleutheropulos. Was ist Naturgesetz?	III
Prof. Dr. H. E. Fierz. Reisen durch einige Industriegebiete Nordamerikas	XXIV
Prof. Dr. Albert Heim. Die Mythen	XXV
(Der Vortrag erscheint als Neujahrsblatt unserer Gesellschaft.)	
Dr. K. Meissner. Die Gesetze der Wärmestrahlung und ihre Anwendung auf die Leuchttechnik	XXVIII
Prof. Dr. Ad. Oswald. Die Beziehungen zwischen chemischer Konstitution und Wirkung der Arzneimittel	VI
Dr. Ernst Waser. Fleischbrühe und Fleischextrakt	XXV
Ingenieur Wirth (Aarau). Verdampfung ohne Wärmezufuhr	X
Prof. Dr. Zietzschmann. Funktionen des weiblichen Genitals bei Säugetier und Mensch (Brunst und Menstruation)	VIII
—————	
Exkursionen:	
Prof. Dr. Schlaginhaufen. Exkursion an den Pfäffikersee	XXIII
—————	
Dr. M. Baumann-Naef. Bericht des Quästors über die Rechnung der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich für das Jahr 1920	XII
Prof. Dr. Otto Schlaginhaufen. Bericht des Sekretärs über die wissenschaftliche Tätigkeit und den Bestand der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich 1920/21	XVII
Prof. Dr. Hans Schinz. Bericht des Redaktors	XVIII
—————	
Verzeichnis der Mitglieder der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich auf den 31. Dezember 1921	XLVII

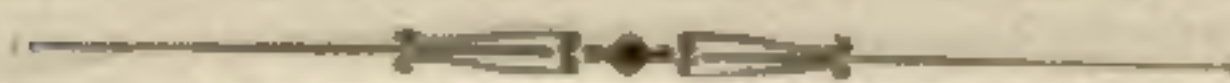
Die Separatabdrücke sind nicht im Buchhandel zu haben.



Erster Teil



Abhandlungen



Wald für neue Turl

Ac 2 49.4

bind 2 together

Vierteljahrsschrift
der
Naturforschenden Gesellschaft
in
Zürich.

Herausgegeben

von

Prof. Dr. Hans Schinz

Direktor des Botanischen Gartens und Museums der Universität Zürich.

Sechshundsechzigster Jahrgang. 1921. Erstes und Zweites Heft.

Ausgegeben am 1. Juli 1921.

Zürich,
in Kommission bei Beer & Co.
1921.

Buchdruckerei Gebr. Fretz A. G., Zürich

MAY 27 1922

GARDEN LIBRARY

Inhalt.

	Seite
J. Aebly. Versuch einer mathematischen Analyse des zeitlichen Ablaufes der Infektionskrankheiten	1
Ausgegeben als Separatabdruck am 10. März 1921.	
Andreas Speiser. Über die geodätischen Linien auf einem konvexen Körper	28
Ausgegeben als Separatabdruck am 10. März 1921.	
Benno Slotopolsky. Beiträge zur Kenntnis der Verstümmelungs- und Regenerationsvorgänge am Lacertilierschwanze	39
Ausgegeben als Separatabdruck am 10. März 1921.	
J. Strohl. Physiologische Gesichtspunkte in der Tiergeographie	49
Ausgegeben als Separatabdruck am 22. Februar 1921.	
A. Fliegner. Der unstetige Vorgang beim Ausströmen der Gase	71
Ausgegeben als Separatabdruck am 10. März 1921.	
Prof. Dr. M. Rikli. Zur Pflanzengeographie der Carices der Polarregion	87
Ausgegeben als Separatabdruck am 10. März 1921.	
Rudolf Staub. Über den Bau des Monte della Disgrazia	93
Ausgegeben als Separatabdruck am 30. Juni 1921.	
C. F. Geiser. Zur Erinnerung an Theodor Reye	158
Ausgegeben als Separatabdruck am 30. Juni 1921.	
Ernst Meissner. Elastische Oberflächenwellen mit Dispersion in einem inhomogenen Medium	181
Ausgegeben als Separatabdruck am 30. Juni 1921.	
A. Kiefer. Zum Normalenproblem bei den Flächen zweiten Grades	196
Ausgegeben als Separatabdruck am 30. Juni 1921.	
A. Tschirch. Besitzt die Pflanze Hormone?	201
Ausgegeben als Separatabdruck am 30. Juni 1921.	

NB. Die Separatabdrücke sind nicht im Buchhandel zu haben.

Versuch einer mathematischen Analyse des zeitlichen Ablaufes der Infektionskrankheiten.

Von

J. AEBLY (Zürich).

(Als Manuskript eingegangen am 24. Juli 1920.)

Eine mathematische Theorie der Infektionskrankheiten ist z. Z. noch ein frommer Wunsch und wird es wohl noch für absehbare Zeit bleiben. Sind doch die dem physiologischen und pathologischen Geschehen zugrunde liegenden physikalischen, physikalisch-chemischen und chemischen Vorgänge so kompliziert, dass von einer eigentlichen exakten Analyse der Gesamtheit der eine bestimmte Krankheit bedingenden Erscheinungen noch keine Rede sein kann, obschon man in den letzten Jahren einzelne Vorgänge erfolgreich durch physikalisch-chemische Betrachtungen und Experimente zu klären begonnen hat, woran insbesondere die Kolloidchemie hervorragenden Anteil hatte.

Die Aufgabe, die im folgenden behandelt werden soll, soll nun nicht in der möglichst eingehenden exakten Analyse irgend welcher speziellen pathologischen Erscheinungen bestehen, sondern vielmehr in dem Versuch, auf Grund einer formalen mathematischen Analyse, möglichst unabhängig von speziellen Hypothesen chemischer oder physikalisch-chemischer Natur, gewisse Eigentümlichkeiten des zeitlichen Ablaufes der Infektionskrankheiten verständlich zu machen.

Dass gerade die Infektionskrankheiten für die Betrachtung gewählt wurden, liegt darin begründet, dass sie gewissermassen von zwei Seiten her zugänglich sind, nämlich 1. der rein klinischen Betrachtung, die schon Jahrhunderte zurückdatiert und 2. einer bakteriologischen Betrachtung, resp. einer Analyse, vom Standpunkt der Immunitätslehre aus, welche Betrachtungsweise viel jünger ist, indem sie erst in den letzten Dezennien des 19. Jahrhunderts aufkam. Der Begriff der Krankheit ist im Laufe der Zeit von den verschiedenen Autoren verschieden definiert worden. Es kann sich hier natürlich nicht darum handeln, eine historisch-kritische Würdigung aller oder auch nur der hauptsächlichsten Definitionen zu geben. Wir wollen

uns vielmehr damit begnügen, den Begriff so zu definieren, dass wir eine für unsere Zwecke passende Unterlage haben, die auch, wenigstens im Prinzip, quantitativ fassbar ist. Wir wollen demnach unter Infektionskrankheit verstehen: Die Gesamtheit der durch einen körperfremden Reiz (Infektionserreger) verursachten Vorgänge im Organismus, möge es sich um qualitative Abweichungen vom physiologischen, „normalen“ Geschehen oder um rein quantitative Abweichungen handeln.

Durch die Bezeichnung „Gesamtheit“ soll hervorgehoben werden, dass die die Krankheit bildenden Vorgänge eine Einheit bilden, d. h. von einander abhängig sind, wenn auch nicht in dem Sinne, dass jeder Vorgang direkt von jedem andern abhängt, so doch wenigstens indirekt. Dass für den Fall rein quantitativer Abweichungen in praxi Schwierigkeiten entstehen können bez. der noch als „im Bereiche des Normalen liegenden Abweichung“ soll hier nur vermerkt, aber nicht weiter ausgeführt werden.

Als notwendige, aber durchaus nicht hinreichende Bedingung des Auftretens einer Infektionskrankheit hat die Bakteriologie das Eindringen von körperfremden kleinsten Lebewesen aus dem Tier- und Pflanzenreich kennen gelehrt. Die Art und Weise des Eintrittes der Krankheitserreger in den Körper ist dabei für die verschiedenen Erreger verschieden, doch kommen für die meisten Infektionskrankheiten nur eine kleine Zahl von Eintrittspforten in Frage.

Der zeitliche Ablauf einer Infektionskrankheit ist nun abhängig einerseits von den Erregern, anderseits von den Abwehrreaktionen des befallenen Organismus. Wir wollen nun versuchen, uns ein Bild davon zu machen, wie sich die Erreger unter dem Einfluss der genannten Abwehrreaktionen verhalten.

Für die von uns gewählte Form der Behandlung ist es nun gleichgültig, ob die Erreger als solche, durch nach aussen abgesonderte Toxine (Exotoxine), oder durch in ihrem Innern aufgespeicherte Toxine wirken, die erst durch den Zerfall der Erreger in Freiheit gesetzt werden. Es handelt sich nur darum, ein Mass für die Stärke des pathogenen Reizes zu erhalten, den wir — wenigstens in erster Annäherung — proportional der Zahl der Erreger, oder der in irgend einem passenden Masse gemessenen Menge der Toxine in der Volumeneinheit des in Betracht kommenden Organs setzen können. Da wir die Menge der Toxine ja ebenfalls proportional der Zahl der Erreger setzen können, so können wir uns der grössern Anschaulichkeit wegen darauf beschränken, die Abhängigkeit der Zahl der Erreger von der Zeit festzustellen.

Sei demnach $P = F(t)$ die Zahl der im Zeitpunkt t vorhandenen Erreger und ΔP die während des sehr kleinen Zeitintervalles Δt im Bestande eingetretene Änderung, so haben wir die Beziehung:

$$\Delta P = \Delta P_n - \Delta P_m$$

wenn ΔP_n die Zahl der neu entstandenen, ΔP_m die Zahl der zugrundegegangenen Erreger ist. Dividiert man beiderseits durch $P \cdot \Delta t$, so erhält man

$$\frac{\Delta P}{P \cdot \Delta t} = \frac{\Delta P_n}{P \cdot \Delta t} - \frac{\Delta P_m}{P \cdot \Delta t}$$

Lässt man nun t nach Null konvergieren und setzt voraus, dass die Grenzwerte $\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta P}{\Delta t}$, $\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta P_n}{\Delta t}$, $\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta P_m}{\Delta t}$ existieren, so hat man in der üblichen Bezeichnungsweise

$$\frac{1}{P} \cdot \frac{dP}{dt} = \frac{1}{P} \cdot \frac{dP_n}{dt} - \frac{1}{P} \cdot \frac{dP_m}{dt} \dots \dots \dots (1)$$

Nach einer in der formalen Bevölkerungstheorie üblichen Bezeichnung nennt man nun $\frac{1}{P} \cdot \frac{dP}{dt}$ die Gesamtintensität der Bevölkerungsänderung im Zeitpunkt t , und gleicherweise sind die Ausdrücke $\frac{1}{P} \cdot \frac{dP_n}{dt}$ und $\frac{1}{P} \cdot \frac{dP_m}{dt}$ in der Bevölkerungstheorie unter dem Namen der Natalitäts- und Mortalitätsintensität der Bevölkerung P im Zeitpunkt t bekannt. Wir haben im Sinne der Bevölkerungstheorie eine „geschlossene Bevölkerung“ vor uns, d. h. eine Bevölkerung, die sich nur durch Geburten und Todesfälle ändert und wo keine Ein- und Auswanderungen stattfinden.

Über die Berechtigung, an Stelle der tatsächlich vorhandenen diskontinuierlichen Veränderung in unserer Bakterienbevölkerung zwecks Vereinfachung der Rechnung kontinuierliche Veränderungen zu setzen, die die Anwendung der Infinitesimalrechnung erlauben, braucht wohl nicht lange diskutiert zu werden. Dieses Verfahren ist ja sowohl in der theoretischen Physik, als auch in der formalen Bevölkerungstheorie mit grossem Erfolg angewandt worden. Namentlich für die Bevölkerungstheorie haben die Intensitätsfunktionen verschiedene Vorteile, wie sie z. B. von L. G. Du Pasquier (1) hervorgehoben worden sind. Es ist die von uns abgeleitete Gleichung (1) ein Spezialfall des allgemeinen Satzes, dass die Intensität der Gesamtänderung einer Bevölkerung gleich ist der algebraischen Summe der Intensitäten der partiellen Änderungen. Der grosse Wert der In-

tensitätsfunktionen beruht dabei darin, dass jede numerisch unabhängig von den andern ist.

Bezeichnen wir die Intensität der Gesamtänderung mit $\sigma(t)$, die „Natalitätsintensität“ mit $\nu(t)$ und die „Mortalitätsintensität“ mit $\mu(t)$, so haben wir nach (1)

$$\sigma(t) = \frac{1}{P} \cdot \frac{dP}{dt} = \nu(t) - \mu(t) \dots \dots \dots (2)$$

Ich habe die Worte „Natalitätsintensität“ und „Mortalitätsintensität“ in Anführungszeichen gesetzt, um anzudeuten, dass die Begriffe, wie wir sie in unserer Untersuchung verwenden, sich nicht ganz mit den in der Bevölkerungstheorie üblichen decken. Es gibt nämlich eine ganze Reihe von Umständen, die nicht im eigentlichen Sinne ein Zugrundegehen von Erregern bedeuten, die aber gleichwohl auf dasselbe hinauslaufen, wie z. B. Agglutination, eine eventuell stattfindende Verminderung der Toxinbildung bei gleichbleibender Vermehrungsgeschwindigkeit etc. Wir können alle diese Veränderungen formal als Änderungen in der Mortalitätsintensität auffassen und in analoger Weise mit der „Natalitätsintensität“ verfahren. Man könnte sich allerdings fragen, ob man nicht lieber die Natalitätsintensität in ihrer ursprünglichen Bedeutung belassen sollte, ebenso wie die Mortalitätsintensität und für die in Betracht kommenden anderweitigen Veränderungen andere Intensitätsfunktionen einführen sollte. Ich glaube nicht, dass für die allgemeine Behandlung etwas dabei herauskäme, das die grössere Kompliziertheit der Ansätze aufwöge, doch wären eventuell bei der Behandlung konkreter Probleme solche Betrachtungen von Nutzen. Es sollen also im Folgenden unter Natalitätsintensität die Intensität aller mit der Natalität gleichsinnig wirkenden Veränderungen zu verstehen sein, ebenso unter Mortalitätsintensität die Intensität aller mit der Mortalität gleichsinnig wirkenden Veränderungen.

Wir können dann $\nu(t)$ als Wert des pathogenen Reizes betrachten, während in $\mu(t)$ die Stärke der Abwehrreaktionen des Organismus sich äussert.

Um möglichst einfache Verhältnisse zu haben, wollen wir uns ein Modell vorstellen, das zwar in der Wirklichkeit nicht realisiert ist, jedoch so beschaffen, dass sich die an diesem Modell gefundenen Erkenntnisse unter Berücksichtigung der Verhältnisse — wenn auch nur als grobe Näherungen — auf einfache tatsächliche Verhältnisse übertragen lassen. Wir nehmen ein geschlossenes System, in dem sowohl $\nu(t)$ als auch $\mu(t)$ an allen Punkten gleich sind, das also in

bezug auf $\nu(t)$ und $\mu(t)$ homogen ist. Das wäre z. B. realisiert in einem geschlossenen Gefäss, in das einerseits eine durch $\nu(t)$ bestimmte Menge Toxin hineinfliesst, andererseits eine durch $\mu(t)$ bestimmte Menge Antitoxin, falls sofort beim Eintritt des Toxins und des Antitoxins dieselben durch vollständiges Mischen gleichmässig im Gefäss verteilt werden, wobei dann jede Menge Antitoxin die ihr entsprechende Menge Toxin neutralisiert, d. h. unwirksam macht.

Während nun die Annahme, dass sich P im Laufe der Zeit stetig ändere, nach geschehener Infektion zulässig ist, ist sie es nicht in jedem Falle für den Zeitpunkt $t = 0$. Im allgemeinen sind nämlich die pathogenen Kleinlebewesen im Körper unter normalen Umständen nicht vorhanden; es hat also die den Verlauf der Funktion P darstellende Kurve, wenn wir t als Abszisse und P als Ordinate in einem rechtwinkligen Koordinatensystem darstellen, eine Knickung. Das ändert aber an unsern Betrachtungen nichts Wesentliches. Wir werden entweder diesen Punkt überhaupt nicht in die Diskussion einbeziehen, oder die Unstetigkeit der empirischen Kurve durch die den späteren Verlauf charakterisierende stetige theoretische Kurve ersetzen und den so erhaltenen Wert für P_0 benützen.

Integrieren wir (2) von 0 bis t , so erhalten wir, wenn wir mit Ln den natürlichen Logarithmus bezeichnen

$$Ln \left(\frac{P}{P_0} \right) = \int_0^t \sigma(t) dt = \int_0^t [\nu(t) - \mu(t)] dt$$

$$\frac{P}{P_0} = \exp \left[\int_0^t \sigma(t) dt \right] = \exp \left[\int_0^t [\nu(t) - \mu(t)] dt \right]$$

$$P = P_0 \cdot \exp \left[\int_0^t \sigma(t) dt \right] = P_0 \cdot \exp \left[\int_0^t [\nu(t) - \mu(t)] dt \right] \quad (3)$$

wo P_0 die zu Beginn der Beobachtung vorhandene Zahl der Erreger ist.

Kennen wir die Funktion $\sigma(t)$, so können wir das Integral, nötigenfalls durch Entwicklung in eine unendliche Reihe, berechnen. Nun kennen wir aber die Funktion $\sigma(t)$ nicht, sondern müssen uns vielmehr mit gewissen, mehr oder weniger naheliegenden Annahmen begnügen. Wir gehen dabei von Annahmen über die Natalitäts- und Mortalitätsfunktionen aus, als deren Differenz $\sigma(t)$ erscheint.

Fassen wir zuerst $\nu(t)$, die Natalitätintensität, ins Auge. Die Annahme

$$\nu(t) = \text{konst} \quad \dots \quad (a)$$

ergibt uns das unter dem Namen „Gesetz des organischen Wachs-

tums“ bekannte Wachstumsgesetz, das indes auch für eine ganze Reihe physikalischer und chemischer Vorgänge gilt, besonders wenn die Konstante einen negativen Wert hat. Auf das Wachstum der Zellen der Erreger angewandt, besagt es, dass jede Zelle sich unabhängig von allen andern mit konstanter Geschwindigkeit teilt, was auch so lange richtig ist, als nicht durch Raummangel, Mangel an Nahrungstoffen, Einwirkung von Giften etc. eine Änderung eintritt. Da wir die die Vermehrung hindernden Momente in die „Mortalität“ einbeziehen können, würde also für uns die Annahme $v(t) = \text{konst.}$ den Tatsachen offenbar nicht schlecht entsprechen. Die Konstanz von $v(t)$ wäre dabei nicht etwa in dem Sinne aufzufassen, dass nun die Vermehrungsintensität von der Zeit unabhängig wäre oder gegenüber allen Organismen konstant, was den Tatsachen durchaus nicht entspräche, sondern nur in dem Sinne, dass für die in einem bestimmten Zeitpunkt in das betrachtete System eingedrungenen Erreger $v(t)$ während der Zeit ihres Aufenthaltes in dem betreffenden System konstant bleibt. Man könnte aber auch einer Vermehrung der Natalitätsintensität Rechnung tragen, die eventuell nach einer vorhergehenden, durch die Anpassung an das neue Milieu verursachten Verminderung eintreten sollte. Wir hätten dann entweder

$$v(t) = \alpha + \gamma t \quad . \quad . \quad . \quad (b),$$

wobei zu bemerken ist, dass $v(t)$ natürlich nicht ∞ werden, sondern nur bis zu einem bestimmten Wert wachsen kann, was besser durch die Annahme

$$v(t) = V - \gamma(T_v - t) \quad . \quad . \quad . \quad (c)$$

$$t \leq T_v$$

ausgedrückt wird, wo T_v die Zeit ist, nach der die grösste Natalitätsintensität V erreicht wird. Wir wollen nunmehr an Stelle der Ausdrücke Natalitätsintensität und Mortalitätsintensität Begriffe einführen, die in der Immunitätslehre gebräuchlich sind und wollen $v(t)$ als die „Virulenz“ der betreffenden Erreger bezeichnen. Diese ist im Falle (a) konstant, in den Fällen (b) resp. (c) veränderlich. α , bzw. $V - \gamma T_v$ ist dann die Virulenz im Zeitpunkt $t = 0$, d. h. zu Beginn der Beobachtung, während V die nach T_v -Zeiteinheiten eingetretene, nunmehr konstant bleibende Virulenz ist. Im Falle (b) und (c) ist γ die Geschwindigkeit der Virulenzzunahme. Bei wirklichen Infektionskrankheiten müsste man eventuell alle hier als konstant gedachten Grössen als veränderlich annehmen.

Gegenüber der Virulenz der Erreger, die durch $v(t)$ charakterisiert ist, wollen wir $\mu(t)$ die Resistenz nennen und haben

$$\begin{aligned} \mu(t) &= \beta + \varrho t \quad \dots \quad (b') \\ \text{resp. } \mu(t) &= R - \varrho(T_R - t) \quad \dots \quad (c') \\ &t \leq T_R \end{aligned}$$

β resp. $R - \varrho T_R$ ist hier die Anfangsresistenz, während R die nach T_R Zeiteinheiten erreichte Maximalresistenz ist; ϱ ist die Geschwindigkeit der Resistenzvermehrung. Selbstverständlich brauchen $\nu(t)$ und $\mu(t)$ nicht lineare Funktionen der Zeit zu sein. Es sind dies aber die einfachsten Annahmen, die wir unsern weiteren Untersuchungen zugrunde legen wollen.

Die Intensität der Gesamtänderung ist nun nach (2)

$$\begin{aligned} \sigma(t) &= \alpha - \beta - (\varrho - \gamma)t \\ \text{resp. } \sigma(t) &= V - \gamma T_V - (R - \varrho T_R) - (\varrho - \gamma)t \end{aligned}$$

Setzen wir noch $\alpha - \beta = a$ und $\varrho - \gamma = b$

$$\text{resp. } V - \gamma T_V - (R - \varrho T_R) = a$$

so haben wir: $\sigma(t) = a - b t$

wo a von nun an kurz als „relative Virulenz“ bezeichnet werden soll.

Soll diese Formel den ganzen Ablauf einer Erkrankung darstellen können, so muss a positiv sein. Denn wenn a negativ wäre, so würde die Menge der Erreger vom Momente der Infektion an immer abnehmen. Man hätte also nicht den typischen Verlauf eines Ansteigens und Abnehmens der Krankheit. Aus dem gleichen Grunde muss b positiv sein. Denn wäre b negativ, so würde die Menge der Erreger immer zunehmen. Man könnte also damit höchstens einen tödlich verlaufenden Fall darstellen, aber nicht einen, der in Genesung übergeht, d. h. wo die Erregermenge schliesslich wieder auf Null zurückgehen muss, falls es sich nicht etwa um „Bazillenträger“ handelt, die, ohne im klinischen Sinne krank zu sein, Krankheitserreger beherbergen, mit denen sie u. U. andere infizieren können.

Wird dieser Wert für $\sigma(t)$ in (3) eingesetzt, so erhalten wir

$$P = P_0 \cdot \exp \left[a t - \frac{1}{2} b t^2 \right] \quad \dots \quad (4)$$

Das ist also die Formel, die uns die in jedem Moment in unserm System vorhandene Menge von Erregern, resp. Toxinen, d. h. die Intensität des pathogenen Reizes angibt. Wie nun allerdings die Intensität der Erkrankung von der Intensität des pathogenen Reizes abhängt, ist damit noch nicht entschieden. Die Annahme, dass sie ihm proportional sei, darf jedenfalls nicht ohne triftige Gründe gemacht werden. Wir werden in der Tat später, bei der Anwendung der Formel (4) auf Verhältnisse der menschlichen Pathologie sehen, dass diese Frage auf Grund unserer Voraussetzungen noch gar nicht

beantwortet werden kann, sondern dass wir nur über einige besondere Momente in dem Ablauf der Erkrankung Rechenschaft geben können und auch das nur in qualitativer Weise, solange uns die für die quantitative Bestimmung nötigen Grössen nicht zugänglich sind.

Immerhin können wir aus dem Verlauf der Funktion, resp. der sie darstellenden Kurve, die eine zu der bekannten Fehlerkurve affine Kurve darstellt, schon einige Schlüsse ziehen, da wir doch immerhin annehmen können, dass sich Krankheitsintensität und Menge der Toxine der Erreger gleichsinnig ändern, d. h. in positiver Korrelation stehen. Eine nähere Analyse wird uns allerdings zeigen, dass diese Gleichsinnigkeit durchaus nicht für den ganzen Ablauf der Erkrankung zu bestehen braucht, ja sich während eines, von den Umständen abhängenden Intervalles sogar umkehren kann. Die folgenden, aus der Diskussion der Kurve gezogenen Schlüsse sind also nur als erste Annäherungen zu betrachten, die im konkreten Falle u. U. noch ziemlich modifiziert werden müssen.

Die Kurve hat ein Maximum und zwei Wendepunkte, die sich nach den bekannten Verfahren bestimmen lassen. Die Abszissen sind:

$$\text{Maximum: } t = \frac{a}{b} ; P = P_0 \cdot \exp \left[\frac{a^2}{2b} \right]$$

$$\text{Wendepunkte: } t = \frac{a}{b} \mp \frac{1}{\sqrt{b}}$$

Die Zeit, nach der das Maximum der Erreger erreicht wird, ist also direkt proportional der relativen Virulenz und umgekehrt proportional der Differenz der Geschwindigkeiten der Resistenz- und Virulenzvermehrung, welche Differenz wir als die Geschwindigkeit der relativen Resistenzvermehrung bezeichnen können. Für die Menge der vorhandenen Erreger ist die relative Virulenz von grösserer Bedeutung, kommt sie doch im Quadrat vor, während b im Nenner nur in der 1. Potenz vorkommt. Da nun die Menge der vorhandenen Erreger für den Verlauf einer Erkrankung, namentlich auch bezüglich eventueller Komplikationen von nicht geringer Bedeutung ist, so ist es klar, dass die Verhältnisse möglichst günstig liegen, wenn a möglichst klein und b möglichst gross ist. D. h. also, dass bei gegebener Anfangsvirulenz die Anfangsresistenz des Organismus möglichst gross ist, und daneben noch die Geschwindigkeit der relativen Resistenzvermehrung, die für die Schnelligkeit der Anpassung an die veränderten Verhältnisse massgebend ist.

Weitere Einblicke in die gestaltlichen Verhältnisse der Kurve gibt uns folgende kleine Tabelle.

t	$\frac{dP}{dt}$	$\frac{d^2P}{dt^2}$	Kurve
$-\infty$ bis $\frac{a}{b} - \frac{1}{\sqrt{b}}$	> 0	> 0	konvex zur t -Achse
$\frac{a}{b} - \frac{1}{\sqrt{b}}$	> 0	$= 0$	1. Wendepunkt
$\frac{a}{b} - \frac{1}{\sqrt{b}}$ bis $\frac{a}{b} + \frac{1}{\sqrt{b}}$		< 0	konkav zur t -Achse
$\frac{a}{b} - \frac{1}{\sqrt{b}}$ bis $\frac{a}{b}$	> 0	< 0	konkav zur t -Achse
$\frac{a}{b}$	$= 0$	< 0	Maximum
$\frac{a}{b}$ bis $\frac{a}{b} + \frac{1}{\sqrt{b}}$	< 0	< 0	konkav zur t -Achse
$\frac{a}{b} + \frac{1}{\sqrt{b}}$	< 0	$= 0$	2. Wendepunkt
$\frac{a}{b} + \frac{1}{\sqrt{b}}$ bis $+\infty$	< 0	> 0	konvex zur t -Achse

Die erste Ableitung gibt die Geschwindigkeit der Änderung von P , die 2. Ableitung die „Beschleunigung“ der Änderung von P . Die Vermehrungsgeschwindigkeit der Erreger in unserm System wächst also, solange $\frac{d^2P}{dt^2}$ positiv ist, d. h. von $-\infty$ bis $\frac{a}{b} - \frac{1}{\sqrt{b}}$, resp. vom Beginne der Infektion bis zum 1. Wendepunkt. Dort erreicht sie ihren Höhepunkt und es findet die stärkste Vermehrung der Erreger statt. Von da ab nimmt zwar die Menge der Erreger noch immer zu, aber die Geschwindigkeit der Neubildung nimmt ab bis zum Wert $t = \frac{a}{b}$, wo einerseits das Maximum der Erregerzahl im System ist, andererseits aber die Neubildung und Zerstörung sich die Wage halten, so dass die Vermehrungsgeschwindigkeit gleich Null ist. Von jetzt an überwiegt die Zerstörung der Erreger deren Neubildung in immer höherem Masse. Im 2. Wendepunkt ist die Intensität der Zerstörung am grössten und nimmt von da an wieder ab. Unter den gemachten Annahmen, die zu einem symmetrischen Kurvenverlaufe führen, sind

die Verhältnisse puncto Neubildung und Zerstörung von Erregern in Punkten, die symmetrisch zur Ordinate des Maximums liegen, einander gleich. Setzt man in $\frac{dP}{dt}$ die Werte $t = \frac{a}{b} \mp \frac{1}{\sqrt{b}}$ ein, so erhält man die maximale Geschwindigkeit der Neubildung und Zerstörung:

$$\begin{aligned} \left(\frac{dP}{dt}\right)_{max} &= v_{max} = -P_{max} \cdot \frac{1}{\sqrt{be}} \\ \left(\frac{dP}{dt}\right)_{min} &= v_{min} = -P_{max} \cdot \frac{1}{\sqrt{be}} \end{aligned} \quad (e = 2,7183 \dots)$$

wo

$$P_{max} = P_0 \exp \left[\frac{a^2}{2b} \right]$$

Wir haben schon früher erwähnt, dass die über die Virulenz und Resistenz gemachten Annahmen nicht die allein möglichen sind, sondern nur als die einfachsten genommen wurden. Es ist auch klar, dass selbst für die Annahme, dass sie ganze Funktionen seien, die Annahme, sie seien linear, ebenfalls nur den einfachsten Fall darstellt. Nimmt man statt einer linearen Funktion eine solche höheren Grades, z. B. 2. Grades, so ist die Kurve nicht mehr symmetrisch zur Maximalordinate. Wir haben dann entweder flachen Anstieg bei steilem Abfall oder das umgekehrte Verhalten. Die Bestimmung der Wendepunkte führt in dem angenommenen Falle [Funktion 2. Grades für $\sigma(t)$] zu einer Gleichung 4. Grades, die sich dann leicht näherungsweise lösen lässt, wenn der Koeffizient von t^2 in $\sigma(t)$ den andern Koeffizienten gegenüber klein ist. Ist das nicht der Fall, so wird die Sache viel komplizierter. Ein weiteres Eingehen auf diese Verhältnisse muss hier unterbleiben. Es soll nun vielmehr versucht werden zu bestimmen, inwiefern sich die gewonnenen Erkenntnisse auf das wirkliche Geschehen, also vor allem auf die uns speziell interessierende menschliche Pathologie anwenden lassen.

Da ist nun zu sagen, dass wir wohl selbst im günstigsten Fall nicht darauf rechnen können, dass unser Modell die tatsächlichen Verhältnisse quantitativ richtig wiedergibt, sondern höchstens in sehr grober Annäherung. Man könnte vielleicht sagen, dass sich unser Modell zur Wirklichkeit im günstigsten Fall so verhält, wie etwa ein mathematisches Pendel zu einem physikalischen, das in einem ziemlich stark widerstehenden Mittel schwingt. Man wird ja auch da für die Schwingungszeit einen Wert aus der Theorie des einfachen Pendels ableiten können, der einen gewissen Anhaltspunkt gibt, anderseits aber um so mehr von dem wirklichen Wert differiert, je mehr

Zeit seit dem Beginne der Schwingungen verflossen ist. Das Modell wird noch am ehesten passen in dem einfachen Fall einer Infektion, die vorwiegend lokal abläuft, wie z. B. einer Infektion mit Eitererregern, die sich selbst überlassen bleibt und wo es nicht zur Bildung eines sich nach aussen entleerenden Abszesses kommt. Wir können dann an Stelle unseres supponierten Gefässes den Infektionsherd setzen, wobei wir allerdings nicht recht wissen, wie gross wir das Volumen desselben nehmen müssen. Man wird es jedenfalls so wählen, dass es sämtliche Erreger enthält, was natürlich schon mit der angenommenen Konstanz des Volumens im Widerspruch steht. Andererseits ist die Forderung der gleichen Konzentration der Toxine an allen Stellen des Raumes nicht erfüllt. In Wirklichkeit wird aber auch das System nicht abgeschlossen sein, wie wir es vorausgesetzt haben. Es werden vielmehr, sei es auf dem Lymphwege, sei es auf dem Wege der direkten Diffusion, Toxine in das Blut übertreten, sodass das ursprüngliche System mit dem 2., dem Blut, gekoppelt wird. Es wird sich dann im Blut wieder ein analoger Vorgang abspielen, der sich ebenfalls durch eine analoge Formel darstellen lässt. Die Vorgänge im 2. System (Blut) wirken nun modifizierend auf diejenigen im 1. System ein, was sich mathematisch darin äussert, dass sich die als konstant vorausgesetzten Koeffizienten mit t verändern. Wie sie sich ändern, das hängt von der Art des Einflusses des Geschehens in System 2 auf System 1 ab. Wir dürfen jedenfalls annehmen, dass wir es mit mehr oder weniger stetigen Übergängen zu tun haben, so dass wir u. U., d. h. wenn der Einfluss von 2 auf 1 nur klein ist, denselben vernachlässigen können. Wir könnten auch so verfahren, dass wir an Stelle der stetigen Änderungen unserer Parameter unstetige setzen, indem wir das in Betracht kommende Intervall in eine genügend grosse Anzahl Teile teilen, sodass wir in diesen Intervallen die Parameter mit der für uns in Betracht kommenden Annäherung als konstant ansehen können. Gehen nun die Bakterien resp. Toxine aus dem Blut noch in weitere Organe über, so wiederholt sich an jedem Orte im Prinzip dasselbe Spiel. Das Geschehen in jedem Organ ist von dem Geschehen in jedem andern abhängig. In der Intensität des gegenseitigen Einflusses kommt die Abhängigkeit zum Ausdruck. Kausal betrachtet ist dabei die Abhängigkeit, wie schon früher hervorgehoben, in vielen Fällen nur indirekt, im funktionalen Sinne hingegen tritt sie viel besser in Evidenz. Denn denkt man sich die Abhängigkeitsbeziehungen der Parameter, die das Geschehen in irgend einem System charakterisieren, dargestellt, so erscheint jeder Parameter als Funktion von sämtlichen Parametern der andern Systeme. Da diese alle ihrerseits

Funktionen der Zeit t sind, so könnte man diese als unabhängige Variable wählen, wobei dann als Parameter die Werte der Parameter der anderen Systeme für einen bestimmten Zeitpunkt genommen werden müssten.

Wir hätten also, um den zeitlichen Ablauf einer Infektionskrankheit zu studieren, den Organismus in „Systeme“ zu zerlegen, welche Systeme wohl mehr oder weniger mit den Organen zusammenfallen würden, da ja diese morphologische Einheiten bilden. Im Prinzip müsste man allerdings erwarten, dass sich auch hier die Vorgänge in den verschiedenen Zellen des Organs, sofern sie verschiedene Funktionen haben, auch verschieden äussern werden. Haben wir dann für ein bestimmtes System die Parameter wie oben erwähnt bestimmt, so wäre damit der zeitliche Ablauf der Vorgänge in diesem System beschrieben. Auch der pathologische Anatom studiert ja bei den Krankheiten überhaupt und nicht nur bei den Infektionskrankheiten die Vorgänge in jedem Organ. Neben der gewissermassen generellen Richtung des Geschehens, wie es durch die Erreger, resp. deren Toxine, bedingt ist, sind natürlich die speziellen Verhältnisse jedes einzelnen Organs ebenfalls von Bedeutung für die Art des Geschehens. Es ist natürlich vorläufig, und jedenfalls für lange Zeit noch, nicht daran zu denken, dass eine Analyse in unserm Sinne der durch eine Infektionskrankheit an den Organen bedingten Veränderungen möglich sein wird. Die Überlegungen haben daher rein theoretischen Wert, können aber doch, wie sich später noch zeigen wird, jetzt schon gewisse Erfahrungen „erklären“.

Wir wollen nunmehr den Begriff der Intensität einer Krankheit etwas näher ins Auge fassen. Jedermann weiss, was eine „leichte“ und eine „schwere“ Erkrankung ist, obschon darunter ganz verschiedene Sachen zusammengefasst werden. Unter einer leichten Erkrankung verstehen wir z. B. eine solche, die das Befinden nicht stark verändert, die rasch vorüber geht, die keine „Komplikationen“ zeigt und ohne bleibende oder sich länger erhaltende Störungen in wichtigen Organen abläuft usw. Eine schwere Erkrankung äussert sich im Gegenteil durch starke Beeinträchtigung des Befindens, lange Dauer, Komplikationen, d. h. Beteiligung von Organen, die im allgemeinen von der Krankheit nicht betroffen werden, bleibende Störungen in wichtigen Organen und schliesslich als schwerste Erkrankung in tödlichem Ausgang. In erweitertem Sinne spricht man nicht nur im einzelnen Falle von einer leichten bzw. schweren Erkrankung, sondern von leichten beziehungsweise schweren Krankheiten, und versteht darunter solche Krankheiten, die in der Mehrzahl der

Fälle unter dem Bilde der oben als leicht, bzw. als schwer charakterisierten Erkrankungen verlaufen. Eine solche Definition kann natürlich nicht genügen. Es handelt sich vielmehr darum, zu suchen, ob sich nicht eine Definition finden lässt, die, wenigstens im Prinzip, eine quantitative Feststellung erlaubt. Da liegt es nun nahe, eine rein energetische Definition zu wählen.

Jedes Leben ist mit der Leistung von Arbeit verbunden, selbst dann, wenn das Individuum im Sinne der Sprache nicht „arbeitet“. Wir wollen die Arbeit, die ein Individuum leistet, indem es irgend eine körperliche Tätigkeit ausführt, als „äussere Arbeit“ bezeichnen, während wir die von den Organen geleistete physikalische und chemische Arbeit als „innere Arbeit“ bezeichnen. Die äussere Arbeit lässt sich in vielen Fällen leicht direkt messen, wo es sich z. B. um mechanische Arbeit handelt. Die innere Arbeit muss prinzipiell messbar sein, denn jede Art von Arbeitsleistung lässt sich berechnen, wenn die in Betracht kommenden Grössen bekannt sind, was allerdings im Organismus für die wenigsten Arbeitsleistungen der Fall ist, von der mechanischen Leistung des Herzens abgesehen. Wir hätten also:

$$\text{Gesamtarbeit} = \text{Innere} + \text{äussere Arbeit.}$$

Die innere Arbeit in einem Minimalbetrag ist eine *conditio sine qua non* des Lebens. Die äussere Arbeit in irgendwelcher Form kann zwar, falls das Individuum leistungsfähig bleiben will, auf die Dauer nicht unterbleiben. Für kürzere oder längere Zeit hingegen ist das möglich. Wir haben dann, theoretisch gesprochen, ein Minimum von äusserer Arbeit, praktisch gesprochen, eine äussere Arbeit vom Werte Null. Jede Leistung von äusserer Arbeit ist mit einer Steigerung der inneren Arbeit, wenigstens in einem bestimmten Teil des Systems, verbunden. Die Krankheit besteht nun, energetisch gesprochen, in einer Veränderung der inneren Arbeit. Man würde also die Intensität der Krankheit messen durch die Änderung der gesamten inneren Arbeit gegenüber dem normalen Zustande des Individuums unter gleichen äusseren Umständen, da ja die Krankheit kein Wesen ist, das als ganzes gemessen werden kann.

Die so definierte Intensität wäre aber offenbar nicht ein Mass der Intensität des pathologischen Geschehens, in dem dasselbe rein zum Ausdruck käme. Es ist vielmehr anzunehmen, dass durch Regulation die Mehrarbeit an einzelnen Orten so viel als möglich durch Herabsetzung der Arbeit an andern Orten kompensiert wird und eine relativ grosse Abweichung vom Normalen könnte durch gute Kompensation sehr weitgehend verschwinden, während bei weniger gut

ausgebildeter Kompensation schon eine geringe Steigerung der Arbeitsleistung, wie sie die Abwehraktionen des Organismus bedingen, sich deutlich bemerkbar machen würde. Andererseits aber hätte man in der so definierten Intensität vielleicht prognostische Anhaltspunkte, denn es ist plausibel, anzunehmen, dass eine Krankheit um so günstiger verläuft, je mehr der Organismus im Stande ist, Mehrleistungen an einem Orte durch Minderleistungen an andern zu kompensieren. Dabei darf allerdings nicht übersehen werden, dass es schliesslich nicht allein auf die totale Steigerung der innern Arbeit ankommt, sondern auch auf die absolute Grösse der Arbeit, die ein bestimmtes Organ leisten muss, da diese eine gewisse — von den Umständen abhängige Grösse nicht überschreiten darf, ohne dass das Organ anfängt, insuffizient zu werden, d. h. seine Leistungen nicht mehr richtig ausführen kann. Diese Frage, die schon zu der spätern qualitativen Betrachtung überführt, soll dort noch mehr gewürdigt werden.

Die Definition der Intensität der Krankheit als Grösse der Abweichung der innern Arbeit unter pathologischen Bedingungen von derjenigen unter normalen Bedingungen leidet an dem Mangel, an dem ein durch die algebraische Summe der Abweichungen von einem bestimmten Wert aus definierter Fehler leidet. Man würde also, da, ähnlich wie in der Fehlertheorie, Abweichungen von einem mittlern physiologischen Zustand in Frage kommen, eher in Anlehnung an die Fehlertheorie ein Analogon zum durchschnittlichen oder zum mittlern Fehler als für die Intensität der Erkrankung massgebend annehmen. Eventuell ergäbe auch ein Vergleich der nach beiden Definitionen berechneten Intensität gewisse Schlüsse in bezug auf die Schwere der Erkrankung.

Bei den bisherigen Betrachtungen ist aber ein Moment absichtlich aus der Erwägung fortgelassen worden: die Wichtigkeit der Organe. Es leuchtet ohne weiteres ein, dass ein sehr intensiver Krankheitsprozess, solange er sich auf wenig wichtige Organe beschränkt, weniger schwer ist, als ein leichterer Prozess, der ein oder sogar mehrere wichtige Organe trifft, wofür sich ja leicht Beispiele geben liessen. Es kommt also hier ein ausgesprochen qualitatives Moment in Frage, das, wie es scheinen könnte, alle unsere vorgehenden Betrachtungen als wertlos, resp. nur sehr bedingt richtig erscheinen lässt. Dem ist aber nicht so. Die Wichtigkeit eines Organes für den Gesamtbetrieb zeigt sich eben gerade darin, dass selbst kleine Störungen in dem betreffenden Organ mehr oder weniger rasch stärkere Störungen in andern Organen nach sich ziehen, so dass die oben definierte Intensität auch hier Geltung haben wird, wenn auch natür-

lich zugegeben werden muss, dass Fälle, die nach dieser Definition als von gleicher Intensität erscheinen, nun deshalb noch lange nicht in jeder andern Hinsicht als gleichwertig zu betrachten sind, nicht einmal in bezug auf die Prognose. Solange natürlich nicht die Möglichkeit gegeben ist, die so oder in irgend einer andern Weise definierte Intensität auch wirklich zu messen und Beziehungen zwischen Intensität der Krankheit und andern Merkmalen derselben festzustellen, haben weitgehende Spekulationen keinen Sinn. Immerhin scheint mir doch die Frage nicht ganz müssig, wie sich, wenigstens prinzipiell, die Intensität einer bestimmten Krankheit definieren lässt.

Wir wollen nunmehr sehen, ob unsere bis jetzt gefundenen Formeln gewisse Schlüsse auf den Ablauf der Infektionskrankheiten gestatten, wie er klinisch zur Beobachtung kommt. Da ist es vor allem die Inkubationszeit, die uns zuerst beschäftigen soll. Es ist dies die Zeit, die verstreicht vom Momente der Infektion bis zum Momente des Ausbruchs der Krankheit, d. h. bis zu dem Moment, wo sich in dem Zustande des Individuums subjektive oder objektive Veränderungen zeigen, die man als Krankheit bezeichnet. Es lässt sich nun allerdings kein scharfer Beginn der Krankheit angeben, sondern der Übergang aus der Gesundheit in die Krankheit vollzieht sich allmählich; in einzelnen Fällen allerdings so rasch, dass man von einem „plötzlichen“ Beginn spricht, namentlich dann, wenn die Temperatur sehr rasch ansteigt. In welchem Moment ist nun das Inkubationsstadium beendet? Darüber wissen wir nun leider nichts Sicheres. Es liegt aber nahe, anzunehmen, dass dies dann der Fall ist, wenn der pathogene Reiz eine gewisse Stärke (Schwellenwert) erreicht hat. Diese Auffassung gibt auf alle Fälle von dem tatsächlichen Geschehen gut Rechenschaft. Es ist darnach auch möglich, dass viele Fälle von Infektionen unterschwellig verlaufen, d. h. dass es zu keinen merklichen Erscheinungen kommt, das Individuum also trotz Infektion „gesund“ bleibt. Diese Annahme drängt sich so zwingend auf, dass man nicht darum herum kommt; denn anzunehmen, dass, weil es nicht zu einer merkbaren Störung der Gesundheit kommt, deshalb überhaupt nichts geschehen sei, wäre sicher nicht richtig. Die einfachste Annahme, die allen Erfahrungen gerecht wird, ist die, dass die Erscheinungen unterschwellig verlaufen, wodurch wir eine kontinuierliche Reihe von der allerleichtesten bis zur schwersten Erkrankung erhalten. Der Schwellenwert, der den Ausbruch der manifesten Erscheinungen bewirkt, ist nun aber ebensowenig konstant wie diejenige Menge von Erregern, die eine Erkrankung erzeugen können. Er ist nicht nur für die verschiedenen Erreger und die verschiedenen Individuen ver-

schieden, sondern wird auch beim selben Individuum demselben Erreger gegenüber nicht unter allen Umständen gleich sein. Momente, die die Widerstandskraft des Individuums erhöhen, werden ihn erhöhen, während alle Momente, die die Widerstandskraft herabsetzten ihn erniedrigen.

Sei nunmehr t_i der Zeitpunkt des Ausbruches der manifesten Erscheinungen, P_i die dann vorhandene Zahl der Erreger resp. die Konzentration der Toxine, dann haben wir:

$$P_i = P_o \cdot \exp \left[a t_i - \frac{1}{2} b t_i^2 \right]$$

$$\text{Ln} \left(\frac{P_i}{P_o} \right) = a t_i - \frac{1}{2} b t_i^2$$

$$t_i^2 - \frac{2a}{b} t_i + 2 \text{Ln} \left(\frac{P_i}{P_o} \right) \frac{1}{b} = 0$$

$$t_i = \frac{a}{b} \pm \sqrt{\frac{a^2}{b^2} - 2 \text{Ln} \left(\frac{P_i}{P_o} \right) \frac{1}{b}} \quad \dots \quad (5)$$

Man erhält also, sofern die Diskriminante positiv ist, zwei Werte für t_i , die symmetrisch zur Maximalordinate liegen, was zu erwarten war, falls der Wert von P_i kleiner ist, als der Maximalwert von P . Von diesen beiden Werten entspricht nur der erste der Inkubationszeit, der der negativ genommenen Wurzel entspricht. Es ist ja wohl nicht gut annehmbar, dass der Organismus auf die viel grössere Menge von Erregern, wie sie zwischen den beiden Werten P_i auftreten, nicht reagiere, und erst dann auf den Wert P_i , wenn er zum zweiten Mal erreicht wird.

Wir erhalten also für t_i

$$t_i = \frac{a}{b} - \sqrt{\frac{a^2}{b^2} - 2 \text{Ln} \left(\frac{P_i}{P_o} \right) \frac{1}{b}}$$

Damit t_i reell wird, muss sein

$$\frac{a^2}{b^2} \geq \frac{2}{b} \text{Ln} \left(\frac{P_i}{P_o} \right)$$

$$\text{Ln} \left(\frac{P_i}{P_o} \right) < \frac{a^2}{2b}$$

$$P_i < P_o \cdot \exp \left[\frac{a^2}{2b} \right]$$

d. h. der Wert P_i muss kleiner sein als der Maximalwert von P_i , was die Kurve ohne weiteres erwarten lässt.

Für die Diskussion ist der oben gefundene Ausdruck für t_i etwas unbequem. Er wird übersichtlicher, wenn wir die Wurzel nach dem binomischen Satz entwickeln, indem wir $\frac{a}{b}$ vor das Wurzelzeichen nehmen. Wir erhalten dann

$$t_i = \frac{1}{a} \operatorname{Ln} \left(\frac{P_i}{P_o} \right) + \frac{b}{2a^3} \operatorname{Ln}^2 \left(\frac{P_i}{P_o} \right) + \frac{b^2}{2a^5} \operatorname{Ln}^3 \left(\frac{P_i}{P_o} \right) + \frac{5b^3}{8a^7} \operatorname{Ln}^4 \left(\frac{P_i}{P_o} \right) + \dots$$

$$t_i = \frac{1}{a} \operatorname{Ln} \left(\frac{P_i}{P_o} \right) \left\{ 1 + \frac{b}{2a^2} \operatorname{Ln} \left(\frac{P_i}{P_o} \right) + \frac{b^2}{2a^4} \operatorname{Ln}^2 \left(\frac{P_i}{P_o} \right) + \dots \right\} \dots \quad (6)$$

Diese Reihe ist konvergent, wenn $\frac{2b}{a^2} \operatorname{Ln} \left(\frac{P_i}{P_o} \right) < 1$.

Die Inkubationszeit hängt also vor allem ab von dem Verhältnis der zum Manifestwerden der Krankheitserscheinungen nötigen Zahl der Erreger zu der ursprünglichen Zahl der Erreger, sowie von der relativen Virulenz der Erreger. Dabei ist der Einfluss der relativen Virulenz grösser als der der Zahl der Erreger, denn, a kommt direkt im Nenner (in verschiedenen Potenzen) vor, während von dem Quotienten P_i/P_o nur der Logarithmus auftritt. Die in b sich äussernde Steigerung der Abwehrkräfte des Organismus kommt demgegenüber nicht so sehr in Betracht. Ist $P_i = P_o$, so ist die Inkubationszeit gleich Null, was ja auch sein muss, da die Krankheit sofort ausbrechen muss, wenn der Schwellenwert für die Erreger schon von Anfang an erreicht ist. Eine weitere Vereinfachung von (6) können wir dann eintreten lassen, wenn b gegenüber a klein ist, was im allgemeinen wahrscheinlich der Fall sein wird. Ist dann nicht gleichzeitig P_i sehr klein gegenüber P_o , so können wir die Reihe in der Klammer nach dem ersten Glied abbrechen und erhalten als sehr einfache Näherungsformel

$$t_i \approx \frac{1}{a} \operatorname{Ln} \left(\frac{P_i}{P_o} \right) \dots \dots \dots \quad (7)$$

Nun ist schon lange bekannt, dass für gewisse Infektionskrankheiten (z. B. Tetanus) eine kurze Inkubationszeit die Prognose verschlechtert. Die Formel ergibt klar, dass eine kurze Inkubationszeit entweder die Folge einer sehr starken relativen Virulenz der Erreger ist oder einer „massiven“ Infektion, d. h. einer Infektion mit einer sehr grossen Menge von Erregern, die dem Schwellenwert nahekommt, oder auch einer Kombination von beiden. Das Gegenteil gilt für eine lange Inkubationszeit, was wohl keiner weiteren Erläuterung bedarf. Ebenso ist im allgemeinen eine rasche Entwicklung der Krankheit

zur vollen Höhe von ungünstiger Bedeutung, was dann vorkommt, wenn die Kurve steil ansteigt. Das ist der Fall, wenn a gegenüber b gross ist. Er handelt sich dann um eine grosse relative Virulenz der Erreger und eine schwache Steigerung der initialen Resistenz des Organismus, also um dieselben Ursachen, die eine kurze Inkubationszeit bedingen.

Denken wir uns nun eine Gesamtheit von Individuen, die alle einer bestimmten Infektion ausgesetzt sind und von denen ein gewisser Prozentsatz von der Krankheit befallen wird. Dabei sind nun unter normalen Verhältnissen die Werte a , b , P_0 und P_i für die verschiedenen Individuen verschieden. Andererseits aber dürfen wir annehmen, dass die Werte für die einzelnen Individuen sich in ähnlicher Weise um den Durchschnitt gruppieren, wie das für andere messbare Eigenschaften der Individuen einer Gruppe der Fall ist. Solche Verteilungen lassen sich nun häufig mit grosser Annäherung durch Gauss'sche Fehlerkurven darstellen, womit natürlich nicht gesagt sein soll, dass nun die Gauss'sche Fehlerkurve die Verteilungskurve für alle möglichen biologischen Eigenschaften sei, wie das früher ohne weiteres angenommen wurde. Wichtig ist aber, dass infolge der sehr verwickelten Bedingungen, wie sie den biologischen Erscheinungen zugrunde liegen, Verteilungskurven entstehen, die ähnliche gestaltliche Verhältnisse zeigen, wie die Gauss'sche Fehlerkurve. Nun hat Bruns gezeigt, dass man jede solche Kurve durch eine unendliche Reihe darstellen kann (resp. geometrisch durch unendlich viele Kurven, die mit der Gauss'schen Kurve in Beziehung stehen). Als erstes Glied der Reihe erscheint die Gauss'sche Fehlerfunktion, während die folgenden Glieder die mit bestimmten aus der „Verteilungstafel“ zu berechnenden Koeffizienten multiplizierten Ableitungen der Gauss'schen Fehlerfunktion sind. In den Fällen, wo die Asymmetrie der Verteilung nicht sehr ausgesprochen ist, genügen die drei ersten Glieder der Reihe, um die Verteilung mit genügender Annäherung darzustellen, oft sogar schon das erste Glied. Das heisst also: die Gauss'sche Fehlerfunktion erscheint als erste und in vielen Fällen genügend angenäherte Darstellung einer empirisch gegebenen Verteilungsfunktion. Diese Art der Betrachtung scheint mir ein gewisses Licht auf die Analyse vieler biologischer Verhältnisse zu werfen und auch geeignet zu sein, die übermässige Wertschätzung, deren sich die Gauss'sche Kurve speziell bei den Biologen erfreut, auf das richtige Mass zurückzuführen. Man könnte ihre Rolle mit der Rolle der linearen Funktion bei der Interpolation vieler Funktionen vergleichen. Vielleicht bestehen zwischen beiden auch noch

innigere Beziehungen, worauf eventuell der durch die Intensitätsfunktionen vermittelte Zusammenhang zwischen beiden hinweisen könnte. Die Gauss'sche Kurve als Verteilungskurve für einen gegebenen biologischen Kollektivgegenstand wird in der Variationsstatistik auf anderm Wege abgeleitet. Es scheint mir aber nicht ausgeschlossen, dass sich für viele Fälle der von mir gewählte, über die Intensitätsfunktionen führende Weg auch als fruchtbar erweisen könnte.

Interessant ist nun, dass, wie J. Haag, auf Beobachtungen von Levy-Bing und Gerbay fussend, gefunden hat, die Inkubationszeit für die Syphilis durch das Gauss'sche Gesetz mit sehr grosser Annäherung dargestellt wird. So gut sogar, dass, falls die zugrundeliegende Verteilung wirklich dem Gauss'schen Gesetz entspräche, die rein zufälligen Abweichungen im allgemeinen grösser wären, als im Material von Levy-Bing und Gerbay. (2)

Wir können darin eine empirische Bestätigung unserer theoretischen Schlüsse sehen und erwarten, dass es sich bei andern Infektionskrankheiten ähnlich verhalten werde. Dass dabei von Haag die Bedeutung des speziellen Gauss'schen Gesetzes überschätzt wird, habe ich (l. c.) betont. Eine Anregung, die Verhältnisse bei der Grippe zu prüfen, hat bis jetzt noch keinen Anklang gefunden, da sich Betrachtungen dieser Art der etwas schematischen Betrachtungsweise der heutigen Medizin gegenüber dem Problem der Inkubationszeit noch nicht durchzusetzen vermochten.

Man wird sich natürlich fragen, ob Formel (7) nicht doch einer, wenn auch sehr rohen quantitativen Auswertung zugänglich sei. Darauf ist zu antworten, dass davon z. Z. für den Menschen noch keine Rede sein kann, wohl aber eventuell auf dem Gebiete der experimentellen Tierpathologie. Man hätte im Prinzip so vorzugehen, dass man mehrere Tiere, die durch Abstammung, Aufzucht etc. die weitestgehende Ähnlichkeit haben, heranzöge, so dass man annehmen könnte, dass die das pathologische Geschehen bestimmenden Parameter a und b die gleichen seien. Wird dann bei allen die gleiche Menge von Erregern eingeführt, so muss die Krankheit bei allen nach der gleichen Zeit auftreten oder wenigstens dürfen die Zeiten nur wenig von einander differieren. Ist dies der Fall, so dürfte man die angenommenen Voraussetzungen als einigermaßen adäquate Beschreibung der tatsächlichen Verhältnisse betrachten und könnte dazu übergehen, sich eine Vorstellung von der Grösse der Parameter zu machen. Zu diesem Zwecke würden die verschiedenen Tiere mit verschiedenen — der einfachern Berechnung halber am besten mit systematisch

abgestuften — Erregermengen geimpft und die zu jeder initialen Erregermenge gehörende Inkubationszeit beobachtet. Man würde so ein System von Gleichungen erhalten, aus dem sich die Unbekannten leicht bestimmen liessen. Da es sich um Bestimmungen empirischer Werte handelt, würde man nicht nur so viel Gleichungen aufstellen, als zur Berechnung der Unbekannten nötig sind, sondern einige mehr und dann die Unbekannten nach der Methode der kleinsten Quadrate bestimmen.

Die Annahme, dass in bezug auf Abstammung, Aufzucht usw. übereinstimmende Tiere auch sonst sehr ähnlich sind, ist eine Grundforderung der experimentellen Pathologie, denn sonst hätten ja „Vergleichsexperimente“ überhaupt keinen Sinn. Die Bestimmung der Inkubationszeit bei einer Anzahl solcher „gleicher“ Tiere, die mit gleichen Mengen Erregern geimpft werden, böte eine gute Gelegenheit, die Hypothese der Gleichartigkeit zu prüfen. Interessant wäre eventuell auch ein Vergleich von empirisch gefundenen Schwankungen und denen, die sich aus (7) ergeben, wenn der m . F. von t_i als Funktion der „Fehler“ von a , P_o , P_i berechnet würde.

Schwierig zu beantworten ist die Frage nach dem Zeitpunkt der grössten Intensität der Krankheit. Der Zeitpunkt der grössten Erregermenge entspricht dem stärksten pathogenetischen Reize, womit aber noch nicht gesagt ist, dass er auch dem Zeitpunkt der grössten Intensität der Krankheit entspräche. Die Reaktion des Körpers, wie sie in der Zerstörung der Erreger zum Ausdruck kommt, ist, wie früher hervorgehoben, im 2. Wendepunkt am grössten, so dass man sich fragen könnte, ob nicht eventuell dort der Höhepunkt der Krankheitsintensität liege. Andererseits sind die Erkrankungen der einzelnen Organe, die wir uns als möglichst einfachen Fall nur durch das Eindringen der Toxine bedingt denken, wie wir sehen werden, noch von andern Bedingungen abhängig, so dass die Kurven, die die Konzentration der Toxine in den einzelnen Organen angeben, u. U. nicht unbedeutend gegenüber der „Erregerkurve“ verschoben sind, so dass man sich von diesem Standpunkte aus fragen könnte, ob es überhaupt einen Sinn hat, nach der maximalen Intensität der „Krankheit“ zu fragen. Und doch ist die „Höhe der Erkrankung“ etwas jedem Arzte so geläufiges, dass er diesen Begriff nicht preisgeben möchte. Es steckt dahinter letzten Endes doch die feste Überzeugung von der Einheit des Organismus, die uns bei unsern physikalisch-chemischen Betrachtungen nur zu leicht aus dem Gesichtsfeld kommt, während sie am Krankenbette sich viel mehr geltend macht.

Wir wollen nunmehr noch, unter Voraussetzung sehr einfacher

Verhältnisse, untersuchen, wie sich die einzelnen Organe gegenüber den Toxinen verhalten, da ja in letzter Linie das Verhalten der einzelnen Organe, und besonders der lebenswichtigsten, für den Ausgang der Erkrankung massgebend ist. Wir fassen nur ein einziges Toxin ins Auge, da bei mehreren die Schlüsse im Prinzip die gleichen bleiben und sich nur die für die Diffusion charakteristischen Werte ändern. Wir wollen annehmen, dass die Konzentration der Toxine im Blut c_e zur Zeit t durch die frühere Formel (4) gegeben sei, wobei wir statt P_o $(c_e)_o$ schreiben. Ferner soll im Zustand des Gleichgewichts das Henrysche Verteilungsgesetz gelten, solange man keine sichern Anhaltspunkte hat, die das Nernstsche Gesetz als gültig anzunehmen nötigen. Sei der Verteilungsquotient α . Die Diffusion wird nun offenbar um so rascher stattfinden, je grösser der Konzentrationsunterschied ausserhalb und innerhalb der Zelle ist, d. h. je weiter die Konzentration in den Zellen von der unter den gegebenen Umständen erreichbaren maximalen Konzentration αc_e entfernt ist. Man wird sie also dieser Differenz proportional setzen. Es soll die Diffusion ferner als reversibel angenommen werden, was vielleicht nicht in jedem Falle vollständig zutrifft, da eventuell doch die Möglichkeit besteht, dass die Toxine innerhalb der Zellen auf irgend eine Art unwirksam gemacht werden, so dass dann die gemachte Annahme nicht mehr zu Recht bestände. Sei m_i die Menge des Toxins

in dem Organ, v_i das Volumen des Organs, dann ist $c_i = \frac{m_i}{v_i}$ die To-

xinkonzentration in dem Organ. O sei die Grenzfläche zwischen Organzellen und Blut, resp. zwischen Organ und Gewebsflüssigkeit; k der Diffusionskoeffizient, der die in der Zeiteinheit durch die Oberflächeneinheit diffundierende Substanzmenge darstellt, wenn die Differenz zwischen äusserer (resp. der ihr entsprechenden Innenkonzentration) und innerer Konzentration gleich der Einheit ist. O , v_i und k sollen als konstant betrachtet werden. Dann ist die Differentialgleichung des Vorganges:

$$d m_i = k (\alpha c_e - c_i) O dt$$

$$\frac{d c_i}{dt} + \frac{k O}{v_i} c_i = \frac{k O}{v_i} \alpha c_e$$

Das ist eine lineare Differentialgleichung erster Ordnung, die sich ohne weiteres integrieren lässt. Man erhält, wenn man noch für c_e seinen Wert aus (4) einsetzt

$$c_i = \exp \left[- \frac{O k}{v_i} t \right] \left\{ \int_0^t \frac{O k}{v_i} \alpha (c_e)_o \exp \left[\left(a + \frac{O k}{v_i} \right) t - \frac{1}{2} b t^2 \right] dt + C \right\}$$

Die Konstante C bestimmt sich aus den Anfangsbedingungen, wo die Konzentration der Toxine in dem betrachteten Organ gleich Null ist zu Null. Wir haben also für c_i den Ausdruck

$$c_i = \kappa (c_i)_0 \frac{kO}{v_i} \cdot \exp \left[-\frac{Ok}{v_i} t \right] \int_0^t \exp \left[\left(a + \frac{Ok}{v_i} \right) t - \frac{1}{2} b t^2 \right] dt$$

Für die Diskussion sowie die numerische Berechnung ist es bequemer, das Integral durch Einführung einer neuen Variablen umzuformen. Man setzt

$$\frac{b}{2} \left(t - \frac{a + \frac{Ok}{v_i}}{b} \right)^2 = x^2$$

und erhält

$$c_i = \kappa (c_i)_0 \frac{kO}{v_i} \exp \left[\frac{\left(a + \frac{Ok}{v_i} \right)^2}{2b} - \frac{Ok}{v_i} t \right] \int_{-\frac{a + \frac{Ok}{v_i}}{\sqrt{2b}}}^{\left(t - \frac{a + \frac{Ok}{v_i}}{b} \right) \sqrt{\frac{b}{2}}} \exp \left[-x^2 \right] dx \sqrt{\frac{2}{b}}$$

Setzt man noch für das Integral die entsprechenden Werte der Funktion $\Phi(t)$, die durch die Gleichung

$$\Phi(t) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^t \exp \left[-x^2 \right] dx$$

definiert ist, so erhält man schliesslich

$$c_i = \kappa (c_i)_0 \frac{kO}{v_i} \exp \left[\frac{\left(a + \frac{kO}{v_i} \right)^2}{2b} - \frac{kO}{v_i} t \right] \left\{ \Phi \left(\frac{a + \frac{kO}{v_i}}{\sqrt{2b}} \right) - \Phi \left(t \sqrt{\frac{b}{2}} - \frac{a + \frac{kO}{v_i}}{\sqrt{2b}} \right) \right\} \sqrt{\frac{\pi}{2b}}$$

Dieser Ausdruck ist etwas kompliziert, sodass eine allgemeine Diskussion etwas schwierig wäre, weshalb wir uns mit einer oberflächlichen begnügen wollen. Wir können den Ausdruck, soweit von t abhängige Ausdrücke in Frage kommen, in zwei Teile zerlegen.

Der erste, nämlich $\exp \left[\frac{\left(a + \frac{kO}{v_i} \right)^2}{2b} - \frac{kO}{v_i} t \right]$ nimmt mit wachsendem t

ab und strebt für grössere Wert von t rasch der Null zu. Der zweite, durch die geschweifte Klammer bezeichnete Faktor hat für $t=0$ den

Wert Null und wächst mit t . Den Maximalwert 1 erreicht der zweite Summand erst für $t = \infty$. Praktisch aber ist die Konvergenz gegen den Grenzwert 1 so stark, dass schon $\Phi(3)$ sich von 1 nur noch um etwa zwei Einheiten der 5. Dezimale unterscheidet.

Die Kurve wird also, vom Werte Null ausgehend, ein Maximum erreichen und dann wieder abfallen, um sich dem Wert Null asymptotisch zu nähern. Die Lage des Maximums hängt bei gegebenen Werten von a und b von den Werten von k , O und v_i ab. Je grösser k , um so näher liegt das Maximum von c_i demjenigen von c_e , denn der Ausgleich der Konzentrationsdifferenz findet dann rasch statt. Je kleiner k , um so weiter verschiebt sich das Maximum von c_i und um so weniger gross wird es gleichzeitig. Bei grossem k diffundiert das Toxin andererseits auch wieder rasch aus den Zellen heraus, bei kleinen k dagegen dauert es längere Zeit, bis alles Toxin herausdiffundiert ist. Ist k sehr klein, so findet nur eine sehr schwache Diffusion des Toxins in die Zellen hinein statt, besonders wenn κ noch klein ist. Das Toxin hat dann, wie man zu sagen pflegt, keine „Affinität“ zu den betr. Zellen. Ob überhaupt eine solche Affinität im chemischen Sinne besteht, die durch bestimmte aufeinander passende Gruppen im Zelleiweiss und im Toxin bedingt sein soll, nach Auffassung der Ehrlichschen Schule, ist noch sehr fraglich. Mir scheint die physikalisch-chemische Auffassung, wie sie von anderer Seite vertreten wird, weniger hypothetisch.

Die Berücksichtigung der verschiedenen Diffusionsgeschwindigkeiten der verschiedenen Toxine in die Zellen der verschiedenen Organe könnte auch Licht werfen auf das verschiedene zeitliche Auftreten der verschiedenen Organaffektionen. Speziell wäre bei solchen Organen, die einen kleinen Diffusionskoeffizienten gegenüber einem bestimmten Toxin haben, zu erwarten, dass sich die „Erkrankung“ erst relativ spät zeigt, d. h. wenn eben die Toxinkonzentration in dem betreffenden Organ eine gewisse Schwellenhöhe erreicht hat.

Denken wir uns nun die (4) gegebenen Kurve der Toxinkonzentration im Blut aufgezeichnet, sowie die Kurven der Toxinkonzentration in den verschiedenen Organen, die sich infolge der Verschiedenheit der Werte κ , k , O , v_i eventuell ziemlich voneinander unterscheiden, sowohl in bezug auf den Maximalwert, als auch in bezug auf die Lage desselben. Wir haben dann ein anschauliches Bild des Verlaufes der Erkrankung der einzelnen Organe. Je nachdem sich nun die Maxima der einzelnen „Organkurven“, wie wir sie kurz nennen wollen, mehr oder weniger zusammendrängen, verläuft die Erkrankung mehr oder weniger rasch. Der Höhepunkt der ganzen Erkrankung wird nach

dieser Auffassung dort liegen, wo sich die Maxima der Kurven befinden, d. h. wir werden eventuell nicht nur ein Maximum haben, sondern eine ganze Reihe und wir werden die Periode, innerhalb deren sie liegen, im klinischen Sinne als Höhe„punkt“ der Krankheit bezeichnen. Damit haben wir uns wenigstens ein prinzipielles Verständnis für den Ablauf der Infektionskrankheiten eröffnet und wir werden uns nicht wundern, wenn wir sehen, dass in einer ganzen Reihe von Fällen eine Krankheit, die gewöhnlich „kritisch“ abfällt, d. h. wo Temperatur und Puls sowie die andern Erscheinungen brüsk zurückgehen, lytisch abfällt, d. h. die Erscheinungen langsam zurückgehen. Im erstern Fall sind eben die Maxima der Organkurven nahe beieinander, während sie im zweiten weiter auseinander liegen. Ein prinzipieller Unterschied liegt aber von unserm Standpunkt aus nicht darin und es bleibt so die Einheit der Auffassung in der Kontinuität des Geschehens gewahrt, was entschieden ein Vorteil ist.

Auch das Problem des Insuffizientwerdens eines Organs oder Organsystems ist im Lichte unserer Auffassungen ohne weiteres verständlich. Wir wollen als Beispiel das Herz nehmen, da das in praxi die grösste Rolle spielt. Das normale Funktionieren des Herzens ist an eine normale Zusammensetzung des Substrates gebunden. Wir können annehmen, dass unter diesen Umständen eine bestimmte maximale Arbeit geleistet werden kann, wenn der diese maximale Arbeit auslösende Reiz auf das Herz wirkt. Verändert sich nun das Substrat in dem Sinne einer Verschlechterung, so wird die maximale Arbeitsleistung sinken. Diffundieren nun von aussen Toxine in die Zellen hinein, so bewirken sie Veränderungen in dem kolloiden Milieu, die ihren Einfluss im Sinne der Herabsetzung der Leistungsfähigkeit bemerkbar machen. Je höher die Toxinkonzentration in den Zellen, um so mehr wird die Leistungsfähigkeit herabgesetzt sein, womit natürlich nicht gesagt ist, dass dies proportional geschehen müsse. Es kann vielmehr irgend eine Funktion der Konzentration sein, die wir nicht kennen. Jedenfalls dürfen wir aber auch hier annehmen, dass das Unvermögen, eine bestimmte Arbeit zu leisten, eintreten wird, wenn eine bestimmte Konzentration der Toxine in den Zellen erreicht ist. Diese Schwellenkonzentration wird um so rascher erreicht, je grösser a , k , α , O und je kleiner b und v_i ist. Eine kurze Zeit bis zum Insuffizientwerden eines Organs zeigt also, analog wie eine kurze Inkubationszeit an, dass es sich um grosse relative Virulenz der Erreger oder wenig starke Reaktionskraft des Organismus handelt, oder auch um eine sehr massive Infektion, resp. um eine Kombination der genannten Bedingungen. Daneben kommen dann noch die Werte von k , α , O und v_i

in Betracht, die wir bei der Frage der Inkubationszeit noch nicht berührt hatten, deren Bedeutung aber ohne weiteres klar sein dürfte.

Noch einen Schritt weiter und wir stehen vor der Frage, wann der Tod in einer Infektionskrankheit eintritt. Offenbar dann, wenn im Sinne der obigen Ausführungen die Konzentration der Toxine in einem lebenswichtigen Organ eine solche Höhe erreicht hat, dass es die für den Unterhalt des Lebens notwendige minimale Arbeit nicht mehr verrichten kann. Es wird also der Tod durch Insuffizienz desjenigen Organs eintreten, bei dem diese Schwellenkonzentration am frühesten erreicht ist, was ja, wie wir oben gesehen, von einer ganzen Reihe von Umständen abhängen wird. Sind in dem Ausdruck für die Toxinkonzentration in einem gegebenen Organ einzelne Grössen gegenüber andern klein, so können sie, wenn sie in additiver Verbindung auftreten, weggelassen werden, wodurch das Problem vereinfacht wird.

Unsere Betrachtungen werfen nun auch einiges Licht auf interessante Verhältnisse, wie sie in einer vor mehr als 10 Jahren erschienenen Arbeit von John Brownlee aufgedeckt wurden (3). Die Aufgabe, die Brownlee sich stellte, war die, für die Prognose der akuten Infektionskrankheiten objektivere Anhaltspunkte zu finden, als das bis dato der Fall war. Nach Brownlee ist der Prozess, durch welchen der Arzt im konkreten Fall zur Prognose kommt, in weitgehendem Masse unterbewusst. Er suchte daher die verschiedenen Momente im Laufe einer Infektionskrankheit quantitativ zu erfassen und daraus solche hervorzuheben, die ihm einen Schluss auf die Prognose erlauben würden. Er fand dabei sehr interessante Tatsachen, von denen ich einige kurz erörtern will.

Es zeigte sich z. B., dass bei einer grösseren Reihe von Fällen von „Typhus-Fieber“ die durchschnittliche Länge der Krankheit bis zur Genesung, resp. bis zum Tode ziemlich konstant war. Die einzelnen Daten verteilten sich um diese Mittelwerte im grossen ganzen so, dass sich die Hauptzahl um den Mittelwert gruppierte, während die weiterabliegenden seltener waren, also analog wie bei andern biologischen Merkmalen einer Gruppe.

Ähnlich verhielt es sich mit dem Zeitpunkt, wo sich die ersten Zeichen von Herzinsuffizienz zeigten, d. h. wo eine Stimulation des Herzens als nötig erachtet wurde. Interessant ist nun besonders die sehr enge Beziehung zwischen Datum der Stimulationsnotwendigkeit und Sterbenswahrscheinlichkeit. Je früher die Insuffizienz im Laufe der Krankheit auftrat, um so grösser war die Sterbenswahrscheinlichkeit; sie nahm mit der Zeit fast linear ab, so dass man also darin ein Symptom von prognostischer Wichtigkeit hätte. Im Lichte unserer

vorangegangenen Ausführungen erscheint diese Beobachtung ganz begreiflich, denn sie sagt eben nichts anderes aus, als eine kurze Inkubationszeit, ein rasches Ansteigen der Krankheit zur vollen Höhe u. a. Erscheinungen; nämlich, dass es sich um einen um so schwereren Fall handelt, je früher das Herz Zeichen von Insuffizienz zeigt, wobei die die Schwere des Falles bedingenden Momente ebensogut im Körper als in den Erregern gelegen sein können.

Es sind natürlich noch andere Wege denkbar, auf denen das uns beschäftigende Problem in Angriff genommen werden kann. Ich habe nur denjenigen gewählt, der mir am leichtesten gangbar erschien. Dass das Problem dadurch noch nicht gelöst ist, brauche ich wohl nicht zu betonen, ebensowenig wie die Tatsache, dass es sich, sobald die aus äusserst einfachen Voraussetzungen abgeleiteten Schlüsse auf wirkliche biologische Verhältnisse übertragen wurden, nur um grobe Näherungen handeln kann. Wenn vom Standpunkt des Mediziners aus der Aufwand an mathematischen Formeln etwas reichlich erscheint, so müsste ich dazu bemerken, dass es sich ja nicht darum handelt, à tout prix ohne Mathematik auszukommen, wie es leider bei den Medizinern fast allgemein Gewohnheit ist. Massgebend für die gewählte mathematische Form der Betrachtung waren für mich u. a. besonders 2 Umstände: Erstens zwingt die mathematische Behandlung dazu, die Voraussetzungen auf denen man aufbaut, so bestimmt als möglich zu formulieren. Zweitens leistet sie bessere Gewähr dafür, dass die aus den aufgestellten Prämissen auf rein rechnerischem Wege abgeleiteten Schlüsse nicht irgend welche neuen Voraussetzungen involvieren, die sich im Laufe des Denkprozesses unbemerkt eingeschlichen haben; eine Möglichkeit, die bei dem „gewöhnlichen“ Denken sehr leicht eintreten kann, wenn es sich um kompliziertere Verhältnisse handelt. Zwar werden bei der Diskussion der Formeln u. U. noch weitere Voraussetzungen gemacht, um möglichst einfache Verhältnisse zu erhalten. Sie müssen aber immer ausdrücklich formuliert werden. Diese Vorteile der mathematischen Behandlung gegenüber der nicht mathematischen scheinen mir schon an und für sich zugunsten der erstern zu sprechen, selbst in Fällen, wo eine quantitative Verifizierung der Schlüsse nicht möglich ist.

Zusammenfassung.

Es wird in der Arbeit der Versuch gemacht, den Verlauf der Infektionskrankheiten in grossen allgemeinen Zügen aus einigen plausiblen Annahmen über die Vermehrung der Infektionserreger sowie über die Abwehrreaktionen des befallenen Organismus abzuleiten. Da-

bei zeigt es sich, dass die auf diese Weise gewonnenen Schlüsse zu Folgerungen führen, die z. T. bereits durch die Erfahrung bestätigt sind. Die hier vertretene Auffassung gestattet eine einheitliche Auffassung einer Reihe von Erscheinungen, deren Zusammenhang sonst nicht so ohne weiteres als gegeben erscheint. Sie sucht also qualitative Unterschiede so viel als möglich in quantitative aufzulösen, wodurch eine „kontinuierliche“ Auffassung der Erscheinungen ermöglicht wird. Eine quantitative Prüfung der Ergebnisse scheint z. Z. am Menschen infolge der komplizierten Verhältnisse als ausgeschlossen, doch ist die Möglichkeit einer experimentellen Prüfung am Tier dargetan.

Literaturverzeichnis.

1. L. G. Du Pasquier: Esquisse d'une nouvelle théorie de la population. Vierteljahrsschrift der Naturf. Ges. Zürich. 63. Jahrg. Heft 1 u. 2.
2. M. J. Haag: Sur une application de la loi de Gauss à la Syphilis. Comptes rendus T. 166, pag. 673. (Referiert u. kritisch besprochen von J. Aebly im Korrespondenzblatt für Schweizer Aerzte 1919, No. 11.)
3. John Brownlee: Statistical Studies in Immunity. Biometrika Band V, 1906 u. 07.

Über die geodätischen Linien auf einem konvexen Körper.

Von

ANDREAS SPEISER.

(Als Manuskript eingegangen am 24. Juli 1920.)

Zwischen zwei Punkten eines konvexen Körpers lassen sich im allgemeinen unendlich viele geodätische Linien ziehen. Mindestens eine davon ist jedoch so beschaffen, dass sie die zu den Endpunkten konjugierten Punkte nicht enthält, insbesondere gehört dazu die kürzeste Verbindungslinie. Für diesen von Hilbert zuerst mit Methoden der Mengenlehre bewiesenen Satz geben wir in § 1 einen Beweis, der sich auf das Cauchysche Existenztheorem stützt, und in § 3 unter engeren Voraussetzungen einen zweiten wesentlich davon verschiedenen und ganz elementaren Beweis. Dabei untersuchen wir den Inbegriff des von den geodätischen Linien zwischen dem $(n-1)$ -ten und dem n -ten Brennpunkt überstrichenen Gebietes. Unter gewissen Voraussetzungen (aber stets für $n=1$), bedeckt dieses Gebiet den ganzen Körper. Dieser Satz gilt jedoch nicht für beliebige Körper, z. B. nicht mehr stets für den Torus mit $n=2$.

In § 4 wird mit diesen Prinzipien ein einfacher Beweis eines Satzes von Poincaré über geschlossene geodätische Linien¹⁾ gegeben und im Schlussparagraphen wird hieraus mit Hilfe von Sätzen desselben Mathematikers die Existenz von unendlich vielen geschlossenen geodätischen Linien bewiesen auf konvexen Körpern, die sich nicht zu sehr von einer Kugel unterscheiden. Die Methoden lassen sich auf allgemeinere definite Variationsprobleme ausdehnen.

§ 1.

Es sei \mathcal{F} eine Fläche, die Grundfläche, welche in jedem Punkt eine bestimmte Tangentialebene besitzt. In einem rechtwinkligen Koordinatensystem, dessen Ursprung in einem Punkt der Fläche sich befindet, während die z -Achse mit der Normalen zusammenfällt, sei

¹⁾ Poincaré: Sur les lignes géodésiques des surfaces convexes. Amer. Transactions t. 6. pg. 237.

die Gleichung der Fläche für eine gewisse Umgebung gegeben durch $z = f(x, y)$, wobei die Ableitungen von f bis zur dritten Ordnung existieren und beschränkt sein sollen. Alsdann folgt aus dem Cauchy'schen Existenztheorem, dass von jedem Punkte in jeder Richtung genau eine geodätische Linie ausgeht. Sie ist rektifizierbar und beliebig weit fortsetzbar. Ist ferner eine abzählbare Menge von Punkten mit Richtungen auf der Fläche gegeben, die gegen einen Punkt \mathfrak{P} mit einer Richtung \mathfrak{R} konvergieren und trägt man auf den geodätischen Linien, welche in diesen Punkten mit den gegebenen Richtungen ausgehen, dieselbe Länge l ab, so konvergieren auch die Endpunkte und die Endrichtungen gegen den Endpunkt und die Endrichtung der geodätischen Linie, welche aus \mathfrak{P} mit der Richtung \mathfrak{R} ausgeht.

Wir nehmen nun an, dass die Fläche unberandet ist, und betrachten von allen geodätischen Linien, welche vom Punkte \mathfrak{P} ausgehen, Stücke von der Länge l , von \mathfrak{P} an gerechnet. Aus den bisherigen Ausführungen folgt, dass die Punkte dieser Kurven eine Fläche erzeugen, welche auf der Grundfläche aufliegt und sie teilweise mehrfach überdecken kann. Insbesondere wird von ihr jeder Punkt überdeckt, der mit \mathfrak{P} durch eine Kurve von einer Länge $< l$ verbunden werden kann. Unter unsern Voraussetzungen lässt sich diese bekannte Tatsache auf folgende Weise erhärten. Wenn die Deckfläche keinen Punkt der Enveloppe der von \mathfrak{P} ausgehenden geodätischen Linien enthält, so bilden diese auf ihr ein Feld; der Satz ist alsdann evident und keine in \mathfrak{P} beginnende Kurve von der Länge l kann die Deckfläche verlassen, wenn sie auf ihr gezogen wird. Nun ist die Krümmung der Fläche in jedem Punkte stetig, daher lässt sich um jeden Punkt ein geodätischer Kreis \mathfrak{K} ziehen, innerhalb dessen die geodätischen Linien, die von diesem Punkt ausgehen, ein Feld bilden. Die durch Kurven mit der Länge $< l$ von \mathfrak{P} aus erreichbaren Punkte bilden eine abgeschlossene Menge. Also lässt sich für den Radius dieser geodätischen Kreise eine feste Zahl ϱ angeben, die für jeden Punkt dieses Gebietes gilt. Wir nehmen nun den Satz für $l - \frac{\varrho}{2}$ als bewiesen an und zeigen seine Richtigkeit für l . Es sei \mathfrak{Q} ein Punkt, der mit \mathfrak{P} durch keine Kurve von der Länge $< l - \frac{\varrho}{2}$ verbunden werden kann, dagegen durch eine solche von der Länge $< l$.

Wir tragen von \mathfrak{P} aus auf der geodätischen Linie, die durch den Ausgangswinkel α charakterisiert sei, die Strecke $l - \frac{\varrho}{2}$ ab. Der Endpunkt sei $\mathfrak{R}(\alpha)$. Andererseits ziehen wir um \mathfrak{Q} den geodätischen Kreis

\mathfrak{R} von Radius ρ ; $f(\alpha)$ bedeutet die Zahl l , wenn \mathfrak{R} ausserhalb \mathfrak{K} liegt, im andern Falle aber $l - \frac{\rho}{2} + \mathfrak{Q}\mathfrak{R}$, wobei $\mathfrak{Q}\mathfrak{R}$ geodätisch in \mathfrak{K} gemessen werde. Diese Funktion ist stetig und besitzt ein absolutes Minimum $< l$. Für dieses ist die Linie $\mathfrak{P}\mathfrak{R}\mathfrak{Q}$ eine ungebrochene geodätische Linie, welche eine nicht mehr verkürzbare Verbindungslinie von \mathfrak{P} mit \mathfrak{Q} darstellt. Wäre nämlich bei \mathfrak{R} ein Winkel $\neq 180^\circ$ vorhanden, so liesse sich der Linienzug $\mathfrak{P}\mathfrak{R}\mathfrak{Q}$ weiter verkürzen. Auf der verkürzten Linie gibt es mindestens einen Punkt \mathfrak{R} , der Endpunkt einer geodätischen Linie von der Länge $l - \frac{\rho}{2}$ ist und es wird $\mathfrak{P}\mathfrak{R} \geq l - \frac{\rho}{2}$, auf der verkürzten Kurve gemessen. Daher wäre $\mathfrak{R}\mathfrak{Q}$ kleiner als das Minimum von $f(\alpha) - \left(l - \frac{\rho}{2}\right)$, entgegen der Voraussetzung.

§ 2.

Wir betrachten nunmehr von den geodätischen Linien, die von \mathfrak{P} ausgehen, bloss die Stücke bis zur Enveloppe. Diese bilden das erste Blatt der Deckfläche. Entsprechend werden die Teile zwischen dem $n - 1$ -ten und dem n -ten Brennpunkt das n -te Blatt bilden. Nach dem Satz von § 1 überdeckt das erste Blatt bereits die ganze Fläche, denn auf der kürzesten geodätischen Linie von \mathfrak{P} nach \mathfrak{Q} liegt der zu \mathfrak{P} konjugierte Punkt jenseits von \mathfrak{Q} . Ist die Fläche mehrfach zusammenhängend, so wird man mit Vorteil an ihre Stelle die universelle Überlagerungsfläche setzen. Wenn die ursprüngliche Fläche einen endlichen Flächeninhalt hat, so ist die kürzeste geschlossene Linie von einem gegebenen Typus eine geschlossene (periodische) geodätische Linie¹⁾. Verbindet man nämlich auf der universellen Überlagerungsfläche einen Punkt mit dem aufliegenden Punkt eines anderen Blattes, so erhält man eine geschlossene Kurve, von einem durch die beiden Blätter vollständig bestimmten Typus. Die Verbindungskurve kann als geodätische Linie angenommen werden und zwar als die kürzeste. Nun lasse man den Ausgangspunkt und mit ihm den Endpunkt auf der Fläche variieren. Die Länge hat irgendwo ein Minimum und die Kurve wird auf der Grundfläche in \mathfrak{P} keine Ecke mehr aufweisen, weil sie sonst noch verkürzt werden könnte, entgegen der Voraussetzung. Dasselbe gilt auch für Flächen.

¹⁾ Vgl. Hadamard: Les surfaces à courbures opposées . . . Journal de Math., 5ème sér. t. 4. pg. 27.

die sich ins Unendliche erstrecken, wenn von vorneherein die zur Konkurrenz zuzulassenden Kurven auf ein endliches Gebiet beschränkt werden können, wie z. B. beim einschaligen Hyperboloid oder bei der Schwarzschen Minimalfläche.

Während bei den Flächen negativer Krümmung die Deckfläche denkbar einfach ist — sie stimmt mit der universellen Überlagerungsfläche überein und versieht sie mit einem überall (ausser in \mathfrak{B}) regulären System von Polarkoordinaten, — so liegen in dem Falle, wo eine Enveloppe auftritt, die Verhältnisse wesentlich komplizierter.

Es sei eine konvexe geschlossene Fläche gegeben, deren Krümmung der Ungleichung genügt: $\frac{1}{a^2} < K < \frac{1}{b^2}$. Alsdann liegt der zu \mathfrak{B} konjugierte Punkt in einer Entfernung, deren Grösse zwischen πb und πa liegt. Es sei $g(\alpha)$ die Entfernung des konjugierten Punktes zu \mathfrak{B} auf der durch den Ausgangswinkel α festgelegten geodätischen Linie. Alsdann ist $g(\alpha)$ eine stetige periodische Funktion; sie besitzt daher mindestens ein Maximum und ein Minimum innerhalb einer Periode. Diesen entsprechen die Rückkehrpunkte der Enveloppe. Im Falle des Maximums besitzt die Deckfläche eine Spitze, im Falle des Minimums dagegen greift die Deckfläche über sich selbst hinweg. Der erstere Fall ist derjenige des *foyer en talon*, der andere Fall entspricht dem *foyer en pointe*.¹⁾

Ein einfaches Beispiel in der Ebene mag dieses Verhalten anschaulich machen. Die Normalen auf einer Ellipse besitzen als Enveloppe eine Asteroide. Wir nehmen bloss die äussere Normale, sowie das Stück der inneren Normalen bis zur Enveloppe und betrachten die hievon überstrichene Fläche. Sie kann folgendermassen konstruiert werden: Man schneide die grosse Achse, welche wir als die x -Achse annehmen, zwischen den beiden darauffliegenden Spitzen der Asteroide auf und hefte die obere Hälfte der Asteroide an das untere Ufer des Schnittes, die untere Hälfte an das obere Ufer an. Die Deckfläche besteht alsdann aus der ganzen Ebene, zusammen mit den beiden angehefteten Lappen, die sich längs des aufgeschnittenen Stückes der x -Achse durchdringen. An diesem Beispiel wird man die Natur der Flächen in der Nachbarschaft von Rückkehrpunkten leicht erkennen: Einem Minimum von $g(\alpha)$ entsprechen hier die Rückkehrpunkte auf der x -Achse, einem Maximum diejenigen auf der y -Achse. Auf ähnliche Weise kann man Flächen mit drei Paaren von Rückkehrpunkten

¹⁾ Vgl. Hadamard, *Leçons sur le calcul des Variations*, pg. 110, und Bolza, *Vorlesungen über Variationsrechnung* pg. 360, wo sich auch Figuren befinden.

bilden: Man denke sich ein Dreieck aus der Fläche ausgeschnitten, und an jeder Seite einen Lappen mit einer Spitze angeheftet. Die beiden in einer Ecke zusammenstossenden Lappen müssen sich dort berühren und alsdann übereinandergreifen.

In bezug auf die Enveloppe gilt im übrigen noch folgende Regel, die man leicht an den Zeichnungen beweist:

Regel: Wird die Enveloppe in der Richtung wachsender α umlaufen, und gelangt man in die Nähe eines Rückkehrpunktes, so liegt der von ihm ausgehende nächste Zweig stets zur Rechten desjenigen Zweiges, auf dem man sich dem Rückkehrpunkt nähert.

Wir bezeichnen einen Rückkehrpunkt, in dem $g(\alpha)$ ein Minimum hat, als Minimalspitze, einen solchen, wo $g(\alpha)$ ein Maximum hat, als Maximalspitze, dann gilt die Tatsache, dass in der Nachbarschaft einer Minimalspitze der eine Zweig der Enveloppe stets auf der Deckfläche aufliegt, die von dem andern Zweig begrenzt ist. Dieses gegenseitige Überschneiden der beiden Lappen folgt ohne weiteres aus der Jacobischen Gleichung, nach welcher der Berührungspunkt mit der Enveloppe Schnittpunkt zweier benachbarter Extremalen ist.

Betrachten wir das zweite Blatt der Deckfläche. Es ist berandet durch die erste und die zweite Enveloppe. Für die letztere ist das Verhalten in den Minimal- und Maximizecken gleich wie beim ersten Blatt. Dagegen ist am inneren Rand der Fläche, d. h. an der 1. Enveloppe, das Verhalten entgegengesetzt, wie bei dem ersten Blatt: Bei einer Maximalspitze findet die Überschneidung statt, die Minimalspitze bildet eine eigentliche Spitze des Blattes. Genau dasselbe gilt von den übrigen Blättern.

Mit Hilfe dieser Blätter setzt sich die ganze Deckfläche zusammen. Sie besitzt sämtliche Enveloppen als Rückkehrkanten, und diese wenden ihre konvexe Seite gegen das Innere der Fläche. Es gilt nun der

Satz 1: Für jeden Punkt der Deckfläche ist die geodätische Linie, welche durch ihn geht, kürzeste Verbindung mit \mathfrak{B} .

Beweis: die geodätischen Linien, welche von \mathfrak{B} ausgehen, bilden auf der ganzen Deckfläche ein Feld, durch jeden Punkt geht nur eine einzige. Man kann die geodätischen Polarkoordinaten einführen und das Linienelement erhält die Gestalt: $ds^2 = du^2 + C^2 dv^2$. C ist in \mathfrak{B} sowie in der Enveloppe $= 0$, sonst aber von 0 verschieden. Ist irgend eine Kurve auf der Deckfläche gegeben, so ändern sich bei ihrer Durchlaufung u und v stetig. Geht sie von \mathfrak{B} aus und endet in $\mathfrak{Q}(u, v)$, so ist ihre Länge $\int ds > u$. Das Gleichheitszeichen findet nur statt.

wenn überall $C dv = 0$ ist, also 1. auf der geodätischen Linie ($dv = 0$), 2. auf Linien, die teilweise Randlinien ($C = 0$), teilweise geodätische Linien sind. Die letzteren können so beschrieben werden: Man gehe von Ω aus auf der geodätischen Linie in der Richtung nach \mathfrak{P} bis zur nächsten Enveloppe. Hier kann man in der Richtung nach der nächsten Minimalecke auf der Kante weitergehen und sie auf einem beliebigen Punkt verlassen, um auf der dort berührenden geodätischen Linie in der Richtung nach \mathfrak{P} weiterzugehen usf. Alle diese Wege haben dieselbe kürzeste Länge u . Als Ganzes genommen ist das Linienelement $du^2 + C^2 dv^2$ dasjenige der Deckfläche und nicht der Grundfläche.

Über die Enveloppe gelten noch folgende Sätze:

Satz 2: Wenn sich die p -te und die q -te Enveloppe gleichsinnig berühren, so gilt dasselbe von der $(p+r)$ -ten und der $(q+r)$ -ten. Insbesondere geht die $(q-p)$ -te Enveloppe durch den Punkt \mathfrak{P} .

Hierbei vorkommende Deckflächen und Enveloppen mit negativer Ordnungszahl sind gleichbedeutend mit den entsprechenden positiven, bloss ist der Richtungssinn der geodätischen Linien umzukehren.

Beweis: Es sei der Punkt Ω mit der Richtung \mathfrak{R} gemeinsam den beiden Enveloppen \mathfrak{E}_p und \mathfrak{E}_q . Durch Ω und \mathfrak{R} ist der konjugierte Punkt und die dazu gehörige Richtung eindeutig bestimmt, er liegt also sowohl auf \mathfrak{E}_{p+1} wie auf \mathfrak{E}_{q+1} . Dasselbe gilt auch von dem rückwärtigen konjugierten Punkt, der alsdann \mathfrak{E}_{p-1} und \mathfrak{E}_{q-1} gemeinsam ist.

Satz 3: Wenn sich die p -te und die q -te Enveloppe gegensinnig berühren, so geht die $(p+q)$ -te Enveloppe durch \mathfrak{P} . Denn alsdann berühren sich \mathfrak{E}_{-p} und \mathfrak{E}_q gleichsinnig.

Satz 4: Die Anzahl der gleichsinnigen, sowie diejenige der ungleichsinnigen Berührungen zweier Enveloppen ist jeweils eine gerade Zahl.

Beweis: Der Satz folgt aus der Tatsache, dass, wenn Ω der zu \mathfrak{P} konjugierte Punkt auf einer geodätischen Linie ist, auch umgekehrt \mathfrak{P} den zu Ω konjugierten Punkt auf derselben Linie mit umgekehrtem Richtungssinn darstellt. Wenn Ω mit \mathfrak{P} zusammenfällt und n -ter konjugierte Punkt zu \mathfrak{P} ist, wenn ferner α_1 und α_2 die Richtungen der geodätischen Linien in \mathfrak{P} beim Ausgang und bei der Rückkehr bedeuten, so stimmt die geodätische Linie, welche unter dem Winkel $\alpha_2 + 180^\circ$ von \mathfrak{P} ausgeht, mit der vorigen überein, nur ist der Richtungssinn umgekehrt. Daher geht die n -te Enveloppe unter den Winkeln α_2 und $\alpha_1 + 180^\circ$ durch den Anfangspunkt, wobei $\alpha_2 \neq \alpha_1 + 180^\circ$ ist.

§ 3.

Bekanntlich ist eine geodätische Linie auf einer Fläche höchstens solange kürzeste Verbindung zweier Punkte \mathfrak{P} und \mathfrak{Q} , als der zu \mathfrak{P} konjugierte Punkt nicht zwischen \mathfrak{P} und \mathfrak{Q} liegt. Hieraus und aus dem in § 1 besprochenen Satze folgt, dass das 1. Blatt der Deckfläche die Grundfläche in jedem Punkt mindestens einmal überdeckt. Dies ist keineswegs eine Eigenschaft eines beliebigen Systems von Kurven mit Enveloppe, wie man sich sofort durch Beispiele überzeugen kann, sondern die Tatsache, dass die Kurven durch ein definites Variationsproblem geliefert sind, kommt hier wesentlich zur Geltung.

Wir setzen voraus, dass die Enveloppe nur eine endliche Anzahl von Minimal- und Maximalspitzen sowie von Doppelpunkten besitzt. Alsdann gilt der

Satz 5: Jeder Punkt \mathfrak{Q} der Enveloppe ausser Minimalspitzen liegt auf einem Punkt der Deckfläche auf.

Beweis: Wir gehen von \mathfrak{Q} aus in Richtung abnehmender u auf der Enveloppe weiter bis zum nächsten Doppelpunkt \mathfrak{Q}_1 : Hier wählen wir denjenigen Zweig, der in \mathfrak{Q}_1 die niedrigste Koordinate u aufweist, gehen auf ihr weiter in Richtung abnehmender u und fahren in gleicher Weise fort, bis wir in eine Minimalspitze \mathfrak{M} gelangen. Nun betrachten wir die Deckfläche und beschreiben auf ihr denselben Weg, aber im umgekehrten Sinn durchlaufen, von \mathfrak{M} beginnend und in \mathfrak{Q} endend. Er beginnt in \mathfrak{M} auf einem der beiden in \mathfrak{M} auslaufenden Zweige; dieser liegt auf dem Inneren desjenigen Teils der Deckfläche, der durch den anderen Zweig begrenzt ist (§ 2), und auf diesem Teil zeichnen wir den Weg auf. Ich behaupte, dass wir niemals an den Rand der Fläche anstossen. Denn die Werte der Koordinate u , die auf dem Randweg aufgezeichnet sind, nehmen genau mit der Länge des Weges zu, nur in den Eckpunkten können sie Sprünge nach oben aufweisen. Da aber der Weg keine geodätische Linie ist (die Enveloppe besitzt eine von 0 verschiedene geodätische Krümmung), so nehmen die Werte von u , welche die auf der Deckfläche aufgezeichnete Spur dieses Weges durchläuft, um weniger zu. Wenn wir also an den Rand stossen, so ist der dortige Wert von u kleiner als der auf dem Randweg aufgezeichnete, und wir hätten in diesem Doppelpunkt den falschen Zweig genommen.

Hieraus folgt der

Satz 6: Das erste Blatt der Deckfläche bedeckt die Grundfläche in jedem Punkt mindestens einfach.

Denn ein unüberdecktes Gebiet müsste von Enveloppestücken begrenzt sein. Diese liegen aber auf überdecktem Gebiet.

Damit ist zugleich der Satz bewiesen, dass jeder Punkt mit \mathfrak{P} durch eine geodätische Linie verbunden werden kann, welche kürzeste Verbindungslinie ist.

Satz 6a: Wenn die $(n-1)$ -te und die n -te Enveloppe sich nirgends schneiden, so bedeckt das n -te Blatt der Deckfläche die Grundfläche überall mindestens einfach.

Beweis: Die Grenzen der unbedeckten Gebiete müssten wiederum durch Stücke der Enveloppen gebildet werden. Für die n -te beweist man aber genau wie vorher, dass sie ganz im überdeckten Gebiete liegt. Dasselbe zeigt man für die $(n-1)$ -te, nur muss für die Konstruktion des Weges überall der Richtungssinn umgekehrt genommen werden, sodass die Maximalspitze an die Stelle der Minimalspitze tritt. Aber wir wissen, dass das Verhalten bei den Maximalspitzen des innern Randes gleich ist wie dasjenige der Minimalspitzen des äussern Randes, nämlich dass ein Übereinandergreifen der Ränder stattfindet.

§ 4.

Wir wollen nun annehmen, dass sich für alle Punkte der Grundfläche die erste und zweite Enveloppe weder schneiden noch berühren. Dann geht die erste Enveloppe auch niemals durch \mathfrak{P} . Offenbar ist dies erfüllt für Körper, die sich nicht sehr von der Kugel unterscheiden. Alsdann überdeckt die zweite Deckfläche die Grundfläche überall mindestens einfach. Insbesondere wird \mathfrak{P} von ihr überdeckt und daraus schliessen wir den

Satz 7: Durch jeden Punkt \mathfrak{P} der Fläche geht mindestens eine geodätische Linie, welche nach einmaliger Berührung der Enveloppe nach \mathfrak{P} zurückkommt.

Wir suchen nun die kürzeste derartige Linie. Für diese ist gewiss \mathfrak{P} nicht der zweite konjugierte Punkt, ausser wenn dieser eine Minimalspitze wäre, denn ein Punkt der zweiten Enveloppe liegt stets auf einem inneren Punkt des zweiten Blattes mit niedrigerer Koordinate u auf. Variieren wir nun den Ausgangspunkt \mathfrak{P} , so variiert auch nach dem Existenztheorem von Cauchy das 2. Blatt stetig und, da \mathfrak{P} durch das Innere überdeckt ist, so bleibt dies bestehen für eine gewisse Umgebung von \mathfrak{P} . Dasselbe gilt auch im Fall der Minimalspitze. Hieraus folgt der

Satz 8: Betrachten wir die kürzeste geodätische Linie, welche von \mathfrak{P} aus nach Berührung von \mathfrak{C}_1 in den Ausgangspunkt zurückgeht, so gibt es durch jeden Nachbarpunkt \mathfrak{P}' benachbarte geodätische Linien, welche

in diesen zurückkehren. Diese bilden also jeweils eine schwache Variation der Linie durch \mathfrak{P} . Sind $\delta x, \delta y$ die Koordinaten von $\mathfrak{P} \mathfrak{P}'$, so gilt für die Variation der Länge die Gleichung:

$$\delta J = (F_x \delta x + F_y \delta y)_A^E$$

wobei E die Endrichtung, A die Anfangsrichtung in \mathfrak{P} bedeutet und

$$F^2 = e \left(\frac{dx}{ds} \right)^2 + 2f \frac{dx}{ds} \frac{dy}{ds} + g \left(\frac{dy}{ds} \right)^2$$

Soll nun die Länge ein Minimum sein, so muss δJ verschwinden für jedes δx und δy , d. h. es muss sein $F_x^E = F_x^A$, und $F_y^E = F_y^A$. Daraus folgt: $x'^E = x'^A$ und $y'^E = y'^A$, d. h. die Ausgangsrichtung stimmt mit der Endrichtung überein, und die Kurve ist eine geschlossene geodätische Linie.

Satz 9: Auf der Fläche gibt es mindestens eine geschlossene geodätische Linie. Sie ist auch die kürzeste aller geodätischen Linien, welche in den Ausgangspunkt zurückgehen.

§ 5.

In diesem Paragraphen soll die Anwendung des letzten Theorems von Poincaré¹⁾ ausgeführt werden. Ist das Variationsproblem in Parameterform gegeben:

$$\int F(x, y, x', y') dt = \text{Extr.},$$

so lautet die Eulersche Gleichung:

$$F_1 (x' y'' - x'' y') + F_{xy'} - F_{yx'} = 0, \text{ wobei } F_1 = \frac{F_{x' x'}}{y'^2}$$

Führt man den Winkel φ ein, den die Tangente mit der x -Achse bildet, so kommt man zu folgenden Gleichungen:

$$\frac{dx}{dt} = \cos \varphi \quad \frac{dy}{dt} = \sin \varphi \quad \frac{d\varphi}{dt} = \frac{1}{F_1} (F_{yx'} - F_{xy'}).$$

Der Parameter t stellt alsdann die Bogenlänge dar. Dieses System besitzt die Integral-Invariante

$$\iiint F_1 dx dy d\varphi,$$

denn es gilt:

$$\frac{\partial F_1 \cos \varphi}{\partial x} + \frac{\partial F_1 \sin \varphi}{\partial y} + \frac{\partial (F_{yx'} - F_{xy'})}{\partial \varphi} = 0.$$

¹⁾ Vgl. Poincaré: Sur un théorème de Géométrie, rendic. del circ. mat. di Palermo, t. 33, pg. 375.

G. D. Birkhoff: Démonstration du dernier théorème de Géométrie de Poincaré. Bull. de la soc. math. de France. A. 42, pg. 1; sowie The restricted problem of three bodies, rendic. del circ. mat. di Palermo, t. 39, pg. 265.

Im Falle der geodätischen Linien wird $F_1 = eg - f^2$. Nun ist $\sqrt{eg - f^2} dx dy$ das Flächenelement $d\omega$ auf der Fläche und $\sqrt{eg - f^2} d\varphi$ ist der infinitesimale Winkel $d\delta$ auf der Fläche, dessen Projektion $d\varphi$ ist. Daher lässt sich die Invariante auch so schreiben: $\int \int \int d\omega d\delta$. Nun betrachten wir die geschlossene geodätische Linie \mathcal{Q} . Sie zerlegt die Fläche \mathcal{F} in zwei Hälften, von denen wir die eine, \mathcal{H} , betrachten. Von jedem Punkt von \mathcal{H} ziehen wir die kürzeste Linie nach \mathcal{Q} . Eine solche existiert nach § 1 und sie schneidet \mathcal{Q} unter 90° . Das System dieser Kurven bedeckt \mathcal{H} überall einfach, aber es weist Unstetigkeitsstellen auf in denjenigen Punkten, von denen zwei verschiedene kürzeste Linien ausgehen. Es bildet einen Teil des ersten Blattes der Deckfläche, erzeugt durch die zu \mathcal{Q} normalen geodätischen Linien. Die orthogonalen Trajektorien des Systems sind die Parallelkurven zu \mathcal{Q} . Sie sind konvex gegen \mathcal{Q} und ihre Ecken, welche in den Unstetigkeitspunkten auftreten, weisen ebenfalls gegen \mathcal{Q} hin. Ferner sind sie geschlossene Kurven, welche sich gegen einen Punkt zusammenziehen, den von \mathcal{Q} entferntesten Punkt in \mathcal{H} . Durch eine kleine Deformation des Systems können die Ecken weggeschafft werden, und wir erhalten ein System \mathcal{S} geschlossener, gegen \mathcal{Q} konvexer Kurven, das mit \mathcal{Q} beginnend zunächst aus Parallelkurven besteht und sich schliesslich in einen Punkt \mathcal{Q} reduziert. \mathcal{Q} denken wir uns als Inbegriff aller Flächenrichtungen durch den Punkt \mathcal{Q} . Nun versehen wir die Kurven von \mathcal{S} mit einem bestimmten Richtungssinn und betrachten die Gesamtheit der so gerichteten Linienelemente von \mathcal{S} . Sie bilden eine zweidimensionale Mannigfaltigkeit vom Typus des Ringes, begrenzt von \mathcal{Q} und von den Richtungen in \mathcal{Q} . Hierauf ändern wir den Richtungssinn und gehen von \mathcal{Q} wiederum nach \mathcal{Q} zurück. Jede Kurve ist nun mit doppeltem Richtungssinn versehen und die Linienelemente bilden wiederum eine Ringfläche, begrenzt von den Linienelementen von \mathcal{Q} , in den beiden Richtungen genommen. Bei \mathcal{Q} findet keine Unstetigkeit statt. Wir nehmen die geodätische Linie, welche von dem Linienelement I in \mathcal{S} ausgeht, und verfolgen sie, bis sie \mathcal{S} zum ersten Mal berührt in I' . $I \rightarrow I'$ ist eine Transformation T des Ringes in sich. Wenn I nahe bei \mathcal{Q} sich befindet, so folgt aus der Theorie der Jakobischen Gleichung, dass ein I' existiert, und hieraus durch Stetigkeit, weil die geodätische Krümmung der Kurven von \mathcal{S} überall von 0 verschieden ist, dass dies für jedes Linienelement gilt. Für diesen Schluss vgl. Poincaré. Die Länge des Stückes der geodätischen Linie zwischen I und I' sei $L(I)$. Tragen wir auf ihr von I aus die Strecke tL ab, und ordnen wir I das Linienelement dem Ende dieser Strecke zu, so erhalten wir eine Transformation der Linienelemente von \mathcal{S} , die stetig

ist. Lassen wir t von 0 bis 1 variieren, so variiert auch die Transformation stetig und für $t=1$ erhalten wir die Transformation T von \mathfrak{S} in sich selbst. Hieraus wird klar, dass die Linienelemente von \mathfrak{Q} durch die Transformation im entgegengesetzten Sinne versetzt werden.

Das invariante Flächenintegral lässt sich hier explizit angeben. Es gilt der

Satz 10: Die Transformation T lässt das Integral $\iint \gamma d\omega$ invariant, wobei γ die geodätische Krümmung der Kurve \mathfrak{S} in jedem Punkte bedeutet.

Beweis: Man erstreckt das invariante Raumintegral über die Gesamtheit der Linienelemente der geodätischen Linien von den I nach den I' . Verschiebt man jeden Punkt auf der geodätischen Linie um die Strecke ds , so muss das Integral unverändert bleiben. Hierbei fällt am Anfang bei I ein Raumstück weg, am Ende wird ein anderes zugesetzt, und die Grösse ist offenbar: $\iint d\tau d\omega$, wobei $d\tau$ den Kontigenzwinkel der Kurven \mathfrak{S} bedeutet. Nun ist $d\tau = \gamma ds$; daher bleibt das Integral $ds \iint \gamma d\omega$ invariant, und da ds konstant ist, ist der Satz bewiesen. Hieraus folgt die Existenz von unendlich vielen geschlossenen geodätischen Linien.

Zürich, den 23. Juli 1920.

Aus dem zoologisch-vergleichend anatomischen Institut d. Univ. Zürich.

Beiträge zur Kenntnis der Verstümmelungs- und Regenerationsvorgänge am Lacertilierschwanze.

Von

BENNO SLOTOPOLSKY.

(Als Manuskript eingegangen am 28. Juli 1920.)

Die folgenden Mitteilungen sind ein Auszug aus einer auf Anregung und unter Leitung von Herrn Professor Dr. K. Hescheler ausgeführten Dissertation, die in den „Zoologischen Jahrbüchern“ erscheinen wird. Den Herren Professoren Dr. K. Hescheler und Dr. J. Strohl, sowie Fräulein Privatdozent Dr. M. Daiber möchte ich auch an dieser Stelle für ihr Interesse und ihre Unterstützung meinen ergebensten Dank aussprechen, ebenso dem Leiter des Röntgeninstitutes am hiesigen Kantonsspital, Herrn Dr. med. H. R. Schinz, für die Anfertigung der zahlreichen Röntgenaufnahmen, die einen integrierenden Bestandteil meiner Arbeit bilden.

Die unter natürlichen Verhältnissen so häufige Schwanzruptur bei am Schwanze ergriffenen Eidechsen und Blindschleichen gilt als Schulfall der im Tierreich weit verbreiteten Selbstverstümmelung oder Autotomie, aber mit Unrecht, denn gerade dieses Verstümmelungsphänomen ist trotz einer Reihe bisher darüber gemachter, interessanter Untersuchungen einer gründlichen Abklärung noch recht bedürftig. Der Grund liegt in der Vielheit der Bedingungen, unter denen der Schwanzverlust bei den Lacertiliern in der Natur zustande kommt, und deren sorgfältige Isolation und Variation notwendig ist, um die wahre Natur des Vorgangs zu erfassen. Wenn ein lediglich auf die Handfläche gelegter — an keinem Punkte seines Körpers festgehaltener — Regenwurm aus „Unbehagen“ ein Stück seines Leibes abschnürt¹⁾, wenn ein auf den Tisch gelegter Seestern einen Arm verliert — ebenfalls, ohne dass dieser irgendwie hätte fixiert werden müssen²⁾ — dann ist der Charakter dieser Verstümmelung als einer

¹⁾ K. Hescheler, Über Regenerationsvorgänge bei Lumbriciden. Jen. Zeitschr. f. Naturwiss. 1896.

²⁾ E. Riggenbach, Die Selbstverstümmelung der Tiere. Erg. d. Anat. u. Entwicklungsgesch. Bd. 12. 1902.

Selbstverstümmelung evident. Hier genügt die blosse Beobachtung zur richtigen Erfassung des Vorgangs. Anders ist es bei der natürlichen Schwanzruptur der Lacertilier. Diese kann nur eintreten, wenn der Schwanz an irgend einer Stelle festgehalten wird, wie das z. B. der Fall ist, wenn man in der Verfolgung einer fliehenden Eidechse sie mit den Fingern am Schwanz packt. Hier erhebt sich sogleich die Frage: Ist der Eidechse der Schwanz — durch den Druck der zupackenden Finger und den Zug, den sie enteilend selbst auf den festgehaltenen Schwanz ausübte — ausgerissen worden, oder hat sie ihn durch eine aktive, eigens darauf gerichtete Kontraktion ihrer Schwanzmuskulatur abgeworfen, liegt passive Verstümmelung oder liegt Autotomie vor?

Diese Frage muss durch das Experiment beantwortet werden.

In erster Linie ist der Druck auf den Schwanz, der beim Zupacken erfolgt, auszuschalten; zu diesem Zwecke wird, nach dem Vorgang von *Fredericq*, die Eidechse mittels eines durch ein Pflaster am Schwanz befestigten Fadens gefesselt, an dem wir das Tier nun festhalten. Wenn jetzt eine Schwanzruptur erfolgt, so kommen als bewirkende Faktoren nur noch der Zug des zerrenden Tieres, oder aber eine besondere Kontraktion der Schwanzmuskulatur in Betracht. Wir müssen einen Weg suchen, um zwischen diesen beiden Möglichkeiten entscheiden zu können.

In der beschriebenen Pflasterfesselung tritt nun nach *Fredericq* und *Contejean* eine Schwanzruptur nie ohne vorausgegangene direkte Reizung des Schwanzes ein. Ich habe im Gegensatz dazu feststellen können, dass gelegentlich eine Schwanzruptur in der Pflasterfesselung auch erfolgt, ohne dass das Tier überhaupt besonders gereizt worden wäre, bzw. nach Reizung¹⁾ auch an Rumpf oder Extremitäten. In solchen Fällen ist nun die Frage: Autotomie oder passive Verstümmelung?“ ohne weiteres gar nicht zu entscheiden²⁾. Wir müssen dazu wissen, ob die maximale Zugkraft, deren das Tier fähig ist, und die es ja bei dem Versuche sicherlich entfaltet, ausreicht, um die passive Zerreiſung — um das „Abreiſsen“ im Gegensatz zum „Abwerfen“ — des Schwanzes zu bewirken. Demgemäss haben wir die Kraft zu messen, die beim toten Tiere eine Zerreiſung des Schwanzes bewirkt, und andererseits die maximale Zugkraft, deren das lebende Tier fähig ist.

¹⁾ In allen massgebenden Versuchen reizte ich rein thermisch mit der Flamme eines Streichholzes, um jeden Druck oder Zug auf das Tier, der im Sinne einer passiven Schwanzruptur hätte wirken können, zu vermeiden.

²⁾ Anders in den Fällen, in denen erst bei Reizung am Schwanz die Ruptur erfolgt. Diese Fälle werden wir später diskutieren.

Das Erste ist einfach, das Zweite stösst auf so viele Schwierigkeiten, dass eine exakte Ausführung dieser Aufgabe nicht möglich ist.

Der zur passiven Zerreiſung des Schwanzes erwachsener Mauereidechsen auf seiner mittleren Höhe notwendige Zug beträgt nach meinen Versuchen durchschnittlich 150—200 gr. Die maximale Zugkraft lebender Mauereidechsen, die in der Fredericq'schen Pflasterfesselung ohne direkte Reizung des Schwanzes — also entweder ohne besondere Reizung überhaupt oder auf Reize an Rumpf oder Extremitäten — die Schwanzruptur erleiden, muss kleiner sein, wenn wir eine Autotomie annehmen sollen. Zur Messung der Zugkraft von Eidechsen verwandte ich eine von zwei hohen Glasplatten begrenzte schmale, steinerne Laufbahn, an deren einem Ende eine Rolle sich befindet. In diese Laufbahn wurden frischgefangene — also nicht durch Transport und Gefangenschaft geschwächte — erwachsene Mauereidechsen gesetzt und vermittels Faden und Heftpflaster am Rücken gefesselt; der Faden wurde sodann über die Rolle geführt und mit einer Gewichtsschale verbunden. Nunmehr war durch Auflegen von Gewichten auf diese der maximale Zug, dem das Tier in der Laufbahn noch das Gleichgewicht halten konnte, zu ermitteln. Aber, wie gesagt, eine exakte Durchführung dieser Aufgabe war nicht möglich, hauptsächlich deshalb, weil die Eidechse sich nicht immer gleich gut an den Boden der Laufbahn anklammert, so dass man mit einunddemselben Tier in dem gleichen Versuch manchmal beträchtlich schwankende Werte erhält. So konnte nur approximativ festgestellt werden, dass die maximale Zugkraft frischgefangener Mauereidechsen etwa 55—110 gr, mithin weniger beträgt, als der zur passiven Zerreiſung ihres Schwanzes nötige Zug.

Den exakten Nachweis des Selbstverstümmelungsvermögens der Lacertilier müssen wir in anderer Weise zu führen versuchen. Wir haben oben gesagt, dass in einer Reihe von Fällen der Pflasterfesselungsversuch tatsächlich in der von Fredericq und Contejean angegebenen Weise verläuft, d. h. dass in diesen Fällen das am Schwanz gefesselte Tier ohne besondere Reizung trotz selbstverständlich heftigen Zerrens und selbst nach starker Reizung an Rumpf oder Extremitäten trotz doch nunmehr gewiss heftigsten Zerrens sich nicht zu befreien vermag; der Schwanz bricht nicht, der äusserste Zug, dessen das betreffende Tier zur Zeit fähig ist, genügt also offenbar nicht, um die Schwanzruptur zu bewirken, und doch erfolgt diese, sobald man in der gleichen Versuchsanordnung bei dem gleichen Tiere den Schwanz selber reizt; sie kann folglich da nur durch eine besondere Aktion der Schwanzmuskulatur zustande gekommen, muss also Autotomie gewesen sein.

Neben dem experimentellen Nachweis des Vorkommens einer Autotomie bei den Eidechsen scheint mir auch jene mehr subjektive Beobachtung der Beachtung nicht unwert, dass die am Schwanze gepackte Eidechse diesen, ohne dass ein merkbarer Zug ausgeübt würde, förmlich spielend verliert. Denn wer dieses erlebt hat, wird gewiss auch ohne einen exakten, objektiven Beweis schon davon überzeugt sein, dass die Eidechse ihren Schwanz abwarf, dass sie also selbst sich verstümmelte. Die gleiche Erfahrung hat Frenzel an *Iguana* gemacht, und auch bei der Blindschleiche ist sie sehr eindrucksvoll. Hier ist im übrigen der exaktere Nachweis der Autotomie auf einen Versuch zu basieren, bei dem das mittels Pflasterfesselung am Schwanze aufgehängte Tier auf einen raschen, scharfen Scherenschnitt, der die Schwanzspitze abträgt, unter Schwanzruptur zu Boden fällt. Der Umstand, dass das Körpergewicht der Blindschleiche nur den 25. Teil des zur passiven Zerreiſung ihres Schwanzes erforderlichen Zuges ausmacht und in der hängenden Lage eine Verstärkung des Zuges durch die Bewegungen des Tieres auf das 25-fache wohl nicht anzunehmen ist, lässt die Schwanzruptur in diesem Falle als Autotomie erscheinen.

Diesen Versuch mit der Blindschleiche hat übrigens schon *Fredericq* gemacht, ohne jedoch die obige Argumentation auf ihm aufzubauen, wie überhaupt die früheren Autoren auf diesem Gebiete sowohl für Saurier mit, wie ohne Extremitäten im wesentlichen sich zum Autotomiebeweise einer ganz anderen Argumentation bedienten, die ich grundsätzlich bekämpfen möchte. Diese Forscher nämlich bestimmten allein die am toten Tiere für eine passive Zerreiſung des Schwanzes notwendige Zugkraft und setzten sie höchstens noch mit dem Körpergewichte des betreffenden Tieres in Relation.¹⁾ Es kommt aber für den Autotomienachweis natürlich auf dieses gar nicht an, sondern vielmehr auf die Zugkraft des Tieres. In jedem experimentellen Autotomiebeweise muss die maximale Zugkraft des Tieres, sei's direkt bestimmt, sei's indirekt erschlossen, figurieren. Auf diese Weise und im Verein mit den subjektiven Beobachtungen beim Schwanzverlust an diesem Organ gepackter Lacertilier, lässt sich das Selbstverstümmelungsvermögen dieser Tiere zur Gewissheit machen.

Ich sage ausdrücklich Selbstverstümmelungsvermögen. Denn unsere einheimischen Saurier jedenfalls können nicht nur durch Autotomie in der Natur ihren Schwanz einbüſsen; auch passive

¹⁾ Frenzel allerdings nähert sich in einem Teil seiner Ausführungen der meiner Ansicht nach richtigen Problemstellung an.

Verstümmelung ist hier möglich und kommt jedenfalls immer dann vor, wenn ein zur Autotomie nicht fähiges Individuum (ein gut Teil auch der frischgefangenen Tiere erweist sich als überhaupt selbstamputationsunfähig) von einem Schlangen- oder Katzenmaul oder dem eines Art- oder Gattungsgenossen oder einer Menschenhand mit grösserer Kraft am Schwanz gepackt wird, oder wenn ein Stein auf seinen Schwanz herabfällt, oder durch ähnliche Veranlassungen. Denn die Brüchigkeit des Schwanzes unserer einheimischen Saurier, ganz besonders der Eidechsen, ist so gross, dass eine passive Verstümmelung durch Zug und ganz besonders durch Druck nur geringe Schwierigkeiten bietet. Nichts ist einfacher, als einer Eidechse, ob lebend oder tot, ein Stück ihres Schwanzes abzuquetschen. Wir können darum der bisherigen Anschauung nicht beipflichten, dass jeder Schwanzverlust einer Eidechse in der Natur Autotomie ist. Wenn Faussek nach Schilderung der Schwanzverstümmelung einer von einer Katze angegriffenen Eidechse sagt: „Dabei glaubt der Zuschauer gewöhnlich, die Katze habe mit ihren Krallen und Zähnen den Eidechschwanz abgerissen. In Wirklichkeit ist es aber ganz anders. Es ist nicht die Katze, welche der Eidechse den Schwanz nimmt, sondern diese selbst ist es, welche ein Stück ihres Schwanzes abbricht“, so ist das eine voreilige Annahme. Es kommt ganz darauf an, ob die betreffende Eidechse autotomiefähig war, oder nicht. Im letzteren Falle würde sie ihren Schwanz sicherlich leicht durch passive Ruptur verloren haben.

Diese grosse Zerbrechlichkeit des Saurierschwanzes, die der Blindschleiche den so treffenden Namen *Anguis fragilis* eingetragen hat, findet eine anatomische Grundlage in dem Vorhandensein einer präformierten Bruchstelle in jedem Schwanzwirbel mit Ausnahme der 4—6 vordersten. Diese Bruchstellen bilden den locus minoris resistentiae sowohl für Druck und Zug, wie für Biegung, also sowohl für die passive Verstümmelung, wie für die Autotomie. (Diese kommt durch s-förmige Krümmung des Schwanzes zustande.)

Ich habe die präformierten Bruchstellen topographisch und histologisch näher untersucht. Es handelt sich nicht, wie die Lehrbücher in Anlehnung an Hyrtls Darstellung angeben, um eine Knorpelscheibe, die den Wirbel quer durchsetzt, sondern um einen Spalt. Allerdings durchsetzt dieser Spalt, der den Wirbel in einen längeren kaudalen und kürzeren kranialen Abschnitt teilt, nicht die ganze Dicke des Wirbels; die Spalthälften werden nicht nur durch das Periost, sondern auch noch durch einen peripheren Ring, ja sogar bisweilen ausserdem durch unregelmässige, diffuse, mehr zentral gelegene Brücken verbunden. Von diesen Brücken abgesehen, hängen die beiden Wirbel-

abschnitte so miteinander zusammen, wie zwei mit ihren Konkavitäten aufeinandergelegte Teller. Besonders bemerkenswert ist, dass der periphere Ring (und, wo sie vorhanden sind, die zentralen Brücken) aus Knorpelgewebe bestehen. Es wird so bei jeder Ruptur Knorpel verletzt werden müssen.

An den quergeteilten Schwanzwirbeln sind auch die Querfortsätze gespalten und der Wirbelbogen erhebt sich an der Teilungsstelle zu einem sog. sekundären Dornfortsatz, der ebenfalls an der Spaltung Anteil nimmt. Vom 7. bis 10. Schwanzwirbel ab kaudalwärts ist die kaudale Zacke des Querfortsatzes stark verkümmert, so dass dieser hier einfach zu sein scheint. Die Ruptur geht jeweils zwischen den beiden Zacken der Querfortsätze und des sekundären Dornfortsatzes hindurch.

Die beschriebene Querteilung beginnt bei unseren einheimischen Eidechsen nicht, wie man bisher annahm, konstant am 7. Schwanzwirbel. Die Verhältnisse variieren vielmehr, sie variieren sogar individuell. Ja, die Regel scheint ein Beginn am 6. Schwanzwirbel zu sein; es kommt aber auch vor, dass schon der 5. die Spaltung aufweist. So locker die beiden Abschnitte eines jeden quergeteilten Schwanzwirbels verbunden sind, so fest ist die Verknüpfung der einzelnen Wirbel miteinander. Die Schwanzwirbelkörper unserer Eidechsen sind nicht gelenkig, sondern durch Synchronrose verbunden. Diese Eigentümlichkeit beschrieb bereits 1864 H. Müller, und belegte seine Angabe durch eine vorzügliche Abbildung — meines Wissens übrigens bisher die einzige Abbildung eines Sagittalschnittes durch Eidechsen-schwanzwirbel. Diese Erkenntnis scheint aber dann wieder in Vergessenheit geraten zu sein; nichtsdestoweniger ist sie für das Verständnis des Verstümmelungsmechanismus ziemlich wichtig. Die kompakte Verbindung der einzelnen Wirbel untereinander erhöht die Bedeutung der Wirbelspalte als *locus minoris resistentiae*. Der embryonale kontinuierliche Intervertebralknorpel persistiert also im Schwanz unserer Eidechsen zeitlebens. Immerhin lassen sich an ihm eine einem Gelenkkopf, eine einer Gelenkpfanne entsprechende und eine dazwischenliegende Partie, der Intervertebralknorpel i. e. S. unterscheiden, die durch die Orientierung ihrer Zellen und ihr Verhalten zu Farbstoffen ausgezeichnet sind. Die mitgeteilten anatomischen Resultate verdanke ich der Kombination dreier Untersuchungsmethoden, der Zerlegung in Schnittserien, der Röntgenphotographie und dem

¹⁾ W. Spalteholz, Über das Durchsichtigmachen menschlicher und tierischer Präparate, 2. Aufl. Leipzig 1914.

Aufhellungs- und Färbungsverfahren von Spalteholz¹⁾, auf dessen Fruchtbarkeit ich noch besonders hinweisen möchte.

Das Zustandekommen einer Schwanzautotomie hat zwei Voraussetzungen, eine mechanische und eine nervöse. Die mechanische besteht darin, dass der Schwanz, um abgeworfen werden zu können, an zwei Punkten fixiert sein muss. Ein Fixpunkt ist natürlich mit der Befestigung am Becken gegeben. Der andere muss jeweils geschaffen werden. Autotomie an frei flottierenden Schwanzenden ist unmöglich. Sie kann nur durch s-förmige Krümmungen des Schwanzes zwischen zwei fixen Punkten zustande kommen. Ich konnte hierfür sowohl für Eidechsen, wie für Blindschleichen den Beweis erbringen.

Eine Blindschleiche wird auf den Tisch gelegt, am Schwanz gefasst, und, indem das Tier festgehalten bleibt, wird eine Weile gewartet. Es erfolgt keine Verstümmelung.

Das wird einige Male wiederholt, immer mit dem gleichen Resultat, woraus hervorgeht, dass bei dem vorliegenden Individuum blosses Festhalten am Schwanz die Autotomie nicht auszulösen vermag, dass also diese Manipulation hier nur die Bedeutung hat, einen zweiten Fixpunkt zu schaffen, und nichts weiter.

Nunmehr wird dem unausgesetzt am Schwanz festgehaltenen Tiere durch einen scharfen Scherenschnitt das Schwanzende amputiert. Im Verlauf weniger Sekunden erfolgt unter s-förmigen Krümmungen Autotomie. Das Tier ist also selbstamputationsfähig.

Es wird ein weiterer Scherenschnitt gemacht, dann aber der festgehaltene Schwanz rasch losgelassen: es erfolgt keine Ruptur.

Die Ursache hierfür muss darin erblickt werden, dass diesmal der zweite Fixpunkt fehlte.

Dass die Autotomie dabei nicht etwa infolge eingetretener Schwächung des Tieres unterblieb, beweist ein weiterer Scherenschnitt bei festgehaltenem Schwanz, der wiederum die Selbstverstümmelung zur Folge hat.

Der Satz, dass für die Autotomie bei der *Anguis fragilis* zwei fixe Punkte Bedingung sind, ist also evident.

Auch für die Eidechsen ist der Beweis leicht. Reizt man in der Pflasterfesselung distal von der Fesselungsstelle rein thermisch, so erfolgt die Ruptur dennoch proximal von der Fesselungsstelle, zwischen ihr und dem Becken; reizt man aber distal von der Fesselungsstelle durch Kneifen und schafft so einen weiteren Fixpunkt, so bricht der Schwanz auch distal von der Fesselungsstelle unmittelbar vor der Reizstelle.

Die mechanische Vorbedingung haben wir kennen gelernt. Die nervöse liegt in der erhaltenen vollen Vitalität des Tieres.

Nach Dawydoff hängt das Selbstamputationsvermögen stark von der Temperatur ab; dass Gefangenschaft es beeinträchtigt, ja aufhebt, wird allgemein angegeben und kann ich durchaus bestätigen.

Sind die Vorbedingungen erfüllt, dann muss ein Reiz die Eidechse

treffen, um die Autotomie auszulösen. Wenn man eine flüchtende Eidechse am Schwanz ergreift, so schafft man die mechanische Vorbedingung und meist gleichzeitig den Reiz. Im Experiment kann man das trennen.

Ist nun die Reaktion, die in der Selbstverstümmelung liegt, eine willkürliche oder eine reflektorische? Dass die Autotomie als reiner Reflex verlaufen kann, scheint durch die Versuche Fredericqs und namentlich Contejeans bewiesen, nach dem sogar an des ganzen Vorderkörpers beraubten „Eidechsen“ die Selbstamputation noch auszulösen ist. Ich selbst habe diese Ergebnisse trotz aller möglichen Kautelen nicht bestätigen können, aber ich kann meine negativen Resultate selbstverständlich nicht gegen diese positiven und bestimmten Angaben ins Feld führen.

Hingegen ist es sehr zweifelhaft, ob nur direkte Reizung des Schwanzes den Autotomiereflex auszulösen vermag, wie Fredericq und Contejean meinen. In all den Fällen, in denen ich die Eidechse in der Pflasterfesselung sich ohne direkte Reizung des Schwanzes durch Schwanzruptur befreien sah, kann ja möglicherweise die Autotomie (deren Vorliegen wir ja auch in diesen Fällen mit gutem Grund vermuten) durch einen durch das zerrende Tier selbst auf den Schwanz produzierten Zugreiz zustande gekommen sein, es kann sich aber auch ebensogut um einen psychogenen Reflex, ausgelöst durch rein affektive Reize, oder, sofern an Rumpf oder Extremitäten besonders gereizt wurde, durch Schmerzreize gehandelt haben.

Ob und inwieweit nun vollends noch der Wille des Tieres bei der Autotomie mitzuspielen vermag, ist experimentell nicht zu eruieren. Fredericqs Argumentation gegen einen Einfluss des Willens auf die Autotomie ist ebensowenig stichhaltig, wie die Dawydoffs dafür. Zu dieser Frage können wir meiner Ansicht nach nur mit einem „Ignoramus“ Stellung nehmen.

Über die Selbstverstümmelung bei Eidechsen mit regeneriertem Schwanz herrschten bisher recht unklare Vorstellungen. Die Dinge liegen aber ziemlich einfach; der Versuch bestätigt, was man aus den Bauverhältnissen schon deduzieren kann. Im Bereich eines Regenerates, das statt der quergeteilten Wirbel ein einheitliches kompaktes Knorpelrohr besitzt, ist eine Autotomie unmöglich, wohl aber können auch am Regenerat applizierte Reize eine solche auslösen, sofern nur der normale Schwanzabschnitt, an den das Regenerat ansetzt, noch präformierte Bruchstellen enthält. Eine Eidechse kann also mehrmals im Leben autotomieren. Sie ist übrigens auch imstande, mehrmals hintereinander zu autotomieren. Man kann eine gut disponierte

Eidechse oder Blindschleiche, indem man sie von der Schwanzspitze kranialwärts aufsteigend immer wieder durch Fassen am Schwanze zur Selbstamputation reizt, im Verlauf weniger Sekunden ihren ganzen Schwanz abwerfen lassen, bis auf das nicht autotomierbare kranialste Stück, das die ersten 4—6 ungeteilten Schwanzwirbel enthält.

Nach erfolgter Schwanzautotomie ist das Schicksal der voneinander getrennten Teile ein sehr verschiedenes. Das Amputat stirbt natürlich in kürzester Zeit ab und verwest, der zurückgebliebene Stumpf aber lässt ein Regenerat aus sich hervorsprossen.

Jedoch beansprucht auch das Amputat noch unser Interesse. Es zeigt nämlich unmittelbar nach der Autotomie eine auffallende Erscheinung, indem es heftige schlängelnde Bewegungen ausführt — geeignet, die verfolgende Schlange oder Katze in Staunen oder Schrecken zu setzen —, die allmählich immer schwächer werdend, im Laufe von etwa 10 Minuten erlöschen. Aber damit ist noch nicht alles Leben aus dem Amputate gewichen, durch besondere Reizung können nun noch, wenn auch nur schwache Bewegungen ausgelöst werden, bis dann schliesslich nach etwa einer Stunde das animale Leben in dem Amputat vollständig aufgehört hat. Diese sämtlichen Bewegungen hat man bisher schlechthin als Reflexbewegungen aufgefasst. Mir scheint, das trifft nur für die durch besondere Reize provozierten Bewegungen zu. Die automatischen Bewegungen der ersten 10 Minuten hingegen sind wohl auf die vorangegangene ausserordentliche Reizung des bei der Autotomie durchtrennten Rückenmarkes zurückzuführen, das nun noch eine Zeitlang allmählich schwächer werdende motorische Impulse aussendet.

Da der Lacertilierschwanz sowohl bei der Autotomie, wie auch bei passiver Verstümmelung durch Druck oder Zug an den gleichen präformierten Stellen bricht, so dürfte in der Natur wohl überhaupt nur im Bereiche der Wirbelspalte eine Schwanzruptur erfolgen und dementsprechend auch eine Regeneration ebenso nur von solchen intravertebralen Bruchflächen aus. Ich konnte nun die interessante Feststellung machen, dass auch aus einer künstlich geschaffenen¹⁾ intervertebralen Bruchfläche ein Regenerat hervorsprosst. Des weiteren ist Regeneration auch zu konstatieren nach Amputation im Bereiche der ersten (ungespaltene) Kaudalwirbel¹⁾. Diese Tatsachen können vielleicht für die Auffassung der histogenetischen Vorgänge bei der Regeneration des Saurierschwanzes Bedeutung haben.

Die Zone der Regenerierbarkeit fällt also nicht mit der Zone der

¹⁾ Die Schnittführung in den betreffenden Versuchen wurde durch gewisse Beziehungen bestimmt, die zwischen Wirbel- und Schuppenwirtelzahl bestehen.

Autotomierbarkeit zusammen, sie erstreckt sich vielmehr über den ganzen Eidechschwanz. Nur will es scheinen, als ob das äusserste Schwanzende (Zone der letzten 6 Schwanzwirbel) nicht mehr regeneriert werden könne.

Mit der allgemeinen Theorie der Regeneration verknüpft ist ein von altersher viel diskutiertes Phänomen am Lacertilienschwanz: die Mehrfachbildungen. Die ursprüngliche teratologische Auffassung der Doppelschwänze wich anhand ihrer anatomischen Untersuchung der Erkenntnis, dass sie durch einen Regenerationsprozess zustande kommen. Weiterhin wurde die Vermutung aufgestellt, dass dieser Regenerationsprozess sich an eine partielle Schwanzruptur anschliesse. Vor allem Tornier lieferte hierzu die experimentelle Bestätigung. Er hält es aber für notwendig, dass der Schwanz nicht nur eingeknickt, sondern gleichzeitig auch seiner Spitze beraubt werde, indem das dann überschüssige Nährmaterial sich auf beide Wundflächen verteile und nur so ein einigermaßen ansehnlicher Doppelschwanz entstehen könne. Tornier hält also die Überernährung der Wundstelle für eine wesentliche Bedingung des Regenerationserfolges.

Mir gelang es nun, auch durch einen blossen Einschnitt eine ansehnliche überzählige Schwanzspitze zu erzeugen. Das könnte dafür sprechen, dass es auf eine Überernährung der Wundstelle für den Regenerationserfolg nicht ankommt. Es handelt sich aber um einen besonderen Fall, indem der Einschnitt an einem regenerierten Schwanz gemacht worden war, in welchem möglicherweise eine so starke Wachstumsenergie stecken könnte, dass hier — im Gegensatz zum normalen Schwanz — eine Überernährung der Wundstelle für eine erfolgreiche Regeneration nicht nötig wäre. An normalen Schwänzen nun vermochte ich bisher durch blossen seitlichen Einschnitt keine Doppelbildungen hervorzurufen; doch beweisen die betreffenden Versuche nichts; sie scheiterten von vorneherein daran, dass die abgeknickten Schwanzenden bei sämtlichen Individuen dieser Versuchsgruppe abfielen, wie ich überhaupt Torniers Angabe, dass nach zu starker Abknickung die betreffenden Stücke abfallen, nach ungenügender Abknickung die Wunde aber einfach verheilt, bestätigen kann.

Sicher ist, dass der Regenerationsprozess eine Skelettfraktur zur Voraussetzung hat, und es scheint, als ob diese eine vollkommene sein muss. Im übrigen gelang es mir, wie Tornier, von einem normalen Schwanz aus durch Amputation der Schwanzspitze und Einknickung des Stumpfes eine überzählige Schwanzspitze zu erzeugen.

Die Frage nach der Bedeutung der Überernährung der Wundstelle für den Regenerationserfolg bedarf noch weiterer Untersuchungen.

Physiologische Gesichtspunkte in der Tiergeographie.

Von

J. STROHL.

(Aus der am 29. Dezember 1919 Herrn Prof. Dr. Otto Stoll [Zürich] zu seinem 70. Geburtstag im Manuskript überreichten Festschrift.)

(Als Manuskript bei der Redaktion eingegangen am 7. September 1920.)

Längst schon besteht in der Tiergeographie neben dem registrierenden Aufzählen der in einem Gelände vorkommenden Faunenvertreter das Bedürfnis nach kausaler Betrachtungsweise. Während die katalogisierende Tiergeographie selbst durch immer feinere Gruppierungen und Kategorienbildungen diesem Erkenntnisdrang zu genügen und allgemeine Gesichtspunkte zu gewinnen sucht, sind ihr in diesem Bestreben vor allem die phylogenetische Forschung und die Paläontologie helfend zur Seite getreten. Zunächst hat Wallace¹⁾ versucht, die Verteilung der Tiere über die Erde durch Verwertung der Erkenntnisse der Abstammungslehre als Resultat der erdgeschichtlichen Aufeinanderfolge verschiedener Faunen zu erfassen. Er hat damit den Grund zur historischen Tiergeographie gelegt, an deren Ausgestaltung auch heute noch mit Recht gearbeitet wird. Denn ganz zweifellos vermag diese Methode sehr viel zum Verständnis der gegenwärtigen Tierverbreitung beizutragen, namentlich soweit es sich um die hohen systematischen Einheiten (Klassen, Familien) handelt.

In wie weitgehender Weise dies unter Umständen, bei Wirbeltieren z. B., auch für niedrigere Einheiten geschehen kann, hat erst neulich wieder sich erwiesen durch die letzte Publikation August Brauers²⁾, in welcher dieser Forscher unter Berücksichtigung des entsprechenden fossilen Materiales die Verbreitung der Säugetiergattung *Procavia* (Klippschliefer) in Afrika zu erklären vermochte. Durch Feststellung zweier nach ihrem Gebiss und übrigen Schädelmerkmalen distinkten, aber durch Mittelformen verbundenen Unter-

¹⁾ A. R. Wallace, The geographical distribution of animals. London 1876; deutsche Übersetzung von A. B. Meyer, Dresden, 1876.

²⁾ Aug. Brauer. Die Verbreitung der Hyracoiden. Sitz.-Ber. Akad. Wiss. Berlin 1916.

Gattungen, von denen die eine, die ältere, auf Bäumen lebt, die zweite, jüngere, als Grasfresser und Steppenbewohner sich charakterisieren lässt, macht es Brauer wahrscheinlich, dass die Gattung *Procavia*, bei der Zurückdrängung des Waldes und der Ausbreitung der Steppe infolge ihrer Anpassungs- und Variationsfähigkeit sich das letztere Gelände neu eroberte, während für andere Waldtiere, denen diese Plastizität fehlte, durch das Verschwinden des Waldes nur eine Verengung des Wohngebietes eingetreten ist.

Dieser Unterschied in der Variations- und Anpassungsfähigkeit deutet nun aber gleichzeitig darauf hin, dass für eine Vertiefung des tiergeographischen Studiums noch eine andere Betrachtungsweise ergänzend zur paläontologischen und vergleichend-anatomischen Methode hinzukommen muss, eine Betrachtungsweise, die gerade umgekehrt die engeren, jetzt lebenden Kategorien (Art und Individuum) ins Auge fasst, an denen das Wesen von Variations- und Anpassungsfähigkeit allein studiert werden kann. Von hier ausgehend könnte dann letzten Endes auch neues Verständnis entstehen für die Verhältnisse in früheren geologischen Perioden.

Mit aller wünschbaren Deutlichkeit hat im Zusammenhang mit tiergeographischen Problemen schon bald nach dem Erscheinen des Wallace'schen Werkes, Carl Semper¹⁾ diesen Weg gewiesen, indem er betonte: „Ohne ein genaues Studium der allgemeinen Physiologie werden wir nie im stande sein, die Tiergeographie wirklich wissenschaftlich, d. h. geschichtlich, zu behandeln“. Trotzdem ist bis heute kein frischer Zug aus dieser Richtung in die tiergeographischen Betrachtungen und Untersuchungen hineingekommen. Versuchen wir zunächst zu verstehen, warum sich das so verhalten mag.

Wohl war das Bedürfnis, die Lebenserscheinungen der Tiere im Zusammenhang mit der geographischen Verbreitung zu studieren, allenthalben vorhanden, aber es fehlte an scharfen programmatischen Richtlinien. Mehr und mehr verflossen daher die Forderungen nach physiologischen Gesichtspunkten mit solcher ökologischer Art, wie das in den letzten Jahren vor allem in gewissen, an und für sich sehr wertvollen Materialbefunden („Behavior“-Studien) amerikanischer Forscher (Shelfords z. B.²⁾) zum Ausdruck kommt, wo die Begriffe „physiologisch“

¹⁾ Carl Semper, Über die Aufgabe der modernen Tiergeographie. Virchow-Holtzendorffs Sammlg. gemeinverständlicher wissensch. Vortr. (14. Serie, 322. Heft) 1879.

²⁾ V. E. Shelford, Physiological animal geography. Journ. of Morphol. (Whitman-Volume) Vol. 22, 1911.

id., Principles and Problems of ecology as illustrated by animals. Journ. of ecology, Vol. 3, 1915.

Auch bei Rich. Hesse, „Die ökologischen Grundlagen der Tiergeographie“ in

und „ökologisch“ bisweilen fast gleichbedeutend verwendet werden. Es werden dabei die Beziehungen und die Reaktionen des Gesamtorganismus zur Umgebung studiert, aber ohne dass das Wesen gerade dieser Lebensäußerungen und die Voraussetzungen dazu, soweit sie im Tiere selbst liegen, hinreichend erforscht wären. So interessant daher die Resultate in einzelnen Fällen auch sein mögen, so fehlt doch zur fruchtbaren Verwertung dieser Arbeitsrichtung im Bestreben nach Klärung des Verbreitungsproblems vorläufig eine prinzipielle Grundlage. Es muss zuvor klar sein, dass die nach aussen sich bemerkbar machenden, für die Verbreitung bedeutsamen Lebensäußerungen des Tieres in inneren organischen Gesetzmässigkeiten ihren Grund haben (Beispiele dafür siehe p. 55 u. 66). Deshalb ist als Voraussetzung biogeographischer Arbeit ebenso wertvoll und notwendig wie die Erforschung und Analyse der klimatischen und faziellen Umgebung, auch diejenige des Organismus selbst, dessen Beziehungen zu dieser Umgebung begriffen werden sollen. Erst wenn wir die beiden Komponenten (Aussenmedium und Organismus), die wir in ihren gegenseitigen Beziehungen erfassen wollen, kennen, werden wir auch für das Verständnis der Beziehungen der einen zur andern die richtige Einstellung gefunden haben. Sonst gelangt man bei „Behavior“-Studien, die im Zusammenhang mit dem Verbreitungsproblem stehen, im besten Fall, wie dies z. B. bei den Untersuchungen von Chenoweth, Weese³⁾ u. a. tatsächlich geschehen ist, einfach zur Feststellung, dass die optimalen Bedingungen für die Existenz eines bestimmten Organismus denen entsprechen, die in seinem natürlichen Milieu verwirklicht sind. Erst eine physiologische Einstellung, wie sie Torrey⁴⁾ für das Studium der Tropismen angestrebt

Hettner's Geogr. Zeitschr. 19. Jahrg. 1913, finden sich physiologische und ökologische Angaben gleichwertig nebeneinander. Die vermutlich verschiedenen exkretorischen Leistungen von Süßwasser- und Meerestieren (p. 252) sind ebensowohl behandelt wie etwa die Schutzmittel der Brandungstiere gegen Wegschwemmen und Eintrocknung (p. 340). Aber Hesse (s. besonders p. 242), ebenso wie Shelford, Adams u. a. haben zweifellos das Verdienst, die Notwendigkeit einer Weiterentwicklung der Tiergeographie als dringendes Bedürfnis erkannt zu haben. Wo übrigens Shelford wirklich physiologische Fragen behandelt, da unterscheidet er sie sehr wohl (z. B. 1911, l. c. p. 608) als „the more purely physiological problems“. Aber sie treten in seiner „Physiological animal geography“ fast ganz zurück hinter den ökologischen „Behavior“-Studien.

³⁾ H. E. Chenoweth, The reactions of certain forest mammals to air conditions and its bearing on problems of mammalians distribution. Biol. Bull. XXXII, 1917.

A. O. Weese, An experimental study of the reaction of the horned lizard *Phrynosoma modestum* Gir. a reptile of the semi-desert. Biol. Bull. XXXII, 1917.

⁴⁾ H. B. Torrey, The physiological analysis of behavior. Journ. Animal Behavior VI, 1916.

hat, wird auch die „Behavior“-Untersuchungen für die Probleme der Tierverbreitung fruchtbar gestalten.

Wenn physiologische Untersuchungen einstweilen wenig auf die Bedürfnisse der Tiergeographie hin orientiert wurden und in Beziehung mit derselben kaum gepflegt werden, so mag der Grund dazu ausser in den technischen Schwierigkeiten solcher Untersuchungen, fern von den Laboratorien, z. T. auch in der Entwicklung der entsprechenden botanischen Forschung zu suchen sein. Zwar war gerade in der Botanik in hervorragender Weise durch A. Schimpers¹⁾ Unternehmung eine bewusste Orientierung nach der physiologischen Seite vorgenommen worden. Aber es blieben nichtsdestoweniger eigentliche für die biogeographische Forschung verwertbare botanische Untersuchungen über die Lebensfunktionen und -bedürfnisse der Pflanzen sehr vereinzelt²⁾, und es wurden auch hier unter Umgehung der eigentlichen physiologischen Probleme gleich die Beziehungen zur Umgebung in den Vordergrund gerückt. Und doch hat Schimper selbst betont: „Nur wenn sie in innigster Fühlung mit der experimentellen Physiologie verbleibt, wird die Ökologie der Pflanzengeographie neue Bahnen eröffnen können, denn sie setzt eine genaue Kenntnis der Lebensbedingungen voraus, welche nur das Experiment verschaffen kann. Dadurch allein wird es möglich werden, die Anpassungslehre dem Dilettantismus, welcher sich in derselben mit Vorliebe breit macht, zu entreissen!“ Wenn Schimper trotzdem relativ wenig Nachfolger in seinem Sinne gehabt hat, so dürfte das nicht so sehr in der dilettantischen Tendenz der Beobachter, als im Wesen der pflanzlichen Organismen selbst gelegen sein, deren Lebensäusserungen auch in den Beziehungen zur Umgebung zu einem guten Teil solche der Form und des Wachstums sind. Diese Form- oder Wachstumsphänomene lassen sich schon durch blosse Inspektion als sog. „Anpassungen“ feststellen und nach Kategorien ordnen, so dass schon auf diese Weise eine Beherrschung und Klärung des Durcheinanders möglich erscheint. Hinter diesen Formäusserungen spielen sich in der Tat bei den einzelnen Gruppen nur relativ schwach oszillierende, energetische Prozesse ab, so dass bei den Pflanzen dem Formenwechsel eine durchaus überwiegende Bedeutung zukommt. Es sei nur daran erinnert, wie verhältnismässig einförmig und gering im

¹⁾ A. Schimper, Lehrbuch der Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage. Jena 1897. — 2. (unveränderte) Auflage 1908.

²⁾ Soweit allerdings physiologische Untersuchungen in der Botanik im Zusammenhang mit biogeographischer Problemstellung ausgeführt wurden, handelt es sich meist um ganz besonders wertvolle Leistungen.

ganzen Pflanzenreich die für die Beziehungen der Tiere zur Umgebung so wichtigen Äusserungen des Wärmehaushaltes sind.

Als Äusserung des tierischen Lebens kommt dagegen ein ganz bedeutender Energiewechsel mit mächtigen Ausschlägen zustande, die schon für den naiven Betrachter das gesamte tierische Leben viel bewegter und plastischer erscheinen lassen als das pflanzliche. Gerade diese so wichtigen Lebenserscheinungen nun registrieren sich beim Tier nicht mehr in gleichem Masse dem Auge des Beobachters wahrnehmbar in Wachstumsreaktionen. Die Folge davon ist, dass im Tierreich viel häufiger als bei den Pflanzen hinter äusserlich ähnlicher Form ganz verschiedene Funktionskomplexe sich bergen können. Damit verliert diese äussere Form (die „morphologische Anpassung“), wenn zwar selbstverständlich nicht jede Bedeutung, so doch den auszeichnenden Charakter, der ihr bei den Pflanzen im Verhältnis zur Umgebung eigen ist und in pflanzengeographischen Begriffen, wie „Baumgrenze“ z. B., zum Ausdruck kommt. Dieses Zurücktreten des Indiziencharakters der Form hat aber gleichzeitig in den Beziehungen der Tiere zur Umgebung zur Folge: weites Auseinanderrücken der Momente, die für die physiologische Erforschung einerseits und die ökologische andererseits in Betracht kommen, indem nun erst die hinter der Form versteckten Eigenarten für sich untersucht zu werden verlangen, bevor die Beziehungen und Reaktionen zur Umgebung verstanden sein können.

Dass im Hinblick auf biogeographische Probleme sowohl allgemeiner als spezieller Art (Ausbreitung, Reliktentheorie etc.) Unterschiede zwischen Tier und Pflanze bestehen, dessen ist man sich längst sehr wohl bewusst. Mancherlei Hinweise auf die verschiedene Art der Beziehung zum Boden, der Bewegungs- und Bergungsmöglichkeit der Tiere, verglichen mit denen der Pflanzen, liegen vor. In ausdrücklicher Weise auf prinzipielle Unterschiede solcher Art hingewiesen hat vor allem der Jubilar¹⁾, den zu erfreuen und zu interessieren der vorliegende Orientierungsversuch unternommen wurde. Für die verschiedene Art der Verbreitung der Tiere, gegenüber derjenigen der Pflanzen, wesentlich in Betracht kommen dürfte nun auch ein physiologisches Moment, darin bestehend, dass beim Tier das, was man, im Anschluss an Claude Bernards etwas anders verwendeten Ausdruck „milieu interne“, als Innenmedium bezeichnen möchte, sich stärker bemerkbar macht, ja unter Umständen bis zu einem gewissen Grad in Gegensatz tritt zur Aussenwelt, deren mannigfach

¹⁾ O. Stoll, Über xerothermische Relikten in der Schweizer Fauna der Wirbellosen. Festschrift Geogr.-Ethnogr. Gesellsch. Zürich 1901, p. 13 ff.

wechselnde Bedingungen es für den Organismus zu vereinheitlichen und mehr oder weniger indifferent zu machen bestrebt ist. In der Ausgestaltung des Innenmediums ist prinzipiell für den Organismus die Möglichkeit gegeben, sich auch physiologisch, nicht nur mehr durch die mechanische Flucht, der Einwirkung der Aussenwelt zu entziehen. Dadurch entsteht aber gerade für die biogeographische Forschung eine neue Problemgestaltung.

Ebenso wie längst anerkannt ist, dass die Verbreitung der Wassertiere infolge des relativ konstanten Aussenmediums anderen Prinzipien folgt, als die der Landorganismen, so müssen wir damit rechnen lernen, dass der tierische Organismus infolge seines mehr oder weniger konstanten, in einzelnen wichtigen Gruppen, dank der Reinigung der Körperflüssigkeit durch Respiration und Exkretion, fast unbegrenzt erneuerungsfähigen Mediums, das er in sich trägt, für die Verbreitung über die Erde besondere Verhältnisse darbietet. Dementsprechend gilt es, die physiologischen Faktoren, die für die Verbreitungsverhältnisse in Betracht kommen können, herauszuarbeiten.

Mehr und mehr in der aufsteigenden Tierreihe gewinnt jenes Moment des eigenartigen Innenmilieus an Bedeutung, um etwa bei Säugern und Vögeln eine derartige Selbständigkeit zu erlangen, dass es seine Träger, innerhalb gewisser Grenzen, z. B. der Temperatur des Aussenmediums gegenüber, völlig unabhängig macht.

Es kann wohl für die Probleme der allgemeinen Tiergeographie nicht gleichgültig sein, dass diese zwei grossen Klassen des Tierreiches, die im Wallace-Sclaterschen Faunen-System sogar fast ausschliesslich Berücksichtigung gefunden haben, eine konstante, eigene, von der der Aussenwelt unter Umständen in weiten Grenzen abweichende Wärme aufweisen, wodurch sie in scharfen Gegensatz zu sämtlichen Organismen treten, mit denen es die Pflanzengeographie zu tun hat. Auch die Wärmeverhältnisse der kaltblütigen Organismen sind mannigfach verschieden. An anderem Ort¹⁾ wurde darauf hingewiesen, dass ein bestimmter Erwärmungsgrad zweier Kaltblüter auf verschiedene Weise zustande kommen kann, und es wurde dort u. a. auf die Bedeutung der Verdunstung für den Wärmeentzug hingewiesen. Trockenheit der Umgebungsluft wirkt im Hinblick auf die Wärmeverhältnisse eines poikilothermen Organismus in gleichem Sinne, wie Herabsetzung der Aussentemperatur. In einfachen Versuchen schon lässt sich nachweisen (Prof. O. Stoll in litteris), dass z. B. jene schwarmbildenden kleinen Fliegen, die an schönen Wintertagen sich zeigen, *Trichocera*

¹⁾ J. Strohl, Poikilothermie und Homiothermie. Festschrift für F. Zschokke. Basel, 1920.

hiemalis, ebenso empfindlich sind gegen 0° Kälte wie gegen den Aufenthalt in einem trockenen Gefäss. In der Tat ist durchaus damit zu rechnen, dass poikilotherme Organismen in feuchter Umgebung eher Kälte auszuhalten vermögen als in trockenem Milieu. Derartige für die Verbreitungsmöglichkeiten einer Tiergruppe sehr wichtigen Erscheinungen gehen auf Gesetzmässigkeiten in den inneren Lebensfunktionen der Organismen zurück. Eine rein ökologische Betrachtungsweise hätte hier nur die Abhängigkeit des Vorkommens vom Grad der Feuchtigkeit des Milieus einerseits und andererseits vom Grad der Aussentemperatur festzustellen vermocht. Das die beiden Momente im Hinblick auf den Organismus verbindende Motiv wäre aus der Art der Beziehungen zur Umgebung nicht zu erkennen und doch zum Weiterkommen in dieser Frage wesentlich:

Und die Wärmeverhältnisse sind nur ein Punkt, bei dem das besondere Gewicht des inneren Milieus deutlich zu Tage tritt. In gleichem Sinn auf Verselbständigung ihrer Träger gerichtet, wie die Wärmeregulation, sind auch andere Regulationsmechanismen z. B. in der Verteilung des osmotischen Druckes, des Nahrungs-, Atmungs- und Ausscheidungsmaterials.

Im Zusammenhang mit dem Wesen dieser inneren Prozesse wird beim Tier bekanntlich auch das Verhältnis zum Aussenmedium rein äusserlich ein anderes, was z. B. in der Notwendigkeit der Aufnahme organischer Nahrung und dem Fehlen der spezifischen, für CO₂-Assimilation notwendigen Beziehung zum Sonnenlicht der Fall ist. Das alles bedingt ein ganz anderes Verhältnis des Tierreiches zu Erde, Licht und Luft, den wesentlichen Bestandteilen des bei biogeographischen Betrachtungen so wichtigen Begriffes des Klimas. Gewiss bestehen auch für den tierischen Organismus noch Beziehungen zum Sonnenlicht und Bedürfnisse nach anorganischem Material, auch die Tiere sind durch die pflanzlichen Organismen, die vielen von ihnen zur Nahrung dienen, indirekt an den Boden und an gewisse Gesetzmässigkeiten der Pflanzenverbreitung gebunden und auch die konstante Wärme ist bei den Homiothermen nur auf Kosten von Stoffwechselfvorgängen (Verbrennungsprozessen) zu erzielen, deren Regulation durch die Aussentemperatur bedingt wird, aber diese Beziehungen zum Aussenmilieu haben im Gesamtbild eine andere Bedeutung und Stellung als bei den Pflanzen. Wie stark verschieden ist doch z. B. im pflanzlichen und im tierischen Haushalt die Bedeutung der dem Aussenmedium gegenüber weitgehend von gleichen physikalischen Gesetzmässigkeiten beherrschten Transpiration: beim Tier hauptsächlich

wärmeregulierend, bei der Pflanze im Zusammenhang mit der Nährsalzlieferung in ausgiebigem Masse nutritiver Art.

Massgebend für die Bewertung des Einflusses der Aussenwelt auf Organismen kann nur die Art der Reaktion sein, und hierfür sind beim Tier mannigfache bei den Pflanzen nicht verwirklichte Möglichkeiten gegeben. Während z. B. die steigende Temperatur für gewöhnlich eine Beschleunigung der chemischen Prozesse und damit auch des organischen Stoffwechsels zur Folge hat, wird bei den höheren Wirbeltieren durch das Dazwischentreten des zentralen Nervensystems ein derart beschleunigt eintreffender Reiz höchstwahrscheinlich auf hemmenden Bahnen weitergeleitet; jedenfalls ist das Resultat eine Verlangsamung gewisser Stoffwechselprozesse. Dasselbe Prinzip, das hier direkte Umkehrung der Reizwirkung zustande kommen lässt, ist aber durch die Existenz eines, allerdings verschieden leistungsfähigen Nervensystems auch sonst in der Tierreihe verwirklicht und vermag mannigfach-kombinierte Reaktionsmöglichkeiten zustande zu bringen. Es kommt bei den Tieren hinzu: die gleichzeitige Existenz von Sinnesorganen und Bewegungsfähigkeit. Mit Hilfe ihrer Sinnesorgane können sich auch niedere tierische Organismen über Temperatur und Feuchtigkeit ebenso wie über mannigfache andere Eigenschaften der Umgebung (Stille, Unruhe etc.) orientieren und infolge ihrer Bewegungsfähigkeit unter Umständen ungünstigen Verhältnissen sich entziehen. Dazu kommen die im verschiedenen Entwicklungszyklus der beiden Organismen typen gelegenen Momente, etwa im Fall der Insekten die zahlreichen mit der Metamorphose zusammenhängenden Erscheinungen (Larvenleben, Verpuppung, Kokonbildung etc.), bei denen ebenfalls wieder innerlich und äusserlich bedingte Faktoren beteiligt sind.

Gewiss hat Pagenstecher¹⁾ Recht, wenn er sein Werk über die Verbreitung der Schmetterlinge mit den Worten beginnt: „Die geographische Verbreitung der Schmetterlinge ist aufs innigste verknüpft mit derjenigen der Pflanzenwelt.“ Wir werden aber diese Beziehungen nur dann richtig in Rechnung stellen und damit für die Verbreitung der Schmetterlinge Verständnis erlangen, wenn wir ihre und ihrer Raupen Konstitution und Funktionsweise berücksichtigen, die von derjenigen der Pflanzen und anderer Tiere ganz verschieden sein können, ganz ebenso wie es uns selbstverständlich erscheint, ihr hohes Alter (etwa den Säugetieren gegenüber) im Auge zu behalten.

¹⁾ A. Pagenstecher, Die geographische Verbreitung der Schmetterlinge. Jena 1909. Zwar werden auch bei Pagenstecher organisch-physiologische Faktoren als neben den klimatischen für die Verbreitung bedeutsam erwähnt, wirklich berücksichtigt werden sie aber weiter nicht, weil eben hier zu wenig vorgearbeitet ist.

Es erscheint darnach nicht wohl angezeigt, die Probleme der Verbreitung der Tierwelt allzu sehr nach den Gesichtspunkten zu orientieren, die für das Studium der Verbreitung der Pflanzen in den Vordergrund gerückt worden sind, so stark die Versuchung dazu auch sein mag, beim Anblick der so viel geschlossener auftretenden und so systematisch durchgeführten pflanzengeographischen Forschung. Wie man kaum geneigt sein wird, die Gesetzmässigkeiten der Pflanzenverbreitung ohne weiteres auf diejenige der Verbreitung des Menschen anzuwenden, so ist ähnlich auch Zurückhaltung gegenüber entsprechender Anwendung auf die Tiergeographie angezeigt. Auch beim Menschen bestehen sicherlich Beziehungen zu Boden und Klima, sie sind aber durchkreuzt und in mannigfacher Weise beherrscht durch andere Momente (psychischer, sozialer, wirtschaftlicher, konstitutioneller, physiologischer Art).

Vom biogeographischen Standpunkt stellen Mensch und Pflanze in gewisser Hinsicht zwei extreme Punkte dar, zwischen die in vielfältiger Ausgestaltung das Tierreich sich einschleibt. Innerhalb des letzteren beginnt das Gegengewicht des Innen- gegenüber dem Aussenmedium sich physiologisch anzumelden, ohne noch die vielfältige Sicherung seiner Selbständigkeit, die es beim Menschen erlangt hat, aufzuweisen. Aufgabe der tiergeographischen Forschung muss es sein, durch geeignete physiologische Untersuchungen festzustellen, wie weit diese Eigentümlichkeit für die Gesetzmässigkeiten der Verbreitung in Betracht kommt. Letzten Endes werden ja dabei auch Gesichtspunkte gewonnen werden, die zur Bereicherung der Kenntnis von den Verbreitungsgründen der Pflanzen dienen können, da natürlich die dabei in Betracht kommenden physiologischen Momente den Pflanzen keineswegs abgehen, nur bei den Tieren eben verstärkt, mannigfaltiger und deutlicher in den Vordergrund gerückt sind. Es würde so die Pflanzengeographie wertvolle und, wie Schimpers Werk zeigt, wohlempfundene Bedürfnisse befriedigen können und für vielfache fruchtbare Anregung entschädigt werden, die sie der Tiergeographie hat zugute kommen lassen. Klagt doch auch Wangerin¹⁾ bei seinem Bestreben, dem Wesen und den Gründen gewisser Pflanzenverbreitung nachzugehen: „Man kommt immer wieder auf die grosse Unbekannte, die innere Konstitution und biologische Eigentümlichkeit der einzelnen Art, worüber sich bislang leider wenig Positives aussagen lässt“. Aber viel ist schon gewonnen, wenn dieses Moment als wichtig erkannt und nicht überhaupt der vorzeitigen Schlussfolgerung zuliebe übersehen

¹⁾ W. Wangerin, Reliktenbegriff und Konstanz der Pflanzenstandorte. Festschr. 50-jähr. Best. preuss. Bot. Verein, 1912, p. 158 ff.

wird. Uns davor zu bewahren, dazu dürfte im besonderen Masse beitragen: Verwertung und Ausbau der physiologischen Einsichten im Hinblick auf biogeographische Probleme.

* * *

Praktisch wird für die Zoologie die Aufgabe zunächst lauten: physiologische Charakterisierung möglichst vieler Tierformen und zwar solcher, die besonders geeignet erscheinen zur Lösung bestimmter tiergeographischer Probleme. Es gälte z. B. festzustellen:

1. Was die besondere Eignung eines Tieres oder ganzer Tiergruppen als Wüstenbewohner ausmacht? Allererste Aufmerksamkeit wird natürlich hier den biothermischen Verhältnissen zuzuwenden sein, im besonderen dem Grad der Komplizierung und der Wärmeempfindlichkeit der nervösen Apparate. Ausserdem aber wird sich als nötig erweisen, das Bestehen verschiedener Stoffwechseltypen bei den einzelnen Tiergruppen im Auge zu behalten und die Bedeutung der bei einer Tiergruppe verwirklichten Kombination bestimmter nervöser Funktionen und Stoffwechselprozesse zu würdigen. So wird z. B. bei den in der Wüste viel vertretenen Reptilien zu untersuchen sein, wie weit etwa neben den thermischen Verhältnissen die wenig Wasser verlangende Exkretion von Harnsäure hier in Betracht kommt, die nach A. P. Mathews (zitiert bei Shelford l. c. 1911, p. 688) infolge ihres niedrigen osmotischen Druckes bei Wüstentieren besonders günstige Verhältnisse schafft. Bis jetzt war das Vorkommen von Wüstenreptilien meist nur im Zusammenhang mit erdgeschichtlichen Motiven erörtert worden;

2. wie sich physiologisch etwa zwei nahverwandte Formen (z. B. Schneckenarten des Genus *Bulimus*) unterscheiden, von denen die eine auf feucht-schattige, die andere auf heiss-trockene Umgebung angewiesen ist;

3. worin sich, physiologisch, tropische Formen von ihren Verwandten in den gemässigten und kalten Regionen unterscheiden; ¹⁾

4. wie sich ein bestimmter nivaler Typus physiologisch charakterisieren lässt;

¹⁾ Pütter z. B. erörtert in seiner Studie „Über den Stoffwechsel des Blutegels“ (Zeitschr. f. allg. Physiol. Bd. 7, 1908) die möglichen Beziehungen zwischen der vermutlich kohlehydratreicheren Nahrung der Tropenblutegel und ihrer Befähigung zu anaerobem Leben und sagt zum Schluss p. 56: „Durch die Erforschung des Stoffwechsels der Tropenblutegel würde es möglich sein, festzustellen, wie diese Tiere die „Anpassung“ an die verschiedenen Existenzbedingungen vollbracht haben, auf welchem der vielen möglichen Wege die Natur in diesem Falle den tatsächlichen Zustand geschaffen hat. Ein europäischer Blutegel würde unter den Lebensbedingungen, die die Tropenegel auszuhalten haben, nicht lebensfähig sein“.

5. wie weit das ausschliessliche Vorkommen der Korallen innerhalb einer Meereszone von bestimmter Wärme eventuell mit gewissen physiologischen Eigentümlichkeiten dieser Tiere (punkto Kalkabsonderung und dgl.) zusammenhängt [vgl. Pfeffer¹⁾ oder Simroth²⁾];

6. ob nicht Begriffe wie „Vorposten“ und „Relikte“, die im Hinblick auf die erdgeschichtlichen und klimatischen Verhältnisse entstanden sind, bei Berücksichtigung der physiologischen Betrachtungsweise durch solche wie „optimale Nutzniesser“ etc. ergänzt und korrigiert werden könnten.

Solche und zahllose ähnliche Klärungsversuche würden dazu beitragen, die verschiedenen Organismen nicht nur als morphologisch und historisch zu verstehende und unterscheidbare Einheiten, sondern auch als physiologische Komplexe verschiedener Leistungsgrade erkennen zu lassen, deren entsprechende Berücksichtigung ergänzend auch dort von Wert sein würde, wo die geologisch-paläontologische Deutung im Stich lässt oder — allein berücksichtigt — in die Irre führen würde.

Das sich gegenseitige Bedingen von Bauplan und Leistung ist für die biogeographische Forschung gerade auch von der Seite der „Leistung“ her von Bedeutung. Dass es z. B. keine kiemenatmenden Warmblütler gibt, hängt nicht einseitig nur vom Formzwang des Bauplanes beim Vogel oder Säugetier ab, sondern ist ebenso auch dadurch bedingt, dass diese Baupläne an einen gewissen physiologischen Leistungsgrad, etwa den der Warmblütigkeit, gebunden sind, welcher letzterer wieder nur durch Bestehen der hochwertigen Lungenatmung möglich ist. Bietet doch offenbar nur die atmosphärische Luft mit ihrem zirka 30 mal grösseren Sauerstoffgehalt die nötige Grundlage für das energetische Spiel, das den warmblütigen Organismus auszeichnet. Dass die betr. Organismen an Land oder für die atmosphärische Luft entstanden sind, ist dafür nicht entscheidend, denn andere, ebenfalls als Landtypen entstandene Formen, die Insekten z. B., vermochten sich bei sekundärem Übergang ins Wasser sehr wohl mit der Kiemenatmung zu begnügen³⁾.

¹⁾ Gg. Pfeffer. Über die gegenwärtigen Beziehungen der arktischen und antarktischen Faunen. Verhdl. deutsch. zool. Gesellsch. 9. Vers. Hamburg (1899) p. 270.

²⁾ H. Simroth, Die Pendulationstheorie, Leipzig 1907, p. 38.

³⁾ Man vergleiche übrigens zu dieser Frage L. Döderleins Ausführungen „Über Wassertiere und Landtiere“ (Zool. Anz. Bd. 40, 1912). Erörterungen wie die, warum es keine ständig in der Luft sich schwebend erhaltenden Tiere gibt (als Gegenstück zu entsprechenden, schwebenden Formen im Wasser), muten hier ebenso klassisch an, wie es als modern überrascht, wenn man der Erwähnung der Tatsache, dass es keine solchen Lufttiere gibt, im I. Buch der aristotelischen Tiergeschichte begegnet.

Ist aber eine solche Art des gegenseitigen Bedingtseins von Gesamtbau und Leistung einmal anerkannt, so dürfen bei verschiedenem Bauplan zweier Formen gewisse Übereinstimmungen und Ähnlichkeiten funktioneller wie morphologischer Art nicht ohne weiteres in den Vordergrund gedrängt werden. Hier hat vielmehr die Untersuchung erst einzusetzen, um unter dem verdeckenden, äusseren Moment den Grad der Leistungsverschiedenheit festzustellen und danach die entsprechende Eignung im Hinblick auf die Verbreitungsverhältnisse zu würdigen. Erst solche Analyse und Feststellung wäre wohl Aufgabe einer „physiologischen Tiergeographie“.

Das, was Leo Waibel gelegentlich so genannt hat¹⁾, entspricht wohl ebensowenig wie Shelfords Verwendung des Begriffes (s. S. 50) den hier zu stellenden Anforderungen. In einem kürzeren, frisch geschriebenen Artikel zu Beginn einer Forschungsreise nach Afrika, auf der er dem Tierleben viele und wertvolle Beachtung geschenkt hat²⁾, beschäftigt sich dieser Forscher 1912 mit der Bedeutung der Lebenserscheinungen der Tiere für den Biogeographen. Vom Schiff aus auf das Leben der im Kielwasser sich tummelnden Delphine aufmerksam gemacht, meint er z. B.: „Die gleiche äussere Gestalt von Fisch und Delphin beruht auf Convergenz in Folge physiologisch gleicher Bedingungen und dies interessiert uns Geographen viel mehr als Unterschiede im Bau zwischen beiden. Durch diese physiologische Betrachtungsweise erhalten wir einen ganz neuen Begriff für die Tiergeographie.“ In Wirklichkeit dürfte kaum etwas anderes als Ausgangspunkt für eine neue Betrachtungsweise in der Tiergeographie gefährlicher sein als eine solche Einstellung. Durch die Berücksichtigung einer einzigen Funktion (äussere Gestaltausbildung) wird eine solche Betrachtungsweise in der Tat nicht zu einer physiologischen. Abgesehen von dieser einzelnen, Ähnlichkeit schaffenden Funktion nehmen bei dem von Waibel erwähnten Beispiel die beiden konvergierenden Formen: der kiemenatmende, wechselwarme Fisch und der warmblütige, luftatmende Delphin mit ihren ganz verschiedenen nervösen und innersekretorischen Regulationssystemen im gleichen Medium wesentlich verschiedene Plätze ein. Auch in physiologischer Hinsicht weichen diese beiden Einheiten so stark auseinander, wie die den beiden Organismen zugrunde liegenden Baupläne. So verwirrend also die Vereinigung analoger Strukturen für die morphologische Systematik

¹⁾ L. Waibel. Physiologische Tiergeographie. Hettners Geogr. Zeitschr., Bd. 18, 1912.

²⁾ Idem. Lebensformen und Lebensweise der Tierwelt im tropischen Afrika. Versuch einer geographischen Betrachtungsweise der Tierwelt auf physiologischer Grundlage. Mitteil. Geogr. Gesellsch. Hamburg Bd. 27, 1913.

sich gezeigt hat, so wenig geeignet erscheint sie letzten Endes auch in physiologischer Hinsicht. Ein Arbeiten nach solchen Gesichtspunkten würde auch für die Tiergeographie wenig Förderung bedeuten.

Biogeographische Einteilungen nach äusseren, sog. Anpassungsmerkmalen vornehmen, hiesse in einer als nötig empfundenen Forderung zu früh zum Schaden der Gesamterkenntnis Halt machen. Niemand, der — um ein extremes Beispiel zu wählen — etwa das Kamel, ein bestimmtes Reptil und eine bestimmte Schneckenart zu einer xerothermen Gruppe vereinigt hätte, dürfte den Eindruck haben, damit eine wissenschaftliche Erkenntnis gewonnen zu haben. Werden doch die tatsächlich bestehenden, einer solchen Vereinigung widerstrebenden biologischen Unterschiede zwischen den drei Tierformen zu wohl geahnt. Ebenso wenig dürfen wir uns dann begnügen, die Feststellung des Kletter-, Grab- oder Laufcharakters einer Wald-, Steppen- oder Wüstenfauna für etwas anderes als einen ganz vorübergehenden Haltepunkt in unserm Suchen nach einer kausalen Erfassung der Tierverbreitung anzusehen. So verstanden und angewandt, wie es bisher geschah, hängt der Begriff der Charakterform in der Luft. Er bedeutet einstweilen einfach die nachträgliche Registrierung schon früher gemachter Erfahrungen über das Vorkommen einer bestimmten Form, während er wohl nur dann eine wesentliche und wissenschaftliche Erkenntnis darstellen dürfte, wenn wir ihn aus Momenten heraus verstehen werden, die dem Organismus selbst eigen, also physiologisch zu ergründen sind. Gewiss können wir, wenn wir bestimmten „Charakterformen“ begegnen, aus bereits gemachten Erfahrungen auf ihre Umgebung, auf Steppe, Wüste, Alpen schliessen, wir vermögen aber vorerst nicht zu sagen, warum sie und warum nicht andere daneben oder an ihrer Stelle an diesen Zusammenhang gebunden sind; warum z. B. die Hühner, nicht aber die Tauben, alpine Formen ausgebildet haben. Nahrung, Konstitution der nackten, nesthockenden Jungen kommen wohl in diesem Falle, als Motive der Nicht-Ausbildung alpiner Tauben, vor allem in Betracht; daneben ist aber zweifellos die ganze physiologische Struktur und ihre verschieden grosse Plastizität weitgehend zu berücksichtigen. Wissen wir doch z. B., dass der Höhengaufenthalt an Herz, Kreislauf, Atmung und Exkretion, an den ganzen Stoffwechsel, Ansprüche besonderer Art stellt, die wohl nicht von jeder Tierform in gleicher Weise erfüllt werden können. Wir machen gewöhnlich bei solchen Problemen ganz allgemein gehaltene, physiologische Voraussetzungen über bestimmte Kälte-, Wärme-, Feuchtigkeits- und Nahrungsbedürfnisse, die stillschweigend nebenhergehen. Indem wir diesen Gesichtspunkten selbständige Bedeutung zuerkennen, werden wir den

Einblick in die mannigfache Bedingtheit der Verbreitung der Lebewesen noch um ein bedeutendes erweitern auf Gebieten, wo die zoologischen Objekte günstigere Verhältnisse aufweisen als die botanischen.

Gerade weil das funktionelle Getriebe der Tiere so viel mannigfachere und stärkere Ausschläge zeigt als dasjenige der Pflanzen, muss hier, an diesem Material, das Bestreben walten, hinter den Maskencharakter der äusseren sog. Anpassungsmerkmale zu gelangen und an geeigneten Beispielen das Lebensbedürfnis der Individuen einer Art zu ergründen, um deren Stellungnahme im Milieu dann zu begreifen, d. h. vom physiologischen zum ökologischen Verständnis vorzugehen.

* * *

Eine solche physiologische Fundierung der Tiergeographie setzt nun gründliches, systematisches Experimentieren voraus. Auch Schimper hatte das, wie wir gesehen haben, als Forderung für die ihm vorschwebende Pflanzengeographie aufgestellt. Es ist aber gerade heute bei den Biogeographen (zoologischer wie botanischer Richtung) die Auffassung ziemlich verbreitet, dass Einsichten in das funktionelle Getriebe des Organismus, wie sie vor allem in Laboratorien (allerdings auch ausser-europäischen) gewonnen werden müssen, nicht viel von Bedeutung für die Erkenntnis der Verbreitung zu vermitteln vermögen, da bei solchen Versuchen nur ein oder wenige Faktoren isoliert betrachtet werden können. In der freien Natur aber, wo sie als Klima für die Organismen und deren Verbreitung von Bedeutung sind, wirken die Einflüsse nur mannigfach verknüpft und gleichzeitig ein. Was da gemeint wird, ist an und für sich gewiss berechtigt, lässt sich jedoch als Fehlerquelle in weitem Masse mit berücksichtigen. Mit den einzelnen Resultaten der physiologischen Experimente ist aber der Wert dieser Arbeitsart keineswegs erschöpft. Ein ganz wesentliches, daraus erwachsendes Ergebnis liegt darin, dass wir den Organismus als ein lebendiges System, als einen funktionellen Komplex respektieren und in Rechnung stellen lernen, der in seinen Dispositionen ebenso variabel ist, wie das von aussen her einwirkende Milieu. Daher einem dann auch die eigentlich ganz selbstverständliche Tatsache ständig bewusst bleibt, dass die Verbreitung der Lebewesen nicht das Ergebnis der Einwirkung verschiedener Klimate auf eine einheitliche Organismen-Masse ist, sondern das gegenseitige Ausbalanzieren zweier Gesetzmässigkeitskomplexe, nämlich von Aussen- und Innenmilieu. Mit andern Worten: eine Tiergeographie, die ihre Objekte nicht nur als gegebene und gewordene morphologische Einheiten hin-

nimmt, sondern auch nach ihren Leistungen betrachtet, deutet an, dass es sich bei der Verbreitung der Organismen nicht nur um Aufnahme und Duldung dieser Organismen in einem bestimmten Gelände handelt, sondern auch um Ausnützung und Beherrschung dieses Geländes durch die Organismen.

Wir sind einstweilen noch viel zu ausschliesslich geneigt, die Verbreitungsweise der Organismen durch Wanderungen und zeitliche Veränderungen der Umgebung zu erklären und das zu vergessen, worauf Agassiz¹⁾ in seinen Erörterungen über tiergeographische Probleme immer wieder hinauskam, dass nämlich weite Verbreitung und Beschränkung des Vorkommens, Gemeinheit einzelner Tiere und Seltenheit anderer, nicht durch wechselnde Umgebung bestimmt werden, sondern von Anfang an mit zu den betr. Tieren gehörten, wir würden heutzutage sagen, mit ihr Wesen ausmachen. Dieses Wesen müssen wir auf jeden Fall möglichst vollständig mit in Rechnung zu stellen bemüht sein und es ist sehr verschieden, gerade im Hinblick auf die Verbreitungsverhältnisse. Ganz abgesehen von den Unterschieden grosser Kategorien, wie Kosmopoliten und Spezialisten, Xerothermen, Stenothermen und Eurythermen, die physiologisch auch erst noch ergründet werden müssen, spielt schon bei den einzelnen Arten eines Geländes das funktionelle Moment eine gewichtige Rolle.

So kommt Dahl²⁾ bei seiner Untersuchung der Spinnen Deutschlands zum Schluss: „dass es unter den einheimischen Spinnen nicht zwei Arten gibt, welche genau die gleiche Stelle im Haushalt der Natur einnehmen“; und in ähnlichen Zusammenhang gehört sicherlich folgende Erwägung, zu der Thienemann³⁾ durch das Studium der Fischverbreitung gelangt. „Aber noch wäre das Problem des örtlichen

- 1) Louis Agassiz, a) Notice sur la géographie des animaux. Neuchâtel 1845.
 b) Principles of Zoology Pt. I Comparative Physiology by Agassiz and Gould, Boston 1848, p. 154 ff.
 c) The geographical distribution of animals. Edinburgh New Phil. Journal vol. 46, 1850 (deutsch in Verhdl. Naturhist. Ver. preuss. Rheinlande Bd. 7, 1850).

Agassiz ging in den oben erwähnten Vorstellungen so weit, dass er p. 8 des unter a) genannten Aufsatzes schrieb: „Les animaux n'ont pas été adaptés à des conditions d'existence données à la surface du globe, mais notre terre a été modifiée en vue des êtres qui devaient l'habiter.“ (Wegen dieser mit dem Schöpfungsgedanken verbundenen Vorstellungen, siehe auch den Schluss der Anmerkung 3 auf S. 65.)

2) F. Dahl, Die physiologische Zuchtwahl im weiteren Sinne. Biol. Centrbl. Bd. 26, 1906.

3) Aug. Thienemann, Der Wechsel in der Zusammensetzung der Fauna. Mitteil. Fischereiverein Prov. Brandenburg, Bd. 5, 1913.

und zeitlichen Wechsels in der Zusammensetzung der Faunenverhältnisse verhältnismässig leicht zu beantworten, wenn es wirklich nur die chemische Zusammensetzung und die physikalischen Eigenschaften des Wassers, sowie geographisch-geologische Momente wären, von denen die Verbreitung der Organismen abhängig ist. Aber es kommt ein drittes hinzu, etwas Biologisches, das aus dem Wesen des Organismus heraus wächst, und unserm Probleme erst seine tiefste und eigentliche Komplikation verleiht“. Thienemann sieht dieses Spezifische in der Summe all der Beziehungen, durch die Pflanzen und Tiere einer bestimmten Oertlichkeit, einer Lebensgemeinschaft aneinander gebunden sind, d. h. er weist auf das Problem der Biocoenose hin. In Wirklichkeit dürfte aber auch dieses Moment, so wertvoll seine Mitberücksichtigung an und für sich ist, nur ein Teilmoment eines weiteren Komplexes sein und jene eigentliche Vertiefung in die Gründe der Verbreitung der Tiere nicht bringen. Diese Gründe sind, wie Thienemann richtig vermutet, im Wesen der Organismen selbst gelegen. Und damit ist wohl dasselbe gemeint, was Alex. von Humboldt¹⁾ mit seinem Zahlengesetz zu treffen suchte, demzufolge die Arten jeder Ordnung in einer bestimmten Zone einen gegebenen unveränderlichen Bruchteil der Gesamtfauuna ausmachen sollen. Dasselbe, was letzten Endes an eigentlicher Erkenntnis bei der Verwendung des „generischen Koeffizienten“ gewonnen wird (Jaccard, Monard, Piaget)²⁾, mittels dessen in interessanter Weise Beziehungen festgestellt werden zwischen der Zahl der Arten und Genera und der klimatisch faziellen Verschiedenheit resp. Einheitlichkeit des Areals, in dem sie vorkommen. Dasselbe, was die vordarwinsche Tiergeographie (s. z. B. Bourdon)³⁾ mit der Erschaffung der einzelnen For-

¹⁾ Alexander von Humboldt, Ansichten der Natur. 2. Bd. Ideen zu einer Physiognomik der Gewächse. Cotta, Stuttgart 1860. p. 84—97, 97—101.

²⁾ P. Jaccard, Bull. Soc. vaud. sc. nat. Lausanne vol. 38, 1902, vol. 44, 1908. — Le Coefficient générique dans la distribution des espèces animales. Atti Soc. elvetica Sc. Nat. 1919, Congresso di Lugano Pt. II, p. 123. [In letzterer Notiz Erwähnung Piagets.]

A. Monard, La faune profonde du lac de Neuchâtel. Thèse ès sciences Neuchâtel 1919. (Bull. Soc. neuch. Sc. nat. XLIV, 1919.)

Vgl. dazu auch: Aug. Thienemann, Die Grundlagen der Biocoenotik und Monards faunistische Prinzipien, in: Festschrift für F. Zschokke, Basel 1920. [Der Inhalt dieser letztgenannten Arbeit konnte allerdings hier nicht mehr berücksichtigt werden.]

³⁾ „Admettant, avec la plupart des zoologistes, des centres de création distincts pour les différentes espèces animales, nous ne pouvons reconnaître aux climats qu'une influence secondaire sur la distribution des animaux à la surface du globe. Chaque espèce habite une certaine région jusqu'aux limites de laquelle elle a par conséquent

men an ihren jeweiligen Zentren erklärte, was ja auch Louis Agassiz, wie wir sahen, der Schöpfungsidee zuschrieb. Dasselbe endlich, was Friedmann⁴⁾ im Auge hat, wenn er im Zusammenhang mit tiergeographischen Problemen von psychischen Beziehungen der Organismen zur Umgebung spricht. Dem allem dürfte in wesentlicher Weise gedient sein und zugleich diesen Zusammenhängen gegenüber stets der nötige Grad von Objektivität gewahrt bleiben, wenn im Hinblick auf die Verbreitungsprobleme den physiologischen und konstitutionellen Eigenschaften der Organismen nachgegangen wird.

Gerade diese Seite des Problems ist, worauf wir immer wieder zurückgeführt werden, bei den Tieren deutlicher erkennbar und sollte daher hier näher verfolgt werden. Sie drängt sich z. B. direkt auf, wo der vom Organismus in die Gemeinschaft mit der Aussenwelt für gewöhnlich stillschweigend eingebrachte Anteil einmal, auch für uns erkennbar, ausbleibt. Das ist dort etwa der Fall — und dieser Fall ist häufig verwirklicht —, wo in einem bestimmten Gelände zwar alle erkennbaren Eigenschaften gegeben zu sein scheinen, damit ein bestimmter Organismus vorkomme, dieser aber trotz wiederholter Ansiedelungsversuche (Einschleppung durch den Menschen, Wanderung, Wellentransport etc.) sich nicht zu halten vermag. Entsprechend der einstweilen beim Biogeographen bestehenden bevorzugten Einschätzung der Aussenwelt (Klima, Terrain), (deren Bedeutung ja hier nicht geleugnet oder unterschätzt werden soll), ist man geneigt, an ungenügende Übersicht über die wirksamen und notwendigen Aussenfaktoren zu glauben und die Ursache für die erwähnte Erscheinung im Fehlen irgend eines Gliedes im Aussenkomplex zu suchen. Hier müsste nun aber auch fragend an den andern Komplex, den Organismus, herangetreten werden, der nur zu oft als viel zu sehr passiv und ein für allemal konstant hingenommen wird. Und doch, wie mannigfach und labil sind die Gesetzmässigkeiten und Reaktionen desselben! Z. B. hat Barfurth⁵⁾ (schon 1886) bemerkt, dass die

pu s'étendre à partir d'un point central où se trouve son origine; le climat n'a pu évidemment exercer aucune influence sur la position de ce point central, antérieurement déterminée par la nature; mais l'espèce étant créée, le climat a agi, avec d'autres causes, pour fixer les limites de la région dans laquelle elle a pu se répandre". J. Bourdon, De l'influence des climats sur les phénomènes de la vie. (Mémoire couronné) Annales des Universités de Belgique 1854, p. 1. — Dadurch, dass später im Gefolge der Darwin-Wallaceschen Epoche bei Behandlung naturwissenschaftlicher Probleme der Begriff der Schöpfung als Erklärung beiseite gerückt wurde, sind natürlich die Probleme selbst, die früher damit erklärt wurden, nicht verschwunden.

⁴⁾ H. Friedmann, Die Konvergenz der Organismen. Berlin 1904, p. 169 ff. und vorangehende.

⁵⁾ D. Barfurth, Biologische Untersuchungen über die Bachforelle. Arch. mikr. Anat. 27. Bd., 1886.

Forellen nicht laichen, wenn ihnen nicht ein bestimmter Untergrund (Kieselboden) zur Verfügung steht. Auf Schlamm Boden z. B. behalten sie die Eier im Körper zurück und diese werden dann allmählich resorbiert, was bei guter Ernährung der Tiere lange Zeit, monate- und jahrelang dauern kann. Solange aber die Resorption der zurückbehaltenen Eier nicht vollendet ist, werden keine neuen gebildet. Es kann also geschehen, dass in der auf die Periode der verhinderten Eiablage folgenden Laichzeit, trotz nunmehr günstigen Untergrundes, wieder kein Laich abgesetzt wird, weil diesmal überhaupt keiner gebildet wurde. Da haben also Gesetzmässigkeiten in den Funktionen des Organismus die Beziehungen zur Umgebung in deutlicher Weise beherrscht. Eine ökologische Untersuchung hätte wohl die Abhängigkeit des Laichens von der Natur des Untergrundes, auch die für eine oder mehrere weitere Laichperioden bedeutsame Rückwirkung eines Aufenthaltes über schlammigem Boden festzustellen erlaubt, dagegen nicht die eigentlich wesentlichen Zusammenhänge zu erkennen gestattet (hier noch weniger als im Fall der Wirkung von Feuchtigkeit und Kälte auf den Organismus s. p. 55). Prinzipiell ähnliche Feststellungen wie Barfurth an Forellen hat kürzlich Stieve¹⁾ an Haushühnern gemacht, bei denen Transport, Einschliessen in Käfige etc., vor allem offenbar psychisch wirksame Momente²⁾ eine Resorption der in Bildung begriffenen Eianlagen und länger dauernde Unfruchtbarkeit zur Folge haben. Bei der grossen Bedeutung, die der Fortpflanzungsfunktion für die Ansiedlung zukommt, sind diese Vorgänge sicher vom tiergeographischen Gesichtspunkt weiterer Untersuchung wert. Und wie vielfach würden bei näherer Betrachtung diese Phänomene sich wieder im funktionellen Getriebe mit andern verknüpft zeigen, die ebenfalls für die Verbreitung in Betracht kämen! Vor allem würde die verschiedene Periodizität in den Lebensfunktionen des Organismus in dieser Hinsicht Beachtung verdienen; so ist den Physiologen längst bekannt, dass z. B. ein Winterfrosch etwas ganz anderes darstellt als ein Sommerfrosch. Nur im Winter genügt dem Frosch z. B. die Hautatmung zum Leben. Entsprechend hat kürzlich Portier³⁾ nachgewiesen, dass gewisse im Holz lebende Raupen nur zu bestimmter Zeit

¹⁾ H. Stieve, Über experimentelle, durch veränderte äussere Bedingungen hervorgerufene Rückbildungsvorgänge am Eierstock des Haushuhns. Arch. f. Entw. Mech. Bd. 44, 1918. — Stieve ist es auch, der zuerst wieder, ausserhalb der Fischereiliteratur, auf Barfurths Arbeiten aufmerksam gemacht hat.

²⁾ Vergleiche hiezu auch Wallace Craig, The stimulation and the inhibition of ovulation in birds and mammals. Journ. Animal Behavior III, 1913 (p. 219/220).

³⁾ P. Portier, Recherches sur la résistance au froid des chenilles de *Cossus* et de *Carpocapsa*. C. R. Soc. Biol. Paris t. 79, 1916, p. 774.

im Jahr, nämlich im Winter, eine vollständige Durchfrierung ohne Schaden zu ertragen vermögen, während sie unter gleichen Versuchsbedingungen im Sommer alsbald zu Grunde gehen. Auch solche Periodizität der Lebensfunktionen wäre bei Besiedlungsfragen zu berücksichtigen. Ebenso mag daran erinnert werden, wie in zahlreichen Fällen, wo in neuerer Zeit europäische Insekten nach Amerika ausgeführt wurden, sich dem Beobachter der labile Charakter des Organismus im Hinblick auf Verbreitungsprobleme aufdrängt. Wie viele von diesen Neuansiedlern haben doch, aus den Bedingungen der alten Umgebung gelöst, ganz neue Gewohnheiten und damit Stellungen im Gesamtbild angenommen.

Wir müssen durchaus daran denken, dass bei wechselnden Aussenverhältnissen auch der lebende Organismus, der diesen Änderungen ausgesetzt ist, in gewissem Sinne ein anderer werden kann.

Und wie das funktionelle Moment für die Verbreitung der Individuen ein und derselben Art in Betracht kommt, so besteht es auch zu Recht für die Verbreitung der höheren systematischen Kategorien (Arten, Gattungen, Familien). Darauf deuten schon morphologische Feststellungen, wie die, dass etwa ein Organ in einer Gruppe sehr variabel, in einer andern dagegen ganz unplastisch erscheint. So konnte z. B. Eisig bei den Capitelliden eine ungewöhnlich grosse Mannigfaltigkeit in der Ausbildung der Nephridien feststellen, während in einer andern Polychaetenfamilie, bei den Ariciiden, die Exkretionsorgane so wenig verschieden sind, dass sie geradezu als systematischer Familiencharakter Verwendung finden konnten. Dass solche Verhältnisse unter Umständen auf die Leistung der Organe und infolge davon auch auf die Verbreitungsmöglichkeit von Einfluss sein können, ist eine naheliegende Annahme.

Aber auch zahlreiche physiologische Erfahrungen, darunter etwa die folgenden, sind geeignet, uns in solchen Auffassungen über die verschiedene Eignung einzelner Gruppen für die Ansprüche des einen oder andern Milieus zu bestärken: Polimanti¹⁾ z. B. hat auf interessante Zusammenhänge zwischen dem Fettgehalt der Fische und ihrem vertikalen Aufenthaltsort im Wasser (Erleichterung des Schwimmens) oder auf solche zwischen Atemrhythmus und Umgebung hingewiesen. Die Folgerung ist naheliegend, dass, da auf Grund ihres Konstitutionstypus eine Form eher als eine andere zu Fettbildung befähigt ist, sie

¹⁾ O. Polimanti, Über den Fettgehalt und die biologische Bedeutung desselben für die Fische und ihren Aufenthaltsort. Biochem. Zeitschr. Bd. 56, 1913 u. Bd. 69, 1915.

O. Polimanti, Studi di Fisiologia etologica. IV. Influenza dell' „Habitat“ sul ritmo respiratorio nei pesci. Rivista di Biologia vol. 2, 1919.

auch für einen bestimmten Aufenthaltsort besser geeignet erscheint. Oder: Portier¹⁾ hat bei einem in den Fjorden Spitzbergens lebenden Fisch, der durch das Schmelzwasser der im Meere schwimmenden Eisberge ausserordentlich veränderlichem Salzgehalt des Wassers ausgesetzt ist, also bald in fast reinem Süsswasser, bald in normalem Meerwasser zu leben veranlasst wird, eigenartige, stark wechselnde osmotische Eigenschaften des Blutes festgestellt. Der Beobachter gelangt im weiteren Verlauf seiner Untersuchungen zur Annahme eines spezifischen Regulationsmechanismus, der an die Anwesenheit cholesterin-artiger Lipide in den Geweben [Blutkörperchen?] gebunden ist. Es liesse sich auch hier durchaus damit rechnen, dass solches Verhalten bei bestimmten Organisationstypen eher zu verwirklichen ist, als bei anderen. Und um nur noch einen Fall anzuführen, sei daran erinnert, wie schon vor längerer Zeit Krehl und Soetbeer²⁾ gezeigt haben, dass gewisse, den tropischen Regionen angehörende Reptilarten bei steigender Temperatur pro Zeit- und Körpergewichtseinheit eine relativ geringere Wärmeproduktion aufweisen, als gleiche Gewichtseinheiten einer der gemässigten Zone angehörenden, allerdings mit der ersten nicht näher verwandten Form. Beide werden sich also der Temperatur der Umgebung gegenüber ganz verschieden verhalten. Dergleichen bringt nicht nur eine Präzision und Vertiefung des Begriffes „Anpassung“, sondern hilft auch die Vorstellung korrigieren, als ob nur die äusseren Verhältnisse sich änderten, das Organismenmaterial aber in seinen Funktionen weitgehend sich gleich bliebe, Reptil und Reptil, Wurm und Wurm eine bei tiergeographischen Kategorienbildungen stets gleich einzusetzende Einheit repräsentiere. Diese Verschiedenheit der physiologischen und konstitutionellen Einheit, auf die an und für sich schon alle unsere modernen Erfahrungen hinweisen, lassen sich auch aus Feststellungen entnehmen, wie derjenigen der so ungleichen Variabilität verschiedener Haustiere, etwa bei Hund, Taube und Ente einerseits und bei Gans, Katze und Esel andererseits (die einen: zahlreiche verschiedene Rassen, die andern: äusserst wenige bildend), und weisen übrigens auf die eingangs dieser Studie erwähnten Argumentationen Brauers zurück (p. 50).

* * *

¹⁾ P. Portier, Adaptation du „Cottus groenlandicus“ aux variations salines du milieu extérieur. IX^e Congrès Intern. de Physiol. Groningue, 1913. Vide Centralbl. f. Physiol. XXVII (Erg.-Bd.) p. 346 oder Arch. intern. Physiol. T. 14, p. 23 und Exposé des Titres et Travaux scientifiques de M. le Dr. Portier; Paris, Jouve et Cie., 1919, p. 36.

²⁾ L. Krehl und F. Soetbeer, Untersuchungen über die Wärmeökonomie der poikilothermen Wirbeltiere. Pflüger's Archiv ges. Physiol. Bd. 77, 1899.

Zum Schluss seien einige Hauptgesichtspunkte unserer prinzipiellen Erörterungen nochmals hervorgehoben.

Gegenüber den vielfachen, Tier und Pflanze gemeinsamen Grundeigenschaften, die eine Ausgestaltung der Tiergeographie parallel derjenigen der Pflanzengeographie könnten naheliegend erscheinen lassen, sollten hier gewisse Probleme beleuchtet werden, in denen sich Unterschiede zwischen Tier und Pflanze bemerkbar machen, welche für die kausale Erkenntnis der Verbreitungsverhältnisse der Organismen im allgemeinen und speziell für die Begriffsbildung in der Tiergeographie von Bedeutung sein dürften.

Solche Unterschiede (quantitativer und kombinatorischer Art) bestehen vor allem in physiologischer Hinsicht. Durch die Art der Ausbildung seines Innenmediums tritt das Tier in eigenartige Beziehungen zur Aussenwelt, deren Einflüssen gegenüber es unter Umständen weitgehend indifferent zu werden vermag. Diese Momente sind im Leben des Tieres infolge Überwiegens des Energiewechsels besonders markant.

Es müssen demnach gerade hier die Gesetzmässigkeiten der Innenfunktionen, diese physiologischen Momente, berücksichtigt werden, wenn die Beziehungen zur Aussenwelt, also die ökologischen Momente, und darnach auch die Verbreitung im Raum richtig begriffen werden sollen.

Für die Probleme der Biogeographie ist also der Organismus nicht nur als morphologische und historisch gewordene Einheit, sondern auch als funktioneller Komplex zu würdigen.

Zu dem Gleichgewicht, in das er mit der Umgebung gelangt, steuert der Organismus einen funktionell-aktiven, nur aus der jeweiligen Eigenart seines Trägers heraus zu verstehenden Anteil bei, der gegebenenfalls ganz oder teilweise ausbleiben kann, auf jeden Fall jedoch prinzipiell in Rechnung gestellt werden muss.

Es gilt ferner, nicht nur sog. Anpassungstypen festzustellen und zu klassifizieren, sondern diese „Anpassungen“ vor allem als Indizien zu verwerten, um daraufhin zu untersuchen, was gerade eine gegebene Organismenform zum Leben in einer bestimmten Umgebung befähigt hat, während andere von den gleichen Zusammenhängen ferngehalten werden.

Dadurch würde auch grössere Sicherheit gewonnen für die Beurteilung und Anwendung von biogeographischen Begriffen, wie „Relikt“ und „Vorposten“ etc., die zu einem guten Teil entstanden sind aus der Vorstellung räumlicher Verschiebungen von Faunaelementen, die gegenüber der wechselnden Aussenwelt als unabänderlich angesehen wurden.

Letzten Endes würde durch solche Orientierung der tiergeographischen Forschung eine Erweiterung des zoologischen Arbeitsfeldes geschaffen, bei der die morphologisch-historische und die physiologisch-kausale Betrachtungsart in glücklichster Weise sich zu gemeinsamer Aufgabe zusammenfänden.

Der unstetige Vorgang beim Ausströmen der Gase.

Von

A. FLIEGNER.

(Als Manuskript eingegangen am 6. Oktober 1920.)

Wenn ein vollkommenes Gas vom Zustand p_i, v_i, T_i aus einem Gefäss in einen Raum strömt, wo der Druck auf einer Höhe $p_a < p_i$ erhalten wird, und wenn es während der Bewegung aus dem Innern des Gefässes bis in die Ausflussmündung seinen Zustand nach der Adiabate $pv^\kappa = \text{const}$ ändert, so kann der Druck in der Mündungsebene nicht unter den Betrag

$$p_m = p_i \left(\frac{2}{\kappa + 1} \right)^{\left(\frac{\kappa}{\kappa - 1} \right)} \quad (1)$$

sinken, und man nimmt auch allgemein an, dass er diesen Grenzwert wirklich erreicht, so lange

$$p_a \leq p_m \quad (2)$$

bleibt. Dann gelangt das Gas in die Mündungsebene mit dem spezifischen Volumen

$$v_m = v_i \left(\frac{\kappa + 1}{2} \right)^{\left(\frac{1}{\kappa - 1} \right)} \quad (3)$$

mit der absoluten Temperatur

$$T_m = \frac{2}{\kappa + 1} T_i \quad (4)$$

und mit der Geschwindigkeit

$$w_m = \sqrt{2g \frac{\kappa}{\kappa + 1} R T_i} = \sqrt{\kappa g R T_m} \quad (5)$$

also mit der Schallgeschwindigkeit für seine dortige Temperatur T_m .

Ausser im Grenzfalle $p_a = p_m$ trifft dann ein solcher Strahl unmittelbar ausserhalb der Mündungsebene einen Druck p_a an, der um einen endlichen Betrag kleiner ist, als sein eigener Druck p_m , und daher muss dort ein unstetiger, nicht umkehrbarer Vorgang auftreten, bei dem das Gas seinen Zustand nicht mehr nach der vorigen Adiabate $pv^\kappa = \text{const}$ ändert. Man kann nun einen solchen nicht umkehrbaren Vorgang ebenfalls rechnerisch verfolgen, wenn auch nicht bis in alle

Einzelheiten, man muss sich nur auf eine gut abgerundete Mündung beschränken, damit die Gasteilchen auf gegenseitig parallelen Bahnen in der Mündungsebene ankommen. Ausserdem will ich die Entwicklungen dadurch vereinfachen, dass ich ihnen eine kreisförmige Mündung vom Halbmesser r zugrunde lege.

Um für eine derartige, nicht umkehrbare Zustandsänderung Formeln herleiten zu können, muss man die Vorgänge, die während einer unendlich kurzen Zeit dt in Wirklichkeit gleichzeitig miteinander ablaufen, in zwei verschiedene, aufeinander folgende Teilvorgänge zerlegen, wovon aber jeder zu seiner Ausbildung dieselbe Zeit dt zur Verfügung haben muss, die der wirkliche Vorgang im ganzen beansprucht.

Als ersten Teilvorgang muss man annehmen, dass das Gas während der Zeit dt zwar auströmt, dass es aber den Zustand p_m, v_m, T_m, w_m , den es in der Mündungsebene erreicht hatte, noch ungeändert beibehält. Und da es sich dann mit der Geschwindigkeit w_m bewegt, so gelangt der Strahlquerschnitt, der sich am Anfang der Zeit dt in der Mündungsebene befunden hatte, am Ende von dt in einen Abstand

$$w_m dt \equiv dx \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (6)$$

vor diese Ebene. Es tritt also beim ersten Teilvorgang nur ein Gaszylinder aus, dessen Querschnitt dem Mündungsquerschnitt gleich ist und der die axiale Länge dx erhält. Wenn aber dabei der Druck im ganzen Zylinder dem Mündungsdrucke p_m gleich bleiben soll, so muss man noch voraussetzen, dass der Zylinder ringsum von einer starren, gewichtlosen Hülle umgeben sei.

Um den zweiten Teilvorgang einzuleiten, muss man am Ende des ersten Zeiteilchens dt die Bewegung unterbrochen denken, die Hülle plötzlich entfernen und den äussern Druck p_a während eines zweiten, gleich langen Zeiteilchens dt auf den herausgetretenen, jetzt ruhenden Gaszylinder einwirken lassen. Dadurch sinkt der Druck an der Mantelfläche des Zylinders plötzlich vom Werte p_m auf den endlich kleinern Wert p_a . Diese Druckabnahme dringt dann sofort auch radial in den Gaszylinder ein, und sie gelangt in der Zeit dt vom Umfang aus bis in die unendlich kleine Tiefe dr . Derselbe Vorgang wiederholt sich nun an jedem solchen Gaszylinder, sobald er aus der Mündungsebene ausgetreten ist: der umgebende Druck p_a dringt in der Zeit dt immer vom Umfang aus bis in dieselbe Tiefe dr ein, so dass jedesmal am Ende der Zeit dt ein Ring von anfänglich dem äussern Halbmesser r , von der radialen Breite dr und von der axialen Länge dx unter den Druck p_a gelangt ist. Das gilt also auch für

den Gaszylinder, der unmittelbar vor dem jetzt betrachteten ausgeströmt war, und daher kommt vom jetzt untersuchten Zylinder am Anfang des zweiten Teilvorganges nicht nur die ganze äussere Mantelfläche plötzlich unter den Druck p_a , sondern auch von seiner vordern Begrenzungsebene ein äusserer, ringförmiger Streifen von der Breite dr ; „vorn“ verstanden im Sinne der Bewegung, „hinten“ der Bewegung entgegen.

Man muss sich jetzt aus dem ausgetretenen Gaszylinder vom äussern Umfang aus ein Stück herausgeschnitten denken, das dort einen Bogen $r d\varphi$ umspannt und das axial die Länge dx des Zylinders besitzt, sowie radial die Breite dr . Da am Anfang des zweiten Teilvorganges im ganzen Gaszylinder noch der Mündungszustand herrscht, so geht die Masse dieses herausgeschnittenen Stückes durch $rd\varphi dx dr/g v_m$ auszudrücken.

Eine solche unendlich kleine Gasmasse hat nun dem Umfang nach auf beiden Seiten andere Gasteilchen neben sich, die sich im gleichen Zustand befinden, wie sie selbst. Daher herrscht an jeder ihrer Seitenflächen ein Druck, der anfänglich p_m beträgt, der aber während der Zeit dt bis auf den Betrag p_a abnimmt. Und da die beiden Seitenflächen unter dem Winkel $d\varphi$ gegeneinander geneigt sind, so setzen sich die beidseitigen Druckkräfte zu einer radial nach auswärts gerichteten, veränderlichen Kraft $p dx dr d\varphi$ zusammen. Dagegen steht die äussere Mantelfläche der betrachteten Gasmasse, sowie ihre vordere Begrenzungsebene während der ganzen Zeit dt ungeändert unter dem umgebenden Drucke p_a , die innere Mantelfläche und die hintere Begrenzungsebene ebenso unter dem Drucke p_m der Mündungsebene, so dass auf die Gasmasse noch wirken: in axialer Richtung nach vorwärts die Kraft $(p_m - p_a) rd\varphi dr$, in radialer Richtung nach auswärts die Kraft $(p_m - p_a) rd\varphi dx$. Gegenüber diesen Kräften ist aber die von den Nachbartheilchen herrührende Kraft $p dx dr d\varphi$ unendlich klein höherer Ordnung. Sie fällt folglich ausser Betracht, und es müssen bloss die beiden andern Kräfte berücksichtigt werden. Diese Kräfte sind nun von der Grössenordnung d^2 , während die Gasmasse in die Grössenordnung d^3 gehört. Daher erteilen die Kräfte der Gasmasse unendlich grosse Beschleunigungen, und sie ändern ihre Geschwindigkeiten in der unendlich kurzen Zeit dt um endliche Beträge: sie bringen die axiale Strömungsgeschwindigkeit aus dem Werte w_m auf einen grössern Wert, $\equiv w_x$, und sie fügen eine radial nach auswärts gerichtete Seitengeschwindigkeit, $\equiv w_r$, neu hinzu. Für diesen zweiten Teilvorgang gelten daher nach dem Satze vom Antrieb folgende Beziehungen: in axialer Richtung

$$(p_m - p_a) r d\varphi dr dt = \frac{r d\varphi dx dr}{g v_m} (w_x - w_m) \quad (7)$$

und in radialer Richtung

$$(p_m - p_a) r d\varphi dx dt = \frac{r d\varphi dx dr}{g v_m} w_r \quad (8)$$

Beachtet man (6), und setzt man noch kurz

$$\frac{dr}{dt} = c, \quad (9)$$

so kann man (7) und (8) umformen in:

$$g (p_m - p_a) v_m = w_m (w_x - w_m) \quad \text{und} \quad (10)$$

$$g (p_m - p_a) v_m = c w_r \quad (11)$$

Dabei bedeutet die in (9) eingeführte Grösse c die Geschwindigkeit, womit die Druckabnahme radial in den Gasstrahl eindringt. Es ist das also eine Grösse, die wesentlich jener gleicht, die bei den Luft-sammelbremsen der Eisenbahnen „Durchschlagsgeschwindigkeit“ genannt wird und die dort eine wichtige Rolle spielt.

Die Geschwindigkeiten w_x und w_r stellen sich allerdings in Wirklichkeit nicht an allen Stellen der ganzen unendlich kleinen Gasmasse plötzlich ein, sondern am Anfang des Zeiteilchens dt nur in der äussersten und in der vordersten Schicht. Die übrigen Schichten folgen diesen dagegen erst nacheinander, aber doch so, dass am Ende der Zeit dt die ganze Gasmasse die Seitengeschwindigkeiten w_x und w_r angenommen hat. Daher bewegt sie sich schliesslich mit der Geschwindigkeit

$$w = \sqrt{w_x^2 + w_r^2} \quad (12)$$

und unter einem Winkel δ mit der Strahlachse, der sich berechnet aus

$$\text{tang } \delta = \frac{w_r}{w_x} \quad (13)$$

Beim un stetigen Vorgang nimmt auch das spezifische Volumen der unendlich kleinen Gasmasse zu. Denn ihre vordere Endfläche legt während der Zeit dt im ganzen von der Mündungsebene aus den Weg $w_x dt$ zurück. Die hintere Endfläche gelangt dagegen gleichzeitig mit der Geschwindigkeit w_m von weiter innen her nur bis in die Mündungsebene. Daher wächst die axiale Länge der Gasmasse von dx auf $w_x dt$. Und in radialer Richtung bewegt sich die äussere Mantelfläche um $w_r dt$ nach auswärts, während die innere ihren Abstand dr von der Mündungskante ungeändert beibehält, so dass die radiale Breite der Gasmasse von dr auf $dr + w_r dt$ zunimmt. Hiernach ergibt sich für das

Verhältnis des Endvolumens v gegenüber dem Anfangsvolumen v_m unmittelbar der Ausdruck:

$$\frac{v}{v_m} = \frac{rd\varphi w_x dt (dr + w_r dt)}{r d\varphi dx dr} \quad (14)$$

Darin hebt sich $rd\varphi$ weg. Nimmt man ferner das dx aus dem Nenner zu dem Faktor dt , der im Zähler vor der Klammer steht, dividiert man noch mit dr in diese Klammer, und führt man endlich die kürzern Bezeichnungen aus (6) und (9) ein, so kann man das Volumenverhältnis einfacher darstellen durch:

$$\frac{v}{v_m} = \frac{w_x}{w_m} \left(1 + \frac{w_r}{c} \right) \quad (15)$$

Zwischen den verschiedenen Grössen besteht nun noch eine Beziehung, die man aus dem ersten Hauptsatz der Thermodynamik herleiten muss. Da der betrachtete Vorgang wirklich plötzlich abläuft, so ist keine Zeit für einen Wärmeaustausch mit der Umgebung vorhanden, und man muss folglich $\int dQ = 0$ setzen. Dagegen ändert sich beim unstetigen Vorgang: die Molekularenergie aus dem Anfangswerte $p_m v_m / (\kappa - 1)$ in den endlich davon verschiedenen Endwert $p_a v / (\kappa - 1)$, die Strömungsenergie ebenso aus $w_m^2 / 2g$ in $w^2 / 2g$, und da sich das Gas hier fortschreitend bewegt, so muss man die äussere Arbeit als $\int d(pv)$ einführen, also $= p_a v - p_m v_m$. Andere Einwirkungen sind nicht vorhanden, oder sie gehen, wie die Schwerkraft, zu vernachlässigen, und daher nimmt die integrierte erste Hauptgleichung die Gestalt an:

$$\int dQ = \frac{p_a v - p_m v_m}{\kappa - 1} + \frac{w^2 - w_m^2}{2g} + p_a v - p_m v_m = 0 \quad (16)$$

Ist nun der Zustand des Gases im Innern des Ausflussgefässes mit p_i, v_i, T_i und $w_i = 0$ gegeben, so sind durch die Gleichungen (1) und (3) bis (5) die Zustandsgrössen in der Mündungsebene mit bestimmt, also namentlich die Werte von p_m, v_m und w_m . Ebenso muss der äussere Druck p_a bekannt sein. Dann bleiben als Unbekannte die sechs Grössen w_x, w_r, w, δ, c und v übrig, und da man dafür die sechs voneinander unabhängigen Gleichungen (10) bis (13), (15) und (16) aufstellen konnte, so ist man imstande, alle Unbekannten zu berechnen.

Am einfachsten findet man aus (10):

$$w_x = w_m + \frac{p_m - p_a}{w_m} g v_m \quad (17)$$

Um die übrigen Grössen zu erhalten, muss man aus (11) und (12) c und w durch w_r ausdrücken, diese Werte in (15), sowie daraus $v = f(w_x, w_r)$ in (16) einsetzen und schliesslich noch umformen. Dann kann man die Gleichung (16) in die Gestalt bringen:

$$\left[1 + \frac{2\kappa w_x p_a}{(\kappa-1) w_m (p_m - p_a)} \right] w_r^2 = 2g \frac{\kappa}{\kappa-1} \left(p_m - \frac{w_x}{w_m} p_a \right) v_m + w_m^2 - w_x^2. \quad (18)$$

Und da man w_x aus (17) kennt, so erhält man aus (18) w_r , damit aus (11) c , aus (12) w , aus (13) δ und endlich aus (15) v .

Die Ausdrücke für w_r , c und v sind nun so gebaut, dass sie nicht unmittelbar erkennen lassen, wie diese Grössen verlaufen. Man muss daher ein Zahlenbeispiel durchrechnen. Dazu habe ich im Innern des Ausflussgefässes immer denselben Zustand beibehalten und zwar $p_i = 10 \text{ kg/cm}^2$, $T_i = 18^\circ \text{ C}$. Dann gelten auch für die Mündungsebene immer dieselben Werte, nämlich $p_m = 5,2828 \text{ kg/cm}^2$, $v_m = 0,13436 \text{ m}^3/\text{kg}$ und $w_m = 312,22 \text{ m/Skd}$. Dagegen musste ich dem äussern Drucke p_a nacheinander verschiedene Werte geben, nur immer kleinere, als p_m , damit überhaupt ein unstetiger, nicht umkehrbarer Vorgang auftrat. Um aber dabei die gebrochenen Potenzen leichter berechnen zu können, habe ich $\kappa \approx 1,4$ angenommen. Die Ergebnisse der Rechnung sind in der Zahlentafel auf Seite 77 zusammengestellt.

Diese Zahlentafel bestätigt zunächst das, was sich schon unmittelbar aus der einfacher gebauten Gleichung (17) erkennen lässt, dass nämlich die axiale Seitengeschwindigkeit w_x mit abnehmendem Drucke p_a linear zunimmt. Die radiale Seitengeschwindigkeit w_r bleibt dagegen bei geringen Druckunterschieden $p_m - p_a$ sehr klein, später wächst sie aber immer rascher, und bei ganz kleinen Aussenpressungen wird sie sogar etwas grösser, als w_x . Das hat dann zur Folge, dass die ganze Geschwindigkeit w anfänglich ziemlich gleichförmig zunimmt, wie w_x , später dagegen immer rascher, wie w_r . Mit w_r bleibt auch der Winkel δ anfänglich sehr klein, er wächst aber ebenfalls immer rascher, und schliesslich überschreitet er den Wert von 45° , wenn auch nur wenig.

Das letzte Ergebnis geht nun mit Beobachtungen zu vergleichen. Dazu will ich zwei der Versuche heranziehen, die Robert Emden in seiner Habilitationsschrift über „Die Ausströmungserscheinungen permanenter Gase“ veröffentlicht hat. Als Mündung diente ihm ein Ansatzzrohr, bei dem die Gasteilchen genügend genau mit gegenseitig parallelen Bahnen durch die Mündungsebene geströmt sind. Er hat dann auf seiner Taf. I die Schlierenbilder von einigen dieser Strahlen beigefügt, allerdings in ziemlich kleinem Maßstab, ich konnte aber daran doch den Winkel δ , wenigstens angenähert, nachmessen. Dabei habe ich gefunden für den Strahl der dortigen

Fig. 8 mit $p_i = 6$ und $p_a = 1$: $\delta \approx 19^\circ$

Fig. 15 mit $p_i = 6,6$ und $p_a \approx 0,41$: $\delta \approx 30^\circ$ bis 35° .

Zahlentafel.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
p_a	w_x	w_r	w	δ	c	v	$p_a v^*$	v_a	w_a
p_m	312,22	0	312,22	0	(∞)	0,13436	3180,0	0,13436	312,22
5,27	312,76	0,03	312,76	17''	6635,17	0,13459	3180,0	0,13459	312,76
5,2	315,71	0,41	315,71	4' 26''	2688,32	0,13588	3180,0	0,13588	315,71
5,1	319,94	1,33	319,94	14' 19''	1807,59	0,13778	3180,0	0,13778	319,94
5,0	324,16	2,57	324,17	27' 15''	1450,36	0,13974	3179,9	0,13974	324,16
4,5	345,26	12,00	345,47	59' 27''	859,77	0,15065	3179,6	0,15066	345,41
4,0	366,37	25,71	367,27	4° 0' 53''	657,55	0,16382	3178,3	0,16389	367,04
3,5	387,48	43,45	389,91	6° 23' 53''	540,81	0,18014	3176,3	0,18029	389,32
3,0	408,59	65,37	413,78	9° 5' 24''	460,25	0,20080	3169,5	0,20127	412,60
2,5	429,69	92,61	439,56	12° 9' 45''	396,05	0,22814	3158,2	0,22927	437,36
2,0	450,80	126,88	468,32	15° 43' 12''	341,01	0,26675	3134,6	0,26888	464,32
1,5	471,91	171,61	502,14	19° 59' 2''	290,53	0,32303	3083,4	0,33022	494,71
1,0	493,02	234,03	545,74	25° 23' 36''	241,20	0,41801	2948,9	0,44115	530,98
0,8	501,46	267,17	568,19	28° 2' 54''	221,15	0,47649	2833,8	0,51738	548,32
0,6	509,90	308,43	595,93	31° 10' 9''	200,11	0,55762	2648,7	0,63540	568,40
0,4	518,35	361,38	631,89	34° 53' 1''	178,08	0,67570	2310,6	0,84885	593,05
0,3	522,57	394,55	654,79	37° 3' 13''	166,45	0,75790	2035,1	1,0425	608,37
0,2	526,79	434,28	682,72	39° 30' 0''	154,26	0,86486	1632,1	1,3927	627,38
0,1	531,01	483,29	718,01	42° 18' 22''	141,35	1,04663	1665,9	2,2849	654,20
0,01	534,81	539,14	759,40	45° 13' 51''	128,90	1,12971	128,0	11,8347	709,66
0	535,23	546,27	764,776	45° 35' 5''	127,46	1,27142	0	∞	764,774

Berechnet man die Werte von δ aus den hier entwickelten Gleichungen, aber auch mit $\kappa = 1,4$, so erhält man für den Strahl der Fig. 8: $\delta = 18^\circ 27' 50''$, für den Strahl der Fig. 15: $\delta = 30^\circ 13' 30''$, also Werte, die mit den beobachteten ganz befriedigend übereinstimmen.

Einen eigentümlichen Verlauf zeigt in der Zahlentafel die radiale Durchschlagsgeschwindigkeit c . Für die Luftsammelbremsen der Eisenbahnen haben Beobachtungen und Rechnungen übereinstimmend ergeben, dass die Durchschlagsgeschwindigkeit bei Überdruckbremsen immer kleiner bleibt, als die Schallgeschwindigkeit, dass sie diese dagegen bei Saugbremsen gewöhnlich überschreitet¹⁾. Dabei gilt die Schallgeschwindigkeit für den Zustand, worin sich die Luft in der Bremsleitung vor dem Beginne der Bremsung befunden hatte. Beim Ausströmen dringt nun eine Druckabnahme in eine Gasmasse von höherem Drucke ein, und man sollte hiernach eigentlich erwarten, dass das mit einer Geschwindigkeit geschehe, die kleiner bleibt, als die für den Mündungszustand geltende Schallgeschwindigkeit. Diese Erwartung bestätigt sich jedoch nicht. Denn der unstetige Vorgang beginnt ununterbrochen unmittelbar ausserhalb der Mündungsebene, und das beweist zunächst, dass sich die Druckabnahme in der Bewegungsrichtung des Gasstromes diesem entgegen genau mit dessen Austrittsgeschwindigkeit w_m , also genau mit der Schallgeschwindigkeit, nach rückwärts zu fortpflanzt. Ausserdem dringt aber die Druckabnahme mit der Geschwindigkeit c radial nach einwärts in den Strahl ein, so dass die ganze, schräg nach rückwärts und einwärts gerichtete Durchschlagsgeschwindigkeit, nämlich $\sqrt{w_m^2 + c^2}$, für alle Pressungen grösser ist, als die Schallgeschwindigkeit. Dabei deutet die Zahlentafel darauf hin, dass c , und daher auch $\sqrt{w_m^2 + c^2}$, für den Grenzfall $p_a = p_m$ unendlich gross werden. Und das liess sich auch von vornherein erwarten. Denn dann kommt der ganze Strahlquerschnitt schon mit dem Drucke $p_m = p_a$ in der Mündungsebene an, was so aufzufassen geht, dass sich der Druck mit dem umgebenden Druck im ganzen Strahlquerschnitt in der Zeit Null ausgleicht, also mit unendlich grosser Geschwindigkeit. Wächst der Überdruck $p_m - p_a$ vom Nullwerte aus, so nimmt die radiale Durchschlagsgeschwindigkeit ununterbrochen ab, anfangs sehr rasch, später immer langsamer, und sie sinkt schliesslich im andern Grenzfall, für $p_a = 0$, unter die Hälfte der Schallgeschwindigkeit. Hiernach folgt die Durchschlagsgeschwindigkeit in einem mit der Schallgeschwindigkeit strömenden Gase ganz

¹⁾ S. z. B. Schweiz. Bauztg., Bd. 59, 1912, S. 160 und Fortstzgn., wo sich auch noch andere Quellen angegeben finden.

andern Gesetzen, als in der vorher ruhenden Luft der Bremsleitungen.

Die Zahlentafel zeigt ferner, dass das spezifische Volumen v des Gases mit abnehmendem Werte von p_a immer rascher wächst, dass es aber auch für $p_a = 0$ doch nur den endlichen Grenzwert $\lim v = 1,27142 \text{ m}^3/\text{kg}$ erreicht. Der für den unstetigen Vorgang verfügbare Überdruck $p_m - p_a$ bleibt eben auch im Grenzfalle $p_a = 0$ endlich, und er kann daher dem Gase auch nur endliche Geschwindigkeiten erteilen, so dass sich die Gasteilchen in der unendlich kurzen Zeit dt auch nur unendlich wenig von der Mündungsebene entfernen können. Wesentlich ebenso verhält sich das spezifische Volumen bei den Luftsammelbremsen. Gilt der Zeiger i für den Zustand, worin sich die ruhende Luft in der Leitung befindet, ehe die Bremsung beginnt, so hatte sich dort für das Volumverhältnis der Ausdruck

$$\frac{v}{v_i} = \frac{(\kappa + 1)p_i + (\kappa - 1)p_a}{(\kappa - 1)p_i + (\kappa + 1)p_a} \quad (19)$$

ergeben, der für $p_a = 0$ auf den ebenfalls endlichen Grenzwert

$$\lim \frac{v}{v_i} = \frac{\kappa + 1}{\kappa - 1} \approx 6 \quad (20)$$

führt. Aus der Zahlentafel folgt dagegen $\lim (v/v_m) \approx 9,4$. Das strömende Gas dehnt sich also verhältnismässig stärker aus, als das vorher ruhende.

Wenn schliesslich beim Ausströmen v immer und p_a im allgemeinen ebenfalls endlich bleiben, so ist das auch mit der Temperatur der Fall. Nur an der untern Grenze $p_a = 0$ sinkt diese auf den absoluten Nullpunkt.

Berücksichtigt man den unstetigen Vorgang nicht, und nimmt man an, das Gas ändere seinen Zustand vom Innern des Ausflussgefässes bis beliebig weit ausserhalb der Mündungsebene stetig nach derselben Adiabate $pv^\kappa = \text{const}$, so erhält man an jenen Stellen des Strahles, wo der Druck auf einen Wert p_a gesunken ist, für die übrigen Zustandsgrössen die Ausdrücke

$$v_a = v_i \left(\frac{p_i}{p_a} \right)^{\left(\frac{1}{\kappa} \right)} \quad (21)$$

$$T_a = T_i \left(\frac{p_a}{p_i} \right)^{\left(\frac{\kappa - 1}{\kappa} \right)} \quad \text{und} \quad (22)$$

$$w_a = \sqrt{2g \frac{\kappa}{\kappa - 1} R T_i \left[1 - \left(\frac{p_a}{p_i} \right)^{\left(\frac{\kappa - 1}{\kappa} \right)} \right]} \quad (23)$$

Um diese Grössen mit den vorigen vergleichen zu können, habe ich sie ebenfalls mit $\kappa = 1,4$ berechnet und die Werte von v_a und w_a in den beiden letzten Spalten der Zahlentafel hinzugefügt. Die beiden Spalten 7 und 9 zeigen nun zunächst, dass immer $v_a > v$ ist, nur bleibt der Unterschied für die grössern Werte von p_a so klein, dass er in den ersten fünf geltenden Stellen noch nicht zur Erscheinung kommt. Nimmt aber p_a weiter ab, so wächst der Unterschied immer rascher, und an der untern Grenze, also für $p_a = 0$, wird sogar $v_a = \infty$, während v dort einen ziemlich kleinen, endlichen Wert beibehält. Allerdings könnte v_a erst nach unendlich langer Zeit und in unendlich grosser Entfernung von der Mündung unendlich gross werden. v erreicht dagegen seinen endlichen Grenzwert sofort und unmittelbar vor der Mündungsebene.

Da ferner für beide Werte des spezifischen Volumens der Druck jedesmal dieselbe Grösse besitzt, so folgt aus diesem Verhalten von v_a gegenüber v , dass auch ununterbrochen von den beiden Temperaturen $T_a > T$ bleibt. Nur im Grenzfalle $p_a = 0$ sinken beide Temperaturen übereinstimmend auf den absoluten Nullpunkt.

Wenn hiernach von der Energie, die das Gas im Innern des Ausflussgefässes enthielt, beim stetigen, adiabatischen Ausströmen ein grösserer Teil in Form von kinetischer Molekularenergie im Gase zurückbleibt, als beim unstetigen, nicht umkehrbaren Vorgang, so kann die Strömungsenergie im ersten Falle nicht so hoch ansteigen, wie im zweiten. Und das bestätigt die Zahlentafel auch: es bleibt immer $w_a < w$, nur zeigt sich der Unterschied bei den grössern Werten von p_a ebenfalls noch nicht in den fünf ersten geltenden Stellen. An der Grenze $p_a = 0$ muss dagegen genau $w_a = w$ werden, weil dort $T_a = T = 0$ ist. Diese beiden Werte unterscheiden sich in der Zahlentafel allerdings um zwei Einheiten der sechsten geltenden Stelle. Da ich aber die Rechnung nur mit siebenstelligen Logarithmen durchgeführt habe, so ist die sechste Stelle schon an sich nicht mehr ganz sicher, und sie wird bei w noch dadurch unsicherer, dass w nur auf einem ziemlichlichen Umwege zu bestimmen geht.

Sollte man eingehender untersuchen, wie sich das ausgeströmte Gas im weitem Verlaufe seiner Bewegung verhält, so folgt aus den letzten Ergebnissen, dass es höchstens bei ganz geringen Druckunterschieden zulässig wäre, anzunehmen, sein Zustand ändere sich vom Innern des Ausflussgefässes bis beliebig weit über die Mündungsebene hinaus stetig nach derselben Adiabate $pv^\kappa = \text{const.}$ Ist dagegen der Druckunterschied grösser, so sollte man unbedingt den unstetigen Vorgang berücksichtigen und v nach der Gleichung

(15) berechnen. Sobald aber der unstetige Vorgang abgelaufen ist, ändert sich der Zustand des Gases gegenüber seiner fortschreitenden Bewegung jedenfalls wieder angenähert nach einer Adiabate $pv^\kappa = \text{const}$, nur muss die Konstante jetzt einen andern Zahlenwert erhalten, als sie vorher, vom Innern des Gefässes bis zur Mündungsebene, besessen hatte. Und da für dasselbe p_a immer $v < v_a$ bleibt, so wird die neue Konstante kleiner, als die vorige war. Die 8. Spalte der Zahlentafel zeigt auch, dass der Wert von $p_a v^\kappa$ zwar bei den grössern Werten von p_a noch nicht merkbar abnimmt, dass er aber später immer rascher sinkt und dass er schliesslich sogar mit p_a den Wert Null erreicht. Bei dem hier untersuchten unstetigen Vorgang springt also der Zustandspunkt auf eine andere, weiter innen liegende Adiabate über. Daher nimmt die Entropie dabei ab, während sie bei einer stetig verlaufenden Zustandsänderung ungeändert bliebe.

Den unstetigen Vorgang habe ich zwar unmittelbar nur an einer nach drei Richtungen unendlich kleinen Gasmasse untersucht. Weil aber alle Randteilchen des ganzen, in der Zeit dt ausgeströmten Gaszylinders unter denselben Krafteinwirkungen stehen, wie das betrachtete Teilchen, so gelten die gefundenen Ergebnisse ohne weiteres auch für den ganzen Gasring, der die axiale Länge dx besitzt und vom Umfang aus nach einwärts zu die radiale Dicke dr . Alle Teilchen dieses Ringes bewegen sich unmittelbar nach dem unstetigen Vorgang mit derselben Geschwindigkeit w und unter demselben Winkel δ mit der Strahlachse, sie bleiben also anfänglich auf einer geraden Kreis-kegelfläche, die durch die Mündungskante geht und die an der Spitze einen Winkel 2δ besitzt.

Von diesem äussersten Ringe aus dringt dann die Druckabnahme sofort weiter in das Innere des Strahles ein, nur ist noch nicht bekannt, nach welchem Gesetze das geschieht. Doch lassen sich für dieses Gesetz zwei Grenzen angeben. Der eine Grenzfall wäre der, dass am Ende des unstetigen Vorganges der Druck wirklich im ganzen äussersten Ringe genau auf den umgebenden Druck p_a gesunken wäre. Dann lägen für den nächstbenachbarten innern, unendlich dünnen Gasring wieder genau dieselben Verhältnisse vor, wie für den äussersten, und daher müsste sich am zweiten Ringe der ganze vorige Vorgang genau wiederholen, nur begönne er nicht mehr in der Mündungsebene, sondern im Abstände dx davor. Das ginge dann so weiter, bis der Druck p_a schliesslich in einem endlichen Abstand vor der Mündungsebene an der Strahlachse angelangt wäre. In diesem Grenzfall hätte der Druckunterschied an allen Ringen denselben Wert $p_m - p_a$, und

stände. Dadurch könnte vielleicht ein neuer unstetiger Vorgang eingeleitet werden, nur pflanzte er sich von innen nach aussen zu fort. Jedenfalls müsste aber ein solcher Hohlraum die Ausbildung der ersten Welle beschleunigen. Könnte dagegen der Strahl in einen unendlich grossen Raum ausströmen, worin genau der Druck $p_a = 0$ herrschte, so wären keine Kräfte vorhanden, die die Gasteilchen einander wieder näherten. Dann sollte man erwarten, dass keine Wellen entstünden, dass sich vielmehr das ausgeströmte Gas kegelförmig immer weiter ausbreitete, bis etwa Gravitationskräfte dem ein Ziel setzten.

Es erscheint aber doch fraglich, ob der äussere Druck p_a wirklich unmittelbar durch den unstetigen Vorgang bis an die Strahlachse fortgepflanzt wird. Denn da sich jeder Bewegung sofort auch Bewegungswiderstände entgegenstellen, so sinkt wahrscheinlich der Druck schon an der innern Mantelfläche des äussersten Ringes in der Zeit dt nicht genau auf p_a , sondern er bleibt dort noch etwas grösser, wenn auch nur um unendlich wenig. Ein solcher unendlich kleiner Unterschied verschwände allerdings neben dem doch endlichen Werte von p_a , so dass die ganze vorige Formelentwicklung auch unter dieser Voraussetzung ihre Geltung ungeändert beibehielte. Dagegen begönne dann der unstetige Vorgang am nächstbenachbarten innern Ringe unter einem Überdrucke, der unendlich wenig kleiner wäre, als $p_m - p_a$, und man müsste folgerichtig erwarten, dass dieser Überdruck immer weiter abnähme, je mehr sich die Unstetigkeit der Strahlachse näherte. Wird aber der Überdruck kleiner, so wächst die radiale Durchschlagsgeschwindigkeit c . Daher müsste sich der unstetige Vorgang jetzt beschleunigt nach innen zu fortpflanzen und die Strahlachse schon in einem Abstand e' vor der Mündungsebene erreichen, der kleiner wäre, als e aus (24). Dann ginge die Unstetigkeitsfläche bei fortgesetzter Annäherung an die Strahlachse in einen immer stumpfer werdenden, geraden Kreiskegel über. Hinter dieser Fläche herrschte wieder überall noch der Mündungsdruck p_m , vor ihr wäre dagegen der Druck an der Mündungskante auf den Wert p_a gesunken, von dort wüchse er aber nach dem Strahlinnern zu stetig, und er erreichte in der Spitze der Fläche einen grössten Wert, der der Natur der Sache nach zwischen p_a und p_m liegen müsste. Dabei bewegten sich die Gasteilchen der einzelnen Ringe ausserhalb der Unstetigkeitsfläche anfänglich mit verschiedenen Geschwindigkeiten w und auf Kegelflächen von verschiedenen Winkeln 2δ an der Spitze, doch so, dass w und δ nach innen zu stetig abnahmen. Daher entfernten sich jetzt auch die Gasteilchen je zweier benachbarten Ringe weiterhin immer mehr voneinander, so dass der Druck im Strahle wieder schliesslich unter

p_a sinken, der Strahl folglich auch in diesem Falle Wellen zeigen müsste. Und weil der Winkel δ an der Strahlachse im allgemeinsten Falle immer noch endlich bliebe, so müsste sich dort ebenfalls ein Hohlraum ausbilden.

Dränge jedoch die Druckabnahme so in den Strahl ein, dass die Unstetigkeit gerade ohne Überdruck an der Strahlachse ankäme, so träte dort kein unstetiger Vorgang mehr auf. Dann krümmte sich die Unstetigkeitsfläche überall vollkommen stetig, ähnlich einem Rotationsparaboloid, und die längs der Strahlachse hinströmenden Gasteilchen änderten anfänglich weder ihre Richtung noch ihre Geschwindigkeit w_m . Endlich wäre vielleicht noch denkbar, und das ergäbe dann den andern Grenzfall, dass der Druckunterschied schon in einem endlichen Abstand von der Strahlachse auf Null gesunken wäre, so dass die Unstetigkeit gar nicht bis an die Strahlachse gelangte. Dann nähme die Unstetigkeitsfläche die Gestalt einer im Scheitel offenen Kuppel an, und der Strahl erhielte einen Kern von endlichem Querschnitt, worin sich alle Gasteilchen anfänglich unter dem Drucke p_m und mit der Geschwindigkeit w_m parallel zur Strahlachse weiter bewegten. In den beiden letzten Fällen könnte sich im Innern des Strahles kein Hohlraum bilden. Daher entfernten sich die Gasteilchen im ganzen Strahle nur allmählich voneinander, und der Druck änderte sich weiterhin überall durchaus stetig. Er sänke aber doch wieder schliesslich einmal unter den umgebenden Druck, so dass sich auch jetzt im Strahle Wellen ausbilden müssten.

Ausser im ersten, weniger wahrscheinlichen Grenzfall befänden sich die Gasteilchen der verschiedenen Ringe nach dem unstetigen Vorgang in gegenseitig verschiedenen Zuständen. Liesse man dann für den weiteren Verlauf der Bewegung wieder die Annahme zu, dass sich der Zustand des Gases adiabatisch ändert, so müsste man für jeden Ring eine besondere Adiabate einführen, die sich um so weniger von der im Innern des Ausflussgefässes geltenden entfernte, unter einem je kleinern Überdruck der unstetige Vorgang abgelaufen wäre, je näher sich also der Ring an der Strahlachse befunden hätte.

Welche Gestalt aber die Unstetigkeitsfläche wirklich besitzt, und wie sich der Druck und die übrigen Zustandsgrössen nach dem unstetigen Vorgang darüber verteilen, ist noch nicht bekannt, und daher ist es auch noch nicht möglich, auf diesem Wege genauer festzustellen, wie sich der Strahl weiterhin verhält.

Die vorhin entwickelten Formeln gelten auch angenähert für Dämpfe, man muss nur dem Exponenten κ einen andern Zahlenwert

geben und RT durch pv ersetzen. Wenn daher ein Dampf unter einem genügend grossen Überdrucke aus einer gut abgerundeten Mündung ausströmt, so tritt ebenfalls ein unstetiger Vorgang auf, der zur Folge hat, dass sich im Strahle Wellen ausbilden, mit grössern Geschwindigkeiten in den Bäuchen, mit kleinern in den Knoten. Und das veranlasst mich noch zu einer Bemerkung über die divergenten Düsen, mit denen man nach Laval gewissen Turbinen den Dampf zugeleitet hat. Diese Düsen sollten die Austrittsgeschwindigkeit des Dampfes weit über die Geschwindigkeit w_m steigern, die in einer gut abgerundeten Mündung erreicht wird, und die sich auch im engsten Querschnitt einer divergenten Düse einstellt.

Damit eine solche Düse überhaupt wirkt, muss ihr Divergenzwinkel kleiner bleiben, als der Winkel, womit der Strahl beim selben Aussendrucke aus einer gut abgerundeten Mündung austräte. Ob man dabei die Wandungen der Düse so allmählich aus der engsten, zylindrischen Stelle in den divergenten Teil überführen kann, dass sich der Zustand des Dampfes dort vollkommen stetig ändert, erscheint mir nach meinen frühern Versuchen mit allerdings bedeutend längern Düsen fraglich. Wenn es aber doch möglich wäre, so erreichten die spätern Geschwindigkeiten im Strahle nur die kleinern Werte der Gleichung (23). Wahrscheinlich tritt aber am Anfang der Düse ebenfalls ein unstetiger Vorgang auf, der die Geschwindigkeiten etwas vergrössert. Weil sich jedoch die Dampfteilchen in der Düse nicht so stark divergent bewegen können, wie in einem freien Strahle, so muss sich an der Düsenwand ein Druck ausbilden, der entsprechend grösser ist, als der äussere Druck p_a . Dann verläuft der unstetige Vorgang am Anfang der Düse unter einem kleinern Druckunterschiede, als an einem freien Strahle, und daher müssen die Geschwindigkeiten hier doch kleiner bleiben als dort.

Dazu kommt noch, dass die erste Welle durch die Düse verhindert wird, sich in natürlicher Weise auszubilden. Jede Störung eines natürlichen Vorganges verursacht aber Widerstände, und man muss daher erwarten, dass von der im ganzen verfügbaren Energie ein grösserer Teil in kinetische Molekularenergie übergeht, so dass die Strömungsenergie nur entsprechend weniger ansteigen kann. Aus diesen Gründen müssen die Geschwindigkeiten in einer Lavalschen Düse unbedingt kleiner bleiben, als im ersten Bauche eines Strahles, der aus einer gut abgerundeten Mündung ausgeströmt ist, wenn es auch vielleicht schwierig sein dürfte, den Betrag des Unterschiedes durch Versuche sicher nachzuweisen.

Hiernach sollte man aber doch meinen, dass es richtiger wäre, solchen Turbinen den Dampf durch eine gut abgerundete Mündung zuzuführen, dagegen nicht durch eine Laval'sche Düse. Ich weiss nun nicht, ob überhaupt Versuche mit gut abgerundeten Mündungen durchgeführt worden sind, oder ob man nur zur Düse gegriffen hat, weil es damals noch nicht bekannt war, dass sich bei einer gut abgerundeten Mündung im Strahle Wellen bilden, in deren Bäuchen die Geschwindigkeiten weit über die Ausströmungsgeschwindigkeit w_m ansteigen. Sind aber gut abgerundete Mündungen wirklich untersucht worden, und haben sie nicht befriedigt, so kann der Grund davon vielleicht darin liegen, dass sie der Turbine zu nahe gestanden haben, so dass die Unstetigkeitsfläche in die Turbine hineingeragt hat, dass also der Dampfstrahl schon an der Turbine angelangt war, ehe sich im ersten Bauche die grossen Geschwindigkeiten richtig hatten ausbilden können. Es wäre aber auch möglich, dass man eine gut abgerundete Mündung zwar weiter weggelegt hat, dass jedoch beim benutzten Drucke die Wellen noch zu kurz waren, und da der Strahl immer unter einem ziemlich spitzen Winkel an der Turbine ankommt, dass gleichzeitig mehrere Wellen die Schaufeln getroffen haben, so dass die grössern Geschwindigkeiten nicht ungestört allein wirken konnten. Endlich wäre es auch möglich, dass ein Dampfstrahl stärker zersplittert, wenn er auf einer längern Strecke durchs Freie strömen muss. Darauf deuten wenigstens Schlierenbilder von Dampfstrahlen, die Paul Emden in seiner Inaugural-Dissertation über „Die Ausströmungserscheinungen des Wasserdampfes“ veröffentlicht hat: der eigentliche Strahl ist oft mit einer Dunsthülle umgeben, die sich kegelförmig ziemlich stark erweitert.

Dem gegenüber zwingt eine divergente Düse den Dampfstrahl, die Turbine mit einer richtigen Stelle seiner Ausbildung zu treffen, nämlich mit seinem ersten Bauche. Und da die erste Welle, verglichen mit einem freien Strahle, durch die Düse nicht unbedeutend verlängert wird, so erstreckt sich wahrscheinlich auch das Gebiet der grössern Geschwindigkeiten über ein längeres Stück des Strahles, so dass nur grössere Geschwindigkeiten auf die Turbine einwirken, trotzdem, dass der Strahl sehr schräg auftrifft. Endlich hält eine Düse den Strahl jedenfalls besser zusammen.

Sind also gut abgerundete Mündungen überhaupt untersucht worden, und haben sie schlechtere Ergebnisse geliefert, als die Laval'schen Düsen, so wäre der Grund davon in den zuletzt erörterten Verhältnissen zu suchen, dagegen keinesfalls darin, dass die Düsen imstande sein sollten, die Geschwindigkeiten im Dampfstrahle irgendwie zu vergrössern.

Zur Pflanzengeographie der Carices der Polarregion.

Von

Prof. Dr. M. RIKLI (Zürich).

(Als Manuskript eingegangen am 11. Oktober 1920.)

Der Monograph der Gattung *Carex* G. Kükenthal unterscheidet in seiner Bearbeitung des Genus in A. Englers „Pflanzenreich“ (1909) in 69 Sippen 798 sicher diagnostizierte Carices. Davon entfallen auf das subarktisch-arktische Gebiet 94 Arten, d. h. rund 11,8 %. Sie verteilen sich auf 30 Sippen. Auf die *Monostachyae* kommen 16, auf die *Homo-* 18 und auf die *Heterostachyae* 60 Spezies. Damit ist die Gattung *Carex* weitaus das artenreichste Genus der Polarländer.

Das Massenzentrum der Gattung fällt in die nördlich gemässigte Zone. Das allmähliche Ausklingen der Carices gegen den hohen Norden bringt folgende Zusammenstellung zum Ausdruck: 8 Arten, nämlich je 4 Mono- und *Heterostachyae* erreichen eine Breite von höchstens 60° n, denn sie haben ihre nördlichsten Standorte im südlichen Alaska, an der Hudsonbay oder in Labrador. Nur bis zum 55° n gehen *C. lupulina* Muehl. und *C. Michauxiana* Boeck., die beide bereits im südlichen Labrador ihre Polargrenze finden. Ebenfalls in Labrador machen zwischen 56 und 57° n halt: *C. miliaris* Michx. und *C. oligosperma* Michx. Den 58° n erreichen *C. anthoxantha* Presl., *C. circinata* C. A. Mey. und *C. pyrenaica* Wbg., und zwar alle in S.-Alaska. *C. nigricans* C. A. Mey. erreicht in Alaska etwa den 60° n.

Zwischen den 60 und den 65° n dringen weitere 4 Arten vor, nämlich die Homostachya *C. pratensis* Drej., die an Grönlands Westküste mit 64° 48' n ihre Polargrenze findet, und 3 *Heterostachyae*: *C. binervis* Sm. mit c 63° 20', *C. Hornschuchiana* Hoppe (64° n), beide in Skandinavien, und *C. Tolmiei* Boott an der Beringsstrasse (c 65° n).

Die Hauptmenge der Carices erreicht zwischen 65 und 73° n ihre absolute Nordgrenze, nämlich 6 Mono-, 13 *Homo-* und 40 *Heterostachyae*, mithin nahezu Zweidrittel aller arktisch-subarktischen Sippen. Nördlich von 73° n treten nur noch 23 Seggen (24,5 %) auf. Etwa beim 73° n erreichen ihre Nordgrenze: *C. Redowskiana* C. A. Mey. (Chatanga), *C. macrogyna* Turcz. (Lena) und *C. pseudofoetida* Kükenth. (Lena); bei 73° 10' n *C. supina* Wbg. (Ost-Grönland), unter 73° 30' n *C. aristata*

R. Br. (Neusibirische Inseln), zwischen 73° und 74° n *C. melanocarpa* Cham. (Taimyr), bei c 76° n. *C. scirpoides* Michx. (W.-Grönland), bei $76^{\circ} 30'$ n *C. capillaris* L. (Ellesmereland), unter $78^{\circ} 30'$ n *C. pedata* Wbg. (Grinnell-Land); *C. parallela* (Laest.) Sommerf. geht bis $78^{\circ} 40'$ n *C. melanopacta* Bailey bis $78^{\circ} 52'$ n (Ellesmereland), *C. glareosa* Wbg. bis $79^{\circ} 3'$ n am Hayessund und *C. ursina* Dew. auf Spitzbergen bis etwa $79^{\circ} 40'$ n.

Den 80° n erreichen oder überschreiten 9 Arten. Bis annähernd zu dieser Breitenlage dringen im nördlichen Spitzbergen vor: *C. lagopina* Wbg., *C. rigida* Good, und *C. subspathacea* Wormskj. — *C. atrofusca* Schkuhr., *C. incurva* Lightf. und *C. rupestris* Bell. haben mit $81^{\circ} 43'$ n am Discovoryhafen auf Grinnell-Land ihren Polarpunkt; *C. aquatilis* Wbg. v. *stans* (Drej.) Boott geht noch etwas nördlicher bis zur Shift Rudder Bay ($81^{\circ} 50'$ n). Die beiden am weitesten gegen den Hochnorden vordringenden Carices sind: *C. fuliginosa* Schkuhr. und *C. nardina* Fr. Beide finden sich noch unter $82^{\circ} 27'$ n an der Flöbergküste Grantlands.

Das Massenzentrum der Polarpunkte der Gattung *Carex* liegt im nördlichen Fennoskandinavien, woselbst nicht weniger als 39 Arten ihre Nordgrenze finden. 26 Spezies erreichen oder überschreiten im nördlichsten Norwegen den 70° n, der Rest von 13 Arten klingt zwischen $63^{\circ} 20'$ und $69^{\circ} 45'$ n, meistens im norwegischen Küstengebiet aus. Die Grosszahl dieser Seggen ist mithin für Nord-Europa kaum noch als subarktisch zu bezeichnen, doch treten dieselben z. T. noch in andern Ländern von arktischem oder doch von subarktischem Charakter auf, die aber alle südlicher als die entsprechende Breitenlage Fennoskandiaviens liegen, so z. B. auf Island, in Labrador, S.-Grönland und im Gebiet der Beringsstrasse. Aus der Verbreitung dieser Arten ergibt sich somit die merkwürdige Tatsache, dass dieselben noch als subarktische bzw. arktische Spezies zu gelten haben, obschon ihre nördlichsten Standorte nicht mehr der Polaris angehören. Die enorm bevorzugte Stellung des nördlichen Fennoskandiaviens innerhalb der Arktis kommt durch diese Zahlen sehr deutlich zum Ausdruck.

An zweiter Stelle steht N.-Sibirien. Hier finden 12 Seggen ihre absolute Nordgrenze, nämlich 8 im untern Lenatal nördlich vom Polarkreis und auf den Neusibirischen Inseln, eine an der Jenisseimündung (*C. umbrosa* Host. v. *sabynensis* Less.), zwei auf Taimyrland (c 73° n), nämlich *C. melanocarpa* Cham. und *C. Redowskiana* C. A. Mey. und endlich *C. pallida* C. A. Mey. mit c 69° n, im Mündungsgebiet der Kolyma.

In Grönland haben 11 Arten ihren Polarpunkt, 7 an der West- und 4 an der Ostküste, nämlich im Westen: *C. pratensis*

Drej. ($64^{\circ} 48' n$), *C. deflexa* Hornem. ($65^{\circ} 25' n$), *C. gynocrates* Wormskj. ($69^{\circ} 25' n$), *C. capitata* L. ($70^{\circ} 40' n$), *C. holostoma* Drej. ($72^{\circ} 20' n$). *C. alpina* Sw. ($72^{\circ} 23' n$) und *C. scirpoides* Michx. (c $76^{\circ} n$). In Ost-Grönland sind es: *C. bicolor* Bell. ($70^{\circ} 48' n$, am Scoresbysund), *C. microglochin* Wbg. ($71^{\circ} n$), *C. inflata* Huds. ssp. *rotundata* Wbg. ($71^{\circ} 30' n$) und *C. supina* Wbg. ($73^{\circ} 10' n$).

Weitere 9 Arten finden ihre Nordgrenze in den Ländern um die Beringsstrasse. Ausser den 5, bereits von S.-Alaska aufgeführten Spezies gehören hieher: *C. macrochaeta* C. A. Mey. ($65^{\circ} 45' n$, Tschuktschenland), *C. Lyngbyei* Hornem. (c $66^{\circ} n$), *C. Gmelinii* Hook. und Arn. ($66^{\circ} 40' n$ Kotzebuesund) und *C. podocarpa* R. Br. ($66^{\circ} 40' n$).

Auf Spitzbergen erreichen folgende sechs Arten ihren absoluten Polarpunkt: *C. vesicaria* L. ssp. *saxatilis* L. pro sp. ($78^{\circ} 25' n$), *C. parallela* (Laest.) Sommerf. ($78^{\circ} 40' n$) und annähernd bis zu $80^{\circ} n$ kommen: *C. rigida* Good., *C. ursina* Dew., *C. subspathacea* Wormskj. und *C. lagopina* Wbg. Endlich haben auf Kolgudjew *C. Hudsonii* Bennett (c $69^{\circ} n$), auf Island *C. montana* L. (c $66^{\circ} n$), auf Nowaja Semlja *C. rariflora* (Wbg.) Smith und endlich weitere 4 Spezies zwischen $55-56^{\circ} 20' n$ in Labrador ihre Nordgrenze.

Über die Zahl der Carices in den einzelnen Polarländern gibt die folgende Zusammenstellung Aufschluss.

Island	35	Tschuktschenland	29
Farör	18	Beringsinseln	26
Jan Mayen	2	Alaska	49
Spitzbergen	11	Beringsprovinz	58
Nordatl. Inseln	44	Kontinentale Neoarktis	39
N.-Skandinavien	63	Insulare Neoarktis	17
Arkt. Russland und Kola	52	Subarkt.-arkt. Labrador	34
Nowaja Semlja	6	Ellesmere-Grantland	12
Nordasien	42	Grönland	38 (W=29, E=17)

Auch diese Liste bringt das Ausklingen der Carices gegen den höheren Norden deutlich zum Ausdruck. Die höchsten Zahlen zeigen die Länder in der Breitenlage von $65-71^{\circ} n$, so das nördliche Skandinavien mit 63, das arkt. Russland mit 52, die Beringsprovinz mit 58 Arten. Die verhältnismässig niederen Zahlen Nord-Asiens und der kontinentalen Neoarktis dürfte auf ungenügende Durchforschung dieser Länder zurückzuführen sein. Dies gilt auch für die insulare Neoarktis. Andererseits haben Spitzbergen nur 11, Ellesmere-Grantland 12 und Grönland-Pearlyland nördlich vom $76^{\circ} n$ nur 9 Carices.

Von den 94 Seggen dringen 49 Arten nur vereinzelt bis zur Waldgrenze vor oder machen selbst schon vor derselben im präarktischen Gebiet Halt. Es sind dies gewissermassen präarktische Grenz-

pflanzen, die nicht als vollwertige arktische Elemente gelten können. Diese enorm hohe Zahl ist ein sprechender Beweis für die hohe pflanzengeographische Bedeutung der arktischen Wald- und Baumgrenze.

Wirklich zirkumpolar sind nur 12 Arten (c 14^o/_o):

- | | |
|--|---|
| <i>C. alpina</i> Sw. | <i>C. lagopina</i> Wbg. |
| <i>C. aquatilis</i> Wbg. v. <i>stans</i> (Drej.) Boott. | <i>C. rariflora</i> (Wbg.) Smith. |
| <i>C. fuliginosa</i> Schkuhr. v. <i>misandra</i>
(R. Br.) O. F. Lang. | <i>C. rigida</i> Good. |
| <i>C. glareosa</i> Wbg. | <i>C. rupestris</i> Bell. |
| <i>C. incurva</i> Lightf. | <i>C. subspathacea</i> Wormskj. |
| <i>C. inflata</i> Huds. ssp. <i>rotundata</i> Wbg. | <i>C. vesicaria</i> L. ssp. <i>saxatilis</i> L. pro sp. |

Aber selbst diese Arten sind nicht im absoluten Sinn des Wortes zirkumpolar, denn z. T. fehlen sie grösseren Strecken.

Die Polaris besitzt ferner 10 endemische Spezies, doch nur zwei können als endemische Arktika s. str. bezeichnet werden: *C. nardina* Fr. und *C. ursina* Dew. Die übrigen 8 Spezies haben in der Arktis bzw. Subarktis ihr Hauptverbreitungszentrum, strahlen jedoch z. T. in die Präarktis und in Amerika bis weit in die Rocky M's. aus.

Es sind:

- | | |
|---|---|
| <i>C. aquatilis</i> Wbg. v. <i>stans</i> (Drej.) Boott. | <i>C. salina</i> Wbg. arkt.-subarktische Strandpflanze. |
| <i>C. glareosa</i> Wbg. | <i>C. scirpoides</i> Michx., vorwiegend amerikanisch. |
| <i>C. gynocrates</i> Wormskj. (mehr subarktisch, z. T. auch nördl. boreal). | <i>C. subsubulosa</i> Norm., arkt. Norwegen. |
| <i>C. holostoma</i> Drej. | |
| <i>C. rufina</i> Drej. | |

Als amerikanische Elemente sind folgende 15 Arten aufzufassen. Die mit (*T*) bezeichneten gehen auch noch nach Ostasien über (Tschuktschenland) und die durch ein (*F*) hervorgehobenen finden sich auch noch vereinzelt in Nordwest-Europa (Island, Fennoskandinavien):

- | | |
|--|--|
| <i>C. anthoxanthea</i> Presl. | <i>C. nigricans</i> C. A. Mey. |
| <i>C. circinata</i> C. A. Mey. | <i>C. oligosperma</i> Michx. |
| <i>C. deflexa</i> Hornem. | <i>C. podocarpa</i> R. Br. |
| <i>C. lupulina</i> Mühlbg. | <i>C. pratensis</i> Drej. |
| (<i>F</i>) <i>C. Macloviana</i> d'Urv. | (<i>F</i>) <i>C. scirpoides</i> Michx. |
| <i>C. melanopacta</i> Bailey | (<i>F</i>) <i>C. stylosa</i> C. A. Mey. (<i>T</i>) |
| <i>C. Michauxiana</i> Boeck. | <i>C. Tolmiei</i> Boott. |
| <i>C. miliaris</i> Michx. | |

Als nordasiatische Elemente haben dagegen zu gelten 11 Arten:

- | | |
|--|--|
| <i>C. aristata</i> R. Br. ssp. <i>orthostachys</i>
C. A. Mey. | <i>C. pallida</i> C. A. Mey. |
| <i>C. Gmelinii</i> Hook. et Arn. | <i>C. pseudofoetida</i> Kückenth. |
| <i>C. laxa</i> Wbg. | <i>C. Redowskiana</i> C. A. Mey. |
| <i>C. macrogyna</i> Turcz. | <i>C. sempervirens</i> Vill. ssp. <i>tristis</i> M.
Bieb. |
| <i>C. melanocarpa</i> Cham. | <i>C. umbrosa</i> Host. ssp. <i>sabynensis</i> Less. |
| <i>C. mollissima</i> Christ | |

Besonders hervorzuheben sind diejenigen Arten, welche einerseits im arkt.-subarktischen atlantischen N.-Amerika oder Grönland, anderseits in Fennoskandinavien auftreten, dem übrigen Europa, der Beringsprovinz (mit Einschluss Alaskas) und dem östlichen Kanada (östl. von der Hudsonbay) fehlen. Es sind:

- | | |
|-----------------------------|------------------------------|
| <i>C. holostoma</i> Drej. | <i>C. scirpoides</i> Michx. |
| <i>C. Lyngbyei</i> Hornem. | <i>C. stylosa</i> C. A. Mey. |
| <i>C. Macloviana</i> d'Urv. | <i>C. tenuiflora</i> Wbg. |
| <i>C. rufina</i> Drej. | |

Nach J. D. Hooker besitzt Grossbritannien 60 Carices, davon gehören 31 auch der Flora arctica an. An arktischen Elementen reich ist besonders das Hochland von Schottland, in zweiter Linie kommen N.-England, N.-Irland und Wales mit hauptsächlich subarktischen Elementen in Betracht.

Von den 84 schweizerischen Seggen ist gerade die Hälfte auch in der Polaris vorhanden. Die Hauptmenge der schweizerischen Carices ist übrigens im N. nur prä- bis subarktisch, in Mitteleuropa vorwiegend montan, aber nicht alpin. Arktisch-alpin im engeren Sinn des Wortes, — im Zwischengebiet entweder ganz fehlend oder doch nur mit reliktenhaftem Auftreten in Gebirgslandschaften, sind 18 Spezies. Die mit einem Stern (*) versehenen Arten treten in den Alpen nur subalpin auf, die durch ein (E) gekennzeichneten sind auf die Ostalpen beschränkt:

- | | |
|------------------------------------|---------------------------------------|
| <i>C. alpina</i> Sw. | <i>C. incurva</i> Lightf. |
| <i>C. atrata</i> L. | <i>C. lagopina</i> Wbg. |
| <i>C. atrofusca</i> Schkuhr. | * <i>C. limosa</i> L. |
| <i>C. bicolor</i> Bell. | * <i>C. magellanica</i> Lam. |
| <i>C. brunescens</i> (Pers.) Poir. | <i>C. microglochin</i> Wbg. |
| <i>C. capillaris</i> L. | <i>C. rigida</i> Good [E] |
| <i>C. capitata</i> L. [E] | <i>C. rupestris</i> Bell. |
| * <i>C. Goodenowii</i> Gay. | <i>C. scirpoides</i> Michx. [E] |
| * <i>C. heleonastes</i> Ehrh. | <i>C. sparsiflora</i> (Wbg.) Steudel. |

Die systematischen Beziehungen zwischen der mitteleuropäisch-alpinen und der arktischen Seggenflora sind sehr mannigfaltig.

1. Die Grosszahl der Arten ist vollständig identisch. Dies gilt z. B. für: *C. alpina* Sw., *C. atrata* L., *C. atrofusca* Schkuhr., *C. bicolor* Bell., *C. capillaris* L., *C. chordorrhiza* L., *C. incurva* Lightf., *C. microglochin* Wbg., *C. rupestris* Bell., *C. scirpoides* Michx., *C. sparsiflora* (Wbg.) Steud. u. s. w.

2. Arten, welche im N. hauptsächlich durch andere Varietäten vertreten sind:

C. aquatilis Wbg. v. *stans* (Drej.) Boott.

C. dioica L. v. *paralleloides* N. Lund

C. fuliginosa Schkuhr v. *misandra* (R. Br.) O. F. Lang.

C. Goodenowii Gay v. *juncea* Fr. u. v. *stenocarpa* Kükenth.

C. lagopina Wbg. v. *pleiostachya* Drej., v. *debilis* Lge., *pribylovensis* (J. M. Macoun) Kükenth.

C. rigida Good. v. *concolor* (R. Br.) Kükenth.

C. stenophylla Wbg. v. *duriuscula* (C. A. Mey.) Trautv.

3. Arten, die in der Polaris in andern Unterarten auftreten:

C. inflata Huds. ssp. *rotundata* Wbg.

C. sempervirens Vill. ssp. *tristis* M. Bieb., nur arkt. Asien (Taimyr, Lenadelta).

C. umbrosa Host. ssp. *sabynensis* Less., nur Mündungsgebiete von Jenissei und Olenek.

C. vesicaria L. ssp. *saxatilis* L. pr. spec. (= *C. pulla* Good.)

4. Vikarriierende Arten:

Alpen.

C. bicolor Bell. (auch Arktis)

C. Davalliana Sm.

C. dioica L. (Typus fehlt d. Arktis)

C. ericetorum Poll.

C. limosa L. (auch subarktisch.)

C. nitida Host.

C. ornithopus Willd.

Arktis.

C. rufina Drej.

C. Redowskiana C. A. Mey.

{ *C. gynocrates* Wormskj.

{ *C. parallela* (Laest.) Sommerf.

C. melanocarpa Cham.

C. rariflora (Wbg.) Smith.

C. supina Wbg.

C. pedata Wbg.



Tiefdruck Manatschal Ebner & Co., Chur.

Monte della Disgrazia.

Gesehen vom M. Sissone.

R. Staub, phot.

Über den Bau des Monte della Disgrazia.

Von

RUDOLF STAUB.

(Als Manuskript eingegangen am 10. Januar 1921.)

... Er droht, gemieden von den andern,
Tief im Gebirg am düstern Ort,
Nur Wenige schauen ihn, die wandern:
Doch wen der Fuss vorüberträgt,
Dem bleibt sein Bildnis eingepägt.

C. F. Meyer.

Monte della Disgrazia! Ein Zauberwort für alle, die ihn je gesehen. Ein Berg, von einer Grösse und Gewalt des Baues, einem Adel der Form und einer stolzen Einsamkeit, wie es nur wenige gibt im weiten Alpenkranz. Tief hinten im rätischen Bergland steht er, ein wildes Felsenhaupt, mit schimmernden Gletschern behangen, unnahbar, hoch über all dem unruhigen Gewimmel der übrigen Gebirge, an gewaltiger Höhe den Eisriesen des Bernina fast ebenbürtig. Weit schaut sein stolzer Gipfel hinaus ins schöne Land Italien, hinab zum blauen Lario und über die lachenden Fluren der grünen lombardischen Ebene hinweg zu den fernen Ketten des Apennin, hinüber zu den blendenden Eisgebirgen des Monte Rosa, der Mischabel und des Gran Paradiso, und über die ganze Alpenkette hinaus bis zum fernen Säntis. Von seinen eisigen Höhen senken sich die vielverzweigten reichgezackten Gräte des Gebirges in dunkle Schluchten und weltentlegene Täler, bis hinab ins blühende Veltlin, wo unter südlicher Sonne eine andere Welt uns grüsst, und an seinem Fusse reifen in üppigen Wäldern und herrlichen Rebbergen die Kastanie und ein edler Wein. Aus der Gegend von Morbegno erscheint unser Berg als das weithin leuchtende Wahrzeichen dieses gesegneten Tales. Munt del Guai, den Berg des Wehs, nennen sie ihn dort.

Diese Gebirgsgruppe, tief abgeschlossen im Innern des Gebirges, ist bis heute der grossen Masse der Reisenden fast unbekannt geblieben. Der in unsern Tagen fast sagenhafte Zauber der Unberührt-heit, der in den letzten Jahren so vielen andern Teilen der Alpen unwiederbringlich verloren ging, er macht das Wandern in diesen

Bergen zu köstlichem Genuss. Tage- und wochenlang kann man dort herumsteigen, sei es oben im Schweigen des Hochgebirges oder unten auf den blumigen Alpen, ohne je einem Fremden zu begegnen. Hirten, Jäger und Schmuggler sind die einzigen Menschen, die wir in jenen Gegenden getroffen. Man fühlt sich zurückversetzt in die klassischen Zeiten des ersten Alpinismus, in jene glanzvolle Periode der Studer, Theobald und Weilenmann, wo noch keine Massenwallfahrten die reinen Freuden des Forschers und Bergsteigers trübten und wo man ungestört vom Pöbel der Städte die stille Schönheit der Bergwelt geniessen konnte. Wie zu Theobalds Zeiten schläft man nach getaner Arbeit auf den Alpen im duftenden Bergheu oder in einer verlassen kleinen Klubhütte alter Art, oder man steigt hinunter in eine einfache Osteria und nimmt wochenlang mit hartem Lager, mit Salami und altem Brot, mit Milch und Veltliner vorlieb. Ein primitives Bergleben, das allerdings oft erst in der Erinnerung diesen unvergleichlichen Reiz gewinnt.

Die Hochgebirgsgruppe des eigentlichen Disgraziastockes offenbart uns eine wilde Eis- und Felsenwelt. Gewaltige Gletscher kleiden die Flanken dieses herrlichen Berges in blendende Pracht, und mächtige Eisströme senken sich tief in die Täler, bis hinab in die Lärchen und Tannen des oberen Malenk. Wer die Disgrazia von dieser Seite gesehen, dem bleibt sie unvergessen. Ein gewaltiger Berg, nein, ein ganzes Gebirge steigt sie hoch und mächtig wie ein gotischer Dom in ungezählten schlanken Felsentürmen, mit schimmerndem Firn behangen, aus den dunklen Wäldern von Chiareggio empor, über die 2000 Meter in einem einzigen Schwung; und dringen wir hinein über die einsamen Gletscher der Ventina, so sehen wir mit Staunen erst in die Geheimnisse dieser wilden Welt. Phantastisch ragen da senkrechte Nadeln und himmelhohe Türme in ungeheuerlichen Formen, und dazwischen senken sich in Fällen von vielen hunderten von Metern blau schillernde Eiskaskaden dem Tale zu. Eine ungezügelte Wildheit, wie sie in den rätischen Alpen nur noch den Bergeller Felsgebirgen eigen ist.

Und was das Auge immer wieder von neuem entzückt und die Phantastik dieser Gebirge ins Grandiose steigert, das sind die leuchtenden Farben der Felsen. In goldener Bronze stehen alle diese Gestalten zwischen den schimmernden Gletschern und dem tiefen Himmelsblau oder ob dem dunklen Grün der Wälder und den blumigen Matten der Alpen, und manch ein grünblaues Seenaugle leuchtet wie ein Türkis in bronzener Fassung aus seinen roten Felsengestaden hervor.

Dies sind die allgemeinen Eindrücke, die der Wanderer von seinen Streifzügen in diesen Hochgebirgen nach Hause trägt. Wir wollen nun versuchen, tiefer in die Geheimnisse dieser Bergwelt einzudringen. Zunächst betrachten wir

Die orographische Gliederung des Disgraziagebirges.

In erster Linie ist dessen genauere Umgrenzung zu skizzieren, da unter dem Namen Disgraziagruppe, Disgraziamassiv, Albigna-Disgraziagebirge usw. von verschiedenen Autoren ganz verschiedene Gebirgsteile bezeichnet worden sind.

Die Gebirge zwischen den Quellgebieten des Inn und der Maira im Norden, dem Mittellauf der Adda im Süden, zerfallen zunächst in zwei grosse Hauptgruppen, die durch die Senke des Murettopasses und den Lauf des Mallerio voneinander getrennt erscheinen. Im Osten ist es das eigentliche Berninagebirge, im Westen jene Gruppe, die bisher mit dem Namen der Albigna-Disgraziagebirge bezeichnet worden ist. In der Tat ist dies auch heute noch die beste Bezeichnung für das ganze reichgegliederte Bergmassiv, das zwischen Maira, Adda und Mallerio sich überall rasch und wild zu grossen Höhen aufschwingt. Im einzelnen jedoch sind dessen Teile so grundverschieden, sowohl was äussere Form als inneren Bau betrifft, dass eine nähere Zergliederung dieses wilden Gebirgsknotens wünschenswert erscheint. Tiefeingerissene Täler, wie Val Codera und Valle Masino, und eine Menge von niedrigeren Pässen ermöglichen die Aufteilung des Ganzen in mindestens vier Hauptgruppen.

So trennt zunächst der tiefe Einschnitt von Val Codera zusammen mit der wilden Gebirgsscharte der Bocchetta della Teggiola und Val Casnaggina den nordwestlichen Teil, die Gruppe des Monte Gruf, vom eigentlichen zentralen Bergellerhochgebirge ab. Die Grenze fällt hier zum grossen Teil zusammen mit der des jungen Bergellergranitmassivs. Hauptgestein der Gruppe des Monte Gruf ist der Gneis der Aduladecken.

Das eigentliche zentrale Bergeller Eruptivmassiv zerfällt wiederum in drei orographisch wohl getrennte Stücke. Die Hauptgruppe bezeichnen wir als Forno-Albigna-Bondasca-, oder kürzer als Bergellergruppe. Ihre Grenzen bilden im Norden das Bergell, im Osten der Murettopass zwischen Maloja und Chiareggio, im Süden Val Sissone, Passo und Valle di Mello, Valle dei Bagni und Passo dell'Oro, im Westen der obere Teil von Codera und Val Casnaggina. Südlich dieser Hauptgruppe erhebt sich zwischen Codera, Passo dell'

Oro, den Masinotälern und dem Veltlin der Knoten des Pizzo Ligoncio-Monte Spluga, ebenfalls zum grossen Teil dem Bergeller Eruptivmassiv angehörend, und östlich desselben endlich das eigentliche Disgraziagebirge. Im Osten, Süden und Westen bilden die tief eingesenkten Täler des Mallero, der Adda und des Masino seine natürlichen Grenzen, im Norden scheiden es Val Sissone und Valle di Mello von der benachbarten Bergellergruppe, mit der es nur über den Passo di Mello noch zusammenhängt.

Gegenüber der zentralen Bergellergruppe tritt seine geologische Eigenart scharf hervor. Während jene zum weitaus grössten Teil aus dem jungen Granit des Bergellermassivs herausmodelliert ist, besteht das Disgraziagebirge nur zum kleinsten Teil aus diesen Gesteinen. Die erdrückende Hauptmasse desselben und die orographisch bedeutendsten Teile, im besonderen das zentrale Hochgebirge, bestehen aus dem Serpentin von Val Malenco.

Schliesslich zerfällt auch dieses Disgraziagebirge wiederum in zwei Hauptteile, die gleichfalls ganz verschiedenen Bau und orographischen Aspekt haben, nämlich in die eigentliche Disgraziagruppe im Norden, die Caldennogruppe im Süden, beide getrennt durch die Tal- und Passlinie Torre Sta. Maria — Val Torreggio — Passo Caldenno — Passo Scermendone — Val Terzana — Val Sass Pisöl — Cattaeggio. Der südlichere Teil, ein niedrigeres Bergland von vorzugsweise flacheren Formen und grösstenteils mit starker Vegetation bedeckt, ist von Cornelius vor kurzem genauer durchforscht worden. Der nördliche Teil, das eigentliche Hochgebirge des Monte della Disgrazia, wird uns nun näher beschäftigen.

Alles schart sich um den unumschränkten Beherrscher des Gebietes, den Monte della Disgrazia. Von ihm aus strahlen nach West, Süd, Nord und Ost die sekundären Gräte ab, die wiederum vielfach sich verzweigen, um endlich gegen die Tiefen des Malenk und des Masino ihr Ende zu finden. Mit fast 3700 m erreicht das Gebirge am Monte della Disgrazia (3678 m) selbst seinen Kulminationspunkt. Ein kurzer, steiler, ungemein scharfer Fels- und Eisgrat senkt sich von ihm nach Westen zum Passo di Mello, die Wasserscheide zwischen Mallero und Masino bildend. Aber schon am Monte Pioda, dem P. 3427 der Siegfriedkarte, zweigt von ihm aus ein langer Grat gen Südwesten ab, Val di Mello im Norden von Val Sass Pisöl im Süden scheidend. Dessen Endpunkt ist der Monte Arcanzo ob San Martino. Ein zweiter Hauptgrat zweigt dicht östlich des Disgraziagipfels gegen Süden ab, in wilden Felsentürmen über den Passo di Cornarossa und die Corni Bruciati bis zum Sasso

Arso und dem Passo di Scermendone reichend. In den beiden Corni Bruciati trägt er verwegene Gipfel. Er scheidet Val Pedrarossa mit dem gleichnamigen Gletscher von den Serpentinwüsten des Lago della Cassandra und Val Torreggio, und über ihn verläuft wie über den Piodagrät die Wasserscheide zwischen Mallero und Masino.

Weitaus der bedeutendste Grat des Gebirges aber läuft vom Gipfel der Disgrazia nach Osten. Er erreicht eine Länge von über 10 km und bildet von Torre Sta. Maria bis Chiareggio die westliche Talwand des oberen Malenk. Seine zahlreichen Gipfel sind auf den bisherigen Karten zum grossen Teil unbenannt. Erst die „Guida delle Alpi Retiche Occidentali“ des italienischen Alpenklubs hat vor kurzem deren Nomenklatur, allerdings nicht immer glücklich, ins Klare gebracht. Der Kamm fällt zunächst vom Disgraziagipfel ostwärts über die sog. „Punta Speranza“ zum Passo Cassandra, erhebt sich von dort zum Pizzo Cassandra und erreicht, von hier an in nördlicher Richtung vordringend, über die Cima Sassersa und den Pizzo Rachele den Passo Ventina. Von hier schwingt er sich zu dem schönen Felsmassiv von P. 2967 empor, den die Italiener Cima del Duca nennen, um dann rasch über die Bocchel del Cane am Monte Senevedo ob Chiareggio sein plötzliches, steil abgebrochenes Ende zu erreichen. Drei Gräte dritter Ordnung zweigen von diesem langen Kamme ab, der erste wenig westlich des Pizzo Cassandra, Val Cassandra und Valle Torreggio von Val Giumellino scheidend, der zweite wenig nördlich des gleichen Gipfels, Val Giumellino von der wilden Val Sassersa mit den gleichnamigen Seen trennend, der dritte endlich schwenkt nördlich des Passo Ventina vom Hauptkamm nach Osten ab, hinüber zum vielgipfligen Monte Braccia, Val Sassersa im Norden, Val Orsera im Süden begrenzend.

Der vierte Hauptgrat des Disgraziagebirges, zugleich der wildeste, in seinen Formen ungeheuerlich und phantastisch, ist der Kamm des Pizzo Ventina, der vom Disgraziagipfel direkt nach Norden läuft und die gewaltigen Gletschergebiete der Val Sissone von denen der Ventina trennt. Zwei kleinere Rippen zweigen von ihm nach Osten ab, die südliche trägt die sogenannte Punta Kennedy, die nördliche wilde, noch unbekannte Zacken und Türme.

Die Nordseite des Gebirges ist sehr stark vergletschert, die Vedretta del Disgrazia und der Ventinagletscher gehören zu den wildesten Gletschern der ganzen Alpen. An leuchtender Farbenpracht und grausiger Zerrissenheit sucht der Disgraziagletscher seinesgleichen. Die Eisgebiete der Süd- und Ostseite sind bedeutend zahlreicher, die Gletscher sind dort seit den Zeiten, da die heutigen Karten

aufgenommen worden sind, zum Teil enorm zurückgegangen. Der Pedrarossagletscher bedeckt kaum mehr die Hälfte des auf der Karte angegebenen Areals; auch der Cassandragletscher ist bedeutend geschwunden. Hingegen ist der auf der Karte unbenannte Gletscher auf der Westseite des Monte Pioda bedeutend grösser als dort dargestellt, und weiterhin sind auch die Hintergründe von Val Saspersa und Val Orsèra noch schwach vergletschert.

Die Darstellung des Gebirges auf dem Siegfriedatlas ist sehr schematisch. Von dem von Irrtümern ältesten Datums strotzenden Blatt XX der Dufourschen Karte gar nicht zu reden. Dieses hätte nach den neueren Aufnahmen wenigstens bis zu einer gewissen Brauchbarkeit revidiert werden können. Warum dies unterblieb, ist nicht ersichtlich. Auf jeden Fall ist die heutige Darstellung ein peinliches Dokument für die Revisionsbedürftigkeit unserer Karten. — Die Aufnahme, die dem Siegfriedatlas zugrunde liegt, stammt aus dem „Istituto geografico militare italiano“ in Rom. Auch sie stimmt nur in den grössten Zügen; sobald wir in Details kommen, versagt auch sie. Der italienischen Landestopographie dürfen und wollen wir aber daraus keinen Vorwurf machen, so lange deren Aufnahmen nicht besser und nicht schlechter als die unsrigen sind. Blätter wie Maloja, Splügen, Bivio, Madrisertal oder Olivone, um nur einige wenige zu nennen, stehen punkto Genauigkeit und Wahrheitstreue auf demselben niedrigen Niveau wie das italienische Blatt Chiesa. Was nach beiden Seiten hin deshalb in nächster Zeit gefordert werden muss, ist eine völlige Neuaufnahme des Hochgebirges auf photogrammetrischer Grundlage. Mit der Flickerei einer sogenannten Revision kommen wir hier nicht weiter.

Wie die Terraindarstellung, so lässt auch die Nomenklatur der Gruppe noch sehr viel zu wünschen übrig. Zum einen Teil ist dieselbe nur äusserst spärlich, zum andern in vielen Fällen bis zur Unkenntlichkeit verstümmelt. Einige kurze Worte darüber mögen daher auch hier am Platze sein.

Bemerkungen zur Nomenklatur.

Monte della Disgrazia, der Berg des Unglücks! Fürwahr ein rätselvoller Name für diesen schönsten Berg der rätischen Alpen. Der Unbefangene fragt sich unwillkürlich, in was denn diese düstere Bezeichnung ihren Grund habe. Dieselbe erscheint doppelt rätselvoll, da bis jetzt bei der doch immerhin ziemlich schwierigen Besteigung des Berges noch nie ein Unglücksfall sich ereignet hat. Der Zusammenhang wird aber sofort verständlich, wenn wir uns in die Lage der

Äpler an seinem Fuss versetzen. Von ihnen, und zwar speziell den Äplern in Val Masino, hat der Berg seinen Unglücksnamen bekommen. Ihnen erschien er je und je als der Berg des Unheils, der mit seinen Wasserfluten, seinen Rufen und seinen Lawinen ihre Alpen weithin verwüstete, ihre Hütten wegriss, Mensch und Vieh bedrohte. Das plötzliche Einsetzen gewaltiger Rufen macht in der Tat die oberen Teile von Val Masino berüchtigt. In Weilenmanns „Firnwelt“ finden wir eine lebendige Schilderung des dort oft plötzlich hereinbrechenden Unheils. Als Unglücksberg galt natürlich zunächst und auf lange Zeit hinaus der ganze Gebirgskörper, und erst in der Folge wurde dann dieser Name auch auf den höchsten Gipfel übertragen. Mir scheint, ein stolzer unnahbarer Name, geheimnisvoll und drohend wie der Berg, dem er gehört. „Monte della Disgrazia“ ist denn auch heute fest eingebürgert, und der Name, den ihm die österreichischen Topographen seinerzeit gegeben haben, sie nannten ihn, wohl auch mit Recht, den „Monte Bello“, ist verlassen.

Die beiden nächsthöheren Gipfel des Massivs, die Ausläufer des eigentlichen Disgraziakammes, sind auf den Karten wohl quotiert, aber nicht benannt. Im Westen ist es der Monte Pioda, 3427 m, im Osten die Punta Speranza, 3475? m. Der erstere Name findet sich, wenngleich an falscher Stelle, schon auf der Zieglerschen Karte. Auch diese beiden Bezeichnungen sind heute fest eingebürgert und der „Monte Pioda“ hat eine gewisse Berechtigung im Hinblick auf die darunter liegende gleichnamige Alp, er ist vielleicht sogar der ursprüngliche Name dieses Berges. Hingegen ist die Bezeichnung Punta della Speranza für den P. 3475 im Disgraziaostgrat entschieden eine falsche. Mit diesem Namen bezeichneten die ersten Disgraziabesteiger den heutigen Monte Pioda, den allein sie zuerst erreichten und von dem aus sie erkannten, dass auch dem höchsten Gipfel von dort aus beizukommen sei. Der Name Punta della Speranza gehört daher alleinig dem Monte Pioda zu, und die heutige Bezeichnung von P. 3475 ist völlig wert- und grundlos.¹⁾ Dieser Punkt hebt sich übrigens kaum vom Gipfelkamm der Disgrazia ab, er ist einfach der östlichste Gipfelturm derselben. Am besten wäre es, diesen Namen fallen zu lassen.

Sehr bezeichnend für die geologische Natur dieser Gebirgsgruppe sind die Namen Corna Rossa, Corni Bruciati, Sasso Arso. Als rote Hörner stehen sie alle auf dem leuchtenden Hintergrund des blauen Himmels, und als weithin kahlgebrannte Felsen erschie-

¹⁾ Was übrigens heute als Punta Speranza bezeichnet wird, deckt sich nicht mit P. 3475. Die Punta Speranza erreicht wahrscheinlich die Höhe von 3600 m (vergl. Tafel III).

nen sie von jeher den Älplern. Die Bergnamenforschung braucht hier nicht weit zu suchen, die rote Anwitterung der Serpentine spricht eine zu deutliche Sprache. Predarossa, wie südlich der Disgrazia Gletscher, Tal und Alpen heissen, hat denselben Ursprung. Die heutige Schreibweise ist aber falsch, denn es heisst nicht Predarossa, sondern Pedrarossa oder Pietrarossa. In der Tat sieht man dort nichts von einer Predarossa, einer roten Wiese, wohl aber riesige Haufwerke von Pietra rossa, des roten Serpentinegesteins. Die älteren Karten schreiben auch richtig Pietrarossa, so das alte Blatt XX, und von Pietrarossa reden auch Theobald und Ziegler noch in ihren Werken. Die heutige falsche Bezeichnung ist also eine neuere Errungenschaft.

In die Kategorie dieser „Corni Bruciati“ und „Sassi Arsi“ gehören auch zwei Bergnamen im oberen Malenk. Ich meine die Val Saspersa und den Monte Braccia. Saspersa ist nichts anderes als die Verstümmelung und undeutliche Aussprache von Sasso arso. Und der Monte Braccia scheint mir gar nichts mit „Braccia“, wohl aber viel mit „brücciá“ zu tun zu haben. Als ein „Monte Bruciato“ erscheint auch er, wie sein Namensvetter im Süden, schon vom untern Tale aus in grellestem Rot, und aus dem undeutlich ausgesprochenen Dialektwort „bruccià“ machten die sprachunkundigen alten österreichischen Topographen das unsinnige „Braccia“. Wie im besondern die Vokale von den alten Topographen oft ganz willkürlich verdreht worden sind, in den rauhen Kehlen dieser Älpler klingen sie allerdings auch recht verschieden, zeigt auch die Bezeichnung „Sissone“. Sissone ist gleichfalls ein „Bock“ der Topographen. Val Sissone kennt im oberen Malenk kein Mensch, der nicht die Kartenweisheit geschöpft hat. Val Sassun, das Tal der Steine, heisst es vielmehr.

Ein bisher völlig unverständliches Wort ist die Bezeichnung „Valle di Sasso Bissolo“. Die Aussprache der Älpler hilft uns auch hier auf die Spur. „Val Sass Pisöl“ heisst bei ihnen das Tal, der „Sass Pisöl“ jene mächtige Felsenstufe, über die der Talbach in wundervollen Fällen herabstürzt. „Pisöl“, das „s“ fast wie „sch“ ausgesprochen, birgt den gleichen Stamm wie das im Rätomanischen so häufig wiederkehrende „Pischa“, der Wasserfall. Der Sass Pisöl ist daher als der Fels der Wasserfälle unschwer zu verstehen, er ist es, der dank seiner markanten Gestalt dem ganzen Tal den Namen gegeben hat, eine Wendung, die man zunächst sonst hinter dem italianisierten Wort nicht sucht.

Zweifellos lassen sich diese Bergnamenstudien hier noch um Einiges vermehren, doch ist dies nicht unsere spezielle Aufgabe, und wir gehen nun über

Zur Erforschungsgeschichte des Monte della Disgrazia.

Die klassische Schönheit dieses Berges hat auch von allem Anfang an die Forscher in ihren Bann gezogen und sie mächtig gelockt, in die tieferen Geheimnisse dieser wilden Bergwelt einzudringen. Die Erforschungsgeschichte des Monte della Disgrazia ist naturgemäss enge mit der übrigen rätischen Alpen verknüpft. Von den rätischen Alpen aus erblickten unsere alten Naturforscher im Süden stets diesen gewaltigen Berg, und kein Wunder ist es, wenn derselbe daher zunächst und auf lange hinaus vom rätischen Bergland her erforscht worden ist. Escher, Studer und Theobald, dieses leuchtende Dreigestirn in der Erforschung der bündnerischen Hochgebirge, sie waren auch hier die bahnbrechenden Pioniere und lange unerreichten Meister, und in diese Ära Escher—Studer—Theobald fällt auch hier die Hauptforschung des Gebietes, die Schaffung jener unverwüstlichen Grundlage, die in ihrer grosszügigen Allgemeinheit bis heute zu Recht besteht.

Erst viel später, im Beginn der 90er Jahre des vorigen Jahrhunderts, drangen auch die italienischen Naturforscher in diese Gebirge ein. Doch hat bis heute keiner die Arbeit eines Theobald übertroffen oder auch nur entbehrlich gemacht. Weitaus der bedeutendste unter ihnen war Graf Gilberto Melzi. Ein feiner Beobachter, der speziell die Berge von Masino eingehender, als dies je zuvor geschehen, studiert hat, und dem wir auch die ersten wirklich genauen Angaben über die Hochregion des Monte della Disgrazia selbst verdanken. Die Arbeiten von Taramelli, Bolla und Bonardi sind daneben ganz ohne jeden Belang, sie fussen zum Teil einfach auf den alten Beobachtungen von Theobald. Melzi aber, der berufen schien, eine moderne geologische Erforschung dieser Gebirge in die Wege zu leiten und auch glänzend durchzuführen, ist leider früh gestorben, und seine vielseitigen und wertvollen Beobachtungen gerieten trotz ihrer ausdrücklichen Erwähnung in Suess' „Antlitz der Erde“, in Vergessenheit.

Nach diesen leider nur Fragment gebliebenen Arbeiten Melzis aus den 90er Jahren steht die Erforschung des Gebirges abermals still bis in unsere Tage hinein. Erst die Untersuchungen von Cornelius über die „Wurzelzonen des Veltlins“ und das „Disgraziainmassiv“ brachten 1915 wiederum eine Fülle neuer Resultate. Die eigentliche Disgraziagruppe jedoch, wie wir sie oben umschrieben haben, blieb auch von Cornelius zum grössten Teil unberührt und ihr Bau blieb nach wie vor eines der dunkelsten Kapitel in der Geologie der rätischen Alpen. Erst der letzte Sommer endlich brachte auch dem

Disgraziagebirge, fast 60 Jahre nach seiner ersten Erforschung durch Theobald, seine moderne geologische Aufnahme, dank welcher heute der Bau dieser Gebirge nunmehr als soweit gesichert gelten kann, dass weitere Überraschungen nicht mehr bevorstehen.

Betrachten wir nun den Gang der geologischen Erforschung der Disgraziagebirge etwas näher.

Einer der am meisten umstrittenen Punkte in der Geologie des Monte della Disgrazia war während Jahrzehnten die Frage: Gehört der Monte della Disgrazia noch zu dem ausgedehnten Granitmassiv zwischen Bergell und Masino, oder liegt derselbe schon ausserhalb jener Masse? Besteht sein Gipfel aus dem Granit oder Tonalit jenes Massivs oder aber aus dem Serpentin von Malenco? Die jüngsten Forscher, die sich zur Geologie dieser Gebirge geäussert haben, Steinmann und Cornelius, neigten 1912, wohl zum Teil in Anlehnung an Theobald und vielleicht gestützt auf vereinzelte unbestimmte Äusserungen von Melzi, zur ersteren Ansicht, und Cornelius bezeichnete nun in der Folge das Bergeller Granitmassiv kurzweg als „Disgraziamassiv“ und dessen Granit als „Disgraziagranit“. Auch ich benutzte nun später, gestützt auf Cornelius, diese Bezeichnung, bis mich eigene Beobachtungen im südlichen Fornogebiet 1917 zur Ansicht brachten, dass diese Benennung eine falsche sei. Dieselben ergaben mit Sicherheit, dass der Gipfel des Monte della Disgrazia schon bedeutend ausserhalb des fraglichen Massives liegt und dass der Monte della Disgrazia schon aus Serpentin besteht. Diese Tatsachen konnte ich seither an Ort und Stelle, anlässlich einer eigenen Disgraziabesteigung im August des letzten Jahres bis ins einzelne nachprüfen. Damit ist eine Hauptfrage der Disgraziageologie endlich unzweideutig gelöst.

Es ist nun interessant, zu sehen, wie im Lauf der geologischen Erforschung des Gebietes diese Frage stets von grosser Wichtigkeit gewesen ist, wie sie anfänglich ganz der richtigen Lösung zustrebte, welche Irrwege die spätere Forschung ging, um erst neuerdings wieder auf den richtigen Kern zu kommen.

Heute wissen wir, dass der Monte della Disgrazia aus Serpentin besteht, dass er ausserhalb des Bergeller Granitmassives liegt und dass von einer Bezeichnung Disgraziagranit oder Disgraziamassiv nicht mehr die Rede sein kann. Das wussten aber bereits vor mehr als 80 Jahren auch Escher und Studer. Schon 1839 schreiben sie in ihrer „Geologie von Mittelbündten“ von dem „Serpentin des Monte della Disgrazia“, dessen Verhältnisse zu dem „Granit von Masino“ sie zu untersuchen unternommen

hatten, dann aber in der Folge leider nicht durchführen konnten. 1851 spricht Studer in seiner „Geologie der Schweiz“ gleichfalls von den „Serpentinen des Monte della Disgrazia und von Malenko“, wiederum in ausdrücklichem Gegensatz zu den „Graniten und Syeniten von Val Masino und Bergell“. Mit Staunen und Bewunderung blicken wir wieder einmal empor zu jenen ausgezeichneten Männern, die an Beobachtungsschärfe und Unvoreingenommenheit alle späteren Beobachter bis in unsere Tage hinein weit in den Schatten stellten. Die Zugehörigkeit der Disgrazia zum Malencoserpentin erschien weiterhin bereits als gesicherte Tatsache, schildert doch auch Theobald noch 1862 in seinen „Naturbildern aus den rätischen Alpen“ den Monte della Disgrazia, „von gewaltigen Gletschermassen umgürtet, aus welchen das schwarze Serpentinestein seiner Felswände scharf hervortritt“, und noch 1865 berichtet er von dem „Malenco- oder Disgraziagestein“, trotzdem er hier bereits ausdrücklich bemerkt, dass dasselbe nur die Ostseite des Berges bilde.

1866 erscheinen Blatt XX der geologischen Karte der Schweiz und verschiedene Schriften von Theobald, und hier nun finden wir zum erstenmal den Monte della Disgrazia mit hineinbezogen in das Bergeller Granit- und Syenitmassiv. Teils aus Granit, teils aus Hornblende- oder Syenitgneis, dem heutigen Tonalit, besteht von nun an lange Jahre hindurch der Gipfel des Monte della Disgrazia, er gehört von nun an mit zum Bergellermassiv. Hier liegt der Anfang des grossen Irrtums, der über die italienischen Forscher, Bolla, Taramelli und Bonardi, später über Steinmann und Cornelius, trotz energischer, auch im „Anlitz der Erde“ zitierter, aber leider in Vergessenheit geratener Entgegnung von Melzi, dessen Arbeiten leider fast nicht mehr aufzutreiben sind, zu der verführerischen, aber leider unrichtigen Bezeichnung Disgraziagranit und Disgraziamassiv geführt hat. Wo liegt der Grund zu diesem höchst bedauerlichen Irrtum, warum hat Theobald seine sowie Eschers und Studers richtige Beobachtung angezweifelt und verlassen?

1865, das Jahr des beginnenden Irrtums, ist zugleich das Jahr der ersten unbestrittenen Besteigung des Monte della Disgrazia. Derselbe ist zwar schon 1862 von Kennedy und Stephen mit Melchior Anderegg bezwungen worden. Diese Besteigung ist aber von der darauffolgenden Partie des Zürcher Kaufherrn Siber-Gysi anhand der Zeit- und Ortsangaben stark in Zweifel gezogen worden, und zudem fehlte auf dem eigentlichen Gipfel jede Spur eines menschlichen Zeichens. Auch ein so ausgezeichneteter Kenner des Berges,

wie Graf Melzi, meinte, die Besteigung des Berges durch Siber-Gysi mit Hans Grass sei tatsächlich die erste gewesen. Wie dem nun auch sei, die Besteigung von Siber-Gysi fällt in das Jahr 1865, und seinen geologischen Angaben verdanken wir den ganzen langen Irrtum, die Zusammensetzung des Gipfels betreffend.

Siber-Gysi hat „Proben des Gipfelgesteins“ mitgenommen, dem ihm wohlbekanntem Theobald zugeschickt, Theobald hat sie untersucht und als „Syenit- oder Hornblendegneis“ bezeichnet. Dieser „Hornblendegneis“ kann aber niemals von der Spitze stammen, dieselbe besteht nur aus Serpentin. Ich zweifle nicht, dass Herr Siber Gesteine auf der von ihm erstiegenen und deshalb auch nach ihm benannten westlichen Spitze gesammelt hat. Dieselben müssen aber später, während des etwas abenteuerlichen Abstieges verloren gegangen sein. Ich vermute, Herr Siber habe sie einem seiner Begleiter in Verwahrung gegeben und dieser habe sich dann, vielleicht mit Absicht, ihrer als unnötiger Last entledigt und erst weiter unten, in der Gegend westlich des Predarossagletschers, wo die ersten Schwierigkeiten vorbei waren, durch andere Stücke wieder ersetzt. Dass er dabei statt dem Serpentin des Gipfels Tonalit erwischte, konnte der einfache Träger eben nicht beurteilen. Das war ja gleich, die Stücke stammten ja auch so noch vom Disgrazia, das mochte der Gedankengang des betreffenden Mannes gewesen sein. Und Siber-Gysi, der durch die strenge Besteigung stark mitgenommen war, erkannte wahrscheinlich den Irrtum oder den Betrug, einmal unten im Tale angelangt, wohl nicht mehr. Für einen Laien der damaligen Zeit konnten Tonalit und Serpentin, wenn sie beide gleichmässig etwas verrostet waren, nicht sehr verschieden sein, und so kam es wohl, dass Theobald ahnungslos die Stücke, die man ihm brachte, für authentische Gipfelgesteine ansah und daraus seine Konsequenzen zog. Die „Gipfelstücke“ von Siber-Gysi waren es wohl auch, die noch Cornelius und Steinmann abermals irreführten und die auch mich bis 1917 in völlige Sicherheit wiegten. Nach meiner nunmehrigen Besteigung des Berges klärt sich nun allerdings der bedauerliche Irrtum, dem Generationen von Geologen zum Opfer fielen, auf. Eine Lehre für uns alle, nichts einem Laien zu glauben, bevor man sich nicht selbst an Ort und Stelle von der Richtigkeit seiner Angaben überzeugt hat, geschweige denn auf solche Angaben hin eine geologische Karte oder gar geologische Nomenklatur zu basieren.

Die Beschreibung der Disgraziabesteigung durch Siber-Gysi im 3. Jahrbuch des S. A. C. bringt aber doch manche Bemerkung, die geeignet gewesen wäre, die Geologen stutzig zu machen. Herr Siber

spricht dort ausdrücklich davon, dass östlich des Monte Pioda das Gestein wechsle, und beschreibt dies zu wiederholten Malen. „Wir haben im Monte Pioda den düster gefärbten, einförmig grauen „Hornblendeschiefer“, der gegen den Monte Sissone... zu in Granit übergeht, zur Linken gelassen, um gleich jenseits der Forcla das prächtige röthliche „Urgestein“ anzutreffen, das Prof. Theobald mit „Syenitgneiss“ oder „Hornblendegneiss“ bezeichnet.¹⁾“ Oder weiter: „Alle Abstufungen vom zartesten Rosa bis zum tiefsten Roth, ja Schwarzroth, mit rothgelben Streifen und Flecken schimmert uns aus den nackten Gipfeln, ... entgegen, während der dunkelgrüne Talkschiefer den Felsen durchsichtig grün schimmernd bekleidet.“. Die Beschreibung trifft vollständig zu, diese Bemerkungen wurden aber übersehen, weil man ja die „sicheren“ Gipfelstücke hatte.

Der Disgraziarrtum schlich von nun an in allen Schriften Theobalds weiter. Bolla, Taramelli und Bonardi haben ihn kritiklos und bequem übernommen. Letzterer schreibt so ziemlich mit den Worten Theobalds: „È di gneiss anfibolico anche il Monte Pioda, dal quale, per gigantesche denti, si arriva al principal colosso del gruppo, il Monte Disgrazia, costituito dalla stessa roccia attraversato però da dicchi granitici.“

Was diese Irrtümer ermöglichte, war eben die Tatsache, dass kein Geologe bisher auch nur bis in die Nähe des Gipfelbaues vorgedrungen war. Conte Gilberto Melzi, der die Berge von Masino leidenschaftlich liebende junge Italiener, war es, der im Jahre 1891 als erster Geologe die Disgrazia bestieg. Ihm verdanken wir enormen Fortschritt in der Erkenntnis dieser Region und es ist unbegreiflich, wie seine ausgezeichneten Arbeiten so lange vergessen werden konnten. Melzi schreibt unter anderem schon 1892: „La salita alla vetta del Monte della Disgrazia, 3678 m, mi ha convinto che l'intiera massa della montagna è costituita da quella medesima roccia serpentinoso che forma le due vette del Corno Bruciato ...“, und weiter: „Il gneiss anfibolico comincia solo al Passo di Pioda.“ — Melzi war es auch, der die Trias der Pedrarossa, die Theobald und wahrscheinlich auch Escher und Studer schon kannten, am eigentlichen Gipfelbau wiedergefunden hat, allerdings in der Meinung, es seien wie alles andere alte archaische Gesteine.

Von Melzi bis in unsere Zeit hinein ruht die Erforschung des Gebirges abermals. Erst die umfassenden Arbeiten von H. P. Cor-

¹⁾ Eben nach den falschen Gipfelstücken Sibers!

nelius bringen neues Licht in unsere Gebirge hinein. Als Erster erkennt er das jüngere Alter des Granitmassives zwischen Bergell und Masino, gegenüber allen andern Gesteinen der Region und gegenüber vor allem der alpinen Faltung. Ein Fortschritt, der um so höher zu bewerten ist, als noch Bonardi und Melzi alle, aber auch sämtliche Gesteine der Gebirge zwischen Bergell, Malenco und Masino dem ältesten Archaikum zurechneten. Cornelius unterschied zunächst dem Alter nach wie im Oberengadin und Oberhalbstein vor-triadische Gneise und Glimmerschiefer, Trias in Form von Dolomiten und Marmoren, spätmesozoischen Grünschiefer, Amphibolit und Serpentin, dies alles in die alpine Gebirgsbildung einbezogen, und endlich als Jüngstes, alle andern Formationen durchbrechend, den „Disgraziagränit“. In dieser Gliederung, zu der ich übrigens fast gleichzeitig auch im südlichen Berninagebirge gelangte, liegt wohl der Hauptwert der Corneliusschen Arbeit, in ihr erkennen wir die feste Grundlage, deren weiterer Ausbau zu den heutigen Ergebnissen geführt hat. So hochbedeutend aber auch die Corneliusschen Resultate im allgemeinen und im einzelnen für ihre Zeit waren, zu ihrer völligen tektonischen Verwertung und zu einer restlosen Entzifferung des Gebirgsbaues kam Cornelius nicht. Die Stellung der vom Granit durchbrochenen Deckengebiete im Gesamtbau der Alpen blieb nach wie vor zum grössten Teil im Dunkeln, und für das Verständnis z. B. der Trias und Gneise der Pedrarossa, der Trias an der Cima di Vazzeda, oder der wechselvollen Gesteine des Zuges Chiareggio-Chiesa, oder schliesslich des Malencoserpentins überhaupt, war die Forschung in den Nachbargebieten eben noch nicht weit genug vorgeschritten.

Heute jedoch, wo die geologische Kartierung des benachbarten Bergells vollendet, diejenige des oberen Engadins ihrem Abschluss nahe, die weitere Erforschung des Berninagebirges und im Norden des Avers und Oberhalbsteins in vollem Gange ist, heute, wo wir die Gesamttektonik der rätischen Alpen mehr und mehr in ihrem Ganzen überblicken können, wo die Parallelisierung der bündnerischen tektonischen Einheiten mit denen des Wallis durch ungezählte neuere Funde gefestigt erscheint, heute können wir die Probleme des Disgraziagebirges von neuem an die Hand nehmen und dasselbe, nach eigenen einlässlichen Untersuchungen, die in ihren Anfängen schon auf 1912 zurückgehen, mühelos in das bündnerische Deckengebäude einfügen.

Diese Untersuchungen wurden im Anschluss an die im Auftrag der Schweizerischen Geologischen Kommission durchgeführte geologische Aufnahme des Berninagebirges und des Bergellermassives zum

weitaus grössten Teil in den Sommermonaten des vergangenen Jahres unternommen. Dabei kamen mir selbstverständlich die Erfahrungen, die ich in den letzten Jahren sowohl im Oberengadin als im Bergell bei Anlass eben jener Arbeiten gewonnen hatte, in reichlichem Masse zugut, so dass die Kartierung der Disgraziagruppe und die Enträtzelung ihrer Tektonik sehr rasch fortschritt. Die erstere wird im Zusammenhang mit der geologischen Karte des Berninagebirges veröffentlicht werden, die wichtigsten Resultate der letzteren übergebe ich hiemit der Öffentlichkeit.

Meine treue Helferin und unermüdliche Begleiterin war auch in diesen wilden Gebirgen wiederum meine liebe Frau. Ihr sei denn auch in herzlicher Dankbarkeit und zur Erinnerung an schöne und ernste Stunden, die wir in jenen Bergen erlebt, diese Studie gewidmet.

Viel beigetragen zur Verschönerung der vorliegenden Arbeit hat mein einstiger Lehrer, Herr Prof. Alb. Heim. Seiner Meisterhand entstammen die beiden prachtvollen geologischen Ansichten der Disgrazia, Tafel II u. III. Er hat dieselben in edler Begeisterung für diesen Prachtsberg eigens für mich gezeichnet. Ich danke ihm herzlich dafür.

In hohem Masse wurde mir meine Arbeit erleichtert durch das ausgezeichnete Entgegenkommen der italienischen Behörden und die Liebenswürdigkeit der Bevölkerung. Ihnen beiden hiefür meinen herzlichsten Dank auszusprechen, halte ich für eine Ehrenpflicht.

*

Tektonische Gliederung.

Das Disgraziagebirge zerfällt in folgende tektonische Einheiten:

1. die Margnadecke,
2. die Surettadecke,
3. das Bergellermassiv.

Margna- und Surettadecke sind die Vertreter der beiden obersten penninischen Decken der Westalpen. Sie gliedern sich in vortriadische altkristalline und mesozoische Komplexe, daneben in Gebiete des eigentlichen Deckenlandes und solche ihrer Wurzelzonen, sie zeigen die reiche alpine Schichtenreihe und die komplizierten Wirrnisse der alpinen Faltung, das Bergellermassiv hingegen erscheint als unbewegter und in seinen Gesteinen fast einheitlicher riesiger Fremdkörper im Bau dieser Gebirge. Es bildet den tektonisch einfachsten Teil derselben.

Wir betrachten daher zunächst

Das Bergellermassiv.

Dasselbe reicht nur mit seinem Südostrande noch in die Disgraziagruppe hinein. Seine grösste Entwicklung erlangt es jenseits Valle di Mello in den Bergellerbergen, die sich zwischen Masino und Bergell als gewaltige selbständige Gebirgsmasse auftürmen. Die Gesteine sind dabei zum grössten Teil dieselben wie dort, sie sind soweit bekannt, ich brauche sie nicht mehr zu beschreiben. Granit, Tonalit und Diorit in verschiedenen Modifikationen. Hervorzuheben ist das starke Überwiegen der Tonalite in der Disgraziagruppe. Die Kette des Monte Arcanzo und der Monte Pioda bestehen fast völlig aus Tonalit. Derselbe ist hie und da über grössere Strecken so stark parallel struiert, dass der Ausdruck „Hornblendegneis“ der älteren Autoren ganz verständlich wird. Der Zusammenhang und zahllose Übergänge in reinen massigen Tonalit und endlich in den groben Bergellergranit zeigen uns aber, dass wir es auch in diesen gneisartigen Gesteinen immer noch nur mit strukturellen Modifikationen der jungen Eruptivgesteine zu tun haben. Bemerkenswert sind ferner schön porphyrtartige Tonalite mit grossen roten Orthoklasen.

Die Grenzen des Massivs gegen seine Umgebung sind im allgemeinen sehr scharf und bei einer aufmerksamen Begehung des Gebietes ungemein leicht zu erkennen. Aus der Gegend der Cima di Rosso im Fornogebiet konnten wir sie schon 1917 bis zum Disgraziakamm genauer verfolgen, und vom Piano di Pedrarossa nach Süden hat sie Cornelius gezeichnet. Von der Cima di Rosso, an deren Nordgrat die letzten Fetzen und Schollen der Hülle kleben, springt der Tonalit weit nach Osten vor, grosse Partien der östlichen Gräte der Cima di Vazzeda bildend. In kompakten Massen erreicht er den Hintergrund von Val Sissone. Dort baut er die letzten noch unter der Vedretta del Disgrazia auftauchenden Felswände auf, und weithin stechen dort die grauen massigen Wände des Tonalits von den schwarzen Amphiboliten der Hülle ab. In der Folge verdeckt die wild zerrissene Eismasse des Disgraziagletschers die Grenzregion. Im Osten besteht der wilde Kamm des Pizzo Ventina bereits völlig aus Malencoserpentin, im Westen sehen wir den ganzen Kamm zwischen Monte Sissone und Monte Pioda schon zum weitaus grössten Teil aus Tonalit bestehen. Einzelne Schollen von Gneisen, Glimmerschiefern und Triasgesteinen sind darin eingeschlossen. So finden wir eine ganze Anzahl von Schollen und Lappen altkristalliner Schiefer an P. 3105, eine weitere am Ostfuss von P. 3211, die grösseren Triasmassen nördlich davon, wo auf der Karte östlich des Monte



Monte della Disgrazia

R. Staub beob. Juli 1917

gesehen von NW, Grat südlich von Cima di Rosso

B = Bergellermassiv (Tonalit), M = Margna-Decke, S = Serpentin, T = Trias, K = Altkristallin

Sissone drei Felsköpfe im Gletscher angegeben sind, und östlich unter dem Sissonegletscher. Diese Schollen teilen wahrscheinlich die Tonalitmasse zwischen Cima di Rosso und Monte Pioda in zwei grössere Lappen, die in Form mächtiger Apophysen weit in die umgebenden Gesteine eindringen (s. Tafel IV, pag. 134).

Die Verhältnisse in der Nordwand des Monte Pioda sind bereits bekannt. Die Tonalitgrenze zieht dort steil, beinahe senkrecht, zum ersten Felskopf östlich des Piodasattels empor. Gneis, Trias und Serpentin werden dadurch nacheinander abgeschnitten. Die nähere Untersuchung dieser hochinteressanten Kontaktstellen dürfte aber fast ausgeschlossen sein, hiesse doch deren Studium den Geologen auf bis zu 60° geneigten Eishängen arbeiten. Das Wichtige sieht man bei guter Beleuchtung von unten, und für Detailstudien gibt es anderswo ungefährlichere und ergiebigere Stellen.

Auf der Südseite des Pioda-Disgraziagrates reicht der Pedrarossagletscher bis zum Kamm hinauf (vergl. Taf. III). Westlich des Piodasattels besteht der Monte Pioda ganz aus Tonalit, gegen Osten reicht derselbe noch ein Stück weit gegen die Disgrazia hinauf, bis zum ersten markanten Felskopf am Fuss des eigentlichen Disgraziagrates. Südlich folgt Eis und Schnee der steilen Firnhänge, die sich von der Disgrazia zum oberen Pedrarossagletscher hinabziehen. Weit springt nun, auch auf der Karte als solcher gezeichnet, ein mächtiger Felssporn vom Disgraziagipfel, d. h. von der Siber-Gysispitze, in den Gletscher vor. Für den Besteiger des Berges ist dieser Sporn von grösster Wichtigkeit, da sich auf ihm die gegebene Aufstiegsroute bewegt. Ich nenne ihn, da er auch geologisch sehr wichtig ist, den „Disgraziasporn“. Wenig südwestlich seinem unteren Ende schaut mitten aus dem stark zerschrundeten Eisfall eine kleine Felseninsel hervor. Zwischen ihr und dem Fuss des Disgraziasporns verläuft nun weiter die Tonalitgrenze. Die Felseninsel besteht ganz aus grauem, festem, massigem Tonalit, der Fuss des Spornes hingegen zeigt nur noch zwei grössere Gänge, und zwar wenig schiefe Lagergänge von Tonalitgesteinen in einer Hauptmasse von Gneisen und Glimmerschiefern, und diese gehören bereits der Hülle des Massives an. Auch weiter hinauf gegen den Disgraziagipfel ist kein Tonalit mehr zu sehen. Hingegen besteht nun die ganze westliche Begrenzung des Pedrarossagletschers bis unter die Capanna Cecilia hinab aus zum Teil ganz prachtvollem, völlig massigem Tonalit. Derselbe bildet, allerdings zusammen mit gewöhnlichem Bergellergranit, die ganze Kette zwischen Valle di Mello einerseits, Val Pedrarossa und Val Sass Pisöl anderseits. In den ausgedehnten nackten Fels-

revieren ob der Capanna Cecilia finden sich darin eine ganze Anzahl Gneis- und Glimmerschieferschollen, die schon aus der Ferne durch ihre rostbraune Farbe auffallen. Auf dem Wege zur Disgrazia habe ich ob der Hütte deren vier gezählt, neben zahlreichen kleineren, und eine weitere solche Scholle liegt gerade unmittelbar unter der Hütte, dort, wo die Wegmarkierung über ein schmales Felsbändchen wieder in die Höhe leitet. Zweifellos sind in dieser Kette noch manche solche Schollen altkristalliner Gesteine vorhanden, ich habe ihnen aber, nachdem ich sie im Prinzip festgestellt hatte, nicht mehr besondere Aufmerksamkeit geschenkt.

Verfolgen wir nun die Grenzen des Massivs vom Ende des Pedrarossagletschers weiter nach Süden. Die Felsen westlich des Baches, der von der Capanna Cecilia herkommt, bestehen noch alle aus Tonalit, hie und da mit kleineren Schollen von Epidotfelsen durchsetzt. Östlich davon ragt aus den gewaltigen Serpentinmoränen des Gletschers nochmals eine kleine Tonalitmasse auf. Die nächsten Felsen östlich derselben, jenseits des Baches, der aus der Gegend von P. 2626 herkommt, bestehen jedoch aus Serpentin. Weiter verhüllen Bergstürze und Moränen bis zum Piano di Pedrarossa den Kontakt. Am Piano di Pedrarossa finden wir ihn wieder, entlang dem Ostrand dieses alten Seebeckens; in Form von Gängen und Apophysen dringt hier der Tonalit in seine Umgebung ein. Südlich der gleichnamigen Alp folgt die Massivgrenze zunächst dem tiefeingerissenen Bett des Talbaches. Sie überschreitet ihn an einigen Stellen ein wenig gegen Süden hin und erreicht, dann in der Hauptsache wieder nördlich des Baches bleibend, den am weitesten nach Westen vorspringenden Sporn zwischen den Bächen südöstlich der Alphütten von Sass Pisöl. Der ganze Sass Pisöl besteht somit aus Tonalit, über ihn führt der Weg zu den Alpen von Foppa und Pedrarossa hinauf. In der Gegend der Alp Sass Pisöl jedoch überschreitet nun der Tonalit den Talbach definitiv. Die nächsten Felsen des Südufers bestehen bereits auch aus Tonalit, und derselbe hält nun überall im Bachbett an bis hinaus nach Cattaeggio. Vom Piano di Pedrarossa an verläuft also die Massivgrenze im grossen Ganzen wie sie auch Cornelius angegeben hat.

Damit haben wir die Grenzen des Bergellermassivs in der Disgraziagruppe umschrieben. Dieselben können nun heute vom obersten Val Codera über die Bondasca, das Bergell, die Forno- und Disgraziagruppe bis hinab ins Val Masino als genau verfolgt und kartographisch festgelegt gelten.

Noch unerforscht ist die ganze Westgrenze des Massivs in Val Codera und seine Beziehungen zu den Gesteinen von Novate, dessen Abgrenzung in Valle dei Ratti und weiter im unteren Masino. Die weitere Erforschung dieser italienischen Teile des Massivs hat hier noch schöne, wenn auch ungemein schwierige Ziele.

In der Disgraziagruppe treten Gneise und Glimmerschiefer des altkristallinen Grundgebirges, Triassedimente und endlich der Serpentin von Malenco an den Tonalit des Bergellermassivs heran. Welchen tektonischen Einheiten gehören diese Serien im Einzelnen aber an? Zur Entscheidung dieser Frage müssen wir nun zunächst den Bau der eigentlichen Disgraziagruppe, d. h. der Gebiete ausserhalb des Bergellermassivs eingehender studieren. Dabei beginnen wir mit der tiefsten im Gebiet zwischen Masino und Malenco entblösten tektonischen Einheit. Das ist

Die Surettadecke.

In gewaltigen Massen ziehen die altkristallinen Schiefer dieser Decke von den Surettastöcken im Hintergrund von Schams durch das ganze Avers hinein ins Bergell, unter sich die enggepressten Reste der Splügentrias, über sich das mächtige Mesozoikum des Avers. Ortho- und Paragesteine, Amphibolite und Prasinite des altkristallinen Grundgebirges, Schiefer und Quarzite des Karbons und Perms, Quarzite, Dolomite, Kalke und Marmore der Trias, und endlich die gewaltige Masse der Bündnerschiefer mit ihren mannigfachen Ophiolithen, das ist die normale Schichtreihe der Surettadecke zwischen Schams und Bergell. Die typische Trias in Form von Quarziten und Dolomiten nimmt dabei allmählich gegen Süden an Mächtigkeit ab, und an die Stelle der Bündnerschiefer treten mehr und mehr gewaltige Massen von Ophiolithen. Schon im oberen Bergell sehen wir die quarzitische Trias und die Dolomite oft bis auf Bruchteile von Metern reduziert, und die Bündnerschiefer treten an Masse gegenüber den Ophiolithen ganz zurück. Die Ophiolithe bilden hier im Süden mehr und mehr eine einheitliche Masse, die sich gegen Norden vielfach mit den Bündnerschiefern verfigert und im Süden dieselben ersetzt. An die Stelle des normalen Profils: Gneis-Trias-Bündnerschiefer tritt hier im Süden die Serie Gneis-Trias-Ophiolith (vergl. Fig. 1, pag. 148).

So liegen die Verhältnisse, wo die Surettadecke oberhalb Vicosoprano das Bergell quert. Jenseits dieses Tales stösst dieselbe schief an die Ausläufer des Bergellermassivs. Am Piz Murtaira wird

die ganze Decke vom Bergellergranit abgeschnitten, und weiter nördlich tauchen am Piz Salacina die letzten Surettagesteine flach nach Osten unter die altkristallinen Schiefer der nächsthöheren tektonischen Einheit, der Margnadecke. Östlich des Bergells verschwindet daher die Surettadecke als solche für kurze Zeit völlig. Ihre Spuren aber lassen sich in Form einzelner Schichtglieder oder auch ganzer Schichtenpakete oder -Profile noch weit in den Granit hinein verfolgen, und diese Spuren sind es auch, die uns von der Bergeller Surettadecke sicher hinüberleiten zu den isolierten Gneis-Trias-Ophiolithserien des Fornogebietes und von Malenco. Speziell die Trias ist es, die sich in mehreren grösseren Schollen fast ununterbrochen vom Bergell über die Punta di Murtaira ins Fornotal, und von dort zusammenhängend über den Monte del Forno, den Monte Rosso und die Cima di Vazzeda bis zum Nordfuss der Disgrazia verfolgen lässt. Dass diese Reihe von Triasvorkommnissen zwischen Bergell und Disgrazia wirklich die vom Granitmassiv zwar an vielen Stellen durchbrochene Surettatrias darstellt, dass die darunter und dazwischenliegenden Gneise die Surettagneise, die darüberliegenden Bündnerschiefer, Amphibolite und Serpentine die Fortsetzung des Mesozoikums von Avers und Val Maroz sind, das glaube ich vor drei Jahren an dieser Stelle genügend dargetan zu haben und dies wird auch aus der eben erscheinenden geologischen Karte der Val Bregaglia ohne weiteres ersichtlich sein. Gneise, Trias, Bündnerschiefer und Ophiolithe der Surettadecke sind also vom Bergell aus bis in die Disgraziagruppe hinein bereits nachgewiesen, und es bleibt uns nur noch übrig, ihre dortige nähere Verbreitung und ihren Anteil am Bau dieser Gebirge klarzustellen.

Die Surettadecke der Disgraziagruppe zerfällt im allgemeinen in drei voneinander gut geschiedene Teile: die Gneise und Glimmerschiefer des Altkristallins, die Quarzite, Dolomite, Kalke und Marmore der Trias und endlich, an Stelle der Bündnerschiefer, den Malencoserpentin, samt seinen Begleitgesteinen. Der Serpentin ist das mächtigste und auch orographisch bedeutendste Glied dieser Schichtreihe, er baut den grössten Teil des ganzen Gebirges auf. Der Serpentin ist es auch, den wir ohne Unterbrechung in die Amphibolite der Fornokette und damit in die Grünschiefer von Casaccia und Val Maroz hinüberziehen sehen, und der auf diese Weise die lückenlose Verbindung mit der Surettadecke des Bergells herstellt. In den Gneisen und der Trias ist dieselbe vielfach durch die

Eisbedeckung maskiert, doch lässt ihre gegenseitige Lage gar keinen Zweifel an ihrem Zusammenhang.

Die Surettadecke der Disgraziagruppe zerfällt aber auch tektonisch in verschiedene Teile. Da ist zuerst zu nennen die eigentliche Kernmasse der Decke, die ohne Unterbruch zusammenhängt mit den Deckenteilen im Fornogebiet und im Bergell. Dahin gehört weitaus der grösste Teil des eigentlichen Hochgebirges um die Disgrazia selbst. Im Grossen bildet die ganze Deckenmasse hier ein gewaltiges Gewölbe, indem nördlich der Disgrazia deren Gesteine generell nach Norden, südlich derselben hingegen nach Süden fallen. Es ist dies nichts anderes als die gewaltige Wölbung der Deckenscheitel, die sich durch die ganzen Alpen zieht, das Wurzelland im Süden vom Deckenland im Norden scheidend. Das Ganze sinkt, zum Teil stark überkippt, axial gegen Osten. Auf diese Weise verschwinden an der Disgrazia die altkristallinen Gesteine und die Trias der Decke alle rasch unter der mächtigen Hülle des Serpentin, und derselbe baut als gewaltige Carapace der Decke den Hauptteil des ganzen mittleren Malenco auf. Aus dieser Hüllmasse nun treten aber an verschiedenen Stellen, teils infolge von sekundären Faltungen, teils als Folge brusker Flexuren der Falten- und Deckenachsen im Streichen, die altkristallinen Gesteine der Suretta samt deren Trias in Form von Fenstern wieder hervor. Ein solches Fenster erkannte ich bereits 1915 in dem Gneis-Triasgebiet von Lanzada, zwei weitere, die möglicherweise zusammenhängen, fand ich letzten Sommer längs dem Südrand der Gruppe nördlich Val Torreggio. Eine besondere Besprechung endlich erfordern die Verhältnisse im nördlichen Teil der Gruppe, wo unsere Serpentine in komplizierter Weise mit den Gesteinen der hangenden Margnadecke verfaltet sind.

Wir beginnen mit der zusammenhängenden Hauptmasse der Decke und betrachten nun zunächst

Das Altkristallin und die Trias der Surettadecke am Westrand des Disgraziastockes.

Diese Zone bildet überall das normale Liegende der Serpentine von Malenco. Deren Basis ist

das altkristalline Grundgebirge.

Infolge der postalpinen Intrusion des Bergellermassivs bilden dessen Gesteine in der Disgraziagruppe nicht mehr die gewaltigen Komplexe wie nördlich des Bergells und im Avers. Die Hauptmasse derselben liegt aufgelöst im Granit, und nur schmale Streifen der

allerobersten Teile dieses Altkristallins sind heute zwischen den Tonaliten des Massivs und der normalen Trias der Decke noch zu sehen.

Bis unter den Monte Pioda am Nordfuss des Disgraziastockes haben wir diese Gneisvorkommnisse schon 1917 verfolgt. Heute kennen wir sie bis hinab in die Wurzelzone.

Auf dem Disgraziagrät östlich des Piodasattels stösst der Tonalit, soweit man dies von der Disgraziaaufstiegsroute aus sehen kann, direkt an die Trias. Die liegenden Gneise folgen erst weiter unten gegen den Fuss der Nordwand des Berges. Am Pedrarossagletscher, beim Aufstieg zum Monte della Disgrazia, treffen wir sie wieder. Der unterste Teil des Disgraziaspornes besteht daraus. Wahre Orthogneise wie diejenigen von Vicosoprano fehlen. Solche sind aber bis jetzt auch an der Cima di Vazzeda, am Monte Rosso und Monto del Forno nicht bekannt, sie können daher auch an der Disgrazia nicht erwartet werden. Zudem verschont hier der Bergellertonalit nur knapp 100 m des ganzen Surettakristallins, nur dessen obersten Teile, und in diesen fehlen die Orthogesteine auch schon nördlich des Bergells und im Avers, wo die Verhältnisse ja sonst normale sind; dieselben stellen sich erst tiefer im Deckenkerne ein. Die Hauptmasse des Kristallins an der Disgraziarippe bilden braune Glimmerschiefer, die zum Teil allerdings stark vom Tonalit her injiziert sind, vom Typus derer von der Vazzeda oder vom Monte Rosso, mit Biotit, Granat, Sillimanit, mit kleinen Lagen von Amphiboliten, hie und da auch quarzitischen Lagen; gegen oben folgen auch schwarze graphitische Phyllite. Zwei grössere Tonalitgänge dringen hier in diese Paraserie ein. Dieselbe, völlig ununterscheidbar von der kristallinen Serie des Grates zwischen Cima di Rosso und Cima di Vazzeda, baut den untersten Steilabsturz des Spornes auf, bis zu jener kleinen Terrasse, wo die Trias einsetzt. Die obere Grenze des Kristallins folgt ungefähr dem steilen Eiscouloir, das ob diesem untersten Absatz nach Südosten hinunterführt. Der Fuss des nächsten Spornes, der bereits östlich des Disgraziagipfels seinen Ursprung hat, besteht gleichfalls noch aus diesem Kristallin. Dasselbe hebt sich dank seiner Feinschieferigkeit und dunklen Rostfarbe deutlich von der darüberliegenden weissen Trias und den heller braunen kompakteren Serpentin ab. Südlich dieses zweiten Spornes folgt ein gewaltiger Eisbruch; die nächsten Felsen sind schon Serpentin, und das Kristallin liegt dort bereits unter dem Gletscher begraben.

Nördlich vom Disgraziakamm fallen diese kristallinen Schiefer im allgemeinen nach Norden, südlich desselben aber zunächst schwach, dann stärker nach Süden, mit gleichzeitigem starkem Axialgefälle

M^{te} Pioda
W

Gh^{io} di Pedrarossa

3678

„P^{ta} Speranza“

3475

E



Vierteljahrsschrift d. Naturf. Ges. Zürich. Jahrg. 66. 1921.

Taf. III.

Corno Bruciato

P=Passo Corno Rosso

R. Staub beob. Juni 1920

Monte della Disgrazia

gesehen von Süd. vom Corno Bruciato. B = Bergellermassiv (Tonalit), S = Serpentin, T = Trias, K = Altkristallin

gegen Osten. So kommt es, dass schon am zweiten Sporn südlich der Disgrazia das Surettakristallin so rasch in der Tiefe verschwindet. Das ist aber keineswegs das südliche Ende desselben oder gar der ganzen Surettadecke. Seine Fortsetzung liegt nur unter dem Gletscher und seinen riesigen Moränen, dann weiter unter den Alluvionen des obersten Talbodens von Averta und den Bergsturztrümmern der oberen Pedrarossa begraben, vielleicht wird dieselbe stellenweise auch vom Tonalit gänzlich abgeschnitten. Gegenüber Averta aber taucht das Surettakristallin von neuem unter dem Serpentin empor, in analoger Stellung wie an der Disgrazia und wie dort zusammen mit der Trias. In zwei spitzen, nach Süden schauenden Keilen dringt hier das Altkristallin weit in Trias und Serpentin ein, analog den im Norden gegen Norden vorgestossenen Vorfalten in der Disgrazianordwand oder an der Cima di Vazzeda hier eine gegen Süden blickende Rückfalte bildend. Deren Scharniere sind auch im Serpentin noch gut zu sehen (s. Tafel V, Profil 3).

Von Averta weg zieht nun unser Gneis ununterbrochen dem Ostrand des Piano di Pedrarossa entlang zum Steilabsturz des Sass Pisöl, oft mit kleineren Amphibolitzügen, so östlich der Alp Pedrarossa. Von dort aber schiesst er, nur hie und da durch den Tonalit unterbrochen, dabei immer schmaler werdend, beinahe senkrecht in die Tiefe hinab zur Alp Sass Pisöl. Dort habe ich den Surettagneis an den ersten Felsen östlich der Alp zum letzten Mal gefunden.

Am Zusammenhang aller dieser Gneisvorkommnisse und deren Zugehörigkeit zur Surettadecke kann gar kein Zweifel sein, bilden dieselben doch überall das normale Liegende der Trias und des Serpentin und lassen sie sich nun doch vom Bergell weg in stetem Zusammenhang bis in die steilgestellte Wurzel verfolgen. Cornelius rechnete diese Gneise seinerzeit zur „Rätischen Decke“ und nahm an, dass dieselben um das Ende des Sasso Arso herum in die Wurzelzone dieser Decke einschwenken, er glaubte ferner dieses merkwürdige Abschwenken dem mechanischen Einfluss der Intrusion zuschreiben zu müssen. Unsere heutigen Erfahrungen nun, nach denen die Surettagneise mit Sicherheit vom Bergell weg bis in die Disgraziagruppe hinein fortsetzen, sowie die genauere Untersuchung der Gegend zwischen Disgrazia und Alp Sass Pisöl, schliessen aber jede Zugehörigkeit der Gneise, Glimmerschiefer und Amphibolite der Pedrarossa, von denen der Disgrazia selbst gar nicht zu reden, zur „Rätischen Wurzel“ oder „Rätischen Decke“ vollständig aus.

Über den Surettagneisen folgt überall am Westrand der Disgrazia wie im Bergell und im Fornogebiet die normale

Trias der Surettadecke.

Wir fanden sie 1917 in der Nordwand des Berges, wir finden sie nun gleichfalls als kleinen, vom Tonalit noch verschonten Rest auf dem Disgrazia-Piodagrat, wir finden sie wiederum in typischer Zusammensetzung beim Aufstieg zur Disgrazia über den altkristallinen Schiefen des Disgraziasporns, die Serpentine des Disgraziagipfels unterteufend, und sehen sie von dort als leuchtendes Marmorband zwischen Altkristallin und Serpentin weiter nach Süden ziehen (s. Taf. III). Am nächsten Sporn finden wir die Trias von neuem, stets zwischen Gneis und Serpentin, dann verschwindet sie samt den Gneisen unter Eis und Schutt bis hinunter nach Averta. Dort taucht sie mit den Gneisen wieder auf und ist nun von hier bis Alp Pedrarossa fast ohne Unterbruch aufgeschlossen. Südlich Alp Pedrarossa stellt sie sich steil wie die nördlich anschließenden Gneise und schießt wie dieselben südlich des Pedrarossabaches als immer schmaler werdendes Band in die Tiefe. Auf der Höhe von Alp Foppa, aber südlich des Baches, in der Gegend unter den dortigen Kalköfen, wird dieser Triaszug vom Tonalit abgeschnitten. Er erscheint jedoch, was für die ganze Deutung der Tektonik dieser Gebirge sehr wichtig ist, noch einmal viel tiefer unten, und zwar in den Paragneisen südöstlich der Alp Sass Pisöl. Dort sehen wir die Surettatrias zum letztenmal, mit 70—80° steil nach Süden fallend, in zwei bis drei Zügen dem Surettagneis eingekeilt. Das Ganze wird südlich begrenzt durch Serpentin und Amphibolit, und endlich die altkristallinen Gesteine der Margnawurzel. In der Gegend der Alp Sass Pisöl muss diese mesozoische Serie vom Tonalit abgeschnitten werden, wenigstens treten weiter westlich die kristallinen Schiefer der südlich anschließenden Margnawurzel in direkten Kontakt mit demselben.

Die Gesteine dieses Zuges sind ähnlich denen der Cima di Vazzeda. Quarzite des Buntsandsteins sind hie und da vorhanden, zum Beispiel östlich der Alp Pedrarossa und bei Averta, sind aber wenig mächtig und können auch ganz fehlen. Genau wie im Bergell. Der kalkig-dolomitische Haupthorizont der Trias hingegen ist fast durchgehends vorhanden. Einzig in der Gegend östlich Averta scheint auch er für kurze Zeit einer Schisteslustréfacies zu weichen, die stark an analoge Gesteine aus dem Lavinaircrusch im oberen Bergell erinnert. Dieser kalkig-dolomitische Haupthorizont

nun zeigt die schönsten Kontaktmetamorphosen überall da, wo der Tonalit in die Nähe der Trias oder gar in dieselbe vordringt. Hauptprodukte derselben sind einesteils grobkörnige weisse reine Dolomitmarmore, ähnlich denen der Cima di Vazzeda, oder aber feinere, sich sandig anfühlende Kalkmarmore mit allen möglichen Silikaten. Die erstere Varietät leuchtet schon von weitem aus der Umgebung hervor, sie finden wir als helles Band an der Disgrazia selbst, die zweite Varietät ist im Süden mehr verbreitet, an der Pedrarossa und am Sass Pisöl. Von Gesteinen intensiverer Kontaktwirkung sind Granat- und Pyroxenmarmore sehr häufig, ich kenne solche von der ganzen Strecke zwischen Disgrazia und Alp Sass Pisöl. Die Trias dieser letzteren Lokalität ist mit Humitmineralien und Spinellen ganz erfüllt. Die schönsten Kontaktstellen jedoch finden sich zwischen Alp Pedrarossa und dem Keil von Averta. Besonders an letzterer Lokalität ist die Kontaktmetamorphose ganz prachtvoll entwickelt. Da finden wir, wie im Lavinaircrusch und in den Tobeln ob Cadferret im oberen Bergell, die ganze Trias in hochmetamorphem Zustande; alle Übergänge von reinen Marmoren über grobkörnige Silikatmarmore bis zu den wunderbarsten massigen Kalksilikatfelsen finden sich hier auf kleinstem Raume beisammen. Von Silikatmarmoren sind besonders zu erwähnen jene herrlichen reinweissen Tremolitmarmore mit grossen roten und gelben Granaten, die wir vom Lavinaircrusch her kennen; von Kalksilikatfelsen prachtvoll grün und rot in allen Nuancen gefleckte Diopsid-, Granat- und Titanitgesteine. Leider reichte mir weder Zeit noch Kraft, mitten in der anstrengenden Tour der Disgraziabesteigung, die ja in erster Linie der Erforschung des grossen Ganzen galt, dort grössere Sammlungen zu machen. Eine eingehende Spezialuntersuchung dieser Vorkommen dürfte sich aber entschieden lohnen.¹⁾

Über der kalkig-dolomitischen Trias finden sich endlich, nicht überall, aber oft, hochmetamorphe, kalkfreie, glimmerreiche, oft hornblendehaltige Phyllite, die ich vorderhand für Äquivalente der

¹⁾ Am 4./5. August hatten wir den Cengalo und den Badile von Val Porcellizzo aus erstiegen, am 7. August stiegen wir von den Bädern in Val Masino zur Ceciliahütte, am 8. August 1920 führten wir die Disgraziabesteigung bei herrlichem Wetter durch und kehrten am selben Tage, allerdings erst in dunkler Nacht, und schwer beladen in die Bäder zurück. Dabei wurde neben der touristischen Besteigung auch noch die geologische Untersuchung durchgeführt. Der 10. August sah uns bereits in Val Malenco, der 11. auf der Capanna Marinelli, der 12. auf Piz Tremoggia und Sasso d'Entova im Berninagebiet. Dies nur zur Illustration der oft neben der geologischen Untersuchung hergehenden beträchtlichen physischen Leistungen.

Quartenschiefer halten möchte. Sie finden sich zum Beispiel am Disgraziasporn zwischen Dolomit und Serpentin, resp. dem Amphibolit, der oft am Serpentinrand auftritt. Mit den liegenden Gneisen haben diese Gesteine nichts zu tun, sie sind im normalen Verband mit der dolomitischen Trias. Am Keile von Averta folgt direkt über der allerdings dort kaum metermächtigen Trias —, sie ist nur durch eine winzige Quarzitbank und eine schmale Schicht Silikatmarmor vertreten —, eine schmale Zone von amphibolitisiertem Prasinit und dann sofort der Serpentin. Die kalkige Trias ist also hier das normale Liegende des Serpentin, sie zeigt auch, gerade bei Averta, deutliche Kontaktmetamorphose am Serpentin, doch ist dieselbe abermals überprägt von der gewaltigen jüngeren Metamorphose des Tonalits.

Der Bau der Triaszone Disgrazia-Sass Pisöl ist keineswegs so einfach, wie die ruhige Lagerung dies andeuten möchte (vergl. Tafel V, Prof. 3). Wohl liegt an vielen Stellen die Trias direkt unter dem Serpentin, normal zwischen Serpentin und Gneis. An zahlreichen Stellen aber sehen wir die Triasgesteine in Form langer Züge auch in die Gneise selbst eingeklemmt. Weitaus der grösste Teil des gesamten Triaszuges ist gedoppelt. Der untere Teil liegt im Gneis, der obere zwischen Gneis und Serpentin. Am Disgraziasporn sehen wir unter der normalen Triasbedeckung des Altkristallins, wenige Meter unterhalb derselben, abermals einen Keil von hochmetamorphen Karbonatgesteinen in den Schiefen erscheinen. Derselbe keilt nach Süden rasch aus. Am nächsten Sporn sehen wir dasselbe deutlicher, auch hier ist die Trias doppelt, und gehen wir zurück nach Averta und Pedrarossa, so sehen wir Ähnliches. Gegenüber Averta wird der Fuss der Gneisfelsen von flachliegenden silikaterfüllten Triasmarmoren aufgebaut, darüber folgt der Surettagneis, im Norden ohne Unterbrechung bis zur oberen Triasbank und zum Serpentin hinaufreichend, im Süden durch einen kurzen dritten Triaskeil in zwei Keile zerschlitzt. Deren Umbiegungen sind deutlich zu sehen. Südlich der Alp Pedrarossa jedoch, in der Gegend der Kalköfen, konnte ich nur noch den einen oberen Zug erkennen, der untere scheint wenig südlich der Alp auszuweichen. Hingegen ist die Trias der Alp Sass Pisöl abermals in mehreren Zügen in den Gneis eingeschaltet.

Im grossen Ganzen bildet der obere Triaszug einen durchgehenden Horizont zwischen Gneis und Serpentin, im Einzelnen jedoch kann derselbe auch fehlen, und die Surettagneise geraten dann in direkte Berührung mit dem Malencoserpentin. Verhältnisse, die

genau denen entsprechen, die wir aus den Gebieten der Margnadecke am Piz Lunghin oder am Silsersee kennen. So sehen wir zum Beispiel östlich der Triaslinsen der Alp Sass Pisöl die Surettagneise in unmittelbarem Kontakt mit den mesozoischen Grüngesteinen treten, und so fehlt auch östlich des Piano di Pedrarossa hie und da diese obere Trias. Sie stellt sich aber immer wieder ein, so dass auch hier im Grossen das normale Profil Gneis-Trias-Ophiolithe zu Recht besteht. Axial fällt die Trias stets steil nach Osten unter die Ophiolithe, an manchen Orten steht der Kontakt sogar völlig senkrecht.

Gneise und Trias der Surettadecke reichen somit vom Bergell über das Fornotal, die Cima di Vazzeda und den Monte della Disgrazia bis hinab ins oberste Val Sass Pisöl, wo sie steil zur Tiefe sinken. Auf der ganzen Strecke vom Bergell weg bis zum Sass Pisöl bilden sie die Unterlage der Bündnerschiefer und Ophiolithe der Surettadecke, in der Disgraziagruppe im Besonderen die normale Unterlage des Malenkoserpentins. Am Monte della Disgrazia selbst erreichen Gneise und Trias ihren tektonischen Höhepunkt, von dort sinken sie nach Norden und Süden. Jenseits der Alp Pedrarossa stellen sie sich steil und schiessen wurzelartig in die Tiefe. Westlich Alp Sass Pisöl werden sie vom Bergellermassiv schief durchschnitten und aufgezehrt. Eine direkte Fortsetzung dieser schmalen Wurzelzone der Suretta gegen Westen existiert daher nicht, dieselbe muss, zum mindesten in Schollen aufgelöst, im Tonalit von Masino liegen.¹⁾

Surettagneise und Surettatrias sind damit in den letzten Jahren vom Bergell weg in einem Zuge von über 30 km noch weiter nach Süden bis in die alpinen Wurzeln hinab beinahe ohne Unterbruch nachgewiesen worden. Das bedeutet eine Verlängerung der Surettadecke um weit mehr als die Hälfte, also eine ganz enorme Vergrösserung derselben.

Die Surettadecke reicht nunmehr von Splügen und Andeer bis zurück zum Sass Pisöl am Südfuss der Disgrazia.

Wir betrachten nun die weitere mesozoische Hülle der Surettadecke im Disgraziagebirge, das ist

¹⁾ s. R. Staub, Über ein weiteres Vorkommen von Trias in Val Masino. *Eclogae geol. Helv.* 1921.

Die Zone des Malencoserpentins.

Als gewaltiger Mantel umhüllen die Serpentine von Malenco und ihre Begleitgesteine die tieferen Kernmassen der Surettadecke. Dieselben verschwinden westlich der Disgrazia auf der Linie Piodasattel-Pedrarossa, und darüber erhebt sich das Gebirge zu den höchsten Gipfeln in den phantastischen Formen und Farben des Serpentins. Steigen wir von der Capanna Cecilia empor zum Gipfel der Disgrazia, so bleiben wir, nachdem wir einmal die Gneis- und Triasgesteine am Fusse der Felsen verlassen haben, und nach Durchquerung einer winzigen Grünschieferschicht, bis hinauf zum höchsten Grate ohne Unterbruch immer im Serpentin. Einzelne Varietäten mögen mehr zu Gliedern der Chloritschiefer hinneigen, andere hinwiederum zu den Hornblenditen, einzelne spärliche vielleicht auch noch zu gabbroiden Derivaten, aber im grossen Ganzen besteht der ganze Gipfelbau des Monte della Disgrazia aus prachtvoll grobblockigem, fast massigem festem Serpentin. Im Gegensatz zu den Bündnerserpentinen und denen der südlichen Berninagruppe fehlt hier die schwarzgrüne Anwitterungsfarbe völlig, das Gestein zerfällt auch nicht wie dort so oft in eine lose Masse von grünen „Flaschenscherben“, es ist nicht glashart, glatt und schlüpfrig wie jene anderen Serpentine, sondern fest, rauh, und in der Farbe von einem warmen Braun. Zahlreiche Relikte oder auch blosse Penninkristalle fördern die Rauhigkeit der Felsen und machen das Klettern in diesem sonst so berüchtigten Gestein leicht und sicher. Der Gipfel der Sibergysispitze, der berüchtigte Cavallo di Bronzo, das ist ein exponierter, im übrigen aber leicht zu überwindender Gratturm auf der schmalen Gipfelschneide, und der eigentliche Gipfel der Disgrazia selbst, zeigen nirgends anderes Gestein als eben diese ultrabasischen Ophiolithe. Im Serpentin des Gipfels finden sich darin auch Hornblenditderivate. Auf dem Disgraziagipfel stossen wir dabei auf ein Phänomen, das ich kaum je so schön getroffen habe. Ich meine die Spuren des Blitzes auf dem Gestein. Nicht nur sind grosse Platten von Serpentin ganz durchadert von feinen Kanälchen, die völlig mit braunen, grünen oder schwarzen Glasperlen oder auch mit einer kontinuierlichen Glashaut ausgekleidet sind, und die sich vielfach verästeln, sondern wir finden hier bis über centimetertiefe runde bis 5 mm grosse Löcher im Gestein, gleichfalls mit Gesteinsglas ausgefüllt. Ich sammelte auf der Spitze Platten von Serpentin, die vom Blitz völlig durchlöchert waren, so dass man durch den Stein hindurchschauen konnte. Solche Löcher haben oft Längen bis

zu 3 cm. Sie sind teils gerade, teils zeigen sie einen gewundenen, krummlinigen Verlauf. Wie der Blitz diese Durchschlagung bewirken kann, ist mir rätselhaft. Man sollte meinen, das Gestein würde eher von der Wucht des Schlages zerbrechen, als dass es sich in einem langen Loch durchbohren liesse. Vielleicht handelt es sich um eine äusserst rapide Durchschmelzung. Am Piz Platta, am Monte del Forno, an der Cima di Rosso, am Piz Glüschaint, am Piz Bernina habe ich schon oft Blitzspuren gesehen, in solcher Masse, solcher Pracht, mit solch überwältigender Kraft wie an der Disgrazia jedoch nie. Von ähnlichen Phänomenen berichtet auch Melzi vom benachbarten Corno Bruciato.

Die drei Gräte, die vom Disgraziagipfel gegen Norden, Osten und Süden ziehen, bestehen nun auf weite Strecken fast nur aus dem Serpentin. So der ganze Grat von der Disgrazia über den Passo di Corna Rossa und die beiden Corni Bruciati bis hinaus zum Sasso Arso, der Grat über den Passo und Pizzo Cassandra bis hinüber zum Passo di Ventina und seine östlichen Abzweigungen bis hinab zu den Alpen Airale, Giumellino, Pirlo und weiter bis gegen Chiesa hinunter, und endlich der ganze Grat des Pizzo Ventina bis hinab zu P. 2554. Das ganze gewaltige Firnbecken des oberen Ventinagletschers, der Hintergrund von Val Giumellino, der Ghiacciajo della Cassandra, die Felswüsten der oberen Val Torreggio liegen im Bereich des Malencoserpentins. Die allgemeine südliche Begrenzung des Serpentinegebietes ist die Tal- und Passlinie Alp Sass Pisöl-Val Terzana-Passo Scermendone-Passo Caldenno-Val Torreggio-Torre, wo die Serpentinzone senkrecht in die Tiefe schiesst und dabei konkordant an die steil gestellten altkristallinen Schiefer der Margnawurzel stösst. Im Norden wird diese Hauptserpentinmasse gleichfalls durch einen Gneiszug begrenzt, der sich aus der Gegend von Val Sissone über P. 2554 im Ventinanordgrat, Val Ventina, Passo di Ventina und Val Saspersa bis auf die Ostseite des Monte Braccia und von dort hinab zum Mallerio verfolgen lässt. Auf dessen Bedeutung werden wir später zurückkommen. Nördlich dieses merkwürdigen Gneiszuges endlich sehen wir den Serpentin von Malenco nochmals in gewaltigen Massen die ganze Gruppe des Monte Braccia aufbauen, über die Bocchel del Cane bis zum Lago Pirola und über Alp Ventina bis Val Sissone vorstossend.

In diesem ganzen gewaltigen Areal nehmen die eigentlichen Serpentine von Malenco die erdrückende Hauptmasse ein. Daneben finden wir an verschiedenen Orten

Chloritschiefer, Amphibolite, sehr selten auch Gabbros, daneben auch Hornblendite, und endlich, als letztes Erbe der mesozoischen Gebiete des Avers und Bergells, schmale Züge von Bündnerschiefer.

Von Chloritschiefern sind die Vorkommnisse von Pirlo und Umgebung ob Chiesa zu erwähnen, die ausgezeichnetes Material für die im Tal noch lebhaft betriebene Topfsteinindustrie abgeben. Lavezpfannen und -Kessel und allerhand Töpfe werden in Chiesa heute noch in Masse hergestellt, und auf dem Markt von Sondrio bilden diese oft enormen Gefässe einen Hauptartikel. Sie werden im ganzen Veltlin gebraucht. Auch für feinere Ziergegenstände, Vasen, Schalen und dergleichen eignen sich diese weichen Gesteine ausgezeichnet. Die Farbe dieser Gefässe ist überaus angenehm, sie erinnert mit ihrem matten Grün an alte Patina. Leider ist im ganzen Tal nur noch ein einziger Topfsteinkünstler dieser feineren Art.

In der westlichen Hälfte der Serpentinmasse treten grössere Komplexe schwarzer Amphibolite auf, die von denen des Monte del Forno in nichts verschieden sind, und die auch direkt in jene hinein fortsetzen. So die Amphibolite der Val Sissone, die sich kompliziert in den Malencoserpentin hinein verästeln, während dieser umgekehrt oft weit in die Amphibolite hinein vordringt (s. Tafel V, Prof. 3). Östlich des Passo di Corna Rossa und am Ostgrat der Corni Bruciati, endlich im unteren Val Terzana finden wir diese Amphibolite wieder. Auch dort sind es die typischen schwarzen Gesteine, die wir von der Fornokette her kennen. — Gabbroide Gesteine, die stark denen der Fedozserie in der Margnadecke gleichen, fand ich an wenigen Stellen am unmittelbaren Kontakt der Serpentine mit der Trias in der Gegend der Alp Mastabbio. Die Hornblenditgesteine des Disgraziagipfels haben wir schon erwähnt.

Die Bündnerschiefer endlich bilden einen längeren Gesteinszug im normalen Malencoserpentin. Teils handelt es sich um gewöhnliche dunkelgraue Kalke, meist aber um ziemlich kristalline Kalkmarmore und in den meisten Fällen um Ophicalcit. Hierher gehört jenes merkwürdige Konglomerat von den Laghetti in Val Saspersa, das schon Theobald erwähnt, und das weiter auch von Bonardi untersucht worden ist. Brocken von Serpentin schwimmen in einer Karbonatgrundmasse, die ihrerseits mit Serpentin völlig durchtränkt ist. Der Ophicalcitcharakter ist ganz klar, die Gesteine gleichen völlig den genau untersuchten Ophicalciten des Piz Longhin und der Alp Mortéls. Diese Karbonatgesteine bilden einen gegen 7 km langen Zug im Serpentin, der von der Westseite des Pizzo Ventina über den äussersten namenlosen Eckpfeiler des Ostgrates

dieses Berges und den Südwestabsturz des Pizzo Rachele (P. 2996) hinüber zu den Laghetti im obersten Val Saspersa, und von dort westlich unter P. 2597 vorbei zu den Cavi di Amianto in Val Giumellino zieht. Dass es sich dabei wirklich um Bündnerschiefergesteine handelt, zeigt der Gesteinscharakter der relativ unveränderten Partien, die Lage im Serpentin und die Verfolgung solcher analoger Marmorzüge durch den Monte del Forno und den Pizzo dei Rossi bis hinaus in das Bündnerschiefergebirge im Bergell.

Wenig habe ich hier über die näheren petrographischen Eigenschaften des Serpentin zu sagen. Melzi, Bodmer-Beder, Brugnatelli, später Cornelius und ich, haben ihn genauer mikroskopisch untersucht, und ich kann für Details auf jene Arbeiten verweisen. In der Hauptsache handelt es sich um Antigoritserpentin. Derselbe enthält selten Relikte von Olivin, darunter Titanolivin, sehr oft gar keine Reliktminerale, fast ebenso oft aber auch massenhaft solche von Pyroxenen und endlich auch solche von Strahlstein. In der Disgraziagruppe scheinen im allgemeinen die reliktfreien Antigoritserpentine vorzuherrschen, doch lässt sich dies ohne eine Unzahl von Dünnschliffen von den verschiedensten Lokalitäten vorderhand nicht sicher sagen. Chlorit- und Strahlsteinminerale, auch Asbest und Talk sind sehr verbreitet, während der im Puschlav auftretende Nephrit bis heute in der Disgraziagruppe noch nicht gefunden wurde. Melzi hält den Serpentin für einen umgewandelten Pyroxenit, was für einzelne Fälle wohl zutrifft, während Bodmer-Beder, Brugnatelli, Cornelius und ich in der Hauptmasse mit guten Gründen, wie an anderer Stelle ausgeführt worden ist, einen metamorphen Peridotit sehen.

Das Alter der Malencoserpentine, der Ophiolithe der Suretta überhaupt, ist durch eine Reihe von Vorkommnissen von kontaktmetamorphen Trias- und Bündnerschiefergesteinen als postliasisch bestimmt. Solche Kontaktgesteine kennen wir von den verschiedensten Punkten des Serpentinegebietes. Wir finden sie am Passo d'Uer, auf Canciano, an der Bocchetta delle Forbici, dort deutlich von den alten Fedozgesteinen getrennt, wir treffen sie wiederum in prachtvoller Entwicklung in den Serpentin von Val Torreggio, unter dem Lago della Cassandra und dem Passo Cornarossa, in Val Ventina und Saspersa.

Gegenüber den Bündner Serpentin der Margnadecke ergeben sich bedeutende Unterschiede. Das auffallendste Merkmal der Malencoserpentine gegenüber den Serpentin Graubündens ist aber nicht etwa der Reichtum an Relikten, solche finden sich gerade

im Oberengadin auch im Bündner Serpentin relativ häufig, sondern der Hauptunterschied liegt in der verschiedenen Struktur dieser Gesteine. Die Serpentine der Margnadecke zeigen lediglich die gewöhnliche Epimetamorphose der Peridotite, reine Reliktstrukturen bei völlig massiger Textur, sie zeigen eine gewaltige Kataklase, sie sind unter dem Einfluss der Gebirgsbildung einfach zerbrochen oder aber mylonitisiert worden. Ganz anders der Malencoserpentin. Er besitzt in weitaus den meisten Fällen eine wundervoll kristalloblastische Struktur wie selten ein Gestein, und eine Kristallisationsschieferung ersten Ranges, die wir bei den Bündner Serpentin vergebens suchen. Er zerfällt nicht in lose Brocken, wie der strapazierte Bündner Serpentin, sondern er ist durch eben diese spätere Umkristallisation zum festen kristallinen Schiefer geworden, der sich auch falten liess, wie das gefügigste Sediment. Die Metamorphose des Malencoserpentin verrät mehr Mesocharakter, während die Bündnerserpentine reinsten Epicharakter besitzen. Der Bündnerserpentin ist der gewöhnliche Episerpentin, der Malencoserpentin hingegen kann in gewissem Sinne als ein Mesoserpentin bezeichnet werden. Der Grund dieser verschiedenartigen Metamorphose ursprünglich gleicher Peridotite ist in der Stellung derselben im Gesamtbau der Alpen zu suchen. Die Malencoserpentine liegen in bedeutend grösserer tektonischer Tiefe als diejenigen Bündens, sie liegen unter den mächtigen Massen der Margnadecke, die Bündnerserpentine aber über denselben, und die Malencoserpentine tragen eben darum den Charakter einer tieferen Metamorphose. In ihnen wirkte die postalpine Regionalmetamorphose nach den alpinen tektonischen Tiefen noch kräftig, die Bündnerserpentine hingegen lagen für dieselbe bereits zu hoch.

Diese Unterschiede in der Metamorphose der verschiedenen Serpentine haben auch praktische Bedeutung. Dank ihrer grossartigen Kristallisationsschieferung eignen sich die Malencoserpentine von vielen Stellen wie selten ein Gestein als ausgezeichnete Dachschiefer. Diese Serpentinplatten von Malenco sind schon seit den Tagen Scheuchzers und Ebels hochberühmt. Nördlich Chiesa z. B. werden sie in Masse gebrochen und weithin durch das ganze Veltlin verführt. Sie lassen sich dort spalten bis auf Bruchteile von Centimetern und sind äusserst solid. Wo aber kann in Bündens Serpentin je zu Dachplatten gebraucht werden?

Die Lagerung der Serpentine von Malenco schmiegt sich im grossen Ganzen der der Umgebung an. In den unteren

Teilen folgt sie dem Bau des Surettadeckenkernes, in den oberen dem der Margnadecke. Dazwischen aber legt sich diese gewaltige Zone in selbständige Falten, deren nähere Enträtselung und Verfolgung heute noch nicht abgeschlossen ist. Als Ganzes macht der Serpentin das Deckenscheitelgewölbe an der Disgrazia als solches mit, allerdings mit sekundären Detailfalten. Steilen nordwärts gerichteten Faltenwurf beobachten wir in der Kette des Pizzo Ventina und östlich davon am Pizzo Rachele und Pizzo Cassandra, prachtvolle, zum Teil doppelt überkippte Faltung treffen wir nördlich des Passo Ventina in den Bergen des Monte Braccia. Zu nordwärts überliegenden Mulden gedrehte Gewölbe sind in jenen Serpentinbergen keine Seltenheit. Geradezu grandios ist die Verfaltung des Serpentin mit dem Kristallin der Margnadecke in den Ventinabergen, auf die wir später im Zusammenhang zu sprechen kommen werden.

Grossartig ist die Querfaltung der ganzen Serpentinzone an der Disgrazia selbst. Dort werden die Serpentine von der grossen Querfalte des Murettopasses noch ergriffen und durch dieselbe in bedeutendem Masse nach Osten überkippt. In den höheren Teilen des Disgraziagipfelbaues fallen die Serpentine nicht mehr wie sonst allgemein nach Osten, sondern sie stehen durchweg steil und fallen sogar, besonders in der Nähe des Gipfels selbst, steil nach Westen ein, wie im Norden die Amphibolite am Pizzo dei Rossi, und erst östlich der Punta Speranza drehen sie wiederum in normales flaches Ostfallen um. Die betreffenden Biegungen sind südlich des Gipfelkammes gut zu sehen, in Taf. III habe ich dieselben schematisch dargestellt. Ähnliche, aber minder scharfe Querfalten finden sich auch noch westlich des Passo Cassandra.

Am Südabfall des Gebirges treffen wir ähnliches. Zunächst sinkt der Serpentin als mächtige, schwach gewellte Platte von der Disgrazia flach nach Süden gegen den Passo di Cornarossa. An den Corni Bruciati jedoch sehen wir ihn wieder steil aufgerichtet. Mehrere südfallende Mulden und Gewölbe sind südlich derselben gut zu sehen. Die Rückfalten östlich Averta haben wir schon erwähnt. Querfalten gibt es auch hier, wodurch die Basis der Serpentine oft senkrecht gestellt wird. Gegen Süden wird nun die Serpentinzone immer dünner und schmaler, und am Sasso Arso sehen wir bereits das Hangende derselben in Form eines isolierten Lappens altkristalliner Gesteine der Margnadecke flach von oben in den Serpentin eingefaltet. Südlich des Sasso Arso stellen die Serpentine sich steil, analog den unterliegenden

Gneisen und Dolomiten der Surettadecke, analog auch den hangenden Gesteinen der Margnadecke, und zwischen beiden altkristallinen Komplexen ziehen nun Trias und Serpentine in schmalem, oft völlig ausgequetschtem Zuge steil hinab zur Alp Sass Pisöl. In der orographischen Höhe von Alp Foppa, am Terzanabach, treffen wir den eigentlichen Malencoserpentin zum letztenmal, steil aufgerichtet zwischen den Marmoren der Surettatrias im Norden, den kristallinen Schiefen und der verkehrten Trias der Margnawurzel im Süden. Weiter unten fehlt der typische Serpentin bis auf ein unsicheres Vorkommen östlich Alp Sass Pisöl, er wird ersetzt durch Amphibolite vom Fornotypus, und endlich keilen auch diese aus, und nur die Trias erreicht als trennendes Mesozoikum zwischen Suretta- und Margnadecke den Talboden bei Alp Sass Pisöl.

Cornelius zeichnet in seiner tektonischen Karte des untern Veltlins diese Verhältnisse ganz anders. Er lässt die Trias mitsamt den Gneisen der Pedrarossa um den Serpentin des Sasso Arso schon hoch oben direkt in die steilgestellte Margnadeckenwurzel einschwenken, und wollten oder müssten [wir Cornelius hier folgen, lägen die Verhältnisse tatsächlich so, wie Cornelius sie schildert, so müssten auch die Gneise und Dolomite der Disgrazia und endlich sogar die der Vazzeda und des Fornogebietes zur Margnadecke gerechnet werden. Dies ist nun aber völlig ausgeschlossen, der Zusammenhang dieser ganzen Zone mit der Suretta ist ja nunmehr klar dargelegt, und auch Cornelius selbst wird dies heute zugeben. Nach unseren jetzigen Erfahrungen musste die Tektonik um den Sasso Arso herum eine ganz andere sein als die von Cornelius zum Ausdruck gebrachte.

Dies ist nun in der Tat der Fall. Ich bin der mesozoischen Zone zwischen den Margnawurzelgesteinen und den Pedrarossagneisen Schritt für Schritt in den äusserst mühsamen und gefährlichen Tobeln des Sass Pisöl nachgestiegen, oft mehr geklettert, und habe den Zusammenhang so gefunden, wie ich ihn schon oben kurz dargestellt. Der Serpentin des Sasso Arso geht senkrecht mit normalem Ost-West-Streichen in die Tiefe, nördlich davon schwenken die Triasgesteine der Pedrarossa keineswegs in flachem Bogen um diesen Serpentin herum, sondern auch sie schiessen mit 85° Süd- bis 80° Nord-Fallen regelmässig in die Tiefe, der Alp Sass Pisöl zu. Desgleichen nördlich und südlich davon die umgebenden Gneise. Der Serpentin reicht [nicht so weit hinab, wie es im Interesse einer völlig einwandfreien Darlegung der Tektonik

wäre; er keilt auf der Höhe der Alp Foppa, das ist immerhin beinahe 300 m unter der Pedrarossa, aus, und nur ein ganz zerriebener Mylonit aus Serpentin findet sich noch in einem Tobel des Terzanabaches zwischen nördlichem und südlichem Gneis. Weiter unten jedoch stellen sich am Nordrand des südlichen Gneises wieder Linsen von Trias und Bündnerschiefern ein, an diese schliessen sich noch weiter unten wiederum Grüngesteine in Form von Amphiboliten nördlich an, und jenseits derselben endlich finden wir die schon erwähnten Triaslinsen im Gneis der Alp Sass Pisöl.

Die mesozoische Zone zwischen Suretta- und Margnadeckenkernen zieht also ohne jeden Zweifel vom Sasso Arso, immer schmaler werdend, als langer Wurzelkeil tief in die Gneise hinein. Suretta- und Margnakristallin werden dadurch auch in der enggepressten Wurzelzone noch immer von einander getrennt. Dass der Serpentin von Malenco so rasch auskeilt, ist entschieden sehr schade. Es ist dieses Auskeilen aber nicht so plötzlich wie man annehmen könnte; denn schon nördlich des Sasso Arso sehen wir, dank der von oben eingefalteten kristallinen Klippe der Margnagesteine, wie schmal die an der Disgrazia noch so gewaltige Serpentinzone schon hier geworden ist. Sie misst kaum mehr 200 m. Auch damit dokumentiert sich bereits das allmähliche Auskeilen der mesozoischen Zone zwischen den kristallinen Deckenkernen in der Nähe der Wurzeln. Ein schmaler Schwanz von Serpentin wäre aber wohl trotzdem auch in den tiefen Schluchten am Sass Pisöl noch zu erwarten. Das ist aber mit einziger Ausnahme einer nicht ganz sicher anstehenden Serpentinmasse nicht der Fall. Es scheint vielmehr, dass aus den südlichen, engen Partien dieser mesozoischen Synklinalzone grössere Partien von Serpentin durch den Schub der darüber hinweggleitenden Margnadecke von ihrer Unterlage, der Surettatrias oder gar den Surettagneisen, abgescheert und nach Norden verfrachtet worden sind. Dort sehen wir tatsächlich über den ruhigen Gewölben des Suretta-deckenkernes innerhalb der Serpentinzone heftige Faltungen, und dort dürfte vielleicht das Material zusammengestaucht liegen, das wir heute in der enggepressten Wurzelsynklinale leider vergebens bis in die letzten Tiefen hinab suchen.

Eine weitere Stütze für die Richtigkeit unserer Auffassung über das Ende der Serpentine am Sasso Arso erblicken wir in den Verhältnissen am Südrand der Serpentine in Val Malenco. Dort ist zwischen den Surettagneisen und deren Trias einerseits, der Margnawurzel andererseits, ein ganz beträchtliches Paket steilgestellter Ser-

pentine eingeschaltet, dort haben wir tatsächlich einen solchen Wurzelsynklinalschwanz in vollständiger Ausgabe vor uns. Derselbe zieht durch Val Torreggio hinauf, wir beobachten ihn noch unter dem Passo Caldenno, und in seine Fortsetzung fällt zweifellos unsere Synklinalzone von Alp Sass Pisöl. Wenn im Osten auf dem Profil des Malencotales diese Wurzelsynklinale so breit und wohl entwickelt, als fast regelmässige Mulde, erscheint, im Westen bei der Alp Sass Pisöl hingegen so arg verdrückt und strapaziert, so können wir auch dies mit einem Blick auf die tektonische Karte und die Geschichte der Alpenfaltung heute begreifen. Die letzten Schübe der späteren insubrischen Phasen der Faltung, die die Wurzelgebiete noch mehr zusammenpressten, steiler stellten, noch stärker überkippten, trafen bereits das Bergellermassiv an seinem heutigen Platz. Dasselbe bildete daher für diesen letzten Schub einen starken Widerstand, der sich in den Zonen südlich des Massivs deutlich in vermehrter Zerdrückung der Wurzelzonen äussern musste. In Val Sass Pisöl wirkte dieser Bergeller Widerstand sehr beträchtlich, weiter im Osten, im Malenco hingegen fehlte derselbe. Deshalb sehen wir die Wurzelmulde des Malencoserpentins im Osten so gut erhalten, im Westen hingegen fast zerdrückt.

Damit wäre die Frage der Tektonik an der Südwestecke des Sasso Arso, deren Klarstellung von grösster Bedeutung war, erledigt.

Bis hierher haben wir uns hauptsächlich mit dem Westabfall des Gebirges gegen Masino hin oder mit der Hochregion selbst beschäftigt. Unsere Studien führen uns nun aber allmählich weiter gegen Osten, in die Tiefen der Malencotäler hinab. Im Hochgebirge ist die Serpentinhülle der Surettadecke eine vollständige, in den tiefen Einschnitten der Malencotäler aber hat die Erosion dieselbe durchlöchert, und die liegenden Gneise und Triasgesteine der Suretta kommen darunter von neuem zum Vorschein. Es sind dies

Die Fenster der Surettadecke in Val Malenco.

Dieselben treten auf zwei Antiklinalen unter den Serpentinien ans Tageslicht empor. Die nördliche derselben ist die Fortsetzung des Deckenscheitelgewölbes, das wir an der Disgrazia kennen gelernt haben, und das weiter zum Passo d'Uer und ins Puschlav hinüberzieht, in sie fällt das altbekannte Fenster von Lanzada. Nördlich Torre Sta. Maria, hart am Nordrand der Margnawurzel, finden wir das zweite Gewölbe, das zwar schon von Cornelius beobachtet, aber als verkehrte Mulde gedeutet worden ist. In ihm liegen die Fenster von St. Anna und von Airale. Wir betrachten zunächst

Das Fenster von Lanzada.

Dasselbe tritt nur zu seinem allerkleinsten und unvollständigsten Teil in den Bau des Disgraziagebirges ein. Seine Hauptmasse liegt östlich des Mallero in der Gegend von Lanzada am Fusse des Monte Motta. Es ist dort das tiefste Glied des Berninagebirges. Gneise, Glimmerschiefer und Amphibolite der altkristallinen vor-triadischen Serie, Quarzite, Dolomite und Marmore der Trias und liasische Bündnerschiefer sind dort unter den Serpentinaen in zum Teil grosser Mächtigkeit als vollkommene penninische Schichtreihe entwickelt. Am Monte Motta erreicht der in gedrungene Falten zusammengesetzte Triasmantel der Surettagneise eine Mächtigkeit von mehreren hundert Metern, die ganze senkrechte Felswand zwischen Lanzada und Cima di Sassa bildend (vergl. Tafel V, Profil 1). Nichts von alledem im Westen, in der Disgraziagrube. Die Trias fehlt dort tektonisch vollständig. Nur die Gneise sind in typischer Entwicklung wie bei Lanzada vorhanden. Nördlich Chiesa finden wir sie auf kurze Strecke längs der neuen Murettostrasse vortrefflich aufgeschlossen, und über die Hügel, auf denen die Häuser von Costi Battaini stehen, verfolgen wir sie bis zum Mallero bei Ponte Curlo. Schon Studer und Theobald haben sie dort gesehen. Wie bei Lanzada sind es grüne Paragneise und Glimmerschiefer, hier und da spärliche Amphibolite. Sie streichen ostwestlich quer über das Tal, direkt auf die Masse von Lanzada zu und bilden, wie schon Theobald erwähnt, eine steile Antiklinale. Nördlich fallen sie gegen Norden, südlich gegen Süden ein. Den Nordrand der Gneise treffen wir beim Strasseneinschnitt direkt hinter den oben genannten Häusern. Der Malencoserpentin liegt dort mit einer Zwischenlage von gelblichem Talkschiefer direkt auf dem Altkristallin. Die Grenze ist eine Rutschfläche, also tektonisch. Der Südrand der Gneise ist nicht aufgeschlossen, der Westrand ebenfalls nicht. Das nächste Anstehende ist jedoch überall Serpentin.

Der Fensterrand ist also westlich des Mallero nicht gerade überzeugend aufgeschlossen. Östlich desselben jedoch sehen wir bei Tornadri die Gneise von Lanzada gewölbeartig überdeckt und umhüllt von mächtiger, stark gefalteter Trias, und diese ihrerseits taucht allseitig unter den Serpentinaen, wie dies schon Studer und Theobald und später Cornelius beschrieben haben. Sie bilden das normale Liegende desselben. Aber auch in der Disgraziagrube kann der Gneis nördlich Chiesa nichts anderes als das normale Liegende der Serpentine sein, er muss nach den nächsten Aufschlüssen ebenfalls

gewölbeartig unter dieselben eintauchen. Ein anderer Zusammenhang ist ausgeschlossen.

Bedeutend komplizierter, in mancher Hinsicht aber auch viel klarer, sind die Verhältnisse im

Fenster von St. Anna.

Schon Theobald hat die Gneise und Dolomite von St. Anna gesehen, und schon Theobald verband diese Gesteine mit dem Monte Motta. Allerdings auf eine etwas andere Weise als wir dies heute tun, und im Zusammenhang mit dem viel höheren Triasband Le Prese-Scalino, das zur Margnadecke gehört. Cornelius hat dann auf der Ostseite des Mallero die gewölbeartige Lagerung der Trias unter den Serpentinien erkannt, glaubte aber, es handle sich um eine zum Gewölbe gedrehte Mulde. 1915 brachten mich allgemeine Überlegungen über den Bau dieser Gebirge und die Verwertung der bekannten Beobachtungen zu der Überzeugung, dass es sich hier wie bei Lanzada gleichfalls um das Wiederauftauchen der Surettatrias handle, also um ein zweites Fenster der Surettadecke im Malenco. Diese Auffassung der Dinge harrte noch ihrer Prüfung durch weitere Beobachtungen im Felde, heute kann ich dieselbe nach näherem Studium der Gegend bestätigen und erweitern.

Als südlichen Abschluss des Fensters von Lanzada sehen wir südlich Chiesa beidseits des Mallero die Serpentine von Malenco steil, beinahe senkrecht in die Tiefe schiessen. Beim Castell unter der Strasse, die von Torre direkt nach Lanzada und Caspoggio führt, treten dieselben an den Fluss hinunter. Westlich des Mallero sehen wir sie in der Gegend von Basci in gleicher Lagerung. Die ganze Westwand der „Motta“ zwischen dem Castell und Melirolo besteht aus massigem dunkelm Serpentin. Darunter aber sehen wir wenig südöstlich von P. 805 der Karte das von Cornelius erwähnte Triasgewölbe. Der Südschenkel desselben steht fast senkrecht, der nördliche fällt flacher in die Tiefe. Unter den Dolomiten findet sich dort ein dunkler plattiger Kalkmarmor, den Cornelius als Lias aufgefasst hat. Deshalb sah er in dem Triasgewölbe eine verkehrte Mulde. Diese Kalkmarmore unterscheiden sich aber in nichts von analogen Schichten der unteren Trias, die dem ganzen Zuge der Surettatrias vom Avers bis ins Malenco eigen sind. Es steht deshalb nach unseren heutigen erweiterten Kenntnissen der Auffassung der Trias östlich des Mallero als normales Gewölbe nichts mehr im Wege. Zur Gewissheit aber wird uns die normale Gewölbenatur derselben bei der Betrachtung ihrer Fortsetzung westlich des Mallero.

Dort treffen wir nördlich der Häuser von St. Anna am Ostabhang der Rocca Castellaccio unsere Trias wieder. Diesmal nicht mehr als einfaches, an den Jura erinnerndes Gewölbe wie östlich des Tales, sondern in zwei steil den Berg hinauf ziehenden getrennten Zügen. Zwischen denselben ist auch das Liegende der Trias aufgeschlossen, es erscheinen zunächst Quarzite und dann ein langer Gneiskeil. Höher oben am Hang keilt derselbe in der Trias aus, dieselbe umschliesst ihn in ziemlich spitzer Umbiegung. Der hangende Serpentin macht dieselbe gleichfalls mit, nördlich und südlich der Trias zieht er konkordant mit derselben ins Tal hinab. Der nördliche Serpentin setzt sich ununterbrochen gegen Chiesa fort, der südliche schiesst als Wurzelmulde steil in die Tiefe. Wenig weiter südlich wird diese letztere nochmals durch einen Triaszug in zwei weitere Teile zerschlitzt, diese Trennung geht bis zum Gipfel der Rocca Castellaccio, doch ist in dieser Trias vorderhand kein Gneis mehr gefunden worden. Bei St. Anna stösst dieser südlichste Serpentin konkordant an die steilgestellten Gneise und Triasgesteine der Margnawurzel.

Durch das Auffinden des Gneiskeiles in der Trias an der Rocca Castellaccio ist die Gewölbe- und damit die Fensternatur der Vorkommnisse von St. Anna aufs schönste bestätigt. Es ist noch zu bemerken, dass dieselben nicht streng genommen über St. Anna streichen, sondern ungefähr 500 m nördlich davon. St. Anna ist aber die glücklichste Bezeichnung für dieses Fenster, da weitere Namen der Gegend entweder auf der Karte fehlen oder aber zu nichtssagend oder unbequem sind. Wir werden also in Zukunft vom Fenster von St. Anna reden und uns dabei wohl bewusst sein, dass dasselbe eigentlich etwas ausserhalb dieses Ortes liegt.

Dank dem hier starken Axialgefälle gegen Osten erscheinen jenseits des Mallero bei P. 805 die Surettagneise nicht mehr, sie liegen bereits im Schutt oder in der Tiefe verborgen. Das ganze Fenster hat eine Länge von rund anderthalb Kilometern, eine grösste Breite von knapp 600 m. Es ist also bedeutend kleiner als das Fenster von Lanzada, das eine Länge von fast 5 km erreicht. Es ist zwar nicht ausgeschlossen, dass eine genauere Untersuchung der Rocca Castellaccio, deren Hänge in den oberen Teilen stark mit Wald und Moränen bedeckt sind, das Fenster von St. Anna noch etwas nach Westen verlängern kann.

Dank dem starken Ansteigen der Achsen gegen Westen, das in der mittleren Disgraziagruppe einsetzt, erscheint nun die Fortsetzung

des Gewölbes von St. Anna weiter im Westen im Bereich der Alpen Mastabbio und Airale von neuem. Es bildet dort ein weiteres langgestrecktes Fenster der Surettadecke im Malencoserpentin. Nach der am nächsten gelegenen Lokalität nennen wir es

Das Fenster von Airale.

Bei Alp Airale treffen wir, von Süden herkommend, das gleiche Profil wie unten im Tal des Mallero bei St. Anna (vergl. Pr. 2, Taf. V). Im Süden die steilgestellten Gneise und Glimmerschiefer der Margnawurzel, mit zahlreichen Triaskeilen, nördlich davon eine schmale erste Zone von Serpentin, darauf die Trias und Gneise des Fensters, nördlich wiederum begrenzt und überdeckt von Trias und Serpentin. Auf der Strecke zwischen Airale und der Alp Lago bilden Trias und Gneise eine einfache steil nordfallende isoklinale Serie zwischen den Serpentin der Disgraziamasse und einem schmalen südlichen steilstehenden Serpentinzug. Derselbe ist sowohl bei Alp Airale selbst hinter den nördlichsten Hütten, als auch ob Alp Mastabbio und Alp Lago deutlich aufgeschlossen. Der Gneiskern ist in wilder Tektonik mit dem Mesozoikum verfaltet und verschuppt. Dabei gesellen sich zu Dolomit und Gneis einerseits Triasquarzite, andererseits Bündnerschiefer, und, was für die Deutung der Zone gleichfalls sehr wichtig ist, typische hellgrüne Prasinite, wie wir sie aus der übrigen Surettadecke vom Duangebiet her wohl kennen. An einigen Stellen ist in diesen Kern von Gneis, Trias, Bündnerschiefer und Prasinit auch noch der hangende Serpentin eingekleilt. Daraus resultiert eine äusserst starke enge Faltung der ganzen Zone; dieselbe ist eine Rückfaltung kompliziertester Art, die Umbiegungen der Gneisantiklinalen schauen nach Süden. An vielen Stellen wird die Unterlage der Serpentine normal durch die Trias gebildet, an anderen Stellen aber fehlt dieselbe wieder vollständig, die Trias ist nur im Innern der Gneiskerne noch vorhanden, und der Serpentin grenzt dann mit scharfer Fläche direkt an die steil gestellten Gneise. Genau wie nördlich von Chiesa.

Im Kristallin dieser Zone sind bemerkenswert Granat führende graue Schiefer ähnlich solchen der Surettadecke im Bergell und grobe Augengneise vom Typus derer im unteren Bergell. Amphibolite sind gleichfalls hie und da, zum Teil mit Granaten, vorhanden, aber selten. Die Trias des normalen Nordschenkels der Gneise ist oft am Serpentin sehr schön kontaktmetamorph, in Form von groben Diopsid- und Klinozoisitfelsen. So besonders

schön in der Gegend von P. 2379 und dann wiederum im westlichen Hintergrund von Val Torreggio unter dem Passo Caldenno. Im Serpentin entwickelt sich dabei oft eine Art Randfazies von Gabbro.

Oestlich Alp Airale ist der Serpentinmantel des kompliziert gebauten Fensters nirgends vollständig zu sehen, er ist tief abgewittert, und nur die beiden Serpentinchenkel des Gewölbes stehen noch. Westlich der Alp hingegen sehen wir den Malencoserpentin in prachtvollem südwärts geschlossenem Gewölbe allseitig Trias und Gneise der Alp Airale umschliessen, dieselben tauchen tunnelartig darunter ein. Ob sie weiter im Westen unter dem Passo Caldenno nochmals zum Vorschein kommen, kann ich heute noch nicht mit Bestimmtheit sagen, doch scheint mir dies wahrscheinlich. Auf jeden Fall erscheinen die Rückfalten von Airale am Westrand der Disgraziagruppe wieder. Wir kennen sie bereits in den Keilen von Averta in Val Pedrarossa.

Die aufgeschlossene Länge des Fensters von Airale beträgt gegen 4 km. Die mit Schutt erfüllten Kessel der Alp Lago lassen uns jedoch im Zweifel darüber, ob dasselbe nicht vielleicht bis ganz nahe an das Fenster von St. Anna heranstreicht oder nicht. Die weitere Untersuchung der Rocca Castellaccio wird einst darüber nähere Auskunft zu geben haben.

Alle drei Fenster der Surettadecke in Val Malenco waren in ihren Gesteinen schon Theobald, ja zum Teil sogar schon Studer bekannt. Auch Cornelius kannte diese Gesteinszonen, aber über ihre Tektonik und ihre tektonische Zugehörigkeit hat er sich nicht geäußert. Das Fenster von Lanzada als das auffallendste wurde 1915 von mir erkannt, die beiden anderen sind die Frucht diesjähriger Studien.

Damit haben wir die wichtigsten Glieder der Surettadecke im Disgraziagebirge behandelt, wir schliessen damit unsere Betrachtung derselben und gehen nun über zur höchsten tektonischen Einheit dieser Gruppe, das ist

Die Margnadecke.

Die Margnadecke teilt das Schicksal der Suretta insofern, als auch sie in den letzten Jahren ständig an Umfang und Verbreitung zugenommen hat. Zuerst im Schams, Avers und Bergell, und heute wiederum in Val Malenco und Masino.

Bei der Behandlung der Margnadecke des Disgraziagebirges

sind zwei Komplexe scharf zu scheiden, die Deckenteile im Norden, und die Wurzelteile im Süden. Die letzteren sind seit den Untersuchungen von Cornelius bekannt, die ersteren sind als solche erst im Lauf der vorliegenden Untersuchungen erkannt worden. Wir beginnen mit diesen, das heisst mit der eigentlichen

Margnadecke im nördlichen Disgraziagebirge.

Dieselbe bildet den tektonisch schönsten Teil des Disgraziagebirges, dank ihr wird die Deckentektonik des südlichen Bündens um ein hochinteressantes Kapitel bereichert.

Vom Piz Longhin und dem Piz della Margna im Oberengadin zieht diese Decke in gewaltiger Mächtigkeit über den Muretto und die Berge von Fedoz und Fex nach Süden. Auf der Linie Alp Fora-Forcella d'Entova-Bocchetta delle Forbici-Passo d'Uer sah man dieselbe über dem liegenden Serpentin von Val Malenco in die Luft hinausstechen, desgleichen über den Amphiboliten im Fornotal und am Muretto. Daraus glaubte man den Schluss ziehen zu dürfen, dass die grosse Hauptmasse der Margnadecke schon nördlich des obersten Malenk überall in die Luft hinaussteche, und damit am Aufbau der Disgraziagruppe nicht mehr beteiligt sei.

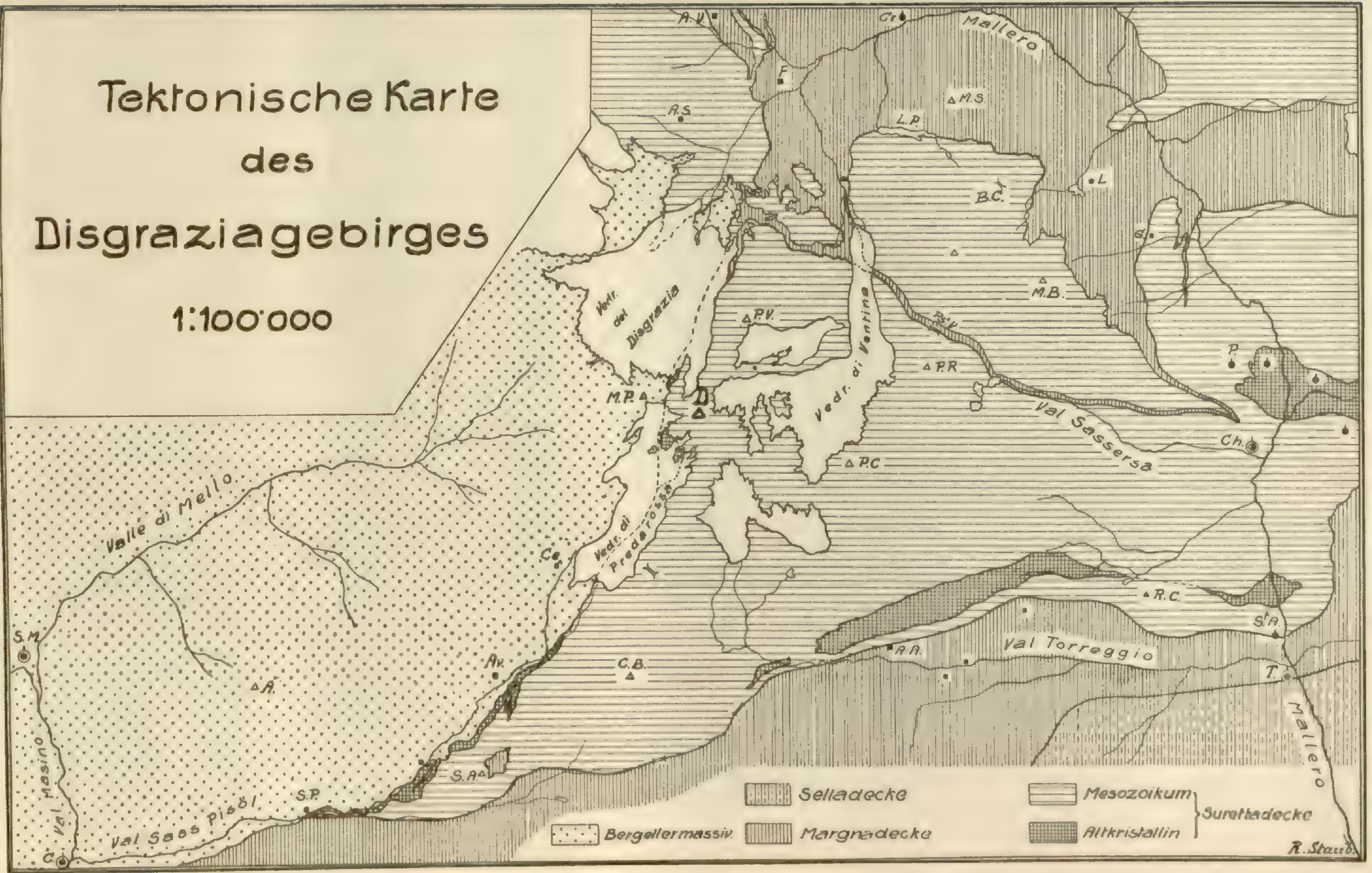
Aber schon die alten Schriften und Karten der Escher, Studer und Theobald mussten einen stutzig machen, geben doch alle diese Autoren in der ganzen Talsohle von Chiareggio bis gegen Chiesa hinab nicht Serpentin, sondern mit grosser Bestimmtheit Gneis an. Zum selben Resultat gelangte auch Cornelius im Jahr 1915, er verfolgte die Gneise von Chiareggio mit ihren Begleitgesteinen wie Gabbros und Kalksilikatfelsen, mit ihren Marmoren gleichfalls bis gegen Chiesa hinab und auch ein Stück weit in die Disgraziagruppe hinein. 1916 konnte ich auf Grund der Beschreibungen von Cornelius und meiner eigenen Beobachtungen im Oberengadin diese ganze Masse von Chiareggio mit Sicher-

Erläuterung zu Tafel IV.

D.	Monte della Disgrazia	M. S.	Monte Senevedo	Ch.	Chiesa
M. P.	Monte Pioda	B. C.	Bocchel del Cane	P.	Primolo
A.	Monte Aranzo	R. C.	Rocca Castellaccio	Cr.	Chiareggio
C. B.	Corni Bruciati	S. M.	San Martino	G.	Alp Girosso
S. A.	Sasso Arso	C.	Cattaeggio	L.	Alp Laguzzolo
P. V.	Pizzo Ventina	S. P.	Alp Sass Pisöl	F.	Alp Forbicina
P. C.	Pizzo Cassandra	Av.	Averta	A. V.	Alp Vazzeda
P. R.	Pizzo Rachele	Ce.	Cap. Cecilia C. A. I.	A. S.	Alp Sissone
Ps. V.	Passo Ventina	T.	Torre Sta. Maria	L. P.	Lago Pirola
M. B.	Monte Braccia	St. A.	St. Anna	A. A.	Alp Airale

Tektonische Karte des Disgraziagebirges

1:100'000



heit der Margnadecke zuweisen, ich konnte im besonderen die Gabbros, Marmore und Kalksilikatfelse jener Gebiete restlos in meine Fedoz-Valpelineserie einreihen. Cornelius hatte sich seinerzeit weder über das Alter noch die tektonische Zugehörigkeit dieser merkwürdigen Gesteinszone geäußert. Ich fasste sie nun erstmals als altkristalline Gesteine der Margnadecke, und zwar tektonisch als untere Abspaltung derselben auf. Karte und Profile der Südöstlichen Schweizeralpen von 1916 zeigen den damals von mir vermuteten Zusammenhang.

1917 schon konnte ich mich aber durch die Arbeiten im östlichen Fornogebiet genugsam davon überzeugen, dass der Zusammenhang auf jeden Fall ein anderer war als der vermutete, aber der Krieg liess leider damals eine Begehung des fraglichen Gebietes, geschweige denn eine genauere Untersuchung desselben, nicht in Angriff nehmen. Dass hier ein grossartiges Problem noch seiner Lösung harrte, sah ich wohl, mit dessen Lösung aber musste ich bis zum Friedensschluss, der weitere Arbeit in den südlichen Tälern wieder ermöglichte, zuwarten.

Heute bin ich auf des Rätsels Lösung gekommen und kann dieselbe auch mit genauen Beobachtungen belegen.

Nicht eine untere Abspaltung, sondern die grosse Hauptmasse der Margnadecke, deren ureigentlicher Kern ist es, der über Chiareggio ununterbrochen noch weit in die Disgraziagrube hineinstreicht. Dabei liegen diese Margnagesteine nur zum kleinsten Teil über den Serpentina von Malenco, zum grösseren sind sie unter und zwischen dieselben eingeklemt. Diese Einkeilungen der Margnadecke in den Malencoserpentin reichen weit zurück bis in die Gegend von Chiesa, sie dokumentieren eine ganz gewaltige **Einwicklung der höheren Margna- in die tiefere Surettadecke**. Die Tektonik der nördlichen Disgraziagrube, oder vielmehr die ganze Tektonik des Serpentinegebietes von Malenco wird dadurch zu einem der grandiosesten Phänomene im Aufbau der südrätischen Alpen. Deren Entzifferung galt unter anderem im besondern die Ausdehnung meiner Untersuchungen in die Disgraziagrube hinein.

Stratigraphisch beteiligen sich am Aufbau der nördlichen Disgraziagrube nur die altkristallinen Schiefer der Margnadecke. Trias und jüngere Gesteine treten dort nicht auf. Hingegen sind beide kristallinen Serien dieser Decke, die wir vom Oberengadin und Bergell her kennen, Malojaserie und Fedozserie, hier

typisch vertreten. Die Hauptmasse jedoch bildet unbedingt die Fedozserie.

Deren Bestand ist hier im grossen derselbe wie im Oberengadin: Biotitschiefer und Biotitgneise, granatführende kinzigitähnliche Gesteine, Amphibolite, dann alte Marmore und Kalksilikatfelse, die Pyroxenquarzite der Muretto-gegend, und daneben in gewaltigen Massen die grobkörnigen weissen Gabbros. Letztere nehmen im allgemeinen die höheren, die Biotitschiefer-Marmorserie dagegen gerne die tieferen Teile der Fedozserie ein. Der Gabbro liegt sehr oft zwischen der eigentlichen Fedozserie und den Malojagneisen, eine Ordnung der Dinge, die ich auch aus dem Oberengadin kenne, und die auch Argand aus den analogen Gebieten des Wallis erwähnt. Die ganze Serie ist ununterscheidbar von der in Val Fedoz, in die sie auch kontinuierlich übergeht, und von der sie ja nur wenige Kilometer trennen. Im besonderen gilt dies für die Gabbros, Marmore und Kalksilikatfelse. Mehr verbreitet scheinen im Malenco die älteren Granitgneise der Serie, die bis jetzt nicht immer sicher von den oft sehr ähnlichen Malojagneisen zu scheiden sind.

Auch die Malojaserie unterscheidet sich in nichts von den analogen Gesteinen des Oberengadins. Grüne granitische Augengneise bilden die tieferen Lagen, grüne Injektionsgneise und Paraschiefer, hie und da noch Quarzite, die höheren.

Betrachten wir nun die nähere

Tektonik der Margnadecke im nördlichen Disgraziagebirge.

Wenig ist vorderhand über deren inneren Bau zu sagen. Für eine restlose Entzifferung desselben fehlen uns bis heute noch die nötigen stratigraphischen Untersuchungen innerhalb der altkristallinen Serien, insbesondere der Fedozserie. Die Aufstellung einer solchen kristallinen Stratigraphie liegt hier durchaus im Bereich der Möglichkeit. Es wird dies eines der nächsten Ziele meiner weiteren Forschungen sein, und nach deren Abschluss wird sich dann auch der nähere innere Bau dieser altkristallinen Gebiete eher aufklären lassen, als dies momentan noch der Fall sein kann. Für heute betrachten wir daher lediglich die Gesamttektonik der Margnadecke gegenüber ihrer Umgebung. Für die Disgraziagruppe kommt nur deren Liegendes, der Serpentin von Malenco, in Betracht. Der Verlauf der Grenze zwischen dem Malencoserpentin und den altkristallinen Gesteinen der Mar-

gnadecke ist es daher in erster Linie, der uns die Tektonik dieser Gebiete im grossen enthüllt, und diese Grenze ist auch im Gebirge eine so scharfe, durch Formen und Farben so ausgeprägte und deutliche, dass ihre weitere Verfolgung, wenn man einmal die Grundzüge der Tektonik erfasst hat, keine ernstesten Schwierigkeiten mehr bietet.

Auf der Linie Septimer-Casaccia-Muretto überlagern im allgemeinen die altkristallinen Gesteine der Margnadecke direkt die Ophiolithe der nächstunteren, der Surettadecke. Dabei treten sowohl Maloja- wie Fedozgesteine mit denselben in Kontakt. Nördlich des Bergells sind es hauptsächlich die ersteren, südlich desselben die letzteren. Infolge fast vollständigen Verschwindens eines Mittelschenkels ruhen dort die ältesten Kerngesteine der Decke, eben die Fedozgesteine, meist direkt auf den Ophiolithen. Nur hie und da stellen sich kümmerliche Reste eines ausgewalzten Mittelschenkels wieder ein, in Form von schmalen Zwischenlagen von Gesteinen, die wir der Malojaserie zuweisen können.

So liegen die Verhältnisse am Murettopass, so treffen wir sie wieder am Nordrand der Disgraziagruppe. Im allgemeinen liegen die Fedozgesteine oder wenigstens deren höheren Teile, die Gabbros direkt am Serpentin, an vielen Stellen jedoch treffen wir zwischen Serpentin und Gabbro, oder zwischen Serpentin und Parafedozgesteinen einen typischen Mittelschenkel von Malojaserie eingeschaltet, oft mit der ganzen normalen Schichtfolge von Gabbro über Augengneis und Injektionsgneis bis zu den Paraschiefern und Quarziten. Eine Trias des Mittelschenkels oder auch nur Bündnerschiefer desselben, wie wir sie etwa nördlich des Bergells und am Piz Salacina noch hie und da finden, habe ich in der Disgraziagruppe bis jetzt nicht beobachtet; einen solchen finden wir erst ausserhalb derselben in der südlichen Berninagruppe wieder.

Verfolgen wir nun die untere Grenze der Margnadecke vom Murettopass nach Süden (s. Prof. 3, Taf. V). Steil schiessen dort die mesozoischen Amphibolite des Monte del Forno unter die Gesteine der Margnadecke ein. Eine heftige Querfaltung, von der an anderen Orten berichtet worden ist, stellt hier die Grenze der beiden Komplexe beinahe senkrecht, ja nördlich des Muretto selbst sehen wir sie sogar nach Osten überkippt. Ähnlich liegen die Verhältnisse, wenn wir dem Lauf des jungen Mallero gegen Chiareggio hinab folgen. Die Steilstellung hält fortwährend an, bis hinab nach Forbicina und weiter in die Disgraziagruppe hinein. Bis Alp della Valle verläuft die Deckengrenze fast stets in der tiefeingerissenen

Talschlucht, nachdem sie wenig südlich der Passhöhe in mehreren Zickzackfalten von den Osthängen des Monte del Forno in dieselbe hinabgestiegen ist. Bei Alp della Valle tritt sie von neuem wieder auf die Westseite des Mallero und zieht von dort hinauf zu den malerischen Hügeln der Alp Vazzeda. Dort sehen wir die Margnagesteine auf kurze Strecke zum erstenmal von Serpentin, wenn auch nur in schmalem Bande, unterlagert. Bis hierher waren es stets die schwarzen Amphibolite des Monte del Forno, die die direkte Unterlage des Margnakristallins bildeten. Bei Alp Vazzeda schiebt sich nun erstmals der Serpentin von Malenco in dieselbe ein. In den Bächen südlich derselben jedoch ist die Basis der Decke wiederum als Amphibolit entwickelt, wir können sie dort ausgezeichnet studieren. Sie fällt immer noch steil mit 80° und mehr nach Osten ein. Am Eingang von Val Sissone treffen wir die Grenze von neuem. Hier schaltet sich abermals eine grössere Lage von Serpentin an der Deckenbasis ein, und eine weitere grössere tektonisch tiefere Serpentinmasse beobachten wir höher oben in den Felsen nördlich Alp Sissone. Wir haben überhaupt in dieser Gegend den Uebergang von den noch gabbroiden Gesteinen der Fornokette in die rein peridotitischen ultrabasischen der Disgraziagruppe.

Der eben genannte Kontakt zwischen Serpentin und Valpellinegesteinen in Val Sissone findet sich wenige Schritte hinter den letzten Ziegenställen westlich der Brücke, über die der Weg von Forbicina zur Alp Zocca führt. Am Osthang von Val Sissone sehen wir nun die Margnagesteine über den Serpentin, später wieder über den Amphiboliten, eine Weile flach in die Höhe ziehen. Dann aber wird die bis anhin immer ruhige flache Basis derselben von heftiger Faltung ergriffen. Sie steigt zunächst plötzlich senkrecht auf, schießt ebenso steil wiederum in die Tiefe, um sich dann ebenso rasch abermals in die Höhe zu ziehen. Bei P. 2371 am Nordostzipfel der Vedretta del Disgrazia verschwindet der liegende Serpentin und Amphibolit unter dem Eise, und unten in Val Sissone greift der Tonalit des Bergellermassivs weit in die Amphibolite hinein, bis knapp vor die synklinale Einknickung der Margnabasis, die ich eben erwähnte.

Die Margnagesteine aber ziehen noch weiter nach Süden. Am Ostrand des Disgraziagletschers sind sie noch einige Male hart über den Moränen sichtbar. Aber dort werden sie bereits vom Serpentin des Pizzo Ventina, d. h. ihrer normalen Unterlage, wieder überlagert.

Die Ophiolithe der Unterlage der Margnadecke legen

sich am Pizzo Ventina nochmals auch über deren Gesteine hinweg. Dieselben sind in Form einer tiefgreifenden liegenden Mulde **in ihre Unterlage eingekeilt**.

Wo westlich des Pizzo Ventina die Margnagesteine zum letzten Mal erscheinen, ist zwar eine Muldenumbiegung in ihnen nicht zu sehen. Hingegen beobachten wir eine solche in dem analogen sekundären Keile von Margnakristallin, der etwas weiter nördlich, ungefähr auf der Höhe des Gletscherendes, in den Serpentin hineinsticht, und sehen dort gleichzeitig jene spitze Biegung auch lückenlos vom Serpentin umhüllt. Die liegende Mulde ist dort aber bereits zum falschen Gewölbe gedreht.

Ein Teil der Malencoserpentine legt sich also in der Ventinagruppe in Form einer gewaltigen liegenden Falte nochmals über das Kristallin der Margnadecke hinweg. **Die Margnadecke ist tief in die Serpentine von Malenco eingekeilt, weithin in ihre Unterlage eingewickelt.** Ihre letzten Spuren treffen wir nordwestlich unter dem Pizzo Ventina.

Die gleiche grossartige Einkeilung der Margnadecke in die Malencoserpentine finden wir nun in prachtvoller Form, noch viel überzeugender, weiter östlich ein zweites Mal in den Abstürzen des Monte Braccia gegen den Mallerero. (s. Prof. 2, Taf. V und Taf. IV.)

Wir steigen von Chiesa hinauf gegen Chiareggio. Aus den Surettagneisen des Fensters von Lanzada gelangen wir hinein in die gewaltige Masse des Malencoserpentin, die sich vom Monte Motta im Osten ununterbrochen über den wilden Mallerero in die Basis des Monte Braccia und die zentrale Disgraziagruppe hinein verfolgen lässt. Vom engen Ausgang der Malleroschlucht bei Ponte Curlo über die altberühmten Ardesiabrüche bleiben wir in diesem untersten normal gelagerten Serpentin der Surettadecke bis weit gegen San Giuseppe hinein. Bei la Zocca sehen wir von ferne schon die obere Grenze des Serpentin. Deutlich hebt sich über seinen braunroten massigen Wänden das hellere Grau und Grün einer höheren Serie ab. Es sind die Gesteine der Valpelline-Fedozserie, und im besonderen deren Gabbros, die hier lokal die Basis der Margnadecke bilden. Bei La Zocca sehen wir die Grenze steil durch das Tobel, durch welches der Weg nach der Alp Girosso führt, hinaufziehen, dann legt sie sich flacher nach Süden hin, und nun verfolgen wir im grossen längs des Weges, der von Girosso fast „horizontal“ nach Pradaccio in Val Sassersa führt, die Gesteine der Fedozserie

ununterbrochen als hellere graue und rostig gebänderte Felsen hoch über dem Serpentin der Tiefe bis zurück in die Tobel ob Primolo. Gabbros, Biotitschiefer, Marmore, Kalksilikatfelse, granatführende Gneise und Glimmerschiefer, Pyroxenquarzite, Pegmatite, kurz der ganze typische Bestand der Fedozserie findet sich hier in reichem Durcheinander und vollständiger Sammlung vor. Unmittelbar unter La Zocca, dort wo der alte Murettoweg über den Mallero führt, finden wir prachtvolle Kalksilikatfelse, genau dieselben wie in Fex und Fedoz, weiter südlich Biotitgneise und -Schiefer. Erstere sind jene „kalkhaltigen Quarzite“, die schon Theobald erwähnt. Die talaufwärts folgende wilde Enge, in der der Mallero dahinbraust, liegt völlig in der Fedozserie. Marmore, Kalksilikatfelse und Amphibolite, auch kinzigitähnliche Gesteine finden wir noch bis gegen den Eingang von Val Orsera, und wenn wir von Girosso hinübersteigen zum einsamen Laguzzolo, so queren wir die gleiche Gesteinssippe mit Marmoren, Gabbros und Kalksilikatfelsen ohne Unterbruch von Val Fura bis Val Orsera wie unten im Tal.

Ein Zweifel an der Zugehörigkeit dieser Gesteinsgesellschaft zur Fedozserie der Margnadecke kann gar nicht aufkommen. Zudem verfolgen wir dieselbe ohne jeden Unterbruch über die Nordosthänge des Monte Senevedo bis in die Gegend von Chiareggio hinein. Sie bilden den ganzen Talhang vom Mallero bis zum Lago Pirola und Monte Senevedo hinauf. Am Ausgang von Val Furchetta queren sie ohne Unterbrechung den Mallero und stehen in sicherer Verbindung mit der Fedozserie des Piz Fora, und über den Lago Pirola und die untere Ventina erreichen sie gleichfalls ohne jede Unterbrechung die Gneise von Forbicina, die wir vom Muretto her ohne Unterbruch als die Gesteine der eigentlichen Margnadecke verfolgt haben.

Auf der ganzen Strecke von Primolo bis Forbicina ist der Charakter der Serie unzweideutig. An den Hängen ob dem See von Laguzzolo finden wir den Fedozergabbro in grossartiger Entwicklung, dergleichen am Lago Pirola und in Val Ventina, und am Monte Senevedo erscheint die reichgebänderte Marmorserie mit herrlichen Kalksilikatfelsen und Granatgneisen, mehr durch die Tiefe des Tales ziehen die gewöhnlichen Gneise.

Die Gesteine des Zuges Lago Pirola-Primolo sind genau dieselben wie die der Margnadecke, sie hängen auch direkt mit deren Hauptmasse zusammen.

Auf der Linie Zocca-Girosso-Val Fura sehen wir die Serpentine von Malenco unter diese Margnagesteine einschliessen, und dasselbe beobachten wir östlich des Mallero am Monte Motta (s. Pr. 1, Taf. V). Hier haben wir die normale Auflagerung des Margnakristallins auf den Malencoserpentin. Wie staunen wir aber, wenn wir hoch **über** der Fedozserie, die wir eben beschrieben haben, den Malencoserpentin von neuem als gewaltige Decke sich **über** die Fedozgesteine ausbreiten sehen (Taf. IV). Durch die Wände des Monte Braccia, die höheren Partien von Val Fura, den Hintergrund von Val Orsera sehen wir denselben von neuem nach Norden vorstossen, und die düsteren Hochgipfel dieser Region gehören samt und sonders bis über die Bocchetta del Cane hinaus zum Serpentin. Als scharfe Linie verfolgen wir die Grenze von Serpentin und Fedozgesteinen weithin flach durch das Gebirge. Vom oberen Laguzzolosee läuft sie östlich um P. 2625 herum, erreicht, nun steilgestellt, die Furkel von P. 2506, die ich Bocchetta Pirola nennen möchte, und zieht von dort in scharf westlicher Richtung schnurgerade zum Lago Pirola. Der nun folgende tiefe Kessel der unteren Ventina ist bis weit in die Fedozserie hinab eingeschnitten. An seiner Ostseite sehen wir den Serpentin der Monte Bracciagruppe abermals flach nach Süden ziehen, auf weite Strecken die liegenden Fedozgesteine flach überlagernd. Gegen Westen hängt dieser Serpentin des Monte Braccia zusammen mit dem des Ventinanordgrates, und die liegenden Fedozgesteine sehen wir um P. 2554 herum in jenen Einwicklungskeil einschwenken, den wir oben aus Val Sissone beschrieben haben. Der Zusammenhang ist also lückenlos.

Wir verfolgen die Fedozgesteine der Margnadecke also bis tief in die Disgraziagruppe unter den Pizzo Ventina und hinter den Monte Braccia hinein, und dieselben werden bis hinaus zum Lago Pirola von neuem durch den Malencoserpentin überdeckt. Die höhere Margnadecke ist hier gewaltig in ihr Liegendes, die Malencoserpentine, eingefaltet in Form einer mächtigen weit ausholenden liegenden Falte. **Der Serpentin dringt in Form einer grossartigen, liegenden Faltenstirn tief in den hangenden Kern der Margnadecke ein.** Diese Falte erreichte aber am Nordrand des Lago Pirola, wo die Fedozgesteine sich vor den Serpentine steilstellen, noch keineswegs ihr Ende, sondern die Serpentine drängen, wie uns die Verhältnisse im südlichen Berninagebirge jenseits des Tales von Chiareggio lehren, noch bedeutend weiter nach Norden vor (s. Taf. V). Diese obere Serpentine des Monte Braccia

bilden östlich des Mallero die Masse des Monte Nero, sie ruhen dort gleichfalls auf Gesteinen der Margnadecke, die ihrerseits dem Serpentin des Monte Motta aufliegen. Am Monte Sasso Moro schliessen die beiden Serpentine um das keilförmige Ende der Margnadecke zusammen, sie vereinigen sich. In der Gegend der Alp Fora und am Piano Tremoggia stossen die obere Serpentine bis nahe unter den Chapütschpass, die Wasserscheide gegen Fex und Oberengadin; sie werden dort vom normalen, ununterbrochen mit der Wurzel zusammenhängenden oberen Hauptteil der Margnadecke überlagert. Derselbe biegt dort sichtbar um diese Serpentine herum in den Einwicklungskeil der Margnadecke zurück, und nur einer äusserst heftigen Querfalte ist es zuzuschreiben, dass diese Serpentine nicht auch noch nördlich Chiareggio an den Südhängen des Piz Fora durchziehen. Dank derselben liegt jedoch dort ihre Fortsetzung hoch in der Luft, und nur die Umbiegung der Margnagesteine um diese Serpentinestirn ist heute noch in den Gabbros des Piz Fora zu sehen. Wir müssen daher die Stirn der liegenden Serpentinofalte, die Einwicklungstirn, in die ungefähre Linie Piano dell'Oro-Piano Tremoggia verlegen. Der Serpentin erreicht also am Lago Pirola noch keineswegs seine Nordgrenze, sondern er ging einst noch weit über Chiareggio hinüber bis in die Berninagruppe hinein.¹⁾

Östlich Val Ventina bildet diese obere Serpentinmasse im Hangenden der Margnadecke eine zusammenhängende „Decke“, in welcher die Erosion noch keine „Fenster“ der unterliegenden Margnagesteine geöffnet hat. Westlich Val Ventina hingegen, wo die Axen der Falten stark in die Höhe steigen, erscheint die Margnaunterlage in ausgedehnten Flächen entblösst, und die Serpentine der Bracciamasse sind in einzelne „Klippen“ aufgelöst. Eine solche liegt gerade westlich Alp Ventina.

Damit sind nun aber die Komplikationen im Gebirgsbau der nördlichen Disgraziagruppe noch keineswegs erschöpft. Der Keil der Margnadecke, den wir nun näher verfolgt und studiert haben, liegt keineswegs überall flach zwischen den Serpentin von Malenco, wie es zunächst den Anschein hat, sondern dieser Margnakeil ist mit den Serpentin in komplizierter Weise nochmals verfaltet, wie wenn er zu ihnen als normale Schicht gehörte.

¹⁾ Über die nähern Zusammenhänge mit der Berninagruppe siehe: R. Staub, Zur Tektonik der penninischen Decken in Val Malenco. Jahresber. Naturf. Ges. Graubündens. Chur 1921.

Die Fedozgesteine sind an mehreren Orten mit den Serpentinmassen noch in steil nordwärts überlegte Falten gelegt. Die oberen Serpentine des Monte Braccia greifen dabei tief muldenförmig in die Margnagesteine hinein. Sie werden nun ihrerseits in diese selbst eingewickelt, und umgekehrt sehen wir oft den Margnakeil steil aufgerichtet auf weite Strecken das Gebirge durchziehen. Dank dieser Lokalfaltung gelangt so das Margnakristallin an gewissen Stellen so hoch hinauf, dass es die Serpentinhülle ganz durchsticht, und dann sehen wir die obere Serpentinmasse des Pizzo Ventina und Monte Braccia weithin geteilt durch einen Gneiszug der Margnadecke, der von unten hinaufgefaltet worden ist. Zwei solcher Keile finden sich auf der Westseite von P. 2554 im Nordgrat des Pizzo Ventina. Weithin sichtbar ziehen dort die Gneise der Margnadecke aus der Tiefe herauf, sie erreichen den Grat und trennen dort die Serpentine des Pizzo Ventina in zwei Massen. Diese Faltung ist so grossartig und allgemein, dass wir diesen aufgerichteten Margnagneis von P. 2554 quer durch das ganze Gebirge hindurch verfolgen können. Am Ende des Ventinagletschers treffen wir ihn von neuem, am Passo di Ventina stechen seine grauen Felsen von weitem schon aus dem dunklen Braun der Serpentine, und von dort verfolgen wir ihn über die Laghetti in Val Sassersa bis gegen Pradaccio hinab. Dieser lange Gneiszug ist einer der Muldenkeile der Einwicklung, steil gestellt durch letzte Lokalfaltung. Er trennt die Masse des Monte Braccia vollständig von den Serpentinmassen der zentralen Disgraziagruppe ab. In Val Sassersa und am Passo Ventina habe ich diesen merkwürdigen Gneiszug, der übrigens aus Sassersa schon Theobald bekannt war, näher studiert. In der Mitte des Zuges finden wir entweder den Gabbro der Fedozserie oder aber deren Biotitschiefer oder Amphibolite, an beiden Rändern gegen den Serpentin zu, sowohl im Norden wie im Süden, zunächst grüne Augengneise, dann gewöhnliche grüne Paragneise der Malojaserie. Ein Zeichen, dass hier gegen die Muldenumbiegung des Einwicklungskeiles hin ein Mittelschenkel noch recht gut erhalten geblieben ist. Die Gabbros im Kern des Zuges traf ich zwischen Pradaccio und den Laghetti im mittleren Val Sassersa, die Biotitschiefer und Amphibolite direkt unter den Laghetti und am Passo Ventina.

Zwischen diesem zentralen Gneiszug des Passo Ventina und dem Lago Pirola ist der obere einwickelnde Malencoserpentin tief muldenförmig eingesenkt, selbst wiederum eingewickelt, und nur dieser Versenkung verdanken wir heute noch das Vorhandensein der herr-

lichen verkehrten Klippe von Malencoserpentin am Monte Braccia.

Bis jetzt haben wir zwei eingewickelte Keile von Margnakristallin im Malencoserpentin behandelt, denjenigen, den wir bis unter den Pizzo Ventina verfolgen konnten, und dann den grossen, der im Zuge des Passo Ventina—Val Sassersa steil aufgerichtet erschien. Ein dritter solcher Keil, im grossen derselben Einwicklung erster Ordnung angehörend wie die andern, dokumentiert sich im Tal des Mallero nördlich der Plattenbrüche. Dort sehen wir an der westlichen Talwand den Serpentin unter der grossen Masse von Fedozgesteinen nochmals durch Margnagesteine in zwei Teile getrennt, dieselben greifen dort nochmals ungefähr einen Kilometer weit noch Süden in ihre Unterlage ein.

Ein weiterer solcher Einwicklungskeil liegt wenig ausserhalb des eigentlichen Disgraziagebirges, es ist der Gneis der Alp Vazzeda, den wir eingangs erwähnten. Derselbe wird im Osten nochmals durch Serpentine von der eigentlichen Margnadecke der Alpe dell'Oro getrennt. Der Zusammenhang ist zwar nicht ganz klar aufgeschlossen, ich vermute aber etwas Analoges wie weiter im Süden, d. h. dass der Gneiss der Alp Vazzeda gegen Süden hin auskeilt und eingewickelt und umschlossen wird vom Serpentin, der keilartig zwischen ihm und Alpe dell'Oro nach Norden dringt. Genau beweisen lässt sich dieser Zusammenhang leider nicht, er wird aber durch die analogen Fälle in der Disgraziagruppe äusserst wahrscheinlich gemacht. Auch weiter im Norden am Murettopass und im Bergell finden wir Ähnliches.

Etwas Merkwürdiges bleibt mir noch zu erwähnen, das ist eine Platte von Serpentin am Ausgang von Val Orsera. Dieselbe scheint im Westen mässig steil auf der Fedozserie von Laguzzolo zu liegen. Danach könnte sie den Serpentin des Monte Braccia entsprechen. Das daraus konstruierte überstürzte Axialgefälle derselben würde ausgezeichnet zu jener Querfalte passen, dank welcher jenseits des Mallero auf Alp Fora der Serpentin nach Westen hin definitiv in die Luft hinausgehoben wird. Daneben ist dieser Serpentin auch noch normal in die Fedozserie eingefaltet.

Damit haben wir nun die Komplikationen im Bau der Margnadecke in der nördlichen Disgraziagruppe erschöpft. Das Studium derselben hat uns eine herrliche Tektonik offenbart, wie sie nur selten in einem so geschlossenen Gebirgsstück zutage tritt.

Die Margnadecke ist dort tief in ihre Unterlage, den Malencoserpentin, eingewickelt, und derselbe greift in Form einer

gewaltigen liegenden Falte weit in den Deckenkern der Margnavor. Diese Einwicklung beträgt etwa 8 km.

Damit schliessen wir unsere Betrachtungen über die Margnadecke der nördlichen Disgraziagruppe und wollen nun noch kurz deren Verbreitung im Süden studieren.

Die Margnadecke im Süden der Disgrazia.

Die Margnadecke ist auch im Süden der Disgrazia noch einmal als Decke, flach gelagert auf den Serpentin, vorhanden, bevor sie steil zur Wurzel hinabsinkt. Es handelt sich um ein einziges Vorkommen am Sasso Arso. Dort sehen wir über den Serpentin nochmals Trias und Gneise, die nur der Margnadecke angehören können. Sie sind den Serpentin muldenförmig eingelagert und bilden dort eine kleine Klippe. Dieselbe war bisher nicht bekannt. Weitere Vorkommnisse dieser Art kenne ich bis jetzt nicht, ich habe auch die Klippe am Sasso Arso nicht genauer untersucht.

Endlich bleibt uns noch als letztes tektonisches Element der Disgraziagruppe kurz zu betrachten

Die Wurzelzone der Margnadecke.

Dieselbe bildet den südlichen Abschluss des weiten Serpentingebietes von Malenco und Pedrarossa und damit den eigentlichen Abschluss des Disgraziagebirges gegen Süden. Sie ist von Cornelius vor kaum fünf Jahren genauer beschrieben worden, und ich kann mich daher kurz fassen. Ich habe diese Zone im Detail auch nur sehr wenig studiert, da sie bereits ausserhalb des in Betracht gezogenen Gebietes liegt, und würde sie kaum erwähnt haben, wäre mir nicht gerade hier ein wichtiger Fund gelungen, nämlich die Entdeckung der Fedoz-Valpelineserie.

Bis jetzt war diese typische tiefere kristalline Serie der Margnadecke wohl im Deckenteil dieser Einheit, d. h. im Bergell, Oberengadin und Malenco nachgewiesen, aus der Wurzelzone von Val Malenco hingegen kannte man sie nicht. Dies musste bei der relativ geringen Entfernung der beiden Gebiete umsomehr befremden, als sich diese Serie andererseits fast unverändert vom Engadin bis ins Wallis erstreckt, und als sie auch in der Wurzelzone im Tessin hatte aufgefunden werden können.

Heute kann die Fedozserie auch in der Wurzel der Margnadecke im Malenco als weit verbreitet gelten. Ich kenne sie von Val Masino bis zum Passo d'Uer, also weit über das engere Disgraziagebiet hinaus.

In Val Masino gehören hierher feinkörnige, oft monzonitähnliche Gabbros, ich fand solche beispielsweise südlich Val Sass Pisöl und in Val Terzana. Um die Wurzelsynklinale der Alp Sass Pisöl erreichen sie vereinzelt auch noch die Surettagneise. Die Fedozserie reicht hier also auch noch in den allersüdlichsten Teil der Surettadecke hinein. — Östlich Val Malenco sind es gleichfalls diese Gabbros, zum Teil zusammen mit Marmoren und kinzigitähnlichen Gesteinen, die von ferne schon innerhalb der Malojaserie auffallen. In der Disgraziagruppe treffen wir im Bereich von Val Torreggio die alte Marmorserie an verschiedenen Stellen, so sehr schön in der Gegend der Alpen Palü und Serra. Die ganze Serie ist auch hier genau wie im Norden oder im Wallis schon von weitem dank ihrer rostbraunen Farbe und ihrer charakteristischen Bänderung gegenüber den kompakteren heller graugrünen Malojagesteinen zu erkennen. Sie bildet auch hier den Kern der Decke, d. h. sie wird auch hier in der Wurzel beidseits von Malojagesteinen und Mesozoikum umschlossen. Malojaserie und Trias nördlich der Fedoz-Valpellinegesteine des Wurzelkernes sind nur als schmale, aber vielfach in sich geschuppte Zone entwickelt. Dieselbe spielt die typische Rolle eines reduzierten Mittelschenkels, während Malojaserie und Trias im Süden des Fedozkernes die normale Mächtigkeit der Schichtfolge aufweisen. Gewaltig ist auch die Schuppung dieser südlichen Zone am Monte Arcoglio, am Monte Caldenno und in den Tobeln westlich von Torre, und durchgreifend die grossartige Überkipfung derselben, dank welcher die Wurzelgesteine bis gegen 45° oft flach nach Norden einschliessen. In den Talgründen von Val Torreggio und Malenco hingegen steigen dieselben fast senkrecht aus der Tiefe empor.

Damit haben wir den Bau des Disgraziagebirges in kurzen Zügen umrissen. Derselbe fügt sich mühelos in das Gebäude unserer Bündnerdecken. Es bleibt uns nur noch übrig, die wichtigsten Resultate unserer Untersuchungen im folgenden kurz zusammenzufassen und etwelche allgemeinere Ergebnisse hervorzuheben.

Der Bau des Monte della Disgrazia.

Drei grosse Einheiten sind es, die dieses gewaltige Felsengebirge aufbauen. Im Westen das Bergellermassiv, im Osten die höchsten penninischen Decken, Suretta und Margna. Das Bergellermassiv steht ausserhalb der Alpenfaltung, als mehr oder weniger steifer, relativ unbewegter jüngerer Klotz mitten im bewegten alpinen Deckenland,

die penninischen Decken jedoch zeigen die reiche Architektur der alpinen Faltung.

Das tiefste tektonische Glied der Disgraziagruppe ist die Surettadecke. Sie reicht nach unseren heutigen Untersuchungen nun vom Bergell zurück bis an den Südfuss der Disgrazia in Val Sass Pisöl und Val Torreggio und erreicht damit von ihrer Stirn bei Andeer bis zurück zu ihrer Wurzel in Val Masino eine Länge von weit über 50 km. Sie baut den weitaus grössten Teil des ganzen Gebirges auf. Ihre Schichtreihe ist gegenüber der nördlich des Bergells stark verändert. An die Stelle der Bündnerschiefer treten die Ophiolithe, und unter diesen herrschen wiederum deren ultrabasische Glieder, die Serpentine. Dazu ist die Trias durchwegs viel weniger mächtig als in den Deckenteilen nördlich des Bergells, und treten im besonderen die Quarzite derselben ganz zurück. Der Wechsel der Fazies ist aber kein sprunghafter, sondern ein kontinuierlicher, der Übergang vollzieht sich im Fornogebiet.

Die Hauptänderung der Surettaschichtreihe von Norden gegen Süden liegt in der gewaltigen Zunahme der Ophiolithe. Deren Verbreitung lässt sich nun genauer verfolgen als vor einigen Jahren. Die Ophiolithe der Surettadecke zwischen Avers und Malenco gehören alle mehr oder weniger einem gewaltigen Laccolithen grossen Stiles an. Im Süden ist derselbe einheitlich und geschlossen, gegen Norden verfindert er sich immer mehr und mehr mit seiner sedimentogenen Hülle, den Schistes lustrés, und seine letzten Ausläufer verlieren sich schliesslich in einzelnen Lagern im Bündnerschiefer des Avers. Im Avers füllen die Bündnerschiefer fast den ganzen weiten Raum zwischen der Surettatrias und den überschobenen Massen der Margnadecke, und die Ophiolithe sind nur äusserst selten. Gegen Süden nehmen sie aber schon im Avers stark zu. Am Piz Piott, an den Gletscherhörnern, am Piz Duan schwellen die Ophiolithlager an Zahl und Mächtigkeit immer mehr an, und südlich des Bergells vereinigen sich alle diese einzelnen Lager zu einem grossen einheitlichen Laccolithen, der nur noch selten etwa durch ein Bündnerschieferband zerlappt ist. So liegen zum Beispiel die Verhältnisse im Fornogebiet. In der Disgraziagruppe endlich, in Val Malenco überhaupt, verlieren sich auch die letzten Bündnerschieferkeile im Laccolithen, und derselbe füllt nun den ganzen weiten

Raum zwischen Surettatrias und Margnakristallin als gewaltige, durch und durch einheitliche Masse.

Fig. 1. Schema des Ophiolithlaccolithen der Surettadecke zwischen Avers und Val Malenco.

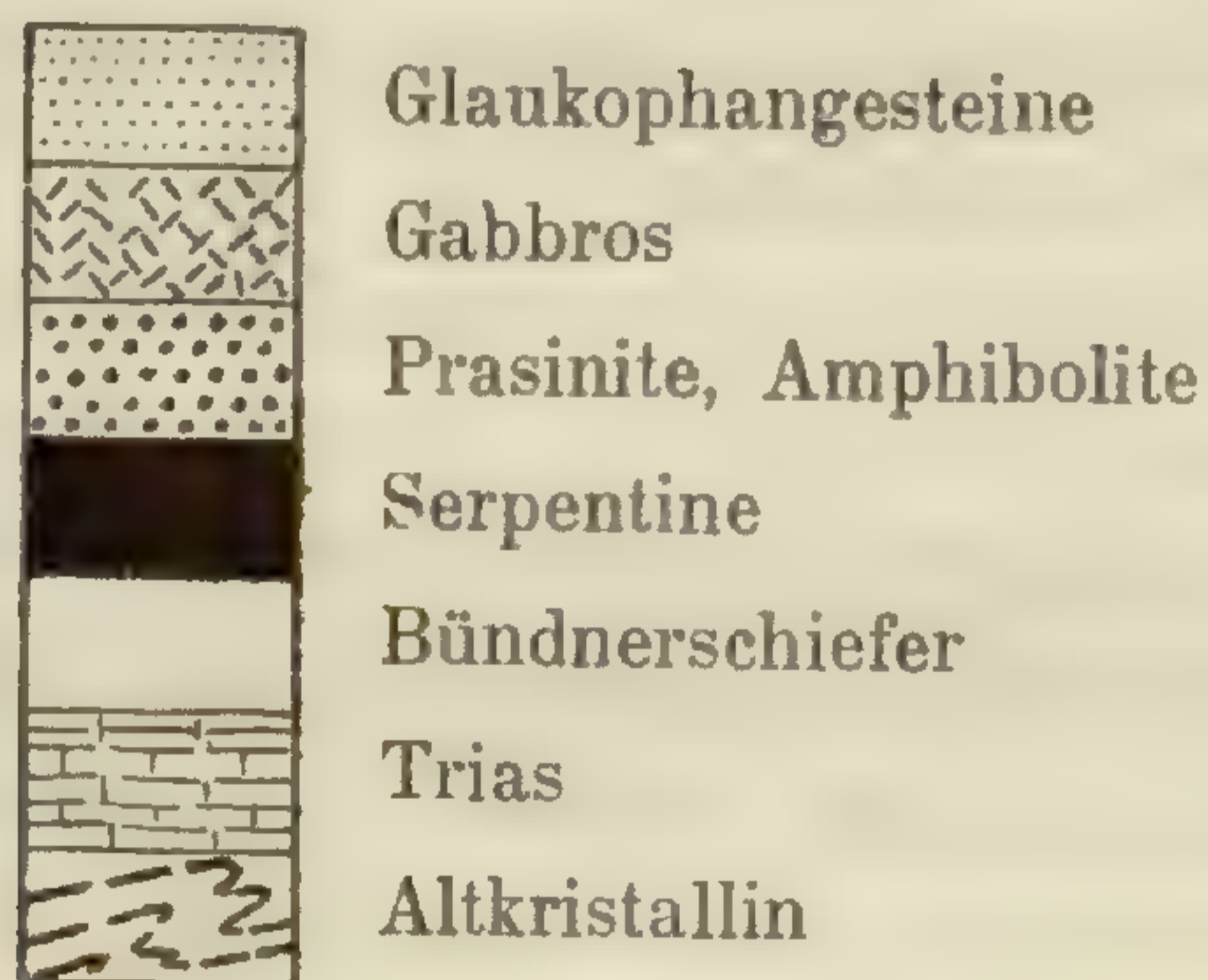


R. Staub, 1920.

Val Malenco

Bergell

Avers



Aus dieser Verteilung der Ophiolithe zwischen Avers und Malenco geht nun deutlich hervor, dass der Herd der Intrusion im Süden, d. h. in Val Malenco selber lag. Dort drang der Laccolith in das penninische Mesozoikum, und dort finden wir daher die grössten Massen der Ophiolithe, gewissermassen den Kern der Intrusion. Die einstige Vorstellung von Cornelius und mir, die Serpentine von Malenco seien im Süden der Margnadecke an der Basis der ostalpinen Schubmassen intrudiert worden, und dann durch die spätere Überfaltung der Margnadecke in ihre heutige Lage unter derselben gebracht worden, muss heute verlassen werden. Die Ophiolithe von Malenco haben mit denen im Hangenden der Margnadecke nichts zu tun, sie sind nicht an der ostalpin-penninischen Grenze wie jene, sondern mitten im penninischen Sedimentationsraum emporgedrungen.

Eine wichtige Frage ist heute die: gehören die Ophiolithe der penninischen Zone dem ersten Hauptstadium der tertiären Alpenfal-

tung an, oder fällt ihre Intrusion schon in die geosynklinale, embryonale Phase der Gebirgsbildung? Sind es Intrusionen längs den Überschiebungsflächen der grossentertiären Decken, oder sind sie eine Erscheinung, die zusammengeht mit den embryonalen orogenetischen Bewegungen während der Versenkung der Geosynklinalen? Die Lösung dieser Probleme ist nicht so einfach. Einerseits finden wir grosse Ophiolithmassen an der Basis verschiedener grosser Decken, so die des Oberhalbsteins und Engadins an der Basis des ostalpinen Deckenblockes, die von Zermatt und Avers-Malenco an der Basis der Dentblanche-Margnadecke, und jene von Antrona und Chiavenna-Misox wiederum unter der Monte Rosa- und Tambo-Surettadecke. Andererseits aber kennen wir in den Alpen so und so viele gewaltige Überschiebungen ohne eine Spur von Ophiolithen. So fehlen sie überall innerhalb der ostalpinen Decken, zum Beispiel an der Basis der Silvretta, an der Basis der Campo-, der Languard-, der Berninadecke, so fehlen sie im Penninikum der Basis der weitaus gewaltigsten Decke der Region, der Bernharddecke, bis auf geringe Spuren völlig.

Die Intrusion der Ophiolithe an der Basis von grossen Decken ist also zum mindesten keine Regel. Hingegen ergeben die Untersuchungen über die Verbreitung und Verteilung der Ophiolithe mit Sicherheit, dass dieselben stets an bedeutende Geosynklinalen geknüpft sind. Sie finden sich erstens nur im penninischen Mesozoikum, sie fehlen dem Ostalpinen und dem Helvetikum als Geantiklinalgebieten vollständig, und innerhalb des Penninikums sehen wir sie gleichfalls wieder nur in den sekundären tiefen Geosynklinalen desselben gehäuft, sie fehlen überall den Geantiklinalgebieten. Darum fehlen sie zum Beispiel der normalen Hülle der Adula in der Umgebung von Vals, darum auch den Bündnerschiefergebieten um Splügen und Andeer, darum suchen wir sie auch vergebens in den sogenannten „Teilsynklinalen“ der Margnadecke im Oberengadin, Bergell, Avers und Schams. Alle diese Gebiete lagen im Bereiche von Geantiklinalen, wie der Charakter ihrer Sedimente zeigt, und die Ophiolithe stellen sich in diesen Deckengebieten immer erst alpeneinwärts gegen die Geosynklinalzone der Decke hin ein. Das Einsetzen und Anschwellen der Ophiolithe der Surettadecke im Avers und Bergell, das im Malenco bis zur völligen Verdrängung der Sedimente geführt hat, ist wohl das schönste Beispiel dieser Art. Die Verfolgung der Ophiolithhorizonte der Adula und der Margnadecke führt aber zum selben Resultat. Die

Ophiolithe stellen sich von den Deckenstirnen gegen Süden ganz allmählich ein, in der Adula zum Beispiel zwischen Valsenberg und Chiavenna, und die höheren Teilelemente dieser Decken, deren höhere Schuppen, die aus dem südlicheren Geosynklinalgebiet der Decken stammen, zeigen immer mehr die Zunahme und schliessliche Vorherrschaft der Ophiolithe. So sehen wir dieselben in den höheren Schuppen der Adula zwischen Piz Aul und Safien in grossen Massen, so erlangen sie gewaltige Mächtigkeit in den höheren Schuppen der Margnadecke, ich brauche nur an die riesigen Ophiolithmassen des Oberhalbsteins zu erinnern.

All das zeigt uns, dass die Ophiolithe in erster Linie an die Geosynklinalen gebunden sind, also nicht erst zur Zeit der ersten grossen Schübe am Anfang der tertiären Faltung intrudiert sein können. Anlass zu diesen Intrusionen müssen allerdings gebirgsbildende Bewegungen gewesen sein, ohne solche wäre der einseitige Charakter dieser Lakkolithen undenkbar, aber solche orogenetische Bewegungen spielten sich ja, wie wir nun wissen, auch schon in den Geosynklinalen ab. Die tieferen Ursachen dieser Intrusionen sind sogar an solche embryonale Bewegungen geknüpft, doch sind wir über deren Ausmass heute noch nicht genau aufgeklärt. Das eine scheint heute sicher, dass die grossen Ophiolithintrusionen des Penninikums schon eine Begleiterscheinung der tiefgreifenden Geosynklinalen gewesen sind, und dass dieselben damit schon in eine frühere embryonale Epoche der Gebirgsbildung fallen, wahrscheinlich in das spätere Mesozoikum (s. Fig. 1, pag. 148).

Die Verteilung der Ophiolithe zwischen Avers und Malenco führt uns nun auch zum Verständnis der Differenziation in diesem vielgestaltigen Lakkolithen. In den tieferen Kernteilen desselben sammelten sich die schwereren ultrabasischen Massen, dort kristallisierten die Peridotite, deren spätere Metamorphose die Serpentine lieferte. In die höheren und entfernteren Lagen desselben drangen nur die leichteren saureren Magmen ein, sie erstarrten dort als Gabbros und Diabase, Diabasporphyrite usw.; deren Metamorphose schuf jene Saussuritgabbros, Prasinite und Amphibolite, die wir heute beobachten können. So finden wir die grossen Serpentinmassen nur im einheitlichen Kern des Lakkolithen im Malenco, die Grünschiefer und Amphibolite mehr gegen den Rand hin im ganzen Gebiet zwischen Malenco und Avers, die reinen Gabbros erst weit draussen in Avers. Desgleichen sind die

natronreichen Glieder der Serie, die Glaukophangesteine, an die äussersten Ränder lokalisiert, wir treffen sie gleichfalls nur zwischen Bergell und Avers (s. Fig. 1).

Ähnliche Differenziationen innerhalb des Ophiolithlaccolithen treffen wir auch im Zuge Valsarberberg-Chiavenna. Auch dort sind die Serpentine als basische Kernmassen nur im einheitlichen Laccolithen im Süden entwickelt, die gabbroiden Grünschiefer in den Ausläufern desselben im Norden. Auch in den Ophiolithgebieten der Margnadecke scheinen ähnliche Verhältnisse vorzuliegen, doch erlauben vorderhand die äusserst komplizierten tektonischen Verschuppungen derselben kein sicheres Urteil.

Nach dieser Abschweifung kehren wir zurück zum Monte della Disgrazia. Die Ophiolithe bilden die Hauptmasse der Surettadecke im Disgraziagebirge. Deren Unterlage, Surettatrias und Surettagneise, tritt am Westrand der Gruppe auf der Linie Disgraziagletscher-Alp Sass Pisöl unter denselben hervor, ferner in Form von drei Fenstern im Gebiet von Val Malenco, bei Chiesa, St. Anna und Airale. Die ganze Decke bildet im grossen ein flaches Gewölbe mit sekundär gefalteten Schenkeln, dessen Scheitel treffen wir an der Disgrazia. Es entspricht der grossen Wölbung der Deckenscheitel, die wir durch die ganzen Alpen verfolgen können. Interessant ist der Verlauf der Deckenaxe. Dieselbe fällt zunächst am Westrand der Gruppe mässig gegen Osten, wird dann durch die mächtige Murettoquerfalte zum Teil überkippt und sinkt dann wieder flacher in jene Depression hinab, in der die grössten Serpentinmassen des Gebirges liegen. Jenseits des Ventinagletschers hebt sich die Axe aber von neuem und steigt, allerdings in mehreren Querfalten, zur Kulmination von Lanza da empor. Dank derselben erscheinen bei Chiesa die Surettagneise nochmals unter dem Serpentin. Grossartig ist endlich die Verfaltung der Surettadecke mit der nächst höheren Einheit, der Margnadecke.

Die Margnadecke ist nun erstmalig in der Disgraziagruppe nachgewiesen. Ihr Altkristallin ist dasselbe wie im Oberengadin, es zerfällt wie dort in Fedoz- und Malojaserie. In der nördlichen Disgraziagruppe ist diese Decke tief in den Malencoserpentin eingewickelt. Diese Einwicklungskeile sind abermals mit den Serpentinmassen noch sekundär verfaltet. Wir können daher die Bewegungen in den Decken des Malenco in drei Phasen gliedern. In einer ersten wurden die Margnagesteine flach über die Serpentine von Malenco überschoben, in einer zweiten wurden sie in dieselben eingewickelt, in einer dritten endlich wurde

das Ganze noch enger miteinander verfaltet. Dabei kam es oft so weit, dass die in der zweiten Phase aktiv einwickelnden Serpentine nun ihrerseits von den von ihnen selbst eingewickelten Margnagesteinen nochmals eingewickelt wurden. Die Axen dieser Falten erleiden dieselben Verbiegungen wie die der Surettadecke.

Die Beobachtung der grossen Einwicklung der Margnadecke unter die Serpentine von Malenco ist von grundlegender Bedeutung, auch für die weitere Tektonik Bündens. Diese Einwicklung von Val Malenco bedingt alle jene kleineren Phänomene gleicher Art, die wir bisher aus Bünden gekannt haben. Ihr verdanken wir jenen neuen energischen Vorstoss der gesamten oberen Deckenmassen, bei dem jeweilen jede tiefere die nächst höhere Decke unter sich eingewickelt hat. Der Serpentin von Malenco wickelt die Margnadecke ein, diese die Errdecke, diese wiederum stösst ihren Stumpf in die hangenden Komplexe der Languard- und Campodecke, stellt deren Basis steil oder überkippt dieselbe, und schliesslich wird durch das Medium der Aeladecke auch die höchste tektonische Einheit Bündens, die Silvretta, von diesem letzten Schub erfasst und in ihre Unterlage eingewickelt. Die Amplituden dieser Einwicklungen nehmen dabei mit zunehmender Entfernung vom Malencoserpentin gegen Norden ab. Die Deckensynklinale von St. Moritz gehört wohl gleichfalls hierher. Alle diese Einwicklungen, von Schuls und vom Stragliavitapass im Unterengadin und vom Chavagl grond und Val Tisch bei Bergün, über die Fuorcla Tschitta und den Albulapass, die Maduleinerfaltenzüge, über die Roccabella bei Bivio und die Steilstellung der ostalpinen Decken bei Silvaplana bis zurück zur Einwicklung der Margnadecke im Bergell, sie alle werden verständlich durch den grossen Stoss, den uns die gewaltige Einwicklung der Margnadecke unter die Serpentine von Malenco offenbart.

Im Süden der Disgrazia konnte die Margnadecke auch im oberen Masino als Klippe am Sasso Arso nachgewiesen werden. In der Wurzelzone der Decke gelang der Nachweis der Fedoz-Valpellineserie.

Auf der Linie Alp Sissone-Monte Pioda-Pedrarossa-Sass Pisöl wird der komplizierte Bau des Disgrazia-gebirges vom Bergellermassiv steil durchbrochen. Dasselbe schneidet zunächst die Gneise und Triasgesteine der Surettadecke gegen Westen ab, dann die

enggepresste Wurzelsynklinale derselben, und endlich die Wurzel der Margnadecke. Dabei wird sowohl das Altkristallin der Suretta- und der Margnadecke als auch die Trias derselben, und endlich der Malencoserpentin kontaktlich verändert, und das Ganze im Tonalit von Masino aufgelöst.

* * *

Unsere Wanderung um den Monte della Disgrazia ist zu Ende. Nicht dass uns dieselbe die Lösung aller, auch der letzten Probleme dieser wilden Gebirge gebracht hätte. Aber die einfach grossen Züge des Gebirgsbaues, der Zusammenhang mit den Nachbargebieten des Bergeller- und Berninagebirges, die allgemeine Rolle der Disgraziagebirge im Bau der südrätischen Alpen, der Grundplan des Ganzen, das alles trat uns dabei deutlich und in herrlichen Formen vor Augen. Und wenn wir heute unsere Blicke hinüberlenken zu dem einsamen Bergriesen jenseits unserer Grenzen, so bewundern wir zwar immer noch in ungeschmältem Masse die gewaltigen Linien, die Eleganz und Kühnheit seiner Felsengräte, die blendende Pracht seiner Gletscher, die leuchtende Reinheit seiner Firnenwelt und seine stolze Abgeschlossenheit, daneben aber zieht vor unserm Geiste jener noch viel gewaltigere Grundbau herauf, dessen grossartige Architektur uns die geologische Forschung offenbarte, und jenes grandiose Geschehen, das im Laufe von unendlichen Epochen in grauer Vorzeit unsere Alpen aufgetürmt. Dann werden wir wohl still im Anblick jenes Berges und denken an die gewaltigen Schicksale dieser Welt, die kommen und gehen ohne Ende, die brausen über Länder und Meere von einer Ewigkeit zur andern, und die Geschichte unserer Menschheit erscheint uns wie ein wesenloser Traum.

Literatur.

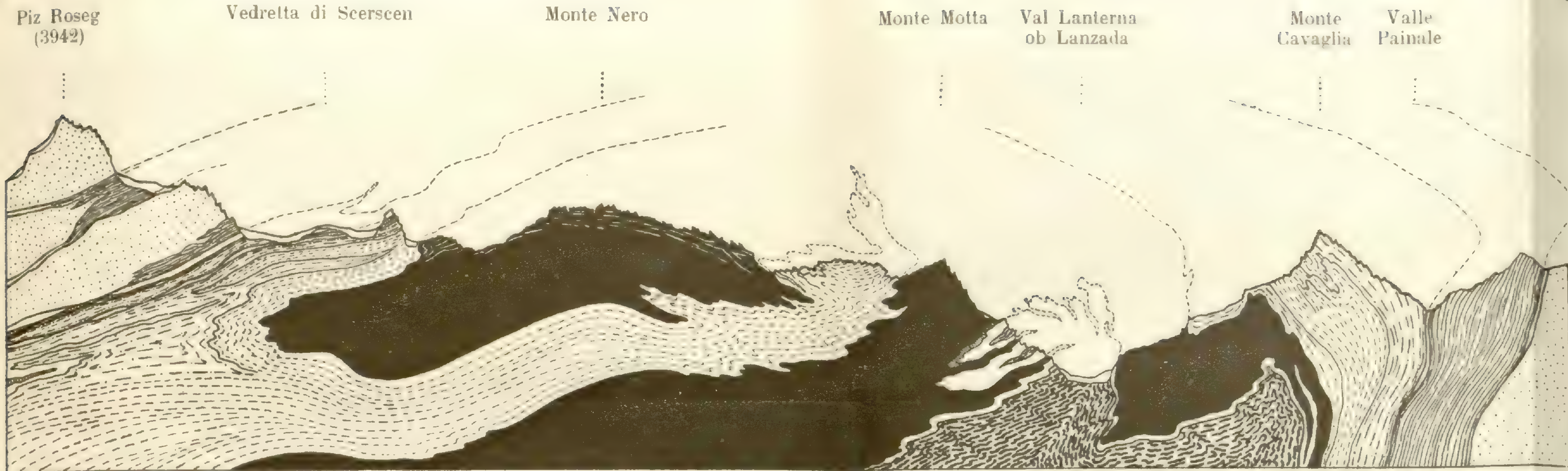
1. P. Arbenz, Probleme der Sedimentation und ihre Beziehungen zur Gebirgsbildung in den Alpen. Heimfestschrift der naturf. Ges. Zürich 1919.
2. E. Argand, Carte géologique du massif de la Dent Blanche. Mat. carte géol. Suisse, n. s. XXIII, carte spéciale n° 52, 1908.
3. — L'exploration géologique des Alpes Pennines Centrales. Bull. Lab. Géol., etc. Université Lausanne, n° 14, 1909.
4. — Les Nappes de recouvrement des Alpes Pennines et leurs prolongements structuraux. Matér. carte géol. Suisse, nouv. sér. livr. XXXI. 1911.
5. — Les Nappes de recouvrement des Alpes occidentales *ibid.*, livr. XXVII, Carte spéciale 64 et coupes 1911.

6. — Sur les plis transversaux des Alpes occidentales et sur la tectonique du Tessin septentrional, Soc. neuchâtel. sciences nat. 1915.
7. — Sur l'arc des Alpes occidentales. Ecl. geol. Helv. Vol. XIV, 1916.
8. A. Bolla, Il gneiss centrale della Valtellina. Atti della R. Acc. dei Lincei, Vol. VII, fasc. 3.
9. E. Bonardi, Il gruppo cristallino dell' Albigna e della Disgrazia. Rendiconti R. Ist. Lombardo di Scienze e Lettere 1882.
10. L. Brugnatelli, Ueber den Titanolivin der Umgebung von Chiesa im Val Malenco. Zeitschr. f. Krist. 39. 1904.
11. J. Cadisch, W. Leupold, H. Eugster, R. Brauchli, Geologische Untersuchungen in Mittelbünden. Vierteljahrsschrift d. Nat. Ges. Zürich. 1919.
12. Club Alpino italiano, Guida delle Alpi Retiche Occidentali, Brescia, 1911.
13. H. P. Cornelius, Über die rhätische Decke im Oberengadin und den südlich benachbarten Gegenden. Zentralbl. f. Min., Geol. und Pal. 1912.
14. — Petrographische Untersuchungen in den Bergen zwischen Septimer und Julierpass. Inaug.-Diss. N. J. f. Min. Beilage-Bd. 35. Stuttgart 1912.
15. — Geologische Exkursionen im Oberengadin: Bivio—Maloja. Verl. Max Weg, Leipzig 1913.
16. — Geologische Beobachtungen im Gebiet des Fornogletschers. Zentralblatt für Min. Geol. u. Pal. 1913.
17. — Zur Kenntnis der Wurzelregion im untern Veltlin. N. J. Min. etc. Beil. Bd. XL. 1915.
18. — Geologische Beobachtungen in den italienischen Teilen des Albigna-Disgraziamassivs. Geol. Rundschau 1915.
19. J. G. Ebel, Anleitung, auf die nützlichste und genussvollste Art, die Schweiz zu bereisen. Zürich, Orell Füssli 1810.
20. A. Escher und B. Studer, Geologische Beschreibungen von Mittelbünden. Neue Denkschriften d. Schweiz. Naturf. Ges. Bd. III, 1839.
21. U. Grubenmann, Die kristallinen Schiefer. Berlin 1910.
22. G. Melzi, Osservazioni geologiche sulla Valle del Masino. Rendiconti R. Ist. Lombardo Scienze e Lettere, 1892.
23. G. Melzi, Ricerche geologiche et petrografiche sulla Valle del Masino. Giorn. di Min. del. Dott.. Sansoni 1893.
24. Siber-Gysi, Monte della Disgrazia, Jahrbuch des S. A. C. III. 1866.
25. R. Staub, Zur Tektonik des Berninagebirges. Viertelj. d. Nat. Ges. Zürich 1914.
26. — Petrographische Untersuchungen im westlichen Berninagebirge. Viertelj. d. Nat. Ges. Zürich. 1915.
27. — Tektonische Studien im östlichen Berninagebirge. Ebenda 1916.
28. — Zur Tektonik der südöstlichen Schweizeralpen. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz, n. F. XLVI, Lief. 1. Abteil. 1916.
29. — Tektonische Karte der südöstlichen Schweizeralpen. Ebenda 1916. Spezialkarte Nr. 78.
30. — Zur Geologie des Oberengadin und Puschlav. Ecl. geol. Helv. 1916.
31. — Bericht über die Exkursion der schweizerischen geologischen Gesellschaft im Oberengadin und Puschlav v. 11—15. August 1916. Ebenda 1917.
32. — Das Äquivalent der Dent Blanche-Decke in Bünden. Festschr. Naturf. Ges. Zürich 1917.
33. — Über Faciesverteilung und Orogenese in den südöstlichen Schweizeralpen. Beitr. geol. Karte der Schweiz 1917.

34. — Geologische Beobachtungen am Bergellermassiv. Vierteljahrss. d. Naturf. Ges. Zürich 1918.
 35. — Über das Längsprofil Graubündens. Ebenda 1919.
 36. — Geologische Beobachtungen im Avers und Oberhalbstein. Eclogae geol. Helv. 1920.
 37. — Zur Geologie des Sassalbo im Puschlav. Ebenda 1920.
 38. — Neuere Ergebnisse der geologischen Erforschung Graubündens. Ebenda 1920.
 39. — Geologische Karte der Val Bregaglia 1:50 000. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz. 1920. (Im Druck!)
 40. — Über Alter, Wesen und Ursachen der Gesteinsmetamorphosen in Graubünden. Viertelj. d. Naturf. Ges. Zürich, 1920.
 41. — Über den Bau des Pizzo della Margna, Sep. aus Albert Heim, Geologie der Schweiz, Bd. II. 1920.
 42. — Über ein neues Vorkommen von Glaukophangesteinen in Graubünden, Ecl. Geol. Helv. Vol. XVI. 1920.
 43. — Über ein Glaukophangestein aus dem Avers. Ebenda 1921.
 44. — Über ein weiteres Vorkommen von Trias in Val Masino. Ebenda 1921.
 45. G. Steinmann. — Die Bedeutung der jüngeren Granite in den Alpen. Geol. Rundschau. 1913.
 46. E. L. Strutt, The alps of the Bernina, London 1910.
 47. B. Studer, Geologie der Schweiz, 1851.
 48. — Index der Petrographie und Stratigraphie der Schweiz, Bern 1872.
 49. G. Studer, Ueber Eis und Schnee. Bd. III. Bern 1899.
 50. E. Suess, Das Antlitz der Erde, III. Teil, 1910.
 51. H. A. Tanner, Forno-Albigna-Bondasca, Basel 1906.
 52. T. Taramelli, Sunto di alcune osservazioni stratigrafiche sulle formazioni precarbonifere della Valtellina e della Calabria. R. Ist. Lombardo, 1879.
 53. — Osservazioni geologiche nel raccogliere alcuni campioni di Serpentino. Roma 1882.
 54. — Carta geologica della Lombardia, 1:250 000, Milano 1890.
 55. G. Theobald, Naturbilder aus den Rhätischen Alpen. II. Aufl., Chur 1862.
 56. — Das Berninagebirg, Jahresber. Naturf. Ges. Graubündens. X. Jahrgang 1865.
 57. — Das Albigna-Disgraziagebirg zwischen Maira und Adda. Ebenda 1866.
 58. — Die südöstlichen Gebirge von Graubünden. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz, Lief. III., 1866.
 59. — Geologische Karte der Schweiz, Blatt XX. Ebenda 1865.
 60. — Geologische Karte der Schweiz 1:100 000, Blatt XV. Ebenda 1864.
 61. — Topographischer Atlas der Schweiz, 1:100 000, Blatt XIX und XX.
 62. — Topographischer Atlas der Schweiz, 1:50 000, Blatt Castasegna und Chiesa.
 63. J. J. Weilenmann, Aus der Firnenwelt, III. Bd.
 64. J. M. Ziegler, Topographische Karte von Oberengadin etc.
 65. — Ueber das Verhältnis der Topographie zur Geologie mit Geologischer Karte von Engadin und Bernina.
 66. F. Zindel, Über den Gebirgsbau Mittelbündens. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz. N. F. 41. Lief., 1912.
 67. Alb. Heim, Geologie der Schweiz, Bd. II, Lief. 7, 1921.
-

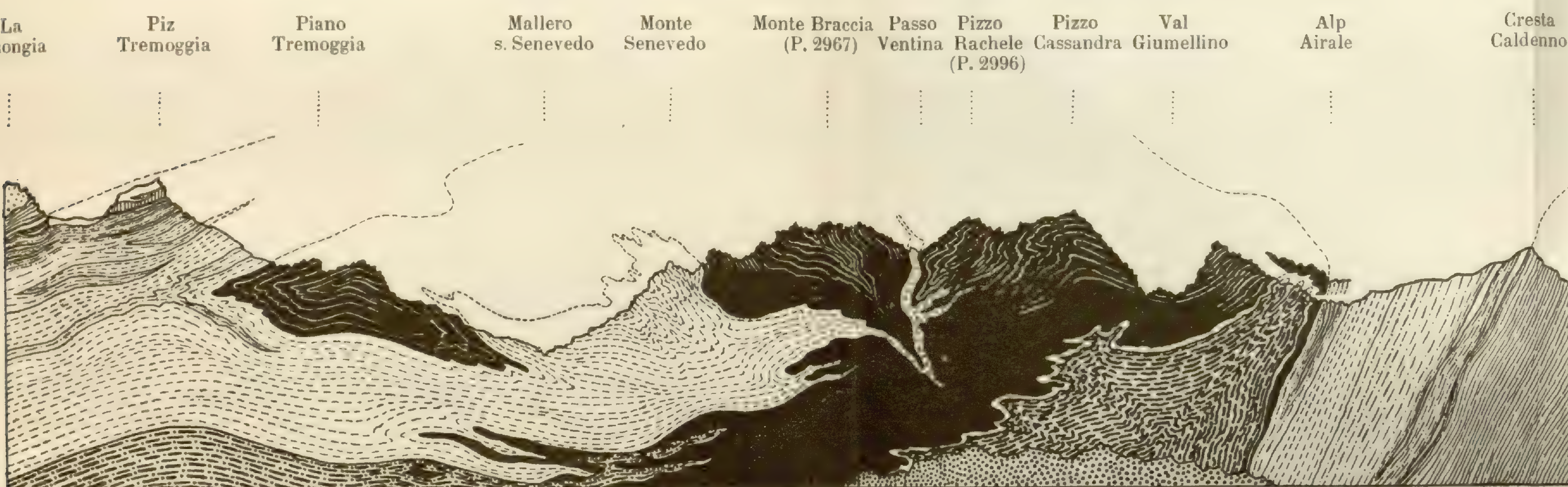
Inhaltsverzeichnis.

	pag.
Einleitung	93
Die orographische Gliederung des Disgraziagebirges	95
Bemerkungen zur Nomenklatur	98
Zur Erforschungsgeschichte des Monte della Disgrazia	101
Allgemeines	101
Escher und Studer	102
Theobald, Siber-Gysi	103
Bonardi, Taramelli, Melzi	105
Cornelius	106
Eigene Untersuchungen	106
Tektonische Gliederung	107
Das Bergellermassiv	108
Gesteine	108
Val Sissone	108
Disgrazia	109
Pedrarossa	110
Die Surettadecke	111
Allgemeines	112
Altkristallin und Trias am Westrand des Disgraziastockes	113
Das altkristalline Grundgebirge	113
Disgrazia	114
Pedrarossa-Sass Pisöl	115
Trias der Surettadecke	116
Disgrazia-Sass Pisöl	116
Gesteine und deren Kontaktmetamorphose	117
Bau der Zone	118
Zusammenfassung	119
Die Zone des Malencoserpentins	120
Disgraziagipfel	120
Weitere Verbreitung	121
Chloritschiefer und Amphibolite	122
Bündnerschiefer	122
Petrographisches und Vergleich mit Bündnerserpentin	123
Lagerung des Serpentins	124
Nordabfall der Disgrazia	125
Querfalten	125
Südseite derselben	125
Das Ende der Serpentine unter dem Sasso Arso	126
Südrand im Val Malenco	127
Die Fenster der Surettadecke in Val Malenco	128
Das Fenster von Lanzada	129
Das Fenster von St. Anna	130
Das Fenster von Airale	132
Die Margnadecke	133
Die Decke im nördlichen Disgraziagebirge	134
Allgemeines und Historisches	134
Stratigraphisches	135



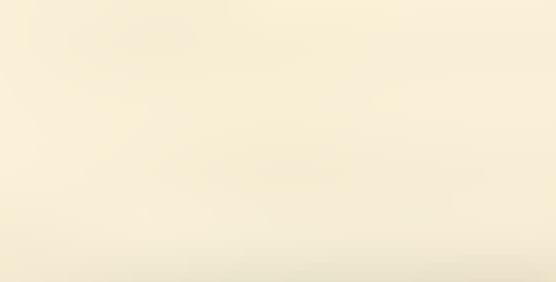


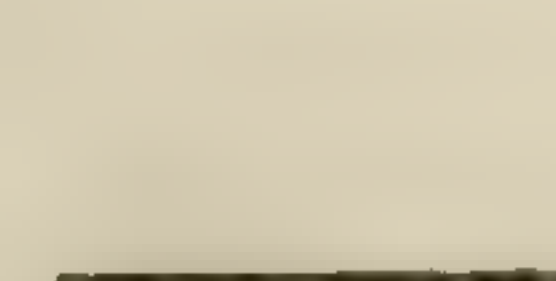



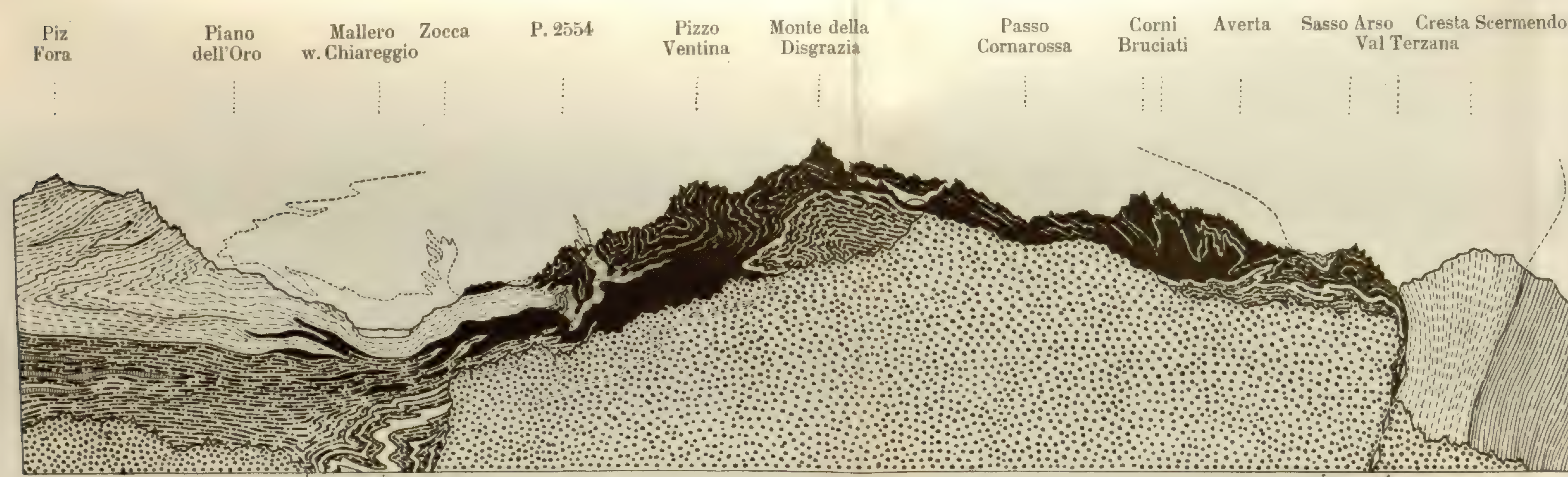
Profil 1 Südliches Berninagebirge. 0 m

Querprofile durch die Gebirge
zwischen
Disgrazia und Bernina
von
Rudolf Staub, 1920
...


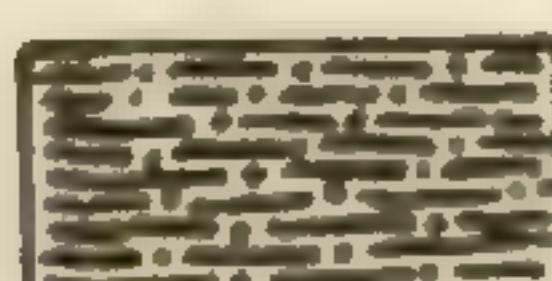
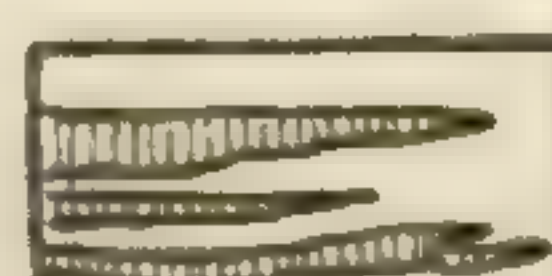
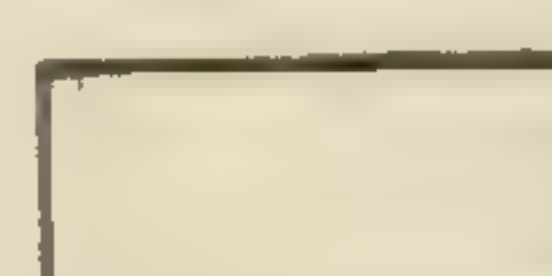



Profil 2 Östliche Disgraziagruppe. 0 m

- Legende.**
- Altkristallin
Ostalpine Decken (Bernina, Err, Sella)
-  Granite, Monzonite, Diorite
 -  Casannaschiefer s. S.
 -  Margnadecke
 -  Malojaserie
 -  Fedozserie + Kristallin d. Margnadecke i. A.
 -  Surettadecke
 -  Gneise, Glimmerschiefer etc.



Profil 3 Zentrale Disgraziagruppe. 0 m

- Mesozoikum
-  Serpentin von Val Malenco
 -  Amphibolite und Prasinite
 -  Bündnerschiefer
 -  Trias
- Tertiär
-  Bergellermassiv



	pag.
Tektonik	136
Verbindung mit Oberengadin und Bergell	137
Murettopass	137
Von Val Sissone-Pizzo Ventina	138
Monte Braccia	139
Primolo-Val Orsera	140
Monte Senevedo-Lago Pirola	140
Val Ventina	141
Die Einwicklung der Decke in die Serpentine	141
Disgraziagruppe	141
Einwicklungsstirn	142
Verfaltung der Einwicklungskeile	142
Der Gneiszug des Passo Ventina	143
Weitere Keile (Zocca, Vazzeda)	144
Serpentin von Orsera	144
Die Margnadecke im Süden der Disgrazia am Sasso Arso	145
Die Wurzelzone der Margnadecke	145
Der Bau des Gebirges	146
Schichtreihe der Suretta	147
Ophiolithintrusionen	148
Bau der Suretta- und der Margnadecke, Längsprofil	151
Bedeutung der Einwicklung	152
Bergellermassiv	152
Schluss	153

Zur Erinnerung an Theodor Reye.

Vortrag im mathematischen Colloquium zu Zürich
am 26. Oktober 1920

von

C. F. GEISER.

(Als Manuskript bei der Redaktion am 2. Februar 1921 eingegangen.)

Am 2. Juli 1919 ist in Würzburg der Professor der Strassburger Universität Theodor Reye gestorben. Der ausgezeichnete Lehrer und Forscher hat in den Jahren 1863—70 am Eidg. Polytechnikum zuerst als Privatdozent, dann als Titularprofessor gewirkt. Sein Hauptwerk „Geometrie der Lage“ war in der ersten Auflage als ein wissenschaftliches Fundament für Culmanns Vorlesungen über graphische Statik ausgeführt und hat auch nach dem Weggang des Verfassers den Schülern des genialen Ingenieurs treffliche Dienste geleistet. Für die Studierenden unserer Abteilung für Fachlehrer in Mathematik und Physik, soweit sie eine geometrische Richtung bevorzugen, bilden die erweiterten Neuauflagen des Buches (denen zahlreiche Abhandlungen in Zeitschriften zur Seite gingen und nachfolgten) auch jetzt noch einen zuverlässigen und anregenden Führer. Die „Schweiz. Bauzeitung“¹⁾ hat deshalb gewünscht, durch einen Nekrolog Reyes Andenken bei ihren Lesern aufzufrischen und mich eingeladen, dessen Redaktion zu übernehmen.

Die Notwendigkeit, von der wissenschaftlichen Bedeutung des Forschers eine wenigstens in den Grundzügen ausreichende Vorstellung zu geben, der Wunsch, auch die Fragen des „theoretischen“ Unterrichts an den technischen Hochschulen zu erörtern, die sich an die Tätigkeit des Lehrers knüpften und deren spätere weit ausgreifende Diskussion auch dann noch, als er ihnen persönlich durchaus ferne stand, fortwährend sein Interesse erweckten, vor allem das Bedürfnis, die Schicksale des Menschen im Zusammenhang mit den Zeitereignissen darzustellen²⁾, haben mich freilich weit über den Rahmen hinaus-

¹⁾ Organ der Gesellschaft ehem. Stud. der Eidg. Techn. Hochschule.

²⁾ Herrn Prof. Lasius, der während mehr als einem halben Jahrhundert mit Reye in enger Freundschaft verbunden war, bin ich für wertvolle biographische Notizen zu grossem Dank verpflichtet.

geführt, in welchen die Bauzeitung gespannt ist. — Möge der heutige Vortrag wenigstens in dem engeren Kreise eine freundliche Aufnahme finden.

I.

Carl Theodor Reye ist am 20. Juni 1838 zu Ritzebüttel (Hamburg) geboren. Auf dem Johanneum und dem akademischen Gymnasium absolvierte er den Schulkursus und studierte darauf während drei Jahren an der polytechnischen Schule Hannover Mathematik, Mechanik und Maschinenbau. Nach kurzer praktischer Tätigkeit folgten von Herbst 1859 an zwei Semester am Züricher Polytechnikum, wo damals Clausius insbesondere auch mathematische Physik und analytische Mechanik lehrte. Den Abschluss der Studienzeit bildete ein Jahr in Göttingen, wo er Gelegenheit fand, bei Riemann eine Vorlesung über partielle Differenzialgleichungen und deren Anwendungen auf physikalische Fragen zu hören. In diese Zeit fiel seine Promotion (1861).

Die Dissertation über „Die mechanische Wärmetheorie und das Spannungsgesetz der Gase“ ist wohl auf Grund von Anregungen entstanden, die Reye bei Clausius, dem Schöpfer dieser Theorie empfangen hatte. Die Arbeit zeigt ihn gründlich vertraut mit den berühmten Versuchsergebnissen Regnaults; sie enthält als ein Hauptergebnis den Satz: „Während die Regnault'schen Versuche der mechanischen Wärmetheorie in dem Mariotte'schen Gesetz eine ihrer Grundlagen zu entziehen schien, bestätigt nicht nur das auf dieselbe gegründete genauere Spannungsgesetz der Gase die aus Mariottes Gesetz gezogenen Schlüsse bis auf kleine Correctionen, sondern es führte noch zu neuen der Erfahrung entsprechenden Resultaten, die als eben so viele neue Belege der mech. Wärmetheorie angesehen werden können.“

Eine zweite Arbeit auf dem nämlichen Gebiete behandelt „Die Ausdehnung der atmosphärischen Luft bei der Wolkenbildung“ (1863). Sie wendet sich gegen eine von F. Mohr gegebene Erklärung von der Entstehung des Hagels und ist interessant als eine der frühesten, durch genaue numerische Berechnung belegte Anwendung der mechanischen Wärmetheorie auf Meteorologie. Es sei daran erinnert, dass in der Jahresversammlung der Schweiz. Naturforschenden Gesellschaft von 1864 in Zürich die Entstehung des Föhns sehr lebhaft diskutiert wurde, ohne zu einem sichern Resultate zu führen. Erst einige Jahre später ist eine richtige Erklärung gegeben worden, die sich ebenfalls auf die von Reye benutzten Sätze stützte¹⁾.

¹⁾ Reye hat sein Interesse für Meteorologie auch durch das 1872 erschienene Buch: „Die Wirbelstürme, Tornados und Wettersäulen“ bekundet.

Die akademische Lehrtätigkeit hat Reye im Herbst 1861 in Hannover begonnen, ist aber bereits Ostern 1863 als Privatdozent ans Eidg. Polytechnikum übergesiedelt, wo er für das erste Semester eine Vorlesung über Anwendungen der Differentialgleichungen auf mathematische Physik ankündigte.

II.

Dem Eidg. Polytechnikum ist durch Karl Culmann, als dem Schöpfer der graphischen Statik, ein Ruhm zugefallen, der freilich schon seit längerer Zeit nur noch als ein historischer nachwirkt, insofern sich zwar die Grundgedanken erhalten haben, die ausführenden Methoden aber zum grossen Teil durch andere ersetzt wurden. Immerhin wird es gestattet sein, hier eingehender von dem Manne und seinen Leistungen zu reden, weil sich an dieselben der Übergang Reyes von der mathematischen Physik zur Geometrie knüpfte, eine Wendung, die für sein ganzes späteres Leben von entscheidender Bedeutung geworden ist.

Culmann beginnt die Vorrede zur ersten Auflage seines Buches (1865) mit dem Satze: „Was mit allen jenen Theorien anfangen, zu denen die verschiedenen Zweige der Ingenieurkunde Veranlassung gegeben haben... ist eine Frage, die ohne Zweifel Poncelet vorschwebte, als er sich bemühte, geometrische Lösungen für die verschiedenen im Ingenieurfach sich darbietenden Aufgaben zu ersinnen.“ Man kann diesen Hinweis auf Poncelet durch den Umstand erklären, dass Culmann 1837 nach Metz kam, um sich auf die Ecole polytechnique vorzubereiten. Poncelet war bis 1834 an der Metzger Artillerieschule Professor gewesen und mit der Stadt (seinem Heimatsort) trotz der Versetzung nach Paris in dauernder Verbindung geblieben. Da ein Onkel Culmanns ebenfalls an der Artillerieschule lehrte, so hatte der siebzehnjährige Jüngling Gelegenheit, mancherlei Persönliches über den berühmten Mathematiker und Ingenieur zu hören, er konnte zudem die erste Zugbrücke („Pont-levis à la Poncelet“) und die ersten „Poncelet-Räder“ im Betrieb sehen. Dazu trat später das Studium der Schriften des Meisters, so dass uns Poncelet als Vorläufer und direkter Wegweiser Culmanns in der auf neuere Geometrie gebauten graphischen Statik erscheint.

Die Absicht Culmanns, später die Aufnahmeprüfung für die Pariser Schule zu machen, kam freilich nicht zur Verwirklichung. Er erkrankte bald nach seiner Ankunft in Metz am Typhus, dessen Nachwehen mehr als ein Jahr andauerten. Die Eltern (der Vater war Pfarrer in Bergzabern, die Mutter eine Elsässerin) sahen darin, wie

in einem *curriculum vitae* steht, „einen Fingerzeig Gottes“, dass ihr Sohn nicht für Frankreich, sondern für Deutschland bestimmt sei und schickten ihn an das Polytechnikum in Karlsruhe.

Den Einblick in die praktischen Fragen, welche theoretisch zu lösen waren, gewann Culmann als Bahningenieur im bayerischen Staatsdienst (1841—48) und dann auf einer grossen Studienreise in England und Nordamerika (1849—51). Er gab über diese in Försters Bauzeitung einen Bericht: „Darstellung der neuesten Fortschritte im Brücken-, Eisenbahn- und Flussdampfschiffbau in England und den Vereinigten Staaten Nordamerikas.“ Von diesem Berichte schrieb er bei Gelegenheit der Berufungsverhandlungen an den schweiz. Schulrat: „Ich bilde mir ein, in demselben zuerst klar nachgewiesen zu haben, wie die verschiedenen Kräfte in den zusammengesetzten Brücken wirken und wie dementsprechend deren Dimensionen berechnet werden müssen.“ Damit war bereits auf eine Hauptrichtung der Tätigkeit des künftigen Professors hingewiesen, der von 1860 an die graphische Statik als eine besondere Vorlesung einführte. Da aber in den ersten Jahren die ungenügende geometrische Vorbildung der Studierenden als ein schwerer Übelstand empfunden wurde, so übernahm Reye 1864 eine einleitende Vorlesung über „Geometrie der Lage“ und betrat damit ein neues Gebiet, das bald seine ganze wissenschaftlich produktive Tätigkeit in Anspruch nahm.

III.

In die Zeit des Übergangs fällt eine von 1865 datierte, in Schlämilchs Zeitschrift erschienene Arbeit: „Beitrag zur Lehre von den Trägheitsmomenten.“ Wird ein System M materieller Punkte von den Massen m_1, \dots, m_k auf ein rechtwinkliges Koord.-System im Raume bezogen, so dass zu m_i die Coord. x_i, y_i, z_i gehören, so ist $T_x = \sum_{i=1}^k m_i x_i^2$ das Trägheitsmoment von M in bezug auf die YZ -Ebene, ebenso $T_y = \sum_{i=1}^k m_i y_i^2$ das Trägheitsmoment auf die ZX -Ebene, $T = \sum_{i=1}^k m_i (x_i^2 + y_i^2)$ das Trägheitsmoment auf die Z -Axe; es ist also $T = T_x + T_y$. Es folgt daraus, dass das Trägheitsmoment eines Massensystems M in bezug auf eine Gerade G gleich ist der Summe der Trägheitsmomente von M in bezug auf irgend ein rechtwinkliges Ebenenpaar EE' , dessen Schnittgerade mit G zusammenfällt: man findet demnach aus den Trägheitsmomenten von M nach den sämtlichen Ebenen des Raumes diejenigen nach den sämtlichen Geraden und kann aus den Eigenschaften der ersten diejenigen der zweiten ableiten.

Reye zeigt nun, dass ein beliebig gegebenes System M auf ∞ viele Arten durch ein anderes M' ersetzt werden kann, welches nur aus vier Punkten besteht, deren Lagen und Massen derart zu bestimmen sind, dass die entsprechenden Trägheitsmomente von M und M' nach allen Ebenen (oder Geraden) des Raumes übereinstimmen. Jede Gruppe von vier solchen Punkten ist „Poltetraeder“ (Quadrupel harmonischer Punkte) in bezug auf eine Fläche zweiten Grades \mathfrak{B} , welche in einfachem Zusammenhang mit dem sogenannten Centralellipsoid \mathfrak{C} des Massensystems M steht. Von der Fläche \mathfrak{B} , welche unter der Annahme, dass die Massen der Systempunkte alle positiv sind, nicht reell sein kann (sie wird deshalb „das imaginäre Bild des Systems“ genannt), hat dann Hesse gezeigt, dass sie von allen Ebenen umhüllt wird, welche in bezug auf M das Trägheitsmoment Null erzeugen. Man nennt deshalb \mathfrak{B} auch die „Nullfläche“ der Trägheitsmomente von M . In dem algebraischen Teil der Abhandlung spielt die Transformation der ganzen homogenen Funktion zweiten Grades von vier Veränderlichen in eine Summe von vier Quadraten linearer Funktionen eine Rolle; damit ist eine Beziehung zu den orthogonalen Substitutionen von vier Dimensionen hergestellt.

Fast gleichzeitig veröffentlichte Reye eine durchaus synthetisch gehaltene Arbeit „Über geometrische Verwandtschaften 2. Grades.“ Sie betrifft Fragen, die teilweise schon von Steiner und Seydewitz behandelt waren.

Die völlige Herrschaft Reyes über das neue Arbeitsgebiet trat glänzend hervor in seinen Vorträgen: „Die Geometrie der Lage“, deren erster Teil 1866 erschien. Sie sollten zwar zunächst als Einleitung zu den Culmannschen Vorlesungen dienen, dann aber allgemein das Verständnis des gleichnamigen Buches von Staudts (1847) eröffnen und erleichtern. Reye erklärt, dass er auch ohne den von ihm verlangten Anschluss an diesen Mathematiker dessen Methoden allen andern würde vorgezogen haben.

Die Geometrie der Lage zu einer vollständigen Wissenschaft zu machen, wie es Staudt versucht hat, ist nun freilich nur soweit möglich, als man von ihr alle metrischen (auf Winkel und Strecken bezüglichen) Eigenschaften der Figuren, also die „Geometrie des Masses“ ausschliesst. Und es erscheint doch, seit Poncelet und Steiner gezeigt haben, wie enge und sich gegenseitig fördernd die beiden Richtungen miteinander verbunden werden können, nicht naturgemäss, eine strenge Trennung vorzunehmen. Wer wird den rechten Winkel erst in Verbindung mit der Involution behandeln, wer wird Kreis und Kugel erst als Spezialfälle von Kegelschnitt und Fläche zweiten Grades

einführen? In diesem Sinne spricht sich namentlich auch Cremona aus (*Opere matematiche* I. 35) in der Rezension über die „Beiträge zur Geometrie der Lage“, welche Staudt (1856/57) als Fortsetzung der *Geometrie der Lage* veröffentlicht hatte.

Es kommt hinzu, dass die grundlegenden Gebilde und Voraussetzungen nicht durchweg ausreichend definiert, resp. begründet sind. So beginnt § 2: „Eine Ebene ist eine Winkelfläche erster Ordnung, in welcher jeder Punkt als Mittelpunkt betrachtet werden kann. Geht also eine Gerade durch zwei Punkte einer Ebene, so liegt sie ganz in derselben“¹⁾. In § 3 heisst es: „Zwei Gerade, welche in einerlei Ebene liegen, ohne sich zu schneiden, heissen zueinander parallel.... Durch jeden ausserhalb einer Geraden befindlichen Punkt gibt es eine zur erstern parallele Gerade“²⁾.

Es sei noch an die Einführung der projektivischen Verwandtschaft zwischen einförmigen Gebilden erinnert (§ 9): „Zwei einförmige Grundgebilde heissen zueinander projektivisch, wenn sie so aufeinander bezogen sind, dass jedem harmonischen Gebilde in dem einen ein harmonisches Gebilde im andern entspricht“ und: „Will man zwei einförmige Grundgebilde projektivisch aufeinander beziehen, so kann man zu drei Elementen des einen drei Elemente des andern, welche jenen entsprechen sollen, nach Belieben annehmen, wobei aber alsdann jedem Elemente des einen Gebildes ein Element im andern zugewiesen ist.“ Es sind gegen diese Darstellung Bedenken erhoben worden, die aber schliesslich haben gehoben werden können³⁾.

Man muss noch hinzufügen, dass die abstrakte und aufs aller-
notwendigste zusammengedrückte Darstellung Staudts das Studium seiner bezüglichen Schriften zu einem sehr mühsamen gestaltet. Felix Klein, der so vielfach und so erfolgreich in geometrischer Richtung gearbeitet hat, erinnert sich mit Dank daran, dass in seiner ersten Dozentenzeit ein Freund ihm „die schwer zugänglichen Gedankenreihen von Staudts über eine von Massbeziehung freie Begründung der *Geometrie der Lage* zugänglich machte.“

Die Bedenken wissenschaftlicher Natur sind nun erledigt, insofern es auf Grund der Ergänzungen durch die Nachfolger gelungen ist, die Möglichkeit einer in sich durchaus konsequenten und lückenlosen Geometrie, ohne den Begriff des Masses darzutun. Den pädagogischen Anforderungen aber ist durch Reye vollste Befriedigung

¹⁾ In Gauss' Werken VIII., 194, finden sich Definition und Satz unter Zuziehung metrischer Begriffe behandelt.

²⁾ Über die Parallelentheorie bietet der zitierte Gauss-Band reiches Material.

³⁾ Vergl. die Notizen von Klein und von Darboux, *Math. Annalen*, Bd. XVII.

gewährt. Er selbst hat gelegentlich erklärt, dass es ihm nur unter den grössten Anstrengungen gelungen sei, den Gedankengehalt Staudts ganz zu erfassen und die fast skelettartigen Sätze in lebendige Formen überzuführen. Als Preis seiner unermüdlichen Arbeit ist ihm ein Werk gelungen, das in ganz vorzüglicher Klarheit und Anschaulichkeit eine systematische Einführung in die Staudtschen Schriften¹⁾ und allgemein in die „neuere“ Geometrie bietet.

Entsprechend dem unmittelbaren praktischen Zwecke leitet er seine Vorträge nicht mit einer streng systematischen Entwicklung der Grundlagen ein, sondern setzt nur überhaupt einen genügenden geometrischen Vorunterricht voraus, auf welchen er die für die graphische Statik besonders wichtigen Sätze und Beweismethoden in der von Staudt gegebenen Form aufbaut. Dabei weist er in Anhängen und in einzelnen besondern Vorträgen auf die metrischen Beziehungen hin (welche ja auch bei Staudt gelegentlich berücksichtigt sind). — Dem ersten 1866 erschienenen Teil folgte 1868 ein zweiter, der nun weit vordringt und neben den bekannten Resultaten der zeitgenössischen Forscher auch sehr wertvolle eigene Untersuchungen brachte. Aber das vom 5. Oktober 1867 datierte Vorwort teilt mit: „Leider ist mir von jetzt an versagt, in gleicher Weise wie bisher als Lehrer mitzuwirken an der Verbreitung meiner Lieblingswissenschaft; denn mein Colleg über Geometrie der Lage ist mir kürzlich rücksichtslos entzogen worden, um es dem neu berufenen Professor für darstellende Geometrie auf dessen Verlangen zu übertragen“²⁾.

Reye war um so schwerer getroffen, da er als Assistent bei Prof. Deschwenden gewirkt und nach dessen Erkrankung längere Zeit als Stellvertreter die darstellende Geometrie gelehrt hatte. Zudem hatte Culmann in der Vorrede zur graphischen Statik auf die Vorteile einer Verbindung der darstellenden und der neuern Geometrie hingewiesen und Reye, der auch seinerseits in der ersten Vorlesung der Geometrie der Lage darauf deutet, glaubte mit Recht dieser Verbindung durchaus gewachsen zu sein. Aus seiner verbitterten Stimmung hat ihn die 1870 erfolgte Berufung als Professor der Geometrie und graphischen Statik an das neugegründete Polytechnikum in Aachen befreit.

¹⁾ Auch Klein anerkennt ausdrücklich, dass in Reyes Geometrie der Lage die Staudtschen Betrachtungen in übersichtlicher Form dargestellt seien.

²⁾ Die Vorrede zur zweiten Auflage der zweiten Abteilung enthält die durchaus berechtigte Reklamation gegen einen Italiener, der eine Geometrie der Lage publiziert hatte, von welcher $\frac{9}{10}$ ohne Quellenangabe aus Reyes Buch entnommen waren. Das Plagiat hatte bereits eine Übersetzung ins Französische erlebt.

IV.

Der neue Professor Fiedler fand in Zürich von seinem ersten Auftreten an die grösste Anerkennung als ausgezeichneter Dozent. Es wirkten dabei zusammen die gedankliche Sicherheit und formale Gewandtheit des Vortrages, die ausserordentliche Begabung für rasche und übersichtliche Zeichnung an der Tafel — zudem fühlten die Studierenden eine feste und einheitliche Willenskraft, die auf ein bedeutendes Ziel gerichtet war. Auch nach aussen hin erwarb sich die neue Richtung des Unterrichts vielfache Zustimmung und teilweise Nachfolge, nachdem die systematische Grundlage der Vorlesungen in vollständiger Ausführung und Weiterentwicklung im Jahre 1871 als grosses Lehrbuch erschienen war¹⁾.

Man würdigt das Buch in seiner prinzipiellen Bedeutung vielleicht am besten, wenn man es mit de la Gournerie's „*Traité de Géométrie descriptive*“ (1860—64) vergleicht. Dieser ist in gewissem Sinne eine Zusammenfassung der darstellenden Geometrie, wie sie sich seit Monge in Frankreich entwickelt hatte und ergänzt vielfach die konstruktiven Partien durch interessante analytische Entwicklungen algebraischer oder infinitesimaler Natur. Der sorgfältig redigierte Text ist zudem von einem Atlas begleitet, dessen Figuren an Klarheit und Schönheit vom ersten Range sind. Aber neben solchen Darstellungen einer abgeschlossenen Epoche erscheinen doch die grossen prinzipiell durchgeführten Neugestaltungen, auch wenn sie einseitig sind, in frischerem Ruhmeskranze.

Trotz aller Anerkennung tauchten aber bald Klagen der Studierenden auf über die Last der ihnen zugemuteten Arbeit und die bei wachsendem Stoff zunehmende Schwierigkeit des Verständnisses²⁾. Auch unter den Kollegen wurde geltend gemacht, dass es organisatorisch nicht zweckmässig sei, einem einzelnen Fache eine so grosse Bedeutung beizulegen. Architekten und Maschinenbauer beschwerten sich darüber, dass Fiedlers Aufgaben und die für dieselben nötigen Zeichnungsmethoden keinerlei Rücksicht auf die Praxis nähmen³⁾.

¹⁾ „Die darstellende Geometrie“ hat in zweiter Auflage den Titelzusatz: „in organischer Verbindung mit der Geometrie der Lage“ erhalten, wodurch der Grundgedanke des Werkes deutlich zum Ausdruck gebracht ist.

²⁾ Dagegen bezeugt Culmann (der auch für seine eigenen Publikationen und Vorlesungen jede „populäre“ Behandlung ablehnte) in der Vorrede zur zweiten Auflage der graphischen Statik (1875): die notwendigen Vorkenntnisse des geometrischen Theiles seien bei seinen Schülern vorhanden, seit Prof. Fiedler dieselben vorbereite.

³⁾ Fiedler sagt in der Vorrede seines Buches: „Eigentlich technische Beispiele und Anwendungen sind ausgeschlossen, weil sie nicht von allgemein gültigem Werthe für die Wissenschaft sind.“

So entstanden Mißstimmungen, die zu unerquicklichen Zwischenfällen führten, ohne das nötige Gleichgewicht herzustellen. Erst die grössere Rücksichtnahme auf die Bedürfnisse der verschiedenen Fachschulen und die abnehmende Bedeutung der speziell Culmannschen Methoden der graphischen Statik bewirkten eine Reduktion der Studienprogramme und der Studienpläne, die allseitig befriedigte¹⁾.

V.

Wenn von diesen weit zurückliegenden Dingen hier die Rede war, so geschah es, weil sie ein charakteristisches Moment bezeichnen in der grossen fortwährend hin und her flutenden Diskussion über den zweckmässigsten Inhalt und Umfang des „theoretischen“ Unterrichts an den technischen Hochschulen, wobei es sich naturgemäss vor allem um Mathematik, darstellende Geometrie und Mechanik handelt. Eine vorzügliche historische Darstellung dieser Streitfragen bietet Paul Stäckels Buch: „Die mathematische Ausbildung . . . an den deutschen technischen Hochschulen“ (1915), in welchem auch Fiedlers Bedeutung für die darstellende Geometrie besprochen wird. Aber viel wichtiger und von bleibendem Interesse ist die Schilderung der grossen „Ingenieurbewegung“, die unter Führung des Berliner Professors Riedler in den Jahren 1895—1900 eine durchgreifende Reform des theoretischen Unterrichts anstrebte und in weitem Umfang erreichte²⁾.

Der Angriff Riedlers war durch Resolutionen des Vereins deutscher Ingenieure (1895) unterstützt worden, worauf eine Erklärung sämtlicher Professoren der Mathematik, darstellenden Geometrie und Mechanik, deren abweichende Meinung begründete (1896). Diese

¹⁾ Über den gegenwärtigen Lehrstoff der Vorlesung vergl. die kleinen Handbücher der Nachfolger Fiedlers:

Darstellende Geometrie von M. Grossmann (1915)

Kollros, Géométrie descriptive (1918).

²⁾ Stäckel führt die bezüglichen Hauptschriften Riedlers an — sie reichen über die Zeit der „Ingenieur-Bewegung“ hinaus, ohne dass sie etwas von ihrer polemischen Kraft verloren hätten, wie das folgende Zitat zeigt (Stäckel, pag. 83):

„A. Riedler, Abseits vom Gänsemarsch, Berlin 1914. Vorwort S. 1. Ein Theoretiker wird hier in einer Vignette als ein Jagdhund dargestellt, der auf Hühner steht, während ihm ein Huhn auf dem Schwanz sitzt.“ Das letzte, was mir (seit dem Erscheinen des Stäckelschen Buches) zur Kenntnis kam, ist die Broschüre: „Wirklichkeitsblinde in Wissenschaft und Technik von A. Riedler“ (Berlin 1919). Es ist eine Streitschrift mit den heftigsten Ausfällen gegen Personen und Korporationen — [Eugen Meyer-Charlottenburg hat gegen diese Angriffe eine energische Abwehr gerichtet (1920)] — ausserdem aber behandelt sie allgemeine Fragen des Unterrichtes an den technischen Hochschulen. Die kampffreudige Natur des Verfassers tritt in einer Fülle übertriebener Schilderungen und kühner Behauptungen zutage, aber man wird trotzdem vielfach den Urteilen und den Vorschlägen des rücksichtslosen Mannes zustimmen.

rief freilich einer Gegenerklärung, in der Mehrzahl von „praktischen“ Professoren unterzeichnet (1897), des Inhalts: „Der heutige Ausbildungsgang der Mathematiker befähigt sie nicht zur richtigen Erkenntnis der Bedürfnisse der Technik, welche sie nach mathematischer Seite überschätzen. Deshalb müssen für den mathematischen Unterricht Lehrer mit wesentlich technischer Grundlage ihrer Ausbildung gewonnen werden. Ein zweijähriges Studium an einer technischen Hochschule kann diese Grundlage nicht schaffen, sie kann nur durch Studium in einer der Ingenieur-Fachabteilungen gewonnen werden.“ „Den technischen Abteilungen muss ein massgebender Einfluss auf... die Berufungen von Lehrern der Mathematik zustehen.“ „Der Unterricht in allen Teilen der Mechanik darf nur Ingenieuren übertragen werden.“ „Der Anfang eingehenden Unterrichts in der Mechanik soll am Beginn des Studiums liegen und darf nicht von der Erreichung einer bestimmten Stufe mathematischen Unterrichts abhängig gemacht werden.“

Soweit sich das schroffe Urteil über die Mathematiker auf Professoren bezieht, die ihren Unterricht an der technischen Hochschule nach dem Muster von Universitätsvorlesungen gestalteten, ist es durchaus berechtigt. Aber es hat immer Dozenten gegeben, die trotzdem sie nur an Universitäten studiert hatten, sich den Bedürfnissen der Techniker in vorzüglichster Weise anzupassen wussten. Vor meinen Augen steht, trotzdem seither mehr als ein halbes Jahrhundert vorübergegangen ist, immer noch in unverwelkter Erinnerung die Gestalt Christoffels¹⁾, der am Zürcher Polytechnikum als unvergleichlicher Lehrer das dauernde Interesse und die bereitwillige Arbeit der künftigen Techniker für seine Vorlesungen heranzog.

Dass der Studiengang für die Vortragsrichtung eines Dozenten durchaus nicht massgebend ist, zeigt die verschiedene Art, in welcher Reye und Fiedler die darstellende Geometrie behandelt haben, obschon beide eine vollständige technische Ausbildung besaßen. Reye hatte als Vertreter Deschwandens (über dessen Tod hinaus) den gewohnten Lehrgang innegehalten und würde bei einer Wahl als Nachfolger die nähere Verbindung mit der Geometrie der Lage durchgeführt haben, ohne die berechtigten Ansprüche der Praktiker zurückzusetzen. Fiedler, der als Lehrer an der Chemnitzer Gewerbeschule die darstellende Geometrie übernehmen musste, hat schon damals seine

¹⁾ Vergl. über Christoffel die biographische Notiz in Bd. I seiner gesammelten Abhandlungen (Teubner, 1910). An der Gewerbeakademie in Berlin vertrat seit 1861 Aronhold (der seine Studien an der Universität Königsberg gemacht hatte) die Mathematik mit glänzendem Erfolge (Stäckel, pag. 28).

Reformgedanken in der Schrift: „Zentralprojection als geometrische Wissenschaft“ (1859) niedergelegt. In Zürich hat er dann die „praktische Anwendung“ gegenüber der „reinen Wissenschaft“ durchaus zurückgedrängt.

Die wichtigste der von der „Ingenieurbewegung“ behandelten Fragen betrifft den Unterricht in Mechanik. Um jede voreingenommene Parteinahme zu vermeiden, seien hier zwei ganz ausserhalb des geführten Streites liegende Urteile angeführt. In der Vorrede vom Juli 1867 zu der in Gemeinschaft mit P. G. Tait verfassten „Natural Philosophy“ („Handbuch der theoretischen Physik“) sagt W. Thomson: „Nichts kann für den Fortschritt verhängnisvoller sein, als ein zu grosses Vertrauen auf mathematische Symbole, denn der Studierende ist nur zu sehr geneigt, den bequemern Weg einzuschlagen und die Formel, nicht die Tatsache als die physikalische Realität anzusehen¹⁾.“ Und fast ein halbes Jahrhundert später eröffnet H. Poincaré in dem Buche „La Science et l'Hypothèse“ das Kapitel VI „La Mécanique classique“ mit den Worten: „Les anglais enseignent la mécanique comme une science expérimentale; sur le continent on l'expose toujours plus ou moins comme une science déductive et à priori. Ce sont les Anglais qui ont raison, cela va sans dire.“

In dem Zeitraum, der zwischen den beiden Urteilen liegt, sind an den technischen Hochschulen physikalische Laboratorien eingeführt worden und neben diesen sind Versuchsanstalten für verschiedene technische Richtungen entstanden, so dass den Studierenden mannigfache Gelegenheit geboten wird, den Zusammenhang zwischen theoretischer Entwicklung und experimentaler Bestätigung mechanischer Vorgänge in Vorlesungen und Übungen zu erfahren. Es sei aber über diese mehr praktischen Gesichtspunkte hinaus noch auf den grossen allgemein bildenden Wert der mathematischen Studien auch für Techniker hingewiesen, wozu uns der Ausspruch Riedlers die Veranlassung gibt: „Allmächtig und unduldsam herrscht ein Unterrichtssystem, welches mit dem grössten Aufwand die geringsten Leistungen erzielt. Die gelehrte unfruchtbare Theorie fliegt der wirklichen Welt aus den Augen über Wolken zu Abel und Riemann, wo die Thetafunktionen verschwinden, wo der spezielle Begriff Dimension durch den allgemeinen Begriff Mannigfaltigkeit ersetzt wird und dann in einer Welt von vier und mehr Dimensionen geturnt werden kann“ (Stäckel, pag. 34).

¹⁾ Vergl. damit, was Helmholtz im Vorwort zur deutschen Übersetzung des Buches (pag. XI) über „die Hervorhebung des physikalischen Zusammenhangs im Gegensatz zu der Eleganz der mathematischen Methoden“ sagt.

Um den Unverstand dieses Satzes zu erkennen, braucht man nur an die „physikalischen Grundlagen einer Gravitationstheorie“ von Albert Einstein zu denken. Sie sind hervorgegangen aus einer Verallgemeinerung der durch Lorenz und Einstein aufgestellten Relativitätstheorie, deren mathematischer Ausdruck in ein Gebiet von vier Dimensionen führt (wie ja auch die analytische Mechanik als vierdimensional [x, y, z, t : Raumkoordinaten und Zeit] aufgefasst werden kann). In der Relativitätstheorie ist der Ausdruck $c^2 dt^2 - dx^2 - dy^2 - dz^2$ (wo c die Lichtgeschwindigkeit bedeutet) von besonderer Bedeutung; er ist eine ganze homogene Funktion zweiten Grades in den vier Differentialen dt, dx, dy, dz , der durch Einführung neuer Veränderlicher in die Form $dx_1^2 + dx_2^2 + dx_3^2 + dx_4^2$ gebracht werden kann. Werden nun in einem Raume von vier Dimensionen die x_1, x_2, x_3, x_4 als rechtwinklige Koordinaten eingeführt, analog wie x, y, z im Raum von drei Dimensionen, als kartesische Koordinaten, so nennt man $ds^2 = dx_1^2 + dx_2^2 + dx_3^2 + dx_4^2$ das Quadrat des Linienelements im Raum (x_1, x_2, x_3, x_4) . Jetzt führe man an Stelle von x_1, x_2, x_3, x_4 neue Veränderliche x'_1, x'_2, x'_3, x'_4 ein, die mit den ursprünglichen durch eine lineare Substitution verbunden sind. Es entsteht dadurch aus ds^2 eine allgemeine Funktion zweiten Grades der dx_i , die für orthogonale Substitutionen sich auf $dx_1'^2 + dx_2'^2 + dx_3'^2 + dx_4'^2$ reduziert, was merkwürdigerweise mit physikalischen Theorien von Lorenz zusammenhängt, weshalb die entsprechenden Transformationen dessen Namen tragen¹⁾.

Die von Einstein durchgeführte Verallgemeinerung besteht nun darin, das Quadrat des Linienelements in die Form zu setzen $ds^2 = \sum_{i,k} g_{ik} dx_i dx_k$, wo i und k die Werte $1, \dots, 4$ durchlaufen und die g_{ik} -Funktionen der x_1, \dots, x_4 sind²⁾. In mathematischer Richtung hängt

¹⁾ Eine rein mathematische Darstellung von höchster Symmetrie gibt Minkowski: „Die Grundgleichungen für die elektromagnetischen Vorgänge in bewegten Körpern.“ (Nachrichten der k. Gesellschaft der Wissensch. zu Göttingen. 21. Dez. 1907.) Dazu vergl. Minkowskis Vortrag: „Raum und Zeit“. Deutsche Naturf.-Versammlung, Köln, 21. Sept. 1908.

²⁾ Die bezüglichen Abhandlungen Einsteins sind:

„Entwurf einer verallgemeinerten Relativitätstheorie und einer Theorie der Gravitation“. Schlömilchs Zeitschrift für Math. u. Phys., Bd. 62.

„Kovarianzeigenschaften der Feldgleichungen...“ Schlömilch, Bd. 63.

„Physikalische Grundlagen einer Gravitationstheorie“. Vierteljahrsschrift der Naturf. Gesellsch. Zch., Bd. 58. Jeder der Abhandlungen folgt eine mathematische Entwicklung von M. Grossmann.

Ihre abschliessende Gestalt haben die Einsteinschen Gedanken dann in der Abhandlung: „Die formale Grundlage der allgemeinen Relativitätstheorie“, Berliner Sitzungsberichte phys. math. Klasse, 29. Okt. 1914, erhalten.

die Verallgemeinerung mit der fundamentalen Arbeit Christoffels „Über die Transformation der homogenen Differentialausdrücke zweiten Grades“ (Crelle, Bd. 70) zusammen, wie diese weiter auf Riemanns Habilitationsschrift: „Über die Hypothesen, welche der Geometrie zu Grunde liegen“ hinweist; mit diesen beiden Abhandlungen ist man freilich in eine „Welt von mehr als vier Dimensionen“ versetzt.¹⁾

Die physikalischen Konsequenzen, die Einstein aus seiner Theorie gezogen hat, beziehen sich auch auf eine Erklärung der bekannten Anomalie der Perihelbewegung des Merkurs (1915). Le Verrier hat diese Bewegung in Einklang mit der Newtonschen Gravitationstheorie bringen wollen, mit Hülfe eines neuen Planeten „Vulkan“, dessen angebliche Entdeckung durch Lescarbault sich freilich nicht bestätigte. Eine neue Lösung strebte der talentvolle, leider so jung verstorbene W. Ritz²⁾ an, auf Grund der allgemeinen Theorie der Elektrodynamik (wobei die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Gravitation gleich derjenigen des Lichtes angenommen wird) — ohne indess zu einem befriedigenden Resultat zu gelangen.³⁾

Von viel grösserer prinzipieller Bedeutung war aber Einsteins Voraussage der „Krümmung der Lichtstrahlen in einem Schwerefeld, welche für einen an der Sonne vorbeigehenden Lichtstrahl 0,84 Bogensekunden beträgt, also der experimentellen Prüfung nicht unzugänglich ist.“ Die Bestätigung dieser aus einer umfassenden Theorie gefolgerten Ablenkung ergab sich bei der Sonnenfinsternis vom 25. V. 19. Sie bedeutet, dass mit höchster Wahrscheinlichkeit das Newtonsche Gesetz nicht von absoluter Genauigkeit ist, sondern nur eine (allerdings ausserordentliche) Annäherung an die Wirklichkeit. Um den ganzen Wert dieser Erkenntnis einzusehen, denke man an den Schluss des Eloge, den Bertrand in der Pariser Akademie auf Le Verrier hielt: „Le consentement unanime assure à l'astronomie entre toutes les sciences le premier rang. Seule elle a révélé une règle invariable et précise qui explique tout. Si l'étude du ciel apportait une restriction, si petite qu'elle fût à la loi de Newton,

¹⁾ Der Zusammenhang der beiden Abhandlungen tritt deutlich zutage in der Untersuchung, die R. Dedekind der „Pariser Preisschrift“ Riemanns (dessen Werke erste Auflage pag. 384) angefügt hat.

²⁾ W. Ritz, Oeuvres (Paris 1911) XVII Sur l'Electrodynamique générale. 2^{ème} Partie § 16 Gravitation pag. 419. [Ritz war 1897—1900 Stud. des eidg. Polyt.]

³⁾ Die früher zitierte Abh. Minkowskis von 1907 enthält einen Anhang: „Mechanik und Relativitätspostulat“, in welchem ebenfalls eine Fortpflanzung der Gravitation mit der Lichtgeschwindigkeit vorausgesetzt ist. Am Schlusse wird gesagt, dass ein Widerspruch gegen die vorgeschlagene modifizierte Mechanik zugunsten des Newtonschen Gesetzes aus den astronomischen Beobachtungen nicht abzuleiten sein dürfte.

l'astronomie aurait perdu sa couronne. Le Verrier la lui a conservée." [Gauss und Riemann würden freilich dieser Ansicht kaum zugestimmt haben.]

Wenn nun während des eröffneten Wintersemesters entsprechend den Ankündigungen von Prof. Weyl unsere mathematisch hinreichend vorgebildeten Studierenden in den wunderbaren Gedankengehalt der Riemannschen Habilitationsschrift eingeführt werden sollen und zudem in einer gemeinverständlichen Vorlesung über Relativitätstheorie auch für die höheren wissenschaftlichen Interessen der künftigen Ingenieure gesorgt wird, so darf unsere technische Hochschule [an der ja auch Einstein Studierender, dann Professor war], den Riedlerschen Ausdruck getrost aufnehmen und den Anspruch erheben, eine vorzügliche „Turnschule für vier und mehr Dimensionen oder Mannigfaltigkeiten“ zu sein.

Ich kehre noch einmal zu Stäckels Buch zurück, das Gelegenheit geboten hat, Hauptfragen des höhern technischen Unterrichtes zu besprechen und dem mehrfach Proben heftiger Polemik entnommen worden sind. Als idyllischen Ruhepunkt in dem Streit zitiere ich noch ein Urteil des Dresdener Kunsthistorikers Gurlitt (Stäckel pag. 60) das wohl die jubelnde Zustimmung der gesamten beteiligten Studentenschaft gefunden hat und immer wieder finden wird: „Einem jungen Architekten, der eine Villa entwerfen will, nutzt es nichts, dass er Mathematik studiert hat, wenn er die Lebensformen der Bewohner einer Villa nicht kennt; ein Diner in einem guten Hause lehrt ihn für seine Lebensaufgabe, Wohnstätten für vornehme Leute zu bauen, Wichtigeres als ein Semester höherer Algebra.“

VI.

Kaum hatte sich Reye in Aachen eingelebt, als er, hauptsächlich auf Veranlassung Christoffels, der ihn von Zürich her kannte und schätzte, eine Berufung als ordentlicher Professor für Geometrie und angewandte Mathematik an die neue Kaiser-Wilhelms-Universität in Strassburg erhielt. Da er nun vor allem über synthetische (und ergänzungsweise über analytische) Geometrie, dann nach freier Wahl abwechselnd über analytische Mechanik, Elastizität fester Körper, oder Potentialtheorie vortrug, so bewegte sich seine Lehrtätigkeit ganz in denjenigen Gebieten, in denen er schöpferisch wirkte oder in denen er von seiner Studienzeit her sich mit dauerndem Interesse gründlich orientierte. (Er hatte z. B. während der Zeit seiner Lehrtätigkeit in Zürich die bezüglichen Vorlesungen Christoffels eifrig besucht und teilweise ausgearbeitet.) Freilich hatte er in der ersten

Vorlesung (Sommer 1872) nur einen einzigen Studenten und zwei Hospitanten als regelmässige Hörer, doch schon im Winter 1876/77 waren es 27, was zugleich dem Durchschnitt der spätern Zeit entsprechen mag. Über den Erfolg spricht sich ein ehemaliger Schüler, Prof. Timerding, dahin aus¹⁾: „Reye war der geborene Lehrer, der von Anfang an für jeden Schüler auch ein persönliches Interesse hat und seine Eigenart zu erfassen sucht. Sein Seminar war musterhaft, nicht bloss in dem Betriebe und dem Erfolge, sondern auch in der Art, wie er die Studierenden anzufassen und ihre Empfindlichkeit zu schonen wusste. Seine Vorlesungen über synthetische Geometrie waren bis zur Vollendung durchgearbeitet. Unerreicht war seine Fähigkeit, die räumlichen Gebilde durch den Vortrag vor dem geistigen Auge des Zuhörers erstehen zu lassen.“

Von den wissenschaftlichen Leistungen Reyes während seiner Tätigkeit in Strassburg, die mehr als die Hälfte seines langen Lebens umfasste, kann hier nur unter Beschränkung auf die massgebenden Ausgangspunkte einiger der Hauptabhandlungen die Rede sein²⁾ Zunächst seien diejenigen über Massengeometrie genannt, welche sich der früher erwähnten Arbeit über die Trägheitsmomente anschliessen. Der Gedankengang ist folgender: Ein beliebiges, fest im Raume angenommenes Massensystem M erzeugt in bezug auf eine beliebige Ebene E ein statisches Moment, gebildet als die Summe aus den Produkten jedes Massenelements in seinen Abstand von E . Alle Ebenen E , deren zugehöriges statisches Moment gleich Null ist, gehen durch den Schwerpunkt S des Systems M . Analytisch folgt dies daraus, dass die sogenannten Ebenenkoordinaten dieser E einer Gleichung ersten Grades genügen (welche die Gleichung von S heisst); entsprechend wird nun der Punkt S , als Inbegriff aller durch ihn gehenden Ebenen, als Fläche erster Klasse bezeichnet. — Werden aber die Massenelemente mit den Quadraten ihrer Abstände von einer Ebene multipliziert und wird dann die Summe gebildet, so entsteht das Trägheitsmoment, und die Ebenenkoordinaten aller E , für welche dasselbe gleich Null ist, genügen einer Gleichung 2. Grades; die E

¹⁾ Das Urteil, welches sich auf die Zeit nach 1890 bezieht, steht in dem Buche von W. Lorey: „Das Studium der Mathematik an den deutschen Universitäten“, pag. 158. Auf der gleichen Seite ein Urteil über Christoffel.

²⁾ Die überwiegende Zahl der Reyeschen Arbeiten ist in Crelles „Journal für die reine und angewandte Mathematik“ erschienen. Sie sind an Hand der zusammenfassenden Inhaltsverzeichnisse, die jeweilen den Schluss einer Serie von 10 Bänden bilden, leicht zu finden. Hier muss darauf verzichtet werden, einlässlichere Zitate anzubringen.

umhüllen eine Fläche 2. Klasse (die Nullfläche oder das imaginäre Bild des Systems). Bildet man die Summe der Produkte der Massenelemente in die Kuben ihrer Abstände, so entsteht ein Moment höherer Art¹⁾ des Massensystems nach einer Ebene, und alle Ebenen, für welche dieses Moment = 0 ist, umhüllen eine Fläche 3. Klasse. Man unterscheidet also für ein gegebenes Massensystem ein 1., 2., 3., Moment in bezug auf eine Ebene und jeweilen zugehörig eine 1., 2., 3., Nullfläche von 1., 2., 3., Klasse. Umgekehrt lässt sich jede beliebige Fläche n ter Klasse als n te Nullfläche, und deren Gleichungspolynom als die Summe n ter Potenzen darstellen. Damit ist die Lehre von den algebraischen Flächen in einfache und fruchtbare Beziehung zur Massengeometrie gebracht. Ein interessantes Beispiel ist folgendes: Es gibt ∞ viele verschiedene Massensysteme, von denen alle eine vorgeschriebene Fläche 3. Klasse als 3. Nullfläche besitzen. Unter diesen befindet sich eines, das nur aus 5 Massenpunkten besteht, d. h. die Gleichung jeder Fläche 3. Klasse kann in eine solche Form gebracht werden, dass die Summe von 5 Kuben (linearer Ausdrücke in den Ebenenkoordinaten) = 0 sein muss. Damit ist unter Anwendung des Dualitätsprinzips zugleich der massengeometrische Beweis eines Sylvesterschen Satzes erbracht, der in die erste Reihe derjenigen gehört, mit deren Hülfe die Flächen 3. Grades jetzt fast ebenso leicht zu behandeln sind als die Flächen 2. Grades. (Die allgemeine Fläche 4. Klasse [oder Grades] erfordert mindestens 10 Biquadrate.)

Reye hat seinen Arbeiten über Massengeometrie einen gewissen Abschluss gegeben, indem er den allgemeinen Begriff „apolarer“ Flächen entwickelte. Ausgangspunkt ist die Fundamentaldefinition: Es sei eine beliebige Fläche n ter Klasse Φ^n als n te Nullfläche eines Massensystems $m_i (x_i, y_i, z_i)$, wo $i = 1, 2, 3, \dots$ ist, durch die Gleichung in den Ebenenkoordinaten α, β, γ, p als

$$\Phi^n = \sum m_i (\alpha x_i + \beta y_i + \gamma z_i - p)^n = 0$$

dargestellt, ferner eine Fläche k ten Grades durch $F^k (x, y, z) = 0$. Aus den Elementen $M_i = m_i \cdot F^k (x_i, y_i, z_i)$ bildet man ein neues Massensystem und mit Hülfe desselben die Gleichung $\Pi^{n-k} = \sum M_i \cdot (\alpha x_i + \beta y_i + \gamma z_i - p)^{n-k} = 0$. Diese Fläche $(n - k)$ ter Klasse wird die Polare von F^k nach Φ^n genannt. Aus Φ^n und F^k ist Π^{n-k} im allgemeinen bestimmt, es kann aber eintreten, dass in dem Polynom Π^{n-k} , wenn es in bezug auf die Veränderlichen α, β, γ, p geordnet wird, alle Koeffizienten = 0 sind, so

¹⁾ Eine kurze Andeutung über „Höhere Momente im Allgemeinen“ gibt Culmann, Graph. Stat. 1. Aufl. § 60.

dass eine bestimmte Polare von F^k nach Φ^n nicht mehr existiert. In diesem Falle heisst F^k apolar zu Φ^n . Für den einfachen Fall $n = 2$, $k = 2$ hängt die Apolarität von der einzigen Bedingung $\sum m_i F^2(x_i, y_i, z_i) = 0$ ab; sie ist identisch mit dem Verschwinden der simultanen bilinearen Invariante der Polynome Φ^2 und F^2 , die zuerst in Hesses Theorie der Poltetraeder der Flächen zweiten Grades aufgetreten und dort von fundamentaler Bedeutung ist (vergl. Vorlesungen über anal. Geometrie des Raumes. 1. Aufl., pag. 153).

Eine andere Fortsetzung der Arbeit über Trägheitsmomente ging von den Sätzen aus: In bezug auf ein gegebenes Massensystem M erzeugt jeder Punkt O des Raumes ein Trägheitsellipsoid \mathfrak{E} , dessen Mittelpunkt O ist; die Hauptebenen und Hauptachsen von \mathfrak{E} sollen auch als Hauptebenen und Hauptachsen von O bezeichnet werden (insbesondere für den Schwerpunkt S des Systems nennt man sie Zentralebenen und Zentralachsen). Eine Gerade g ist nur dann eine Hauptachse, wenn sie zu ihrer Polaren nach dem „imaginären Bilde“ des Massensystems senkrecht steht. Durch einen beliebigen Punkt P des Raumes gehen ∞ viele Hauptachsen, die einen Kegel 2. Grades bilden, in einer beliebigen Ebene liegen ∞ viele Hauptachsen, die einen Kegelschnitt umhüllen.

Darauf baute schon der 2. Teil der „Geometrie der Lage“ weiter, wo die neuen Gedanken von Plücker über die Geometrie der geraden Linien, wie sie dieser 1865 in englischen Zeitschriften veröffentlicht hatte¹⁾, angewendet werden. Die vorhin als Hauptachsen bezeichneten Geraden bilden eine (∞^3) Mannigfaltigkeit, die man als Strahlenkomplex 2. Grades bezeichnet.²⁾ Sie kann direkt, ohne Beziehung auf das Massensystem definiert werden, als Inbegriff aller Geraden, die in bezug auf eine gegebene Fläche 2. Grades zu ihren Polaren senkrecht stehen. Durch die Fläche ist der Komplex bestimmt, nicht aber umgekehrt durch den Komplex die Fläche. Dies führt dann zu Sätzen über die Normalen eines Systems konzentrisch-homothetischer Flächen 2. Grades und zu solchen über die Normalen eines konfokalen Systems. — Viel später hat Reye sich damit beschäftigt, eine Klassifikation der durch die allgemeinsten Gleichungen gegebenen Komplexe 2. Grades aufzustellen — analog wie man die durch die allgemeinsten Gleichungen gegebenen Flächen 2. Grades einteilt in 1. reelle F_2 [a] mit

¹⁾ Plückers Hauptwerk über diesen Gegenstand: „Neue Geometrie des Raumes, gegründet auf die Betrachtung der geraden Linie als Raumelement“ erschien erst nach seinem Tod 1868/69, also später als Reyes Buch.

²⁾ Es ist ein sehr spezieller Komplex 2. Grades; vor Reye hat ihn schon Chasles behandelt.

reellen, b) mit imaginären Geraden], 2. imaginäre F_2 . Er gelangt zu 8 Arten, von denen 3 noch je in 2 Unterabteilungen zerfallen.¹⁾

Reye hat ein Analogon zu den Strahlenkomplexen untersucht, indem er von der Gesamtheit aller Kugeln im Raume ausging, die eine (∞^4) Mannigfaltigkeit bilden und durch analytische oder geometrische Bedingungen (∞^3) Mannigfaltigkeiten ausschied, die er „Kugelkomplexe“ nennt.²⁾ Diese Gebilde sind wesentlich leichter zu behandeln als die Strahlenkomplexe [die als (∞^3) Mannigfaltigkeiten aus den ∞^4 Geraden des Raumes erzeugt werden]. Ist in kart. Koord. $A = \alpha_0 (x^2 + y^2 + z^2) - 2\alpha_1 x - 2\alpha_2 y - 2\alpha_3 z + \alpha_4 = 0$ die Gleichung einer Kugel A , so werden $\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ als homog. Koord. von A bezeichnet. Sei nun $X = \xi_0 (x^2 + y^2 + z^2) - 2\xi_1 x - 2\xi_2 y - 2\xi_3 z + \xi_4 = 0$, so findet man, dass alle Kugeln X , welche A unter rechtem Winkel schneiden, in ihren homogenen Koord. die Gleichung $\alpha_4 \xi_0 - 2\alpha_1 \xi_1 - 2\alpha_2 \xi_2 - 2\alpha_3 \xi_3 + \alpha_0 \xi_4 = 0$ erfüllen. Da dieselbe in den ξ linear ist, so sagt man: die X bilden einen linearen Kugelkomplex. Allgemeiner: Sollen sich A und X unter dem Winkel φ schneiden, so ist $\cos^2 \varphi \cdot (\alpha_1^2 + \alpha_2^2 + \alpha_3^2 - \alpha_0 \alpha_4) (\xi_1^2 + \xi_2^2 + \xi_3^2 - \xi_0 \xi_4) = \frac{1}{4} (\alpha_4 \xi_0 - 2\alpha_1 \xi_1 - 2\alpha_2 \xi_2 - 2\alpha_3 \xi_3 + \alpha_0 \xi_4)^2$, also bilden die Kugeln X , welche A unter dem gegebenen Winkel φ schneiden, einen Komplex zweiten Grades. Für $\varphi = 90^\circ$ erhält man den schon gefundenen Komplex 1. Grades doppelt; für $\varphi = 0$ oder 180° den Komplex 2. Grades, dessen Kugeln A berühren. Die Gleichung $\xi_1^2 + \xi_2^2 + \xi_3^2 - \xi_0 \xi_4 = r^2 \xi_0^2$ gibt die Kugeln vom Radius r , also für $r = 0$ den Komplex der Nullkugeln.³⁾ Aus diesen wenigen Grundbegriffen und ihrer Weiterentwicklung lässt sich eine grosse Zahl von Sätzen über Schneiden und Berühren von Kugeln leicht analytisch ableiten. (Man vergl. Reyes Büchlein „Synth. Geometrie der Kugeln und linearen Kugelsysteme“ sowie die Abh. „Über quadr. Kugelkomplexe“, Crelle, Bd. 99).

Mit den Untersuchungen über Strahlenkomplexe und über Kugelkomplexe, die beide als (∞^3) Mannigfaltigkeiten auf (∞^4) Mannigfaltigkeiten erzeugt werden, stehen in Zusammenhang die sechs Abhandlungen „über lineare Mannigfaltigkeiten projektiver Grundgebilde“ (Crelle, Bd. 104—108) insofern im Eingang zur vierten (Bd. 107,

¹⁾ Es ist für die Komplexe wie für die F_2 vorausgesetzt, dass die Gleichungen nur reelle Koeffizienten enthalten.

²⁾ Eine prinzipielle Beziehung (Verwandtschaft) zwischen Strahlengeometrie und Kugelgeometrie hatte schon vor Reyes Arbeiten Sophus Lie gegeben.

³⁾ Da die Nullkugel identisch ist mit dem Kegel, der von ihrem Mittelpunkte aus über dem ∞ fernen imaginären Kreise K_∞ des Raumes steht, so erscheint der Nullkugelkomplex zugleich auch als Strahlenkomplex der Geraden, welche K_∞ schneiden.

pag. 162) die Möglichkeit rein geometrischer Erkenntnis einer Mannigfaltigkeit von mehr als drei Dimensionen erörtert wird.

Zum Schluss der Andeutungen über die verschiedenen Richtungen von *Reyes* wissenschaftlicher Tätigkeit heben wir noch seine Arbeiten über Schnittkurven und Schnittpunktsysteme algebraischer Flächen hervor. Er behandelt die *Jacobischen* Sätze und gibt insbesondere über die Schnitte von Flächen 2. Grades interessante Resultate. Sehr schön ist seine geometrische (lineare) Konstruktion des 8. Schnittpunktes dreier F_2 , wenn die 7 übrigen gegeben sind; es ist wohl die einfachste Lösung des vielfach behandelten Problems (vergl. *Crelles Journal*, Bd. 100. Der Band 99 enthält Lösungen von *Hesse* [*Caspary*], *Schröter*, *Sturm*, *Zehnter*, von denen die erste analytisch ist und auf den Eigenschaften der orthogonalen Transformationen einer homogenen Funktion 2. Grades von 4 Veränderlichen beruht).

VII.

Nach vollendetem 70. Lebensjahre trat *Reye* von seinem Lehramte zurück. Er durfte sich bei diesem Anlasse sagen, dass er in rastlosem idealem Streben für seine „Lieblingswissenschaft“ einen dauernden Erfolg errungen habe. Dies war im Laufe der Zeit anerkannt worden, indem ihn die Gesellschaft der Wissenschaften in Göttingen und die Akademie in Bologna zum korrespondierenden, die *Accademia dei Lincei* in Rom zum auswärtigen Mitgliede ernannten; er gehörte auch zu den Ehrenmitgliedern der Zürcher Naturforschenden Gesellschaft, anderer Auszeichnungen nicht zu gedenken. Mehr als diese äussern Zeichen mochte ihn das Bewusstsein befriedigen, seine Stellung getreu der Auffassung erfüllt zu haben, der er später einmal den bescheidenen, unpersönlichen Ausdruck gab: „Es galt uns als selbstverständlich, dass wir Professoren 1872 zur Pflege und Ausbreitung der Wissenschaft nach Strassburg berufen waren. Jeder suchte dabei sein Bestes beizutragen, ohne viel darüber zu reden.“

Diese, dem früher zitierten, 1916 erschienenen Buche *Loreys* entnommene Briefstelle führt uns bereits in die Zeit der grossen Weltereignisse und klingt jetzt wie ein wehmütiger Nachruf auf die Universität, an deren Aufstieg *Reye* mitarbeitete und deren Untergang er miterleben musste. Anfang und Ende aber wurden bedingt durch den Ausgang von Kriegen, von denen hier insofern kurz die Rede sein soll, als dadurch einzelne Personen unserer Darstellung auf einem bedeutenden historischen Untergrunde erscheinen.

Am 24. Dezember 1867 wurde bei der Beerdigung *Poncelets*,

der als Mathematiker, Techniker, Genieoffizier einen so glorreichen Namen hinterlassen hat, von der Académie des Sciences, von der Faculté des Sciences (die ihm den weit über die Grenzen des Hörsaals hinaus wirkenden „Cours de Mécanique, physique et expérimentale“ verdankte) und dem Comité du Génie die letzten Ehren erwiesen. Als erster sprach der berühmte Geometer und vielgewandte Politiker Charles Dupin; im Eingang seiner Rede wies er auf die Geburtsstadt des Verstorbenen hin: „Metz où tout respire à la fois la science et la guerre — devant laquelle se brisaient autrefois les efforts de Charles-Quint, et devant laquelle se briseraient encore les efforts de quelque empereur improvisé des bords du Rhin et de la Moselle.“ Und doch musste der (1784 geborene) Prophet noch erleben, dass Metz fiel und dass im Spiegelsaal des Schlosses zu Versailles der „empereur improvisé“ zum erstenmal mit seinem neuen Titel begrüsst wurde.

Nach der Vereinigung von Elsass-Lothringen mit Deutschland entwickelte sich Metz zu einem gewaltigen Bollwerk gegen Frankreich. In Strassburg trat neben die Vorsorge für militärische Sicherung die friedliche Aufgabe der mit den reichsten Mitteln ausgestatteten, nach Kaiser Wilhelm benannten Universität: Sie sollte den geistigen Interessen der neu gewonnenen Reichsbürger die Richtung auf den Staat geben dem sie nun angegliedert waren, und damit einen dauernden Anschluss an das Reich fördern.

Reye, der ein guter Deutscher¹⁾ aber durchaus nicht chauvinistischer Natur war und dem die lebenswürdige Bescheidenheit seines Auftretens gewiss auch bei seinen elsässischen Schülern lebhaftes Sympathie erwarb, mochte glauben, dass die Annäherung und Assimilation mit der Zeit immer grössere Fortschritte mache. Es ist das zu vermuten auf Grund einer fast zufälligen Stelle in seiner Rektoratsrede vom 1. V. 86 über „Die synthetische Geometrie im Alterthum und in der Neuzeit.“ Es heisst dort, dass erst das 19. Jahrhundert eine wichtige, auf die Anschauung gegründete Methode der Übertragung fundamentaler Sätze von Kreisen auf Kegelschnitte und Kegel ausgebildet habe. „Diese Methode der centralen Projection verdanken wir hauptsächlich einem Sohne unseres Reichslandes, dem 1788 in Metz geborenen Poncelet.“ Was würde der seiner Vaterstadt so anhängliche Bürger, was der tapfere Soldat und feurige Patriot zu der ihm zugefallenen Reichsangehörigkeit gesagt haben?

¹⁾ Reye hatte 1863 den Entschluss gefasst, einem geplanten Freischarenkorps zur Befreiung Schleswig-Holsteins von der dänischen Herrschaft beizutreten (das freilich, veränderter politischer Konstellationen wegen, nicht zustande kam).

Weit selbstbewusster und schärfer als die durchaus harmlos gemeinten Worte Reyes klingen aber einzelne Sätze aus den Reden, welche bei der Jahrhundertfeier der technischen Hochschule Berlin-Charlottenburg (18./21. X. 99) und bei zwei rasch darauf folgenden Festakten (Januar 1900) gehalten wurden.¹⁾ Für dieses Jubeljahr war der Professor des Maschinenbaues Riedler zum Rektor erwählt, wohl zunächst in Rücksicht auf seine vorzügliche Eignung zur Repräsentation, dann aber auch in Anerkennung für die erfolgreiche Arbeit an der Reorganisation der Hochschule²⁾ und damit für den höhern technischen Unterricht überhaupt. Er gab schon am Vortage der Hauptfeier den fremden Ehrengästen Gelegenheit, ihn bei einem wunderbaren Diner kennen zu lernen, an dessen Schluss auch die anwesenden „reinen“ Mathematiker sich heitern Gemütes der dem Gastgeber dargebrachten Huldigung anschlossen, wobei allerdings der Genius der „höhern Algebra“ trauernd sein Haupt verhüllte.

Der Haupttag brachte zunächst auf dem Vorplatze zur Freitreppe der Hochschule die Enthüllung der Denkmäler von Werner Siemens und Alfred Krupp, der beiden Weltgrössen der deutschen wissenschaftlichen Technik und industriellen Organisation. Und nun folgte als Mittelpunkt des ganzen Festes die Proklamation des Rechtes der preussischen technischen Hochschulen „Diplom-Ingenieure auf Grund einer Prüfung zu Doktor-Ingenieuren (abgekürzte Schreibweise, und zwar in deutscher Schrift: Dr. Ing.) zu promovieren.“

Umgeben von seinen Kollegen und den höchsten Beamten seiner Verwaltung verlas der Unterrichtsminister die Urkunde, dann trat der Rektor „an die Stufen des Thrones“, um den Dank der Hochschulen für diesen Huldbeweis (sowie für die Berufung von Vertretern derselben im Herrenhaus) auszusprechen. Den Mittelpunkt des Mittelpunktes aber bildete die Rede des Kaisers, „die in der Geschichte der technischen Wissenschaften und ihrer Hochschulen für alle Zeiten mit goldenen Lettern strahlen wird Es war als spräche der Zeitgeist selbst, als rausche über diesen vor ihrem kaiserlichen Herrn versammelten Schaaren der Flügelschlag einer grossen Zukunft.“

Man kann sich vorstellen, wie auf diesem byzantinischen Goldgrund die Reden der Festtage (von denen amtsgemäss ein reichliches

¹⁾ Vergl. die „Festschrift zur Jahrhundertfeier“ und die „Chronik der Hochschule 1799—1899“.

²⁾ Chronik, pag. 179—198. Riedler hatte zur Durchführung seiner Ideen auch persönliche Opfer gebracht, indem er für das neue, ihm unterstellte Laboratorium Maschinenanlagen im Werte von 120 000 und 24 000 Mark stiftete.

Teil auf den Rektor fiel), sich zu einem ungewöhnlichen Ausdrucke¹⁾ des Kraftgefühls und des Siegesbewusstseins eines in gewaltigem materiellen Fortschreiten begriffenen grossen Volkes gestalteten: „Das Ende des Jahrhunderts findet die romanischen Völker im Niedergang, die germanische Kultur im Begriff die Welt zu erobern. Es findet Deutschland politisch und wirtschaftlich als führende Macht, mit stahlgepanzelter Faust seine schaffende Arbeit schirmend.“ — „Deutschlands Zukunft liegt auf der See Die Ausgestaltung der deutschen Kriegsflotte ist die nächste grosse Aufgabe des neuen Jahrhunderts, des deutschen Reiches und der deutschen Technik“. — „Die Kriege sind um so seltener geworden, mit je vollkommeneren Mitteln sie geführt werden: die Furcht vor diesen Mitteln erzwingt jetzt schon Friedensliebe und das Reich gebietet Frieden, das am besten gerüstet ist.“²⁾

Ganz anders als es diese begeisterten Reden anzukündigen schienen, hat sich die Zukunft enthüllt. Der grosse Kampf um die Welt Herrschaft, der aus ihnen wetterleuchtete, hat einen vorläufigen Abschluss gefunden. Und nicht die Feldherrnkunst Hindenburg-Ludendorffs, nicht die gewaltige Stosskraft und der zäheste Widerstand der Millionenheere, auch nicht die mächtige Kriegsflotte und die vollkommensten technischen Kriegsmittel haben es vermocht, die Entscheidung im Sinne der damaligen Fanfaren zu erzwingen.

Ein grosser Historiker hatte in einer Betrachtung über den Tod des Statthalters Feldmarschall Manteuffel (1885) den sonderbar verklausulierten Ausspruch getan, „dass das Elsass durch die Entscheidung der Waffen, also wie die Alten glaubten und die Neuern versichern, durch den Willen Gottes von Frankreich losgerissen an Deutschland geknüpft worden sei.“ Unter Umständen, für welche sich eine ähnlich bedingte Erklärung geben liesse, sind die Reichslande wieder mit Frankreich vereinigt. Aber warnungsvoll stehen vor uns die Worte des alten Moltke (vom 14. Mai 1890): „Wenn der Krieg, der schon mehr als 10 Jahre lang als Damoklesschwert über unsern Häuptern schwebt, wenn dieser Krieg zum Ausbruch kommt, so ist seine Dauer wie sein Ende nicht abzusehen. Es sind die gröss-

¹⁾ der durch die hier bedingte unmittelbare Aufeinanderfolge der Sätze noch erhöht wird.

²⁾ Wie kleinbürgerlich nahm sich gegenüber diesen Sätzen die vom eidg. Polytechnikum überreichte Glückwunschartikel aus, welche mit den Worten schloss: „Möge nun der neue Zeitabschnitt, der für Ihre Hochschule beginnt, die segensreiche Wirksamkeit derselben noch erweitern und erhöhen; möge sie auch in ihrem zweiten Jahrhundert eine leuchtende Stätte freudiger Arbeit an den völkerverbindenden Werken, Künsten und Wissenschaften des Friedens bleiben.“

ten Mächte Europas, welche, gerüstet wie nie zuvor, gegeneinander in den Kampf treten; keine derselben kann in einem oder in zwei Feldzügen so vollständig niedergeworfen werden, dass sie sich für überwunden erklärte, dass sie auf harte Bedingungen hin Frieden schliessen sollte, dass sie sich nicht wieder aufrichten sollte, wenn auch erst nach Jahresfrist, um den Kampf zu erneuern. Es kann ein 7jähriger, es kann ein 30jähriger Krieg werden.“ Ob es dem Völkerbund, der binnen wenigen Wochen in Genf seine erste Tagung halten wird, beschieden ist, die Wiederkehr des Mordens und des Verwüstens, das in den Kriegsjahren über uns gegangen ist, zu verhindern — wer vermöchte es zu sagen?

Nach dem Verzicht auf seine Vorlesungen hatte Reye als Emeritierter immer noch an den Beratungen des Professorenkollegiums teilgenommen; ein friedliches und geistig angeregtes Dasein in dem vertrauten Kreise schien ihm bis zum natürlichen Abschlusse gesichert. Doch der Krieg brachte auch in seine Familie schwere Sorgen: ein Sohn, der während der ganzen Dauer desselben unter den Waffen gestanden, kam glücklich zurück, aber ein Enkel war gefallen. Im Herbst 1918 fasste Reye den Entschluss, nach dem alten Deutschland überzusiedeln, indem er hoffte, dort die letzten Lebensstage in Stille und Ruhe verbringen zu können. Leider ergaben sich für den definitiven Ortswechsel mancherlei Schwierigkeiten, die sich, wenn eine Verfügung durch Gegenverfügung aufgehoben wurde, zu ganz widerwärtigen Verzögerungen gestalteten und schliesslich den Achtzigjährigen zwangen, den komplizierten Umzug ohne die erhoffte Hülfe des Sohnes zu besorgen. Immerhin konnte er sich schliesslich in dem behaglichen Heim, das ihm ein Schwiegersohn in Würzburg ausgesucht hatte, einrichten und im Mai 1919 noch seine goldene Hochzeit feiern; aber die Erschütterungen, Enttäuschungen und Aufregungen der letzten Zeiten wirkten so stark nach, dass er ihnen einige Wochen nach diesem Feste erlag.

Elastische Oberflächenwellen mit Dispersion in einem inhomogenen Medium.¹⁾

Von

ERNST MEISSNER.

(Als Manuskript eingegangen am 12. März 1921.)

Die seismologischen Aufzeichnungen unserer Bebenwarten stellen dem Beobachter eine Reihe von Rätsselfragen, deren Lösung für die Erforschung der elastischen Natur des Erdballs von grösster Bedeutung ist. Die theoretische Elastizitätslehre kann feststellen, was für Erscheinungen unter gegebenen einfachen Verhältnissen zu erwarten sind. Sie erklärt die beiden Vorläuferwellen als die direkt durch das Erdinnere fortgepflanzten Störungen, während sie die grossen Wellen des Hauptbebens als Oberflächenwellen deutet. Indessen zeigt der verwickelte Verlauf der Nahbebenaufzeichnungen, dass die wahren Verhältnisse jedenfalls nicht einfach sind, und die neuerdings²⁾ überraschend deutlich festgestellten identischen Aufzeichnungen verschiedener Beben vom selben Herd machen es wahrscheinlich, dass daran die komplizierte Struktur der Erdrinde einen wesentlichen Anteil hat. Wenn hier ein theoretisches Erfassen der Erscheinung noch in weiter Ferne liegt, so erscheint die Analyse von Fernbebendiagrammen etwas hoffnungsvoller. Diese zeigen in ihrer Maximalphase Wellenzüge von bemerkenswerter Regelmässigkeit.³⁾ Deutet man sie als Rayleighsche Oberflächenwellen, so steht das beobachtete Verhältnis von Horizontal- und Vertikalbewegung damit nicht in Einklang und auch nicht die Tatsache, dass wenigstens zu Beginn der Maximalphase die Bewegung normal zur Ausbreitungsrichtung in der Oberfläche erfolgt. Der fühlbarste Mangel dieser Auffassung liegt aber darin, dass die Oszillationen der Bodenbewegung nicht erklärt werden. Deren Ursache in der Erregung oder der Reflexion zu suchen, geht für diese regelmässigen Wellenzüge

¹⁾ Vergl. Actes Soc. helv. Sc. nat. Neuchâtel 1920.

²⁾ A. de Quervain u. A. de Weck. *ibid.* loc.

³⁾ Vergl. die Diagramme in Galitzin: Vorl. ü. Seismometrie. Leipzig 1914 S. 110 u. 389.

kaum an. Ihre Gesetzmässigkeiten deuten vielmehr auf Dispersion. Wenn die Rayleigschen Wellen eine Dispersion nicht zeigen, so liegt das daran, dass ihnen die Annahme eines homogenen Erdkörpers zugrunde liegt. Schon wenn man über dem homogenen Erdkern eine homogene Rindenschicht annimmt, die andere elastische Eigenschaften hat, stellt sich in der Theorie die Dispersion ein, wie A. E. H. Love gezeigt hat.¹⁾

Nun ist die elastische Inhomogenität eine der wenigen Tatsachen, die die Seismologie mit Sicherheit festgestellt hat. Wir wissen aus den Laufzeitkurven der beiden Vorläufer, dass die Fortpflanzungsgeschwindigkeit sowohl für Kondensations- wie für Torsionswellen mit der Tiefe zunimmt nach einem Gesetz, das für die ersten 1200 km nahezu linear ist.²⁾ Es stellt sich daher die Frage, wie es sich für ein derartig beschaffenes Medium mit den Oberflächenwellen verhält, die ja, weil die Energie nur nach zwei Seiten streuend, für Fernbeben die Hauptrolle spielen.

Es ist Zweck dieser Arbeit, den Nachweis zu führen, dass (unter den erwähnten, der Wirklichkeit angepassten Voraussetzungen über das Erdinnere) Oberflächenwellen von reinem Torsionscharakter existieren, Wellen, die horizontal und normal zur Fortpflanzungsrichtung schwingen, und die daher als Querwellen bezeichnet werden sollen. Es wird ausserdem gezeigt, dass diese Wellen Dispersion aufweisen, und unter bestimmten Annahmen wird geradezu das Dispersionsgesetz numerisch berechnet.

Zu bemerken bleibt, dass das Problem insofern noch nicht eindeutig ist, als neben der Änderung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit auch noch die Dichteänderung mit der Tiefe von Bedeutung ist.

Querwellen.

Ein elastischer Halbraum sei begrenzt durch die unendliche Halbebene $z = 0$; die $+z$ -Axe weise in sein Inneres. Wir untersuchen ebene Wellen in der $x - z$ -Ebene, die sich in der x -Richtung fortpflanzen. Reine Torsionswellen erhalten wir, wenn wir die elastische Verschiebung parallel zur y -Richtung, d. h. normal zur xz -Ebene voraussetzen. Entsprechend diesen Annahmen setzen wir

$$\eta = Z(z) \cdot \cos(p \cdot t - f \cdot x) \quad (1)$$

¹⁾ A. E. H. Love, Some Problems of Geodynamics, Cambridge 1912. Art. 176.

²⁾ Galitzin, loc. cit. S. 139.

Es ist dann

$$L = \frac{2\pi}{f} \quad V = \frac{p}{f} \quad T = \frac{2\pi}{p} \quad (2)$$

wenn L die Länge, V die Laufgeschwindigkeit, T die Schwingungsdauer der Welle bezeichnet. Es treten keine Dehnungen auf und die Schiebungen berechnen sich aus

$$\gamma_{xy} = \frac{\partial \eta}{\partial x} \quad \gamma_{yz} = \frac{\partial \eta}{\partial z} \quad \gamma_{zx} = 0$$

Hieraus folgen die Schubspannungen in Elementen parallel den Koordinatenebenen

$$\tau_{xy} = G \cdot \frac{\partial \eta}{\partial x} \quad \tau_{yz} = G \frac{\partial \eta}{\partial z} \quad \tau_{zx} = 0 \quad (3)$$

Dabei ist G der Torsionsmodul. Wir nehmen an, dass er Funktion der Tiefe z sei. Wenn nun noch $\rho(z)$ die Dichte des Mediums bedeutet, lautet die Bewegungsgleichung für das Medium

$$\frac{\partial \tau_{xy}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{yz}}{\partial z} = \rho \frac{\partial^2 y}{\partial t^2}$$

oder nach Einsetzen von (1) und (2)

$$G \cdot (Z')' + Z \cdot (\rho \cdot p - f \cdot G) = 0 \quad (1)$$

Es treten hierzu die Randbedingungen:

1) Die freie Oberfläche muss spannungsfrei sein. τ_{yz} muss für $z = 0$ verschwinden. Dies gibt

$$Z'(0) = 0 \quad (\text{Ia})$$

2) Es darf die Welle nur oberflächlich verlaufen. Daraus folgt

$$\lim_{z \rightarrow \infty} Z(z) = 0 \quad (\text{Ib})$$

In der Annahme der Funktionen $G(z)$ und $\rho(z)$ sind wir nicht ganz frei, wenn wir mit den Beobachtungen in Übereinstimmung bleiben wollen. Denn es ist

$$v(z) = \sqrt{\frac{G(z)}{\rho(z)}}$$

¹⁾ Akzente bedeuten Ableitungen nach z .

die aus der Laufzeitkurve bekannte Ausbreitungsgeschwindigkeit der Torsionsstörungen in der Tiefe z . Annähernd ist $v(z)$ linear in z . Indessen kommt für oberflächlich verlaufene Wellen, wie die Querwellen wesentlich in Betracht nur der Verlauf von $v(z)$ bis zu einer Tiefe, die von der Grössenordnung der Wellenlängen ist, also 200 km nicht übersteigt. Innerhalb dieses Bereiches aber darf das lineare Gesetz auch durch ein anderes ersetzt werden, das davon genügend wenig abweicht. Eine ausführlichere Untersuchung, die vorbehalten wird, kann Genaueres darüber aussagen, inwiefern die Dispersionskurve von Variationen in den Funktionen $G(z)$ und $\varrho(z)$ beeinflusst wird. Es lässt sich voraussehen, dass für kurze Wellen dieser Einfluss unbedeutend ist.

Um an einem bestimmten Fall die allgemeinen Verhältnisse darzustellen, machen wir jetzt die Annahme

$$G = G_0 \cdot (1 + \delta z)^2 \quad \varrho = \varrho_0 (1 + \delta z), \quad (1)$$

so dass sich für die Geschwindigkeit v der Torsionswellen mit der Tiefe das Gesetz ergibt

$$v = v_0 \cdot (1 + \delta z)^{1/2} \quad v_0 = \sqrt{\frac{G_0}{\varrho_0}} = \text{Oberflächengeschwindigkeit} \quad (2)$$

Setzt man jetzt noch

$$z = \frac{f}{\delta} \cdot (1 + \delta z)$$

und bezeichnet man Ableitungen nach dieser neuen Veränderlichen mit Punkten, so erhält man aus (I)

$$z \ddot{Z} + 2 \dot{Z} + (s - z) Z = 0 \quad (II)$$

wobei noch abkürzend gesetzt ist

$$s = \frac{f}{\delta} \cdot \frac{V^2}{v_0^2} \quad (3)$$

Die zu erfüllenden Grenzbedingungen lauten:

$$\dot{Z} \left(\frac{f}{\delta} \right) = 0 \quad (IIa)$$

$$\text{Limes } Z = 0 \quad (IIb)$$

$$\xi = +\infty$$

¹⁾ Vergl. Math. Enzykl. II B. 5. E. Hilb, Art. 5.

Nach allgemeinen, von Poincaré u. a.¹⁾ herrührenden Sätzen hat (II) ein und nur ein Integral, das sich asymptotisch wie $e^{-\zeta} \cdot \zeta^{\frac{s}{2}-1}$ verhält, wenn ζ im Reellen nach $+\infty$ läuft. Nennen wir es Z_1 . Es erfüllt (IIb) und es bleibt nur noch zu zeigen, dass auch (IIa) erfüllt werden kann, was weiter unten geschehen soll.

Ist nun ζ eine Wurzel von $\dot{Z}(\zeta) = 0$, so hängt ζ parametrisch von s ab. Nach (3) wird nun

$$\frac{V^2}{v_0^2} = \frac{s}{\zeta} \qquad \delta L = \frac{2\pi}{\zeta} \qquad (4)$$

Man gewinnt mithin durch Elimination von s einen Zusammenhang zwischen V und L . Verschieden lange Wellen laufen verschieden rasch. Die untersuchten Oberflächenwellen zeigen Dispersion und die Gleichungen (4) enthalten das Dispersionsgesetz.

Alle vorkommenden Wellengeschwindigkeiten übertreffen den Oberflächenwert v_0 der Torsionswellengeschwindigkeit. Dies lässt sich so zeigen: Ist ζ irgend eine Nullstelle für \dot{Z} , für die Z und \ddot{Z} verschiedene Vorzeichen haben, so ist wegen (II) sicher

$$\zeta < s \qquad (5)$$

Oberhalb $\zeta = s$ können sich also ausschliesslich Nullstellen befinden, für die $\ddot{Z}:Z$ positiv ausfällt. Solche sind aber wegen (IIb) ausgeschlossen. Es gibt demnach eine grösste Wurzel von (Ia) und sie liegt unterhalb s . Aus (4) schliesst man dann

$$V > v_0.$$

Die polynomischen Lösungen.

Ein Integral der Gleichung (II) ist von der Form

$$Z = e^{-\zeta} \operatorname{limes}_{h \rightarrow 0} F\left(\frac{1}{h}, -\frac{s}{2} + 1, 2, 2h\zeta\right)$$

wo F die hypergeometrische Reihe bedeutet. Ist n eine ganze positive Zahl und

$$s = 2(n + 1)$$

so wird

$$Z_1 = e^{-\zeta} \left(1 + \sum_{k=1}^n \frac{(-n)(-n+1)\dots(-n+k-1)}{k!(k+1)!} (2\zeta)^k \right) \qquad (6)$$

eine Lösung, die der Bedingung (IIb) genügt. Auch (IIa) kann erfüllt werden; denn nach Sätzen von Hurwitz u. a.¹⁾ sind die sämtlichen Nullstellen von Z und damit auch die von \dot{Z} positiv reell.

Es ist ein wesentlicher Unterschied festzustellen in den Wellen, die zu verschiedenen Wurzeln von $\dot{Z} = 0$ gehören. Bezeichnen wir sie in absteigender Grössenfolge geordnet mit

$$z_0, z_1, z_2, \dots, z_k \dots$$

so wird für die z_k zugeordnete Welle W_k Z und damit τ_{yz} im Gebiet $z > 0$ k mal verschwinden, nämlich in denjenigen Ebenen $z = z_{ik}$, die durch

$$z_i = z_k (1 + \delta z_{ik}) \quad i < k$$

bestimmt sind. Diese Ebenen sind spannungsfrei und die Intensität der Bewegung hat dort ein Maximum. Da zwischen je zwei Werten z_i eine Nullstelle von $Z = 0$ liegt, so treten bei der Welle W_k auch k Knotenebenen auf, wo die elastische Verschiebung dauernd verschwindet. Ein asymptotisches Ausklingen der Bewegung nach unten findet erst von der Tiefe z_{ok} aus statt. Die Welle dringt also um so tiefer ins Innere des elastischen Halbraums ein, je grösser die Zahl der Knotenebenen ist. Ausser für recht kleine Wellenlängen werden also nur die Wellen W_0 ohne Knotenebenen, die gleich von der Oberfläche an abklingen, für die Seismologie in Betracht fallen; denn nur sie verlaufen genügend oberflächlich, um von dem ja nie tief liegenden Herd aus erregt werden zu können. Bei der numerischen Berechnung des Dispersionsgesetzes wird man daher sie vor allem zu berücksichtigen haben.

In der folgenden Tabelle sind die Werte der z_k zusammengestellt, die sich aus (6) für die polynomischen Lösungen niedrigsten Grades ergeben.

n	$s = 2 \cdot (n + 1)$	z_0	z_1	z_2	$z_3 \dots$
1	4	2	—	—	—
2	6	3,823	1,177	—	—
3	8	5,669	2,476	0,855	—
4	10	7,534	3,899	1,892	0,675
5	12	9,413	—	—	—
6	14	11,301	—	—	—

Für die W_0 -Welle (z_0) ergeben sich aus der ersten Kolonne die folgenden Wellenlängen und Laufgeschwindigkeiten:

¹⁾ Hurwitz, Über die Nullstellen der hypergeometrischen Reihe. Math. Annalen, XXXVIII.

$n =$	1	2	3	4	5	6
$V/v_0 =$	1,414	1,253	1,188	1,152	1,129	1,113
$\delta L =$	3,142	1,644	1,108	0,832	0,667	0,556

Für den Fall der Bebenwellen ist δ über 700 km^{-1} . Es wird daher die kürzeste der hier berechneten Wellen ca. 400 km lang. Für das Bebenproblem kommen diese Wellen, weil zu lang, alle nicht in Betracht. Indessen zeigen sie schon recht deutlich den Verlauf der Dispersionskurve (L-V) für grosse Wellenlängen. Für die praktisch auftretenden Wellen wird der Grad der zu lösenden Gleichungen so hoch, dass man numerisch auf diesem Wege nicht mehr viel weiter kommt. Wie alsdann vorzugehen ist, zeigt der nächste Abschnitt.

Asymptotische Entwicklungen der Funktion $Z_1(\zeta)$ für grosse ζ . Methode der Integration über Pässe.

Auf die Gleichung (II) kann mit Vorteil die Laplacesche Transformation¹⁾ angewandt werden. Man findet so als eine Lösung das Integral

$$I = \int e^{\zeta w} \frac{(w-1)^{s/2}}{(w+1)^{s/2}} dw, \quad (7)$$

das in der komplexen $w = u + iv$ -Ebene zu erstrecken ist. Wir setzen ζ reell und grösser als null voraus und wählen den Integrationsweg so, dass er parallel zur negativen u -Axe aus dem Unendlichen kommt, den Verzweigungspunkt $w = -1$ umschlingt, aber $w = +1$ ausschliesst und dann wieder parallel zur negativen u -Axe ins Unendliche zurückläuft (Fig. 1). Genauer: Es soll für die beiden ins Unendliche verlaufenden Enden gelten:

$$\lim u = -\infty \quad \lim v = \text{konstant} \quad (8)$$

Die erste dieser Forderungen sichert die Konvergenz des Integrals. Welche Form im übrigen der Integrationsweg hat, ist für den Wert von (7) bekanntlich gleichgültig.

Es wird nun zunächst der Nachweis zu führen sein, dass (7) dasjenige Integral von (II) ist, das der Bedingung (IIb) genügt. Wir haben daher zu ermitteln, wie es sich für grosse Werte von ζ verhält.

In Übereinstimmung damit setzen wir daher zunächst voraus:

$$\zeta > s$$

¹⁾ Math. Enzykl. II. B. 5. art. 22.

Auf das Integral (7) wird nun die auf Riemann zurückgehende Methode der Integration über Pässe angewendet, was zu einer für unsere Frage brauchbaren asymptotischen Entwicklung führen wird. Es ist (7) von der Form

$$J = \int e^{f(w; \zeta)} dw = \int e^{U+iV} dw$$

mit $f(w; \zeta) = U + iV = \zeta w + \frac{s}{2} \lg(w-1) - \frac{s}{2} \lg(w+1)$

$$U = \zeta u + \frac{s}{2} \lg \frac{r_1}{r_2} \quad V = \zeta v + \frac{s}{2} (\varphi_1 - \varphi_2) = \zeta v + \frac{s}{2} \omega$$

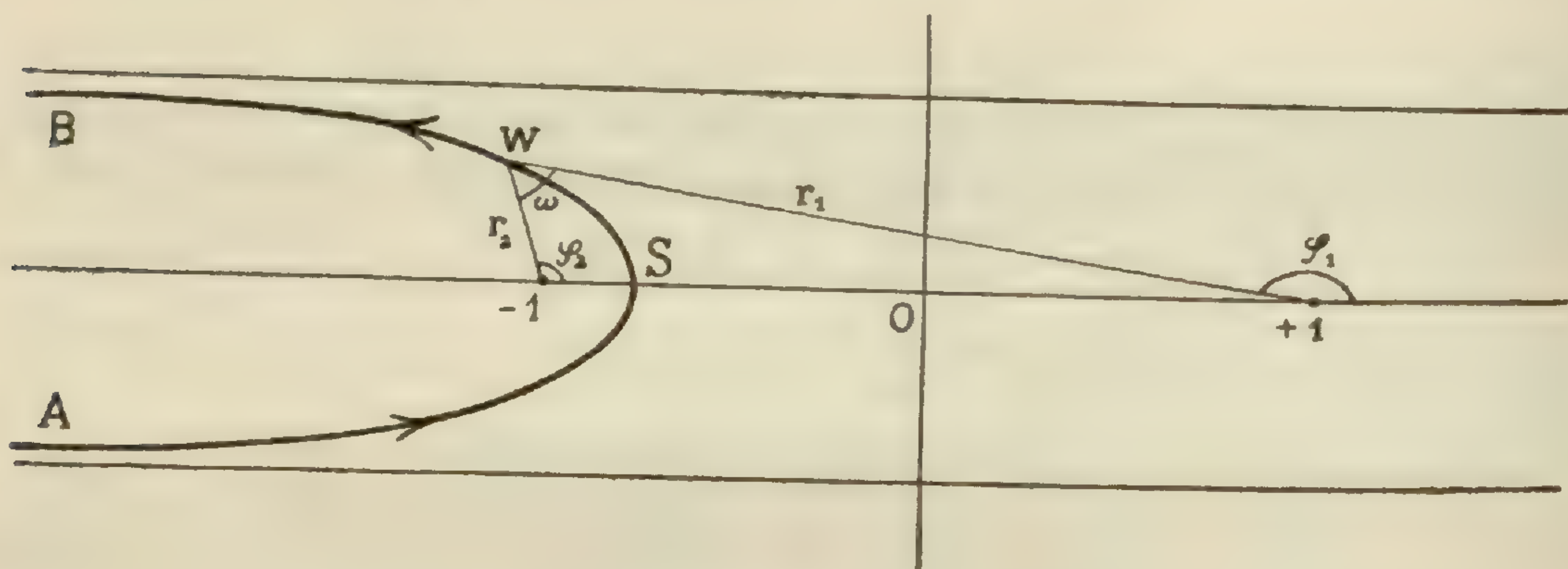


Fig. 1.

Wegen (8) ist U im Unendlichen am Anfang und am Ende des Weges negativ unendlich. Nach Riemann wird nun der Integrationsweg so gewählt, dass der Realteil U von $f(w)$ möglichst schnell ansteigt resp. abfällt. Das ist der Fall, wenn längs C der Imaginärteil V konstant ist. Dieser Weg läuft durch die aus

$$\frac{df}{dw} = 0 = \zeta + \frac{s}{w^2 - 1}$$

ermittelten Sattelpunkte

$$w = \pm \sqrt{1 - \frac{s}{\zeta}} \quad (9)$$

die in unserm Fall ($\zeta > s$) auf der reellen Axe symmetrisch zu 0 zwischen -1 und $+1$ liegen. Die Form und Konstruktion des Weges (Fig. 1) folgt aus der Gleichung

$$\zeta v + \frac{s}{2} \omega = \frac{s}{2} \pi \quad (10)$$

Er besteht aus zwei zur v -Axe symmetrischen Schlaufen, die die Asymptoten $v = \pm \frac{s\pi}{2\zeta}$ besitzen. Als Integrationsweg kommt nur die links gelegene in Betracht, die den Sattelpunkt S

$$w_0 = -\sqrt{1 - \frac{s}{\zeta}} = -\xi$$

enthält.

Auf dem Integrationswege $A S B$ ist jetzt

$$t = f(w_0) - f(w)$$

eine reelle Veränderliche, die von $+\infty$ nach 0 und nach $+\infty$ zurückgeht, wenn der Weg von A nach S und B durchlaufen wird. t wird als Integrationsvariable gewählt. Jetzt ist in

$$J = e^{f(w_0)} \int e^{-t} dw \quad (11)$$

dw als Funktion von t auszudrücken. Man erkennt, dass nur der Teil des Integrationsweges in der Nähe des Sattelpunktes $t = 0$ einen wesentlichen Beitrag an das Integral gibt und man gründet hierauf eine asymptotische Entwicklung, indem man Reihenentwicklungen in der Umgebung von $t = 0$ benützt. Nach Taylor ist

$$t = -f''(w_0) \frac{(w-w_0)^2}{2} [1 + \dots] \quad (12)$$

wo Punkte (wie im folgenden) weitere Glieder der Reihenentwicklung andeuten. Daraus folgt

$$w - w_0 = \pm \sqrt{t} \sqrt{\frac{2}{f''(w_0)}} e^{\frac{i\pi}{2}} [1 + \dots] = \pm \sqrt{t} \sqrt{\frac{s}{2\zeta^2\xi}} i [1 + \dots]$$

$$dw = \pm \frac{i}{\sqrt{t}} \sqrt{\frac{s}{2\zeta^2\xi}} dt [1 + \dots]$$

Legt man den Wurzeln rechter Hand ihren Absolutwert bei, so entspricht dem positiven Vorzeichen ein Fortschreiten von S aus gegen B hin, dem negativen ein Fortschreiten in der Richtung $S A$. Es ist

$$J = f_A^S + f_S^B = f_S^B - f_S^A \quad (13)$$

Beachtet man, dass

$$f(w_0) = -\zeta\xi + \frac{s}{2} \lg \frac{1+\xi}{1-\xi} + \frac{is\pi}{2} \int_0^\infty \frac{e^{-t}}{\sqrt{t}} dt = \sqrt{\pi} \quad (14)$$

so ergibt sich

$$J = 2e^{-\zeta \xi + \frac{s}{2} \lg \frac{1+\xi}{1-\xi} + \frac{i\pi}{2}(s+1)} \frac{1}{\zeta} \sqrt{\frac{s\pi}{2}} [1 + \dots]$$

und da

$$\lim_{\zeta \rightarrow \infty} \xi = 1$$

$$\lim_{\zeta \rightarrow \infty} 1 - \xi = \frac{s}{2\zeta}$$

so wird für sehr grosses ζ

$$J \propto \text{konst. } e^{-\zeta} \zeta^{\frac{s}{2}-1}$$

was beweist, dass (7) die Bedingung (IIb) erfüllt.

Asymptotische Entwicklung der Funktion $Z(\zeta)$ für den Fall $\zeta < s$.

Kurze Wellen von der Länge der Bebenwellen und darunter gehören zu sehr grossen Werten von s . Es ist praktisch unmöglich, für dieses Gebiet etwa aus den polynomischen Lösungen numerisch die Dispersionskurve zu berechnen. Um die Nullstellen von (IIa) zu finden, werden wir vielmehr eine asymptotische, für sehr grosses s geltende, Entwicklung von $Z(\zeta)$ gebrauchen, die unter der Annahme

$$\zeta < s \tag{5}$$

Gültigkeit hat.

Alsdann modifizieren sich die Entwicklungen des vorigen Abschnittes in wesentlichen Punkten.

Zunächst fallen die Sattelpunkte S_1, S_2 wegen (9) jetzt auf die imaginäre Axe v und zwar in die Abstände

$$\eta = \sqrt{\frac{s}{\zeta} - 1}$$

von 0. Wir setzen in Übereinstimmung mit (4) und (5)

$$\frac{v_0^2}{V^2} = \frac{\zeta}{s} = \cos^2 \alpha \tag{15}$$

demnach

$$\eta = \text{tg } \alpha$$

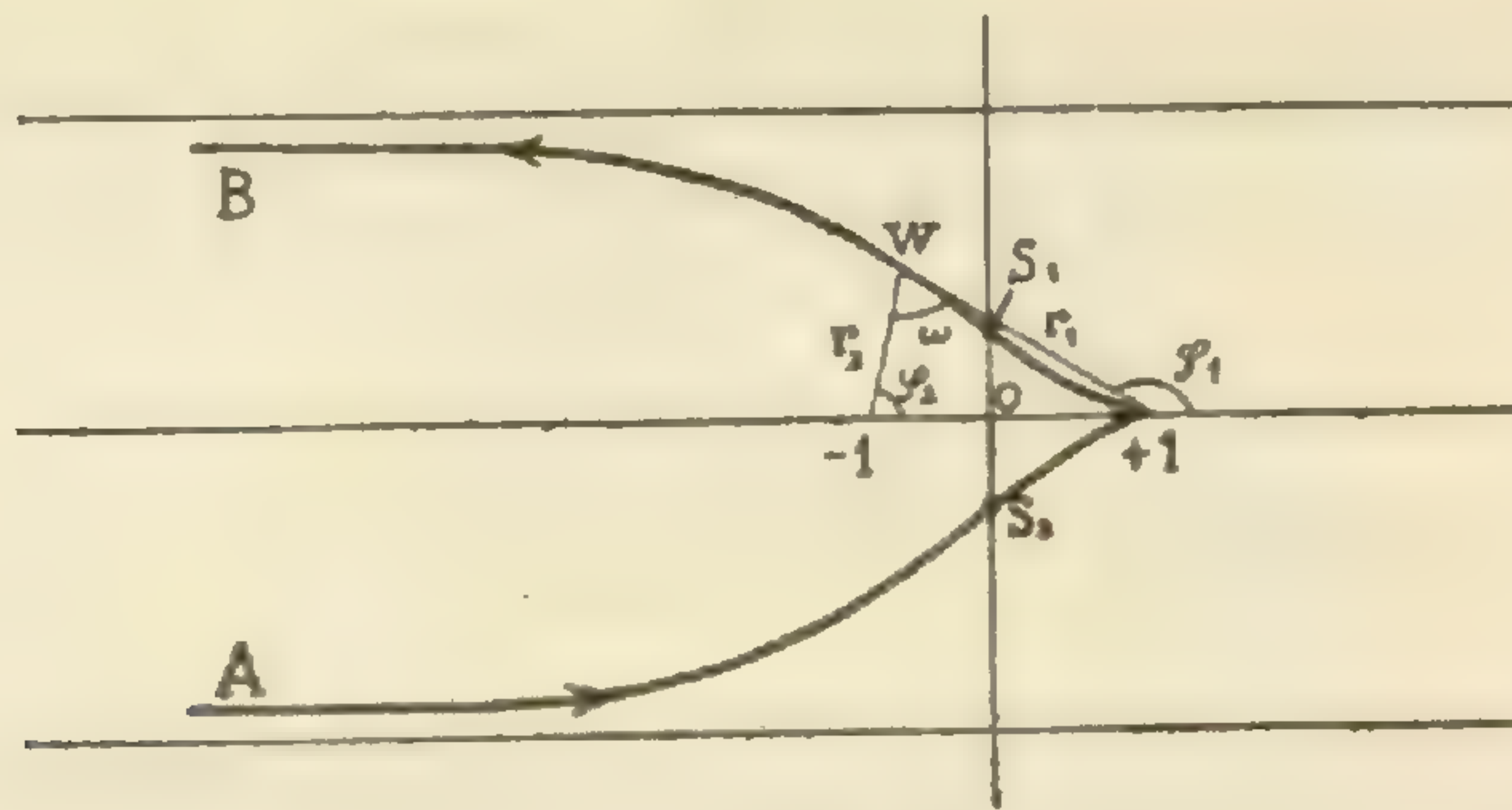


Fig. 2.

Auf dem Integrationsweg, der durch S_1 und S_2 geht, soll wieder der Imaginärteil von $f(z)$ konstant sein. Dies führt jetzt zur Gleichung

$$z v + \frac{s}{2} \omega = z \eta + \frac{s}{2} \omega_0 \text{ resp. } z v + \frac{s}{2} \omega_0 = -z \eta + \frac{s}{2} (2\pi - \omega_0)$$

Die hiedurch definierte Kurve liegt zu den Koordinatenachsen u, v symmetrisch und hat die Asymptoten

$$v = \pm \left(\eta + \frac{s \omega_0}{2z} \right)$$

Wir benützen von ihr als Integrationsweg nur die in Fig. 2 angegebenen Bogen $A S_2 + 1$ und $+ 1 S_1 B$, die wir in der unmittelbaren Nähe von $+ 1$ so mit einander verbinden, dass sie eine $+ 1$ ausschliessende Schleife bilden, die an die Stelle der früher verwendeten treten kann. Auf dem oberen Bogen wird als Integrationsvariable gewählt

$$t = + f(i \eta) - f(w)$$

t geht von $+\infty$ nach null und $+\infty$, wenn er von $+1$ nach S_1 und B durchlaufen wird. Wieder liefert die Umgebung von S_1 den Hauptbeitrag an das Integral

$$J_1 = e^{f(i\eta)} \cdot \int e^{-t} dw$$

Die Abrundung des Integrationsweges in $+ 1$ ist daher ohne Belang. Man hat analog zu früherem

$$dw = \frac{dt}{\sqrt{t}} e^{\frac{3i\pi}{4}} \cdot \frac{1}{2 \cos^2 \alpha \sqrt{s \eta}} \left(\pm 1 + a_1 t^{1/2} \pm b_1 t + \dots \right)$$

wo $a_1 \cdot b_1$ eindeutige Koeffizienten bedeuten.

Nimmt man die Wurzeln absolut, so entspricht dem $+$ Zeichen ein Fortschreiten von S_1 aus nach B , dem $-$ Zeichen nach $+ 1$ hin.

Dementsprechend erhält man für das Integral J_1 längs $+1 S_1 B$

$$J_1 = e^{f(i\eta) + \frac{3i\pi}{4}} \cdot \frac{1}{\cos^2 \alpha \cdot \sqrt{s\eta}} \cdot \int_0^\infty \frac{e^{-t} dt}{\sqrt{t}} (1 + b_1 \cdot t + \dots)$$

wo sich für b_1 errechnet:

$$b_1 = \frac{1}{12s} \frac{(3 - 2 \cos^2 \alpha)^2 + 4 \cos^4 \alpha}{\sin^3 \alpha \cdot \cos \alpha} \cdot e^{\frac{i\pi}{4}} = +i \frac{2\beta}{s} \quad (16)$$

und nötigenfalls weitere Glieder bestimmt werden können.

Das Integral J_2 längs $A S_2 + 1$ wird nach den Variablen

$$t = f(-i\eta) - f(w)$$

entwickelt. Es wird

$$J_2 = e^{f(-i\eta)} \cdot \int e^{-t} dw$$

$$dw = \frac{dt}{\sqrt{t}} e^{\frac{\pi i}{4}} \cdot \frac{1}{2 \cos^2 \alpha \cdot \sqrt{s\eta}} (\pm 1 + a_2 t^{1/2} \pm b_2 t + \dots)$$

wobei das $+$ oder das $-$ Zeichen gilt, je nachdem von S_2 aus gegen $+1$ oder gegen A zu integriert wird. So kommt für J_2

$$J_2 = e^{f(-i\eta) + \frac{\pi i}{4}} \cdot \frac{1}{\cos^2 \alpha \cdot \sqrt{s\eta}} \int_0^\infty \frac{e^{-t} dt}{\sqrt{t}} (1 + b_2 t + \dots)$$

mit $b_2 = -b_1$.

Beachtet man nun, dass

$$f(i\eta) = i(2\eta + \frac{s}{2} \omega_0)$$

$$f(-i\eta) = -f(i\eta) + i s \pi,$$

so erhält man als Lösung von (II) schliesslich

$$Z(z) = J_1 + J_2 = \frac{2 e^{i\pi \frac{s-1}{2}}}{\cos^2 \alpha \sqrt{s\eta}} \cdot$$

$$\int_0^\infty \frac{e^{-t} dt}{\sqrt{t}} \left\{ \cos\left(2\eta + s\omega_0 - \frac{\pi}{4}(2s+1)\right) + t \cdot \beta \sin\left(2\eta + s\omega_0 - \frac{\pi}{4}(2s+1)\right) \right\} + \dots$$

Ausser (15) gilt hier

$$\int_0^\infty e^{-t} \cdot t^{1/2} \cdot dt = \frac{\sqrt{\pi}}{2} \quad \omega_0 = \pi - 2\alpha$$

Die Ausführung der Integration liefert nun die asymptotische Entwicklung:

$$Z(z) = 2 \sqrt{\pi} \cdot \frac{e^{i\pi \cdot \frac{s+1}{2}}}{\sqrt{s}} \cdot \frac{1}{\cos^2 \alpha \sqrt{\operatorname{tg} \alpha}} \left\{ \cos \left[\frac{s}{2} (2\alpha - \sin 2\alpha) - \frac{\pi}{4} \right] + \frac{\beta}{s} \sin \left[\frac{s}{2} (2\alpha - \sin 2\alpha) - \frac{\pi}{4} \right] + \dots \right\} \quad (17)$$

Für das folgende kann man sich mit genügender Genauigkeit auf die zwei angeschriebenen Glieder beschränken. Setzt man $\gamma = 2\alpha$, so wird die Gleichung $\dot{Z} = 0$ zu

$$\operatorname{tg} \left[\frac{s}{2} (\gamma - \sin \gamma) - \frac{\pi}{4} \right] = \frac{11 - 10 \cos \gamma + \cos^2 \gamma}{9 + 40 \cos \gamma + 10 \cos^2 \gamma + 4 \cos^3 \gamma + 6s \sin \gamma (1 - \cos \gamma)} \quad (18)$$

Schreibt man die Wellengeschwindigkeit V vor, so ist nach (15) α resp. γ gegeben und (18) wird eine transzendente Gleichung zur Ermittlung von s . Zur Auflösung führt man

$$h = \frac{2s}{\pi} (\gamma - \sin \gamma) \quad (19)$$

ein. Es geht (18) über in

$$\operatorname{tg} \left[\frac{\pi}{4} (1 - h) \right] = \frac{(11 - 10 \cos \gamma + \cos^2 \gamma) \cdot h}{\frac{9 + 40 \cos \gamma + 10 \cos^2 \gamma + 4 \cos^3 \gamma}{\pi} \cdot \frac{\sin \gamma (1 - \cos \gamma)}{\gamma - \sin \gamma} + 3\pi \cdot \frac{\sin \gamma (1 - \cos \gamma)}{\gamma - \sin \gamma} \cdot h^2} = \frac{h}{A + Bh^2}$$

Die kleinste positive Wurzel h_0 entspricht der Welle ohne Knoten (W_0) die nächst grössere h_1 derjenigen mit einer Knotenebene (W_1) etc. In roher Annäherung ist

$$h_n = 4n + 1 \quad (20)$$

Es ist leicht, die genauen Werte durch Annäherung zu finden. Sie hängen nicht stark von γ ab. In Figur 3 ist die so gefundene Dispersionskurve dargestellt. Als Abszisse ist $\delta \cdot L$, als Ordinate V/v_0 aufgetragen. Nimmt man für die Bebenwellen δ zu 710 km^{-1} an, so gilt in der Figur der in die Abszissenaxe eingetragene km-Massstab für L .

Die Rechnung lehrt, dass mit einer Annäherung, die für die hier vorliegende Frage hinreicht, die Näherungswerte (20) benützt werden können, wenn die Wellenlängen 400 km nicht übersteigen. Man erhält dann aus (15), (19) und (20) das angenäherte Dispersionsgesetz

$$\left. \begin{aligned} \frac{V}{v_0} &= \frac{1}{\cos(\alpha)} \\ \delta \cdot L &= \frac{4}{4n+1} \frac{2\alpha - \sin 2\alpha}{\cos^2 \alpha} \end{aligned} \right\} \quad (21)$$

für die Welle W_n mit n Knotenebenen.

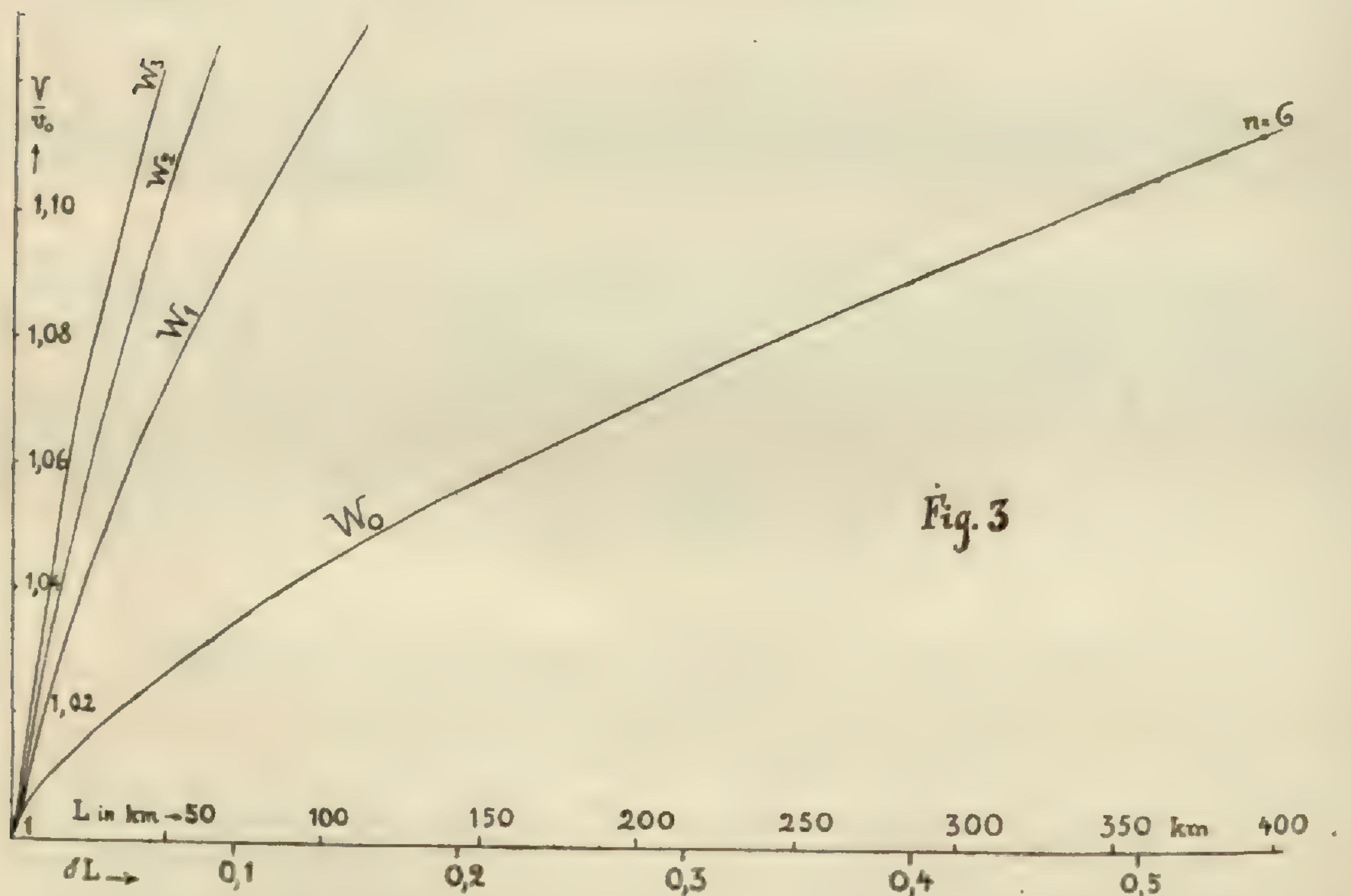


Fig. 3

Fig. 3 zeigt, dass die Dispersion normal ist, lange Wellen laufen rascher als kurze. Die Laufgeschwindigkeit variiert für die Wellen, wie sie bei Beben auftreten, nicht stark. Daher zeigt sich die Dispersionserscheinung deutlich nur bei recht grossen Herdentfernungen. Eine Welle von 60 km Länge mit einer Schwingungsdauer von ca. 14,5 sec. wird aus 12000 km Herddistanz ca. 43 sec. früher eintreffen, als eine 20 km lange mit einer Schwingungszeit von ca. 5 sec. Jede Störung am Herd wird in eine Reihe sich überholender Wellenzüge aufgelöst, pflanzt sich also nicht mit unveränderter Form fort. Für die Ausbreitung der Energie ist letzten Endes die Gruppengeschwindigkeit massgebend, ebenso für die Form der an einer Sta-

tion registrierten Bewegung. Wir verweisen diesbezüglich auf die Darstellung bei Lamb¹⁾. Zu bemerken bleibt noch, dass in den Beben-
diagrammen die Querwellen sich bald mit den Rayleigh-Wellen mischen, die ihnen unmittelbar nachfolgen, und für die nach den Untersuchungen von Love²⁾ im hier behandelten Falle ebenfalls Dispersion zu erwarten ist.

Nachtrag.

Wenn man anstatt den im Text gemachten Annahmen für den Schubmodul G und die Dichte ρ lineare Funktionen der Tiefe ansetzt:

$$G = G_0(1 + \varepsilon z) \quad ; \quad \rho = \rho_0(1 + \delta z)$$

so kommt man nach einigen Transformationen wiederum auf die Differentialgleichung (II) und damit auf das im Text behandelte mathematische Problem. Der Ansatz entspricht insofern besser den wahren Verhältnissen, als jetzt die Torsionswellengeschwindigkeit

$$v(z) = v_0 \cdot \sqrt{\frac{1 + \varepsilon z}{1 + \delta z}}$$

von der Oberfläche aus asymptotisch nach dem endlichen Wert $v_1 = v_0 \cdot \frac{\varepsilon}{\delta}$ ansteigt. Wird im übrigen die Bezeichnung des Textes beibehalten, so ist jetzt

$$s = \frac{V^2}{v_0^2} \cdot \left(1 - \frac{V^2}{v_1^2}\right)^{-1/2} \cdot \left(1 - \frac{\delta}{\varepsilon}\right) \frac{f}{\varepsilon}$$

und man erhält in erster Annäherung das Dispersionsgesetz

$$V^2 = \frac{v_0^2 v_1^2}{v_0^2 \sin^2 \alpha + v_1^2 \cos^2 \alpha} ; \quad \varepsilon L_n = \frac{8}{4n + 1} \cdot \frac{\gamma - \sin \gamma}{1 + \cos \gamma} \cdot \sqrt{1 - \frac{V^2}{v_1^2}}$$

Die Laufgeschwindigkeit V der Wellen geht jetzt auch nicht mehr ins Unendliche. Vielmehr ist jetzt stets $v_0 < V < v_1$.

Demensprechend hat die Dispersionskurve die Asymptote $V = v_1$. Indessen ändert sich für das Bebenproblem nichts wesentliches. Denn die Bebenwellen sind verhältnismässig so kurz, dass sie ganz in den Anfang der Dispersionskurve hineinfallen. Sie verlaufen eben so oberflächlich, dass das elastische Verhalten der Erde in ganz grosser Tiefe keine grosse Rolle mehr spielt.

Zollikon, März 1921.

¹⁾ H. Lamb, Hydrodynamics, Cambridge, 1916. Art. 241.

²⁾ Love, loc. cit. Art. 183.

Zum Normalenproblem bei den Flächen zweiten Grades.

Von

A. KIEFER (Zürich).

(Als Manuskript eingegangen am 9. April 1921.)

Wenn eine zentrale Fläche zweiten Grades gegeben ist, so ziehe man durch einen Punkt P , der nicht auf der Fläche liegt, eine beliebige Gerade g und lege durch den Mittelpunkt der Fläche die senkrechte Ebene zu g . Zu dieser Ebene gehört dann in bezug auf die Fläche eine konjugierte Gerade g' . Beschreibt g das Strahlenbündel um P , so beschreibt g' ein projektives Strahlenbündel um den Mittelpunkt der Fläche. Schneiden sich g und g' auf der Fläche, so ist der Schnittpunkt der Fusspunkt einer Normalen von P auf die Fläche, weil die Tangentialebene des Fusspunktes als Parallelebene zur konjugierten Ebene von g' auf g senkrecht steht. Die zwei Strahlenbündel erzeugen bekanntlich eine Raumkurve dritter Ordnung C_3 ; dieselbe schneidet die Fläche zweiten Grades in den Fusspunkten der sechs Normalen, die von dem Punkte P nach der Fläche gehen. Die Sätze von Steiner, zweiter Band der ges. Werke, S. 636, sind Folgerungen aus diesem Umstand. Die Kurve dritter Ordnung C_3 geht ausser durch die von Steiner angegebenen Punkte durch die vier Fusspunkte der Lote von P auf den Asymptotenkegel der Fläche zweiten Grades; denn die senkrechte Diametralebene zu einem solchen Lot ist Tangentialebene der Fläche und die konjugierte Gerade der Tangentialebene geht vom Mittelpunkt der Fläche nach dem Fusspunkt des Lotes auf dem Asymptotenkegel zum Berührungspunkt im Unendlichen. Denkt man sich jetzt zur Raumkurve dritter Ordnung C_3 die negative Fusspunktsfläche gebildet, d. h. zieht man von P nach jedem Punkt der Kurve eine Gerade und legt durch den Kurvenpunkt die senkrechte Ebene zur Geraden, so umhüllen diese Ebenen die negative Fusspunktsfläche, eine developpable Fläche fünfter Klasse C'_5 , welche die unendlich ferne Ebene zur dreifachen Tangentialebene hat; durch einen beliebigen Punkt Q gehen nämlich fünf solcher Ebenen, weil die Kugel über PQ als Durchmesser die Raumkurve C_3 ausser in P noch in fünf Punkten schneidet und die drei unendlich

fernen Punkte von C_3 liefern die unendlich ferne Ebene als dreifache Tangentialebene. Diese developpable Fläche fünfter Klasse C'_5 hat mit der Fläche zweiten Grades zehn Tangentialebenen gemeinsam, nämlich die sechs Tangentialebenen in den Fusspunkten der sechs Normalen und ausserdem die vier Tangentialebenen des Asymptotenkegels durch die Fusspunkte der vier Lote von P auf den Kegel. Ersetzt man die Fläche zweiten Grades durch irgend eine andere mit demselben, reellen oder imaginären, Asymptotenkegel, so bleibt für denselben Punkt P die zur neuen Fläche gehörige Raumkurve C_3 und auch die developpable Fläche C'_5 unverändert. C_3 enthält die Fusspunkte aller Gruppen von sechs Normalen von P auf die Flächen des entstehenden Büschels und C'_5 enthält alle Gruppen der sechs Tangentialebenen in den Fusspunkten auf jeder Fläche.

Die sechs Normalen von einem Punkte P nach einer Fläche zweiten Grades können noch auf eine andere Weise gefunden werden. Eine beliebige Gerade g durch P bestimmt die normale Stellung g^* in der unendlich fernen Ebene und die konjugierte Gerade g' in der Polarebene von P in bezug auf die Fläche. Liegen g^* und g' in einer Ebene, d. h. sind g und g' windschief normal, und ist die Ebene (g^*, g') Tangentialebene der Fläche, so ist der Berührungspunkt der Fusspunkt einer Normalen g von P nach der Fläche. Die beiden Geraden g^*, g' , von denen g^* die unendlich ferne Ebene und g' die Polarebene von P beschreibt, sind projektivisch auf einander bezogen; die beiden projektivischen Strahlenebenen erzeugen daher eine developpable Fläche dritter Klasse K_3 . Die sechs gemeinsamen Tangentialebenen dieser Fläche K_3 mit der Fläche zweiten Grades sind die Tangentialebenen in den Fusspunkten der sechs Normalen. Die Fläche K_3 berührt ausser diesen sechs Tangentialebenen die Symmetrieebenen der Fläche zweiten Grades, ferner die unendlich ferne Ebene und die Polarebene von P ; die developpable Fläche K_3 ist die Polarfläche der früher betrachteten Raumkurve C_3 , die durch P und die Fusspunkte der Normalen auf der Fläche zweiten Grades geht. Die Fläche K_3 berührt auch folgende vier Ebenen. Man fälle von P auf den Kegelschnitt der Fläche zweiten Grades, der in der Polarebene von P liegt, die vier Lote; dann gibt es durch jeden Fusspunkt eine Ebene, die auf der Geraden von P nach dem Fusspunkt senkrecht steht und das sind die vier Ebenen. Jedes der vier Lote ist nämlich konjugiert zu der auf ihm in seinem Fusspunkt senkrechten Tangente des Kegelschnittes. Schneidet man irgend eine Tangentialebene der developpablen Fläche dritter Klasse K_3 mit den andern Tangentialebenen, so umhüllen die Schnittlinien bekanntlich einen Kegelschnitt. Schneidet

man also beispielsweise die Polarebene des Punktes P in bezug auf die Fläche zweiten Grades mit ihren sechs Tangentialebenen in den Fusspunkten der sechs Normalen, ferner mit den drei Symmetrieebenen der Fläche, ferner mit der unendlich fernen Ebene und mit den vier oben angegebenen besonderen Ebenen, so erhält man vierzehn Tangenten einer Parabel. Analog für die Symmetrieebenen und die unendlich ferne Ebene. Man bilde jetzt die Fusspunktskurve von P in bezug auf die developpable Fläche K_3 . Diese Fusspunktskurve ist eine Raumkurve fünfter Ordnung K'_5 ; denn das Rotationsparaboloid mit P als Brennpunkt und einer beliebigen Ebene als Scheiteltangentialebene hat mit K_3 ausser der unendlich fernen Ebene fünf Tangentialebenen gemeinsam, d. h. K'_5 schneidet eine beliebige Ebene in fünf Punkten. Die Raumkurve fünfter Ordnung K'_5 schneidet die Fläche zweiten Grades in zehn Punkten, nämlich in den sechs Fusspunkten der Normalen von P nach der Fläche und in den vier Fusspunkten der Lote von P auf den Kegelschnitt der Fläche in der Polarebene von P .

Hält man den Punkt P und den Kegelschnitt fest, ändert die Fläche zweiten Grades, aber so, dass der Kegelschnitt Polarkegelschnitt von P bleibt, so ändert sich die developpable Fläche K_3 nicht und damit auch die Raumkurve K'_5 nicht; denn K_3 ist durch die Ebene des Kegelschnittes, die unendlich ferne Ebene und die vier erwähnten besonderen Ebenen, als durch sechs Ebenen bestimmt. Die Flächen zweiten Grades selbst bilden ein Büschel von Flächen, die sich längs des Kegelschnittes berühren. Zieht man von P aus nach jeder Fläche des Büschels die Normalen, so liegen die sechs Fusspunkte stets auf der Raumkurve fünfter Ordnung K'_5 und die sechs Tangentialebenen in den Fusspunkten gehören stets der developpablen Fläche dritter Klasse K_3 an. Dieser Fläche K_3 gehören auch alle Gruppen der drei Symmetrieebenen der Flächen des Büschels an. Die Mittelpunkte der Flächen liegen auf der Geraden durch P und den Mittelpunkt des Kegelschnittes. Zu den Flächen des Büschels gehört auch die Kegelfläche von P nach dem Kegelschnitt, längs dessen sich die Flächen des Büschels berühren. Die Symmetrieebenen dieser Kegelfläche sind ebenfalls Ebenen der Fläche K_3 ; die Kurve K'_5 hat in P einen dreifachen Punkt. Ersetzt man die ursprüngliche Fläche zweiten Grades durch eine konfokale Fläche und legt von P den Tangentialkegel an die konfokale Fläche, so hat er bekanntlich dieselben Symmetrieebenen wie der vorige Tangentenkegel; die konfokale Fläche hat dieselben Symmetrieebenen wie die ursprüngliche Fläche zweiten Grades. Durch die sechs Symmetrieebenen von Kegel und Fläche

zweiten Grades ist aber die developpable Fläche K_3 bestimmt, d. h. zu jeder der zwei konfokalen Flächen und P gehört dieselbe Fläche K_3 und also auch dieselbe Kurve K'_5 . Hat man ein System konfokaler Flächen zweiten Grades und zieht von einem Punkte P die Normalen nach jeder der Flächen, so liegen die Fusspunkte auf einer Raumkurve fünfter Ordnung K'_5 ; auf dieser Kurve liegen auch die Fusspunkte der Lote von P auf die Fokalkegelschnitte der Schar, weil diese Kegelschnitte spezielle Flächen der Schar repräsentieren, ferner die Fusspunkte der Lote von P auf die Polarkegelschnitte von P in bezug auf die Flächen der Schar und ebenso die Fusspunkte der Lote von P auf die Polarebenen von P . Die Gesamtheit dieser Polarebenen bildet die developpable Fläche K_3 , der auch alle Gruppen von sechs Tangentialebenen angehören, die in den sechs Fusspunkten der Normalen auf jede einzelne Fläche an die Fläche gelegt werden können. Durch jede Gruppe von sechs Fusspunkten ist eine Raumkurve dritter Ordnung bestimmt; alle diese Raumkurven haben fünf Punkte gemeinsam, nämlich P , den Mittelpunkt der konfokalen Flächen und die unendlich fernen Punkte ihrer Achsen. Denkt man sich den Polarkegelschnitt von P nach irgend einer der konfokalen Flächen genommen, so gibt es ein Büschel von Flächen zweiten Grades, welche die unter den konfokalen Flächen gewählte Fläche längs des Kegelschnittes berühren. Für alle Flächen dieses Büschels bleibt die Fläche K_3 dieselbe und ebenso die Kurve K'_5 ; denn die Symmetrieebenen des Tangentenkegels und die früher erwähnten besonderen Ebenen des Polarkegelschnittes bestimmen K_3 . Wird endlich irgend eine Fläche des Büschels durch irgend eine konfokale Fläche ersetzt, so ändern sich K_3 und K'_5 wieder nicht; denn die zwei konfokalen Flächen haben dieselben Symmetrieebenen, ebenso die zwei zugehörigen Tangentenkegel und die sechs Ebenen bestimmen K_3 .

Bemerkung. Bekanntlich gehen in einer Ebene von einem Punkt P nach einem Kegelschnitt vier Normalen; die vier Fusspunkte liegen auf einer gleichseitigen Hyperbel, die auch die Fusspunkte der Lote von P auf die Asymptoten des gegebenen Kegelschnittes enthält. Die vier Tangenten in den Fusspunkten der Normalen berühren eine Parabel, welche auch diejenigen zwei Normalen des Kegelschnittes berührt, die zu den Berührungspunkten der Tangenten von P aus gehören. Gleichseitige Hyperbel und Parabel sind Polarkegelschnitte in bezug auf den gegebenen Kegelschnitt. Die Fusspunktskurve von P für die Parabel ist eine Kurve dritter Ordnung mit Doppelpunkt in P , die durch die vier Fusspunkte der Normalen und

die Berührungspunkte der Tangenten von P an den gegebenen Kegelschnitt und seine Brennpunkte geht. Die negative Fusspunktskurve der gleichseitigen Hyperbel ist eine Kurve dritter Klasse, welche die unendlich ferne Gerade zur Doppeltangente hat, die vier Tangenten in den Fusspunkten der Normalen und auch die Asymptoten des gegebenen Kegelschnittes zu Tangenten hat. Ersetzt man den Kegelschnitt durch irgend einen andern mit denselben Asymptoten, so bleibt die gleichseitige Hyperbel dieselbe, auf welcher die Fusspunkte der Normalen liegen und ebenso bleibt die Kurve dritter Klasse dieselbe, so dass sie also die Enveloppe aller Gruppen von vier Tangenten in den jeweiligen Fusspunkten der Normalen ist; die zu den Tangentengruppen gehörigen Parabeln haben die Gerade durch P und den Mittelpunkt des gegebenen Kegelschnittes zur Leitlinie und die gemeinsamen Symmetrielinien der Kegelschnitte zu Tangenten. Legt man von dem Punkt P an den gegebenen Kegelschnitt Tangenten und hält sie mit den Berührungspunkten fest, während der Kegelschnitt sich ändert, so entsteht ein Büschel von sich doppelt berührenden Kegelschnitten. Zu jedem Kegelschnitt gehört dieselbe Parabel und dieselbe Kurve dritter Ordnung. Die Gruppen der vier Tangenten in den Fusspunkten der Normalen nach den Kegelschnitten des Büschels berühren alle dieselbe Parabel, die auch die Achsen aller Kegelschnitte berührt, und die Gruppen der vier Fusspunkte liegen auf der Kurve dritter Ordnung, die auch die Brennpunkte aller Kegelschnitte des Büschels enthält. Die Parabel und die Kurve dritter Ordnung bleiben auch dieselben, wenn irgend ein Kegelschnitt des Büschels durch einen konfokalen ersetzt wird, ferner wenn an einen der letztern wiederum von P aus Tangenten gezogen werden und ein Kegelschnitt genommen wird, der die Tangenten in den Berührungspunkten berührt, oder wenn zu einem dieser Kegelschnitte wieder ein konfokaler genommen wird. Die Kurve dritter Ordnung kann auch auf andere Art erzeugt werden, z. B. durch zwei projektivische Strahleninvoluntionen, die entstehen, wenn man von den zwei Brennpunkten irgend eines der aufgetretenen Kegelschnitte an die konzentrischen Kreise um P Tangentenpaare legt, oder indem man die Brennpunkte von zwei der Kegelschnitte kreuzweise verbindet und den Ort eines Punktes sucht, von dem aus die Verbindungslinien unter gleichen Winkeln erscheinen. Die Kurve hat auch mancherlei Eigenschaften. Legt man z. B. durch P den zum gegebenen Kegelschnitt konzentrischen, ähnlichen und ähnlich gelegenen Kegelschnitt, so schneidet er die Kurve ausser in P in vier Punkten, deren Verbindungslinien mit P Sehnen extremer Länge des gegebenen Kegelschnittes enthalten.

Besitzt die Pflanze Hormone? ¹⁾

Von

A. TSCHIRCH (Bern).

(Als Manuskript eingegangen am 4. April 1921.)

Es sind jetzt schon 66 Jahre vergangen, seit Claude Bernard die innere Sekretion beim Menschen entdeckte und in seinen *Leçons de physiologie expérimentale* beschrieb. Er sagt klar und deutlich (in bezug auf die Leber, die er als Blut und Zucker bildendes Organ erkannte): „Es ist in sehr klarer Weise festgestellt, dass es innere Sekrete gibt, d. h. Sekrete, die nicht nach aussen ergossen, sondern direkt ans Blut abgegeben werden“ und die also vom Blute transportiert an andere Körperstellen gelangen. Claude Bernard, der das Blut selbst, das sogenannte innere Milieu des Organismus, als „ein Produkt der inneren Sekretion im wahren Sinne des Wortes“ betrachtet, hat denn auch erkannt, dass ausser der Leber auch die Milz, die Schilddrüse, die Nebennieren Organe der inneren Sekretion d. h. endokrine Drüsen sind. Von ihm stammt denn auch der Ausdruck „Innere Sekretion“. Aber die Ausführungen Claude Bernards blieben 30 Jahre ohne Einfluss auf die Physiologie, obwohl sowohl Charles Robin (1874) wie auch Paul Bert (1881) gelegentlich der Erscheinung gedachten. Erst als Brown-Séguard 1889 durch seine Versuche über die therapeutische Wirkung von Hodenextrakten zu ähnlichen Vorstellungen wie Claude Bernard gelangt war, erregte die Sache Aufmerksamkeit in weiteren Kreisen und man stellte bald fest, dass es auch Drüsen gibt, die sowohl eine äussere Sekretion — mittelst eines Ausführungsgangs — wie auch eine innere besitzen.

Auch Brown-Séguard drückt sich klar und deutlich über die Bedeutung der inneren Sekretion aus: „Dadurch, dass spezielle lösliche Substanzen ins Blut ergossen werden und die anderen Zellen des Organismus beeinflussen, wird eine Solidarität zwischen den einzelnen Zellen hergestellt, und zwar durch einen anderen Mechanismus,

¹⁾ Vortrag, gehalten auf der Versammlung der Schweiz. Botan. Gesellschaft in Luzern am 4. April 1921.

als es das Nervensystem ist.“ Brown-Séguard erkannte also die funktionellen Korrelationen chemischen Ursprungs oder wie man damals sagte „auf humoraler Grundlage“ ihrem Wesen und ihrem Ursprung nach ganz klar. Bekanntlich wird jeder Organismus durch das zusammengehalten, was die Physiologie das „Korrelationsprinzip“ nennt, d. h. es gehen von gewissen Zentren Schwingungen aus, „die alle Elemente gleichgerichtet funktionieren lassen.“ Das wesentlich Neue der Entdeckung von Brown-Séguard war es nun, dass nicht nur die Nerven, sondern auch das Blut diese Korrelationen herstellt, dass nicht nur durch physiologische, sondern auch durch chemische Mechanismen die Solidarität und „der normale Zustand des Organismus aufrecht erhalten“ wird.

Die neue Lehre wurde im Laufe der letzten 30 Jahre weiter ausgebaut. Man erkannte z. T. in Bestätigung oder Erweiterung früherer Beobachtungen bald, dass ausser der Leber auch die Schilddrüse, die Nebennieren, die Hypophyse, der Pankreas, die Drüsen der Darmschleimhaut, der Thymus und die Genitaldrüsen innere Sekrete bilden und ins Blut sezernieren und Starling gab diesen von Abderhalden neuerdings Increte genannten Substanzen den Namen Hormone, da sie als Erreger wirken, ($\acute{\omicron}\rho\upsilon\acute{\alpha}\omega =$ erregen) oder chemical messengers, da sie als „chemische Sendboten“ fungieren.

So zahlreich auch die Untersuchungen sind, die zur Ermittlung der Physiologie und der Kennzeichen, die diese endokrinen Drüsen zu einem besonderen Organsystem machen und zur Feststellung der charakteristischen Merkmale der Sekrete angestellt wurden, so haben sie doch, wenigstens was die Chemie der inneren Sekrete betrifft, bisher nur ein dürftiges Resultat erzielt.

Gley, dem wir eine zusammenfassende kritische Darstellung des ganzen Fragenkomplexes verdanken, unterscheidet folgende Gruppen innerer Sekrete:

1. Innere Sekrete, die als Nährstoffe dienen. Dazu gehört z. B. der von der Leber gebildete Blutzucker.

2. Morphogenetische Substanzen oder Harmozone (von $\acute{\alpha}\rho\upsilon\acute{\omicron}\zeta\omega =$ regeln, dirigieren), die beim Aufbau der Gewebe während der ontogenetischen Entwicklung eine Rolle spielen.

Sie werden z. B. von der interstitiellen Drüse des Testikels, dem Corpus luteum, der Schilddrüse, der Hypophyse (dem sog. Gehirn-anhang) und dem Thymus gebildet, sind aber bisher nur physiologisch nachgewiesen, chemisch nicht zu fassen gewesen.

3. Die eigentlichen Hormone oder spezifischen funktionellen Reizstoffe. Bei ihnen kann man unterscheiden zwischen chemischen

Hormonen, die chemische Vorgänge, und physiologischen Hormonen, die physiologische Vorgänge oder Organfunktionen erregen. Zu den chemischen Hormonen gehört z. B. die Substanz, die in der Milz gebildet wird und das Trypsin aktiviert, dann ein Teil des Sekretes der Schilddrüse; zu den physiologischen das Sekretin und die die Milchsekretion anregende Substanz.

4. Die entgiftenden *Parhormone*, die toxische Substanzen (Ammoniak, Aminosäuren, Phenole) in fast unschädliche Verbindungen (wie Harnstoff und Phenylsulfate) umwandeln.

Lassen wir die Glukose und die Fette ausser Betracht, die wir nicht zu den inneren Sekreten im engeren Sinne rechnen können, so bleiben als chemisch gut charakterisierte Substanzen nur das Adrenalin und der Harnstoff übrig, die beide aber nur bedingt zu den Hormonen gestellt, von einigen überhaupt nicht zu ihnen gezählt werden, aber wohl doch wie andere Amine dazu gehören; denn das Trypsinogenin, das Fibrinogen, die diastatischen Fermente, das Antithrombin, der liquor cerebrospinalis, das Secretin, die galactogene Substanz und die als Hormone in Betracht fallenden Substanzen der Schilddrüse sind chemisch ungenügend definiert. „Das einzige allgemein gültige Merkmal der Hormone“, sagt Riedl, „ist ein negatives“: sie sind keine Antigene, rufen also beim Einführen in das Blut keine Antikörper-Bildung hervor. Was wir von den Hormonen des tierischen Körpers wissen, sind ihre physiologischen Leistungen. Wir wissen, dass eines der wichtigsten Merkmale der Hormone ihre spezifische Wirkung, ihr spezifischer Ursprung und ihre spezifische Funktion ist. Sie sind spezifisch im anatomischen und physiologischen (nicht im zoologischen) Sinne.

Speziell für unsere Betrachtung bemerkenswert ist, dass auch einige nicht drüsige Organe die Rolle von endokrinen Drüsen spielen: die Milz, der Thymus und der Panniculus adiposus. Die Bildung von Hormonen ist also im Tierkörper nicht ausschliesslich an das Vorhandensein von Drüsen geknüpft.

Zu den genannten Stoffen tritt nun eine weitere Gruppe von Substanzen, die als Vitamine oder Nutramine bezeichnet werden.

Sie werden von keiner Drüse sezerniert, ja sind überhaupt keine Bildung des tierischen Organismus, sondern werden von der Pflanze gebildet und gelangen durch die Nahrung ins Tier, das ohne sie in wesentlichen Funktionen gestört ist, ja ohne sie überhaupt nicht leben kann. Sie leiten uns also zur Pflanze hinüber. Ich habe sie zu den Hormonen gestellt, da vieles darauf deutet, dass sie Regulatoren des Stoffwechsels sind und sie zu der Ringschliessung in Be-

ziehung gebracht. Sie scheinen die Rolle von Enzymen oder von Enzymactivatoren zu spielen, wirken schon in geringer Menge und werden — das unterscheidet sie von den Enzymen — bei der Reaktion aufgebraucht, müssen also dem tierischen Organismus immer von neuem zugeführt werden.

Wir dürfen nun wohl annehmen, dass die Pflanze ihren Altruismus nicht so weit treibt, dass sie diese Substanzen nur für das Tier herstellt. Sie werden wohl auch im pflanzlichen Organismus selbst eine Rolle spielen, ja sie können uns vielleicht einige Aufklärung über die pflanzlichen Hormone überhaupt geben. Das Gleiche wie für die Vitamine gilt auch für das z. B. im Salat enthaltene Secretin, das die Magenverdauung anregt.

Aber schon bevor die Vitamine anfangen eine Rolle zu spielen, war man auf Erscheinungen bei der Pflanze aufmerksam geworden, die auf Hormonwirkung deuteten, ja auf eine andere Weise zunächst nicht erklärt werden konnten; ich meine die ja auch bei der Pflanze deutlich hervortretenden Erscheinungen der den Organismus zusammenhaltenden Korrelation, ohne die wir ja auch bei ihr nicht die Solidarität, die physiologische Einheit, die jeder Organismus darstellt, verstehen können. In der Tat hat denn auch bereits Sachs — und zwar schon etwas vor Brown-Séguard (1887) — eigenartige Bildungsstoffe angenommen, die er „Organbildende Stoffe“ nennt. Er sagt (in der Arbeit Über die Bildung der Blüten in ihrer Abhängigkeit vom ultravioletten Licht): „Diese blüthenbildenden Stoffe können ähnlich wie Fermente auf grössere Massen plastischer Substanzen einwirken, während ihre eigene Quantität verschwindend klein ist.“ Das Wort Fermente können wir jetzt durch Hormone ersetzen. Ja schon 1863 sah sich Sachs gelegentlich seiner Untersuchungen über das Etiement zu der Annahme genötigt, „dass unter dem Einfluss intensiven Lichtes gewisse eigenartige Bildungsstoffe in den Laubblättern erzeugt werden, welche spezifisch zur Blütenbildung geeignet sind.“

Dann waren es namentlich die Erscheinungen beim Blühen und Verblühen der Orchideenblüten, die die Aufmerksamkeit auf die Hormone lenkten. Die Tatsache, dass das Abblühen der Orchideen beträchtlich verzögert, die Blühdauer also verlängert wird, wenn die Bestäubung unterbleibt, war längst bekannt, ebenso die Tatsache, dass bei vielen Pflanzen der Schauapparat rasch zusammenschrumpft, sobald die Befruchtung vollzogen ist. Aber es zeigte sich auch, dass selbst ungekeimter und abgetöteter Pollen, ja sogar ein mit kaltem oder kochendem Wasser hergestellter Pollenauszug bei der Orchideenblüte die gleiche Wirkung übt, d. h. dass es sich hier um thermo-

stabile Hormone handeln muss. Anders verhält sich das Hormon des Kürbis, das schon durch Zerquetschen des Pollens geschädigt wird; denn nach Auftragen zerquetschter Pollenkörner auf die Narbe erfolgt nur, wie Massart fand, eine sehr geringe Aufschwellung des Fruchtknotens.

Sehr bemerkenswert ist denn auch die Tatsache, dass eine Weiterentwicklung der Ovula bei den Orchideen erst erfolgt, wenn die Pollenschläuche in die Narben eingetreten sind. Das morphogenetische Hormon entsteht also weit entfernt von der Stelle, an der sich schliesslich seine Wirkung äussert. Dass auch beim Wandern des Pollenschlauches, der, wie ich gezeigt habe, immer in der verschleimten Interzellulärsubstanz oder der morphologisch und chemisch dazu gehörenden subkutikularen Membranpartie erfolgt, Hormone tätig sind, ist sehr wahrscheinlich. Man hat hier von chemotaktischen Reizen gesprochen, aber das ist offenbar dasselbe.

Auch bei den Blüten anderer Pflanzen sind Erscheinungen beobachtet, die auf Hormone deuten. So genügt bei Erodien schon eine geringe Quetschung des Griffels, um die Blütenblätter rasch zum Abfallen zu bringen.

Aber nicht nur in den Blütenregionen sind solche auf Hormone deutende Erscheinungen beobachtet. Ich habe schon an anderer Stelle darauf hingewiesen, dass z. B. die Erscheinung, dass bei der Sago-palme nur, wenn an der Spitze des Stammes sich ein Blütenstand entwickelt, tief drunten im Stamm sich die Reservestärke im Grundparenchym löst, nur durch Hormone erklärt werden kann. Ja alle Entleerungsvorgänge bei unterirdischen Organen, Rhizomen und Knollen, die erst eintreten, wenn die oberirdischen Vegetationsorgane sich entwickeln, gehören hierher und die Füllung neuangelegter Reservestoffbehälter ebenso. Und dass es auch Zellteilungshormone geben muss, zeigt der Versuch Haberlandts, aus dem ersichtlich ist, dass die Grundparenchymzellen der Kartoffelknollen zu Zellteilungen angeregt werden können, wenn man Gefässbündel führende Knollenteile darauflegt.

Sehr wahrscheinlich sind Hormone auch bei der Entstehung der Gallen beteiligt, denn es werden zu der ein Aspirationszentrum bildenden Reizstelle von weither Substanzen geleitet, die hier dem Tiere eine Wohnung bauen, in der oft noch Nahrungsmittel für den Gast aufgespeichert werden, die merkwürdigste Form der „fremddienlichen Zweckmässigkeit“, wie sich Becher ausdrückt. Von dem Tiere müssen Hormonwirkungen ausgehen, die offenbar in der Pflanze sonst schlummernde Bildungspotenzen mobilisieren, und zwar sowohl

morphogenetische als auch chemische Kräfte wecken; aber in den meisten Fällen nur dort wecken können, wo eben „der Schlüssel zum Schlosse passt“, wie Emil Fischer sich ausdrückt.

Und ähnlich wie bei den Gallen wird es wohl auch bei allen andern Parasiten sich verhalten. Die Tatsache, dass gewisse Pilze nur von gewissen Pflanzen angenommen, von allen andern aber abgewiesen werden, lässt sich sehr zwanglos dadurch erklären, dass nur dort, wo der Pilz ein Hormon ausscheidet, das die Pflanze zur Bildung von chemotaktisch als Anlockungsmittel wirkenden Substanzen veranlasst, ein Eindringen möglich ist; während überall dort, wo die Pflanze auf das Hormon nicht anspricht oder gar Abwehrmittel erzeugt, ein Eindringen der Parasiten verhindert wird. Denn in diesem Falle könnte man eben auch an Antigen und Antikörperbildung denken.

Da wir die Hormone als Regulatoren des Stoffwechsels zu betrachten haben, die die Funktionen des Organismus in normalem Gange erhalten, so sind wir gezwungen, anzunehmen, dass überall dort, wo wir Abnormitäten, sog. Bildungsabweichungen antreffen, die normalen Regulatoren „vergiftet“, gelähmt oder ausgeschaltet, oder anders gerichtete Faktoren aktiviert sind. Also auch die Bildungsabweichungen können wir durch das Fehlen der normalen morphogenetischen Hormone oder das Auftreten anormaler erklären. Ich nahm bisher an, dass in diesen Fällen das Hormon im Organe selbst seinen Sitz hat. Aber wir können uns sehr wohl auch vorstellen, dass es von andern Stellen, z. B. von der Wurzel her, zugeführt wird.

Ob bei der Organbildung Hormone tätig sind, wird vielfach bezweifelt. Aber bei der Richtung der Organe dürften sie ebenfalls beteiligt sein. So kann man sehr wohl, wie dies schon Errera tat, die Tatsache, dass, wenn man den Gipfeltrieb z. B. einer Konifere entfernt, der nächste Seitentrieb sich aufrichtet und zum Gipfeltrieb wird, wie ja auch, wenn man die Wurzelspitze entfernt, die nächsten Seitenwurzeln, die Hauptwurzel ersetzend, positiv geotropisch werden und sich nicht horizontal stellen, auf Ausschaltung einer Hormonwirkung zurückführen. Wenn man nämlich annimmt, dass der Horizontalgeotropismus der Seitenäste und Seitenwurzeln durch ein dem positiven und negativen Geotropismus entgegenwirkendes Hormon bedingt wird, so würde die Norm wieder hergestellt, wenn man dies Hormon, dessen Sitz im Vegetationspunkt anzunehmen wäre, entfernt. Es würde sich dann später im neuen Vegetationspunkt von neuem bilden.

Wie schon die wenigen Beispiele zeigen, sind auch bei der Pflanze die Verhältnisse nicht minder kompliziert wie beim Tier. Wir können auch bei ihr schon jetzt eigentliche Hormone von morphogenetischen Hormonen unterscheiden, finden solche, die Enzyme aktivieren (Aktivierungshormone) und andere, die zu Zellteilungen anregen (Zellteilungshormone), solche die Hemmungen aufheben (Anti-hormone) wie solche, welche die die Lösung der Stärke bewirkenden Enzyme aktivieren und solche, welche die die Stärkebildung bedingenden in Tätigkeit setzen. Aber in allen Fällen kommt man zu der zwanglosesten Auffassung, wenn man annimmt, dass alle Hormone Aktivierungs- oder Desaktivierungsmittel sind. Denn sie können ebenso positiv wie negativ wirken, ebenso ein Enzym zur Wirkung anregen, wie es vergiften oder in seiner Wirkung herabsetzen: ebenso Aktivatoren wie Paralysatoren sein. Und dass es auch entgiftende Parhormone geben wird, ist als möglich vorauszusehen.

Ich nehme an, dass sie Enzyme aktivieren, aber sie können natürlich auch katalytisch jede andere Reaktion einleiten, beeinflussen, befördern oder behindern. Man kann die Hormone daher auch — mit dem Tierphysiologen — als „spezifische funktionelle Erreger oder Reizstoffe“ bezeichnen. Jedenfalls aber gehören sie zu den wichtigsten Regulatoren des Stoffwechsels.

Im allgemeinen hat es zwar etwas Missliches, das Tier mit der Pflanze zu vergleichen, da beide nicht nur anders gebaut sind, sondern auch einen andern Stoff- und Kraftwechsel besitzen. Aber wie wir bei beiden Enzyme in Tätigkeit sehen, so dürfen wir auch in beiden Aktivatoren dieser Enzyme als tätig annehmen. Doch besteht bei der Pflanze eine grosse Schwierigkeit: sie besitzt keine Blutbahn, durch welche die Produkte der inneren Sekretion an entfernte Körperteile geschafft werden können und keine endokrinen Drüsen, denn die Sekretbehälter der Pflanze kommen schon deshalb nicht in Betracht, weil sie den meisten Pflanzen fehlen und dann auch deshalb nicht, weil sie ganz andern Zwecken dienen. Sie sind eher den Drüsen mit Ausführungsgang der Tiere zu vergleichen, die aus dem Stoffwechsel ausgeschiedene Exkrete fortschaffen. Die Pflanze hat allerdings zwar eine äussere Sekretion aber keine Sekretion nach aussen. Immerhin müssen wir auch bei der Pflanze die Bildung der Hormone bestimmten Zellkomplexen zuweisen. Es werden dies besonders die Orte des Gebrauches, die Bildungsherde, sein, die gleichzeitig wie Aspirationszentren für die Bildungstoffe und wie Sendstationen für die Hormone wirken, die man ja auch direkt als Sendboten bezeichnet hat.

Diese Vorstellung setzt voraus, dass wir die Hormone als chemische Substanzen auffassen. Und das möchte ich denn auch tun.

Man könnte ja allerdings auch daran denken, dass es sich hier gar nicht um chemische, sondern um physikalische Aktivatoren handelt. Man könnte ja z. B. an elektrische Reize denken, schon weil diese sich leichter fortpflanzen; aber schliesslich setzt sich jeder Reiz, wenn er wirksam bleiben soll, in eine chemische Reaktion um. „Früher galt jede Organkorrelation für nervös“, sagt Palladin, „heute werden sogar die nervösen Beziehungen als chemisch vermittelte betrachtet.“ Eigentliche Nervenbahnen werden für gewöhnlich bei der Pflanze nicht angenommen, als reizleitend betrachtet man nur die Siebröhren. Aber es wäre schon möglich, dass die Interzellulärsubstanz, die ja die morphologische Solidarität der Pflanze herstellt, ein reizleitendes Organ ist; in der *Tela conductrix* des Griffels z. B. leitet sie ja zweifellos chemotaktische Reize. Dass ihr eine viel grössere Bedeutung zukommt, als man ihr früher zuschrieb, habe ich schon an anderer Stelle ausgeführt. Sie ist zweifellos imstande, chemische Arbeit zu leisten, wenn sie sie auch nicht überall leistet. Als Gel ist sie ein Kapillarsystem, kann also der Sitz kapillar elektrischer Vorgänge sein, und da alle Kolloide eine riesige Oberflächenentwicklung besitzen, wird sie auch eine starke Adsorptionsfähigkeit besitzen. Es können also in ihr sowohl elektrische Ströme wie Lösungen chemischer Substanzen wandern. Aber schliesslich können wir auch an eine Wanderung der Hormone von Zelle zu Zelle oder in den Leitbündeln, besonders wohl den Siebröhren denken.

Halten wir an dem Gedanken fest, dass es sich bei den Hormonen in erster Linie um Aktivatoren oder Sensibilatoren von Enzymen handelt, so werden wir uns fragen müssen, durch welche Substanzen oder Vorgänge Enzyme aktiviert werden können. Da ist zunächst zu sagen, dass wir wissen, dass das Wirkungsoptimum der Enzyme schon von der Wasserstoffionenkonzentration, oder, wie man früher sagte, dem Säuregrad des Zellsaftes abhängig ist. Es würde also schon genügen, die Wasserstoffionenkonzentration zu ändern, um ruhende Enzyme zu mobilisieren, und da sich ruhende Enzyme überall finden, könnte also schon durch eine an sich geringe Änderung der Wasserstoffionenkonzentration der gewünschte Effekt erzielt werden. Man braucht also gar nicht einmal daran zu denken, dass das Hormon selbst von der Sendestelle aus an den Ort seiner Wirkung gesandt wird, wie die Hormone des Tieres durch das Blut. Man könnte sich auch vorstellen, dass es erst am Orte seiner Wirkung durch eine Reaktion entsteht, die allerdings von der Sendestelle aus eingeleitet werden müsste.

Als Aktivatoren kommen sowohl organische wie anorganische Substanzen in Betracht. Von den organischen sind ausser den organischen Säuren, z. B. der Oxalsäure, die Produkte der Atmung sind, besonders die Aldehyde starke Enzymaktivatoren, die schon in Spuren wirksam sind. Würde also die Aldehydbildung in der Zelle von der Sendestelle aus gefördert, so würde das Proferment sofort aktiviert werden. Aldehyde sind in der lebenden Zelle allgegenwärtig, denn sie spielen im oxydativen Abbaustoffwechsel eine grosse Rolle; überall kommt es zu ihrer Bildung. Auch in der lebenden Substanz suche ich, wie ich an anderer Stelle ausgeführt habe, weniger Aminosäuren als Aminoaldehyde.

An Aktivierung von Enzymen müssen wir in allen den Fällen denken, wo Stärke gelöst wird, wie im Falle der Mobilisierung der Reservebehälter.

Bei den morphogenetischen Hormonen braucht es sich aber nicht um Aktivatoren von Enzymen zu handeln. Wir wissen jetzt durch Spek, dass anorganische Salze fördernd oder hemmend auf die Veränderung des Quellungszustandes der Plasmakolloide wirken und dass starkquellende Salze mit zwei stark quellungsfördernden Ionen die Zellteilung fördern. Es könnten also gewisse anorganische Salze direkt als Zellteilungshormone wirken, wenn sie der Zelle zugeführt würden. Dass anorganische Salze oder deren Ionen als Regulatoren des Stoffwechsels eine Rolle spielen können, ist sicher.

Die grosse Mannigfaltigkeit der Hormone, von denen wir sicher viele annehmen müssen, lässt sich nicht nur aus der Mannigfaltigkeit ihrer Leistungen in der Pflanze schliessen, sondern auch an einem ganz konkreten Beispiel erweisen, nämlich wenn wir die Vitamine zu den Hormonen stellen. Bei ihnen zeichnen sich nämlich schon jetzt mehrere Gruppen deutlich ab; nicht nur ein öllösliches (A) und ein wasserlösliches (B) Vitamin lässt sich unterscheiden, sondern es treten auch neben die eigentlichen Vitamine ein Wachstumsnutramin (in der Mohrrübe, der Kleie, dem Malz) und ein antiskorbutisches Nutramin (in jungen Gemüsen, in Fruchtsäften, im Zitronensaft), die, wie sie im Tierkörper verschiedene Reaktionen auslösen, auch in der Pflanze sicher wirksam sein werden. Leider befinden wir uns den pflanzlichen Hormonen gegenüber, was ihre chemische Beschaffenheit betrifft, in der gleichen misslichen Lage wie bei den tierischen der inneren Sekretion — wir kennen nur ihre Wirkung. Wir wissen nicht einmal, ob es sich um organische oder anorganische Substanzen handelt. Auch der Mechanismus der Aktivierung bez. Inaktivierung ist unbekannt. Man kann an eine Adsorption denken. — Corpora non

agunt nisi fixata, sagt Ehrlich. — Jedenfalls muss eine Gleichgewichtsverschiebung stattfinden. Ob auch die pflanzlichen Hormone, wenn sie in Aktion treten, zerstört werden, wie dies bei den tierischen sicher der Fall ist, wissen wir nicht. Aber wir dürfen es als wahrscheinlich annehmen. Jedenfalls sind sie labile Verbindungen oder bewegliche Ionen.

Schon bei einer Gruppe der tierischen Hormone nämlich, den Harmozonen, ist die Frage aufgeworfen worden, ob nicht ausser einer katalytischen Wirkung auch die Chemotaxis in Betracht zu ziehen sei. Der chemotaktische Reiz hat in der Tat viel Ähnlichkeit mit einer Hormonwirkung. Dass chemische Beziehungen zwischen dem Reizmittel und dem angezogenen Körper angenommen werden, das sagt ja schon der Name Chemotaxis. Aber auch hier kommen wir zunächst über Vermutungen nicht hinaus.

Ich habe versucht, eine grössere Anzahl von Erscheinungen im normalen und anormalen Leben der Pflanze unter einem gemeinsamen Gesichtspunkt zu betrachten, unter ein allgemeines Gesetz zu bringen, indem ich in der Tierphysiologie gesammelte Erfahrungen auf die Pflanze übertrug. Aber damit ist noch nicht viel gewonnen.

Die Theorie der Hormone rührt an die tiefsten Probleme, die wichtigsten Äusserungen des Lebens; aber sie ist doch nur ein kleiner Schritt vorwärts. *θεωρία* heisst Bild — wir machen uns ein Bild, eine Vorstellung. Wenn wir uns aber auch eine Vorstellung davon bilden können, wie die Hormone, einmal am Orte ihrer Tätigkeit angelangt, in Wirksamkeit treten, so ist uns doch die Kraft, die sie an diesen Ort sendet, unbekannt; und unbekannt die Kraft, welche die Produkte ihrer Tätigkeit an den Ort des Verbrauchs und nur gerade an diesen führt. Denn sie werden geführt. — Wir brauchen uns ja dabei nicht vorzustellen, dass die Hormone nur zu den Orten ihrer Wirksamkeit gesendet werden; sie können überall hin ausstrahlen, werden aber nur dort, wo sie die zu aktivierenden Substanzen finden, in Wirksamkeit treten; also nur dort, wo sie das Schloss finden, das sie mit ihrem Schlüssel öffnen können.

Was wir sehen, ist, dass das Gesetz der „Regulation nach dem Bedürfnis“ den gesamten Stoff- und Kraftwechsel der Pflanze beherrscht. Wir sehen seine Äusserungen auf Schritt und Tritt.

Die eigentlich dirigierenden, lenkenden Kräfte, die uns in vielen Fällen den Eindruck zielbewusst handelnder Intelligenz machen, sind uns aber verborgen. Wir nennen sie „das Leben“. Und da die Naturforscher das Leben nicht erklären konnten — denn der Naturforscher kann nur beschreiben und die Erscheinungen ordnen und zusammen-

fassend darstellen, — wie der grosse Physiker Kirchhoff bemerkt, ist ja selbst die analytische Mechanik und damit die ganze Physik „eine Beschreibung der in der Natur vor sich gehenden Bewegungen“ — so haben sich die Philosophen und die Naturphilosophen der Sache angenommen. Aber damit ist wenig gewonnen, wenn wir an Stelle des Wortes Leben den Schopenhauerschen Willen, den Bergsonschen *élan vital*, Hartmanns Oberkräfte, Reinkes Dominanten oder Driesch' Entelechie setzen oder mit den Psycholamarckisten und Semon der Pflanze eine Seele, eine Mneme zusprechen, das ist nur ein Y an Stelle eines X gesetzt. Auch die Namen Geotropismus, Phototropismus erklären ja die Sache nicht, sondern sind nur Namen für Komplexe beobachteter Erscheinungen.

Der grosse Ingenieur-Chemiker, den wir das Leben nennen, hat uns seine Geheimnisse noch nicht verraten.

Preise für Separata aus der Vierteljahrsschrift.

Der Autor erhält von der Gesellschaft 50 Freiexemplare ohne Umschlag geheftet, weitere Exemplare ohne Umschlag sind zu nachstehenden Preisen erhältlich:

	25 Exempl.	50 Exempl.	75 Exempl.	100 Exempl.	125 Exempl.	150 Exempl.	175 Exempl.	200 Exempl.	225 Exempl.	250 Exempl.	275 Exempl.	300 Exempl.
	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.
$\frac{1}{8}$ Bogen = 2 Seiten	1.50	3. —	4.50	6. —	7.25	8.70	10.15	11.60	12.60	14. —	15.40	16.80
$\frac{1}{4}$ „ = 4 „	2.30	4.60	6.90	9.20	11. —	13.20	15.40	17.60	18.90	21. —	23.10	25.20
$\frac{1}{2}$ „ = 8 „	3.85	7.70	11.55	15.40	18.25	21.90	25.55	29.20	31.95	34.50	37.95	41.40
$\frac{1}{4}$ „ = 16 „	6.95	13.90	20.85	27.80	32.75	39.30	45.85	52.60	55.35	61.50	67.65	72.70
Umschläge mit dem Titel der Abhandlung	16. —	18. —	20. —	22. —	24. —	26. —	28. —	30. —	32. —	34. —	36. —	38. —

Die Kosten für Heften und Beschneiden sind in diesen Preisen inbegriffen, nicht aber diejenigen für allfällige Tafeln.

Die „**Vierteljahrsschrift**“ der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich — in Kommission bei Beer & Co. — kann durch jede Buchhandlung bezogen werden. Bis jetzt sind erschienen Jahrgang 1—65 (1856—1920) als Fortsetzung der in 4 Bänden (1847—1855) veröffentlichten „**Mitteilungen**“ der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich. Der Verkaufspreis der Jahrgänge 51—61 beträgt Fr. 12.—, Jahrgang 62 und 63 je Fr. 22.—. Ältere Jahrgänge sind, soweit noch vorhanden, zu reduzierten Preisen erhältlich. Der 41. Jahrgang — Festschrift der Naturforschenden Gesellschaft zur Feier ihres 150jährigen Bestehens — kostet 20 Fr., der 64. Jahrgang (1919) Fr. 40.—, der 65. (1920) Fr. 34.—.

Die seit 1799 in ununterbrochener Folge von der Gesellschaft herausgegebenen „**Neujahrsblätter**“ sind ebenfalls durch die Buchhandlung Beer & Co. zu beziehen.

Seit 1875 sind erschienen:

P. Arbenz: Über Karrenbildungen. 1913. G. Asper: Wenig bekannte Gesellschaften kleiner Tiere. 1881. R. Billwiler: Kepler als Reformator der Astronomie. 1878. Die meteorologische Station auf dem Säntis. 1888. Ernst Blumer: Geschichte des Erdöls. Bilder aus der Vergangenheit unseres Planeten. 1920. K. Bretscher: Zur Geschichte des Wolfes in der Schweiz. 1906. H. Brockmann-Jerosch: Surampfele und Surchrut. 1921. C. Cramer: Bau und Wachstum des Getreidehalmes. 1889. M. Dügge: Die Schwefelbakterien. 1919. A. Forel: Die Nester der Ameisen. 1893. H. Fritz: Aus der kosmischen Physik. 1875. Die Sonne. 1885. U. Grubenmann: Ueber die Rutilnadeln einschliessenden Bergkrystalle vom Piz Aul im Bündneroberland. 1899. Dr. David Friedrich Wiser (1802—1878). Lebensbild eines Zürcher Mineralogen. 1918. C. Hartwich: Das Opium als Genussmittel. 1898. Alb. Heim: Einiges über die Verwitterungsformen der Berge. 1874. Ueber Bergstürze. 1882. Geschichte des Zürichsees. 1891. Die Gletscherlawine an der Altels am 11. September 1895 (unter Mitwirkung von L. Du Pasquier und F. A. Forel). 1896. Neuseeland. 1905. Der Bau der Schweizeralpen. 1908. Arn. Heim: Über Grönlands Eisberge. 1911. Auf dem Vulkan Smeru auf Java. 1916. Th. Herzog: Reisebilder aus Ostbolivien. 1910. K. Hescheler: *Sepia officinalis* L. Der gemeine Tintenfisch. 1902. Der Riesenhirsch. 1909. J. Jäggi: Die Wassernuss und der Tribulus der Alten. 1884. Die Blutbuche zu Buch am Irchel. 1894. C. Keller: Über Farbenschutz in der Tierwelt. 1879. A. Lang: Geschichte der Mammutfunde (mit Bericht über den Fund in Niederweningen). 1892. G. Lunge: Beleuchtung sohist, jetzt und einst. 1900. C. Moesch: Wohin und warum ziehen unsere Vögel. 1877. Der japanische Riesensalamander und der fossile Salamander von Oeningen. 1887. J. Pernet: Hermann v. Helmholtz. 1895. A. de Quervain: Aus der Wolkenwelt. 1912. M. Rikli: Kultur und Naturbilder von der spanischen Riviera. 1907. Eine Frühlingssfahrt nach Kreta 1917. F. Rudio: Zum hundertsten Neujahrsblatt der Naturforschenden Gesellschaft. 1898. E. Schär: Das Zuckerrohr. 1890. H. Schinz: Schweizerische Afrika-Reisende und der Anteil der Schweiz an der Erschliessung und Erforschung Afrikas überhaupt. 1904. Otto Schlaginhaufen: Die wichtigsten fossilen Reste des Menschengeschlechts. 1914. Die Technik der künstlichen Fischzucht. Tabelle zur leichten Bestimmung der Fische der Schweiz. Fischfauna des Kantons Zürich. 1880. C. Schröter: Die Flora der Eiszeit. 1883. Der Bambus. 1886. Die Schwebeflora unserer Seen (das Phytoplankton). 1897. Die Palmen und ihre Bedeutung für die Tropenbewohner. 1901. Leo Wehrli: Der versteinerte Wald zu Chemnitz. 1915. A. Weilenmann: Über die Luftströmungen, insbesondere die Stürme Europas. 1876. Die elektrischen Wellen und ihre Anwendung zur drahtlosen Strahlentelegraphie nach Marconi. 1903.

Zur Beachtung.

Die Bücherbestände der Naturforschenden Gesellschaft, die mit dem 1. Januar 1916 in den Besitz und damit auch in die Verwaltung der Zentralbibliothek übergegangen sind, stehen den Mitgliedern unserer Gesellschaft nach Massgabe der Benutzungsordnung der Zentralbibliothek zur Verfügung.

Vierteljahrsschrift
der
Naturforschenden Gesellschaft
in
Zürich.

Herausgegeben

von

Prof. Dr. **Hans Schinz**

Direktor des Botanischen Gartens und Museums der Universität Zürich.

Sechshundsechzigster Jahrgang. 1921. Drittes und Viertes Heft.

Ausgegeben am 31. Dezember 1921.

Zürich,
in Kommission bei Beer & Co.
1921.

Inhalt.

	Seite
Walther M. Hauser. Osteologische Unterscheidungsmerkmale der schweizerischen Feld- und Alpenhasen	213
Ausgegeben als Separatabdruck am 15. Oktober 1921.	
Hans Schinz und Albert Thellung. I. Beiträge zur Kenntnis der afrikanischen Flora (XXX.). — II. Beiträge zur Kenntnis der Schweizerflora (XVIII.). Weitere Beiträge zur Nomenklatur der Schweizerflora (VII.)	221
Ausgegeben als Separatabdruck am 15. Oktober 1921.	
A. Kiefer. Eine Projektionsaufgabe und eine Kugelaufgabe	318
Ausgegeben als Separatabdruck am 15. Oktober 1921.	
M. Rikli. Die arktisch-subarktischen Arten der Gattung <i>Phyllodoce</i> Salisb.	324
Ausgegeben als Separatabdruck am 31. Dezember 1921.	
Dr. Adolf Naef. Über Bau und Lebensweise der tetrabranchiaten Cephalopoden	335
Ausgegeben als Separatabdruck am 31. Dezember 1921.	
Helen Bodmer. Die Reservestoffe bei einigen anemophilen Pollenarten. (Vorläufige Mitteilung)	339
Ausgegeben als Separatabdruck am 31. Dezember 1921.	

Ferdinand Rudio und Carl Schröter. Notizen zur schweizerischen Kulturgeschichte.	
53. Die Eulerausgabe (Fortsetzung)	347
54. Nekrologe: Hans Kronauer. Herbert Haviland Field. Haruthiun Tigran Abeljanz. Rudolf Escher. Hermann Amandus Schwarz	348
Ausgegeben als Separatabdruck am 31. Dezember 1921.	

Prof. Dr. Schlaginhaufen. Sitzungsberichte von 1921	I
Verzeichnis der Mitglieder der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich auf den 31. Dezember 1921	XLVII

NB. Die Separatabdrücke sind nicht im Buchhandel zu haben.

Osteologische Unterscheidungsmerkmale
der schweizerischen Feld- und Alpenhasen.

(*Lepus europaeus* Pall. u. *Lepus medius varronis* Miller)

Von

WALTER M. HAUSER,

Assistent am zoologischen Institut der Universität Zürich.

(Als Manuskript eingegangen am 28. April 1921.)

Die nachfolgenden Blätter stellen einen Auszug einer ausführlicheren Arbeit dar, die in der „Zeitschrift für induktive Abstammungs- und Vererbungslehre“, Bd. 26, Heft 1 erschienen ist und im zoologisch-vergl. anatomischen Institut der Universität Zürich mit Unterstützung der Stiftung für wissenschaftliche Forschung an der Universität Zürich ausgeführt wurde, welche durch eine Subvention die Beschaffung eines grösseren Untersuchungsmaterials ermöglichte. Auch an dieser Stelle sei es mir gestattet, den Herren Prof. Dr. Hescheler, Prof. Dr. J. Strohl und Fräulein Privatdozent Dr. M. Daiber für das der Arbeit stets entgegengebrachte anregende Interesse meinen aufrichtigsten Dank auszusprechen.

In erster Linie war beabsichtigt, an Hand der zusammengebrachten Untersuchungsobjekte von 108 Exemplaren Alpenhasen und ebensovielen Feldhasen vergleichende Skeletuntersuchungen der beiden Hasenarten durchzuführen, die eine Grundlage für spätere Kreuzungsversuche bilden könnten. Das vorliegende Material genügt nach seinem Umfange nicht den strengen Anforderungen einer biometrischen Untersuchung im modernen Sinne, aber es ist doch zu hoffen, dass die Resultate auch bei dieser beschränkten Individuenzahl nicht ohne grösseren Wert seien; zum mindesten erlauben sie, mit einiger Sicherheit die wesentlichen Unterschiede im Skelet der beiden Arten festzustellen, worüber ja bis jetzt durchaus keine Klarheit herrschte. Es finden sich in der Literatur nur einige zerstreute Angaben, am genauesten sind die auf die Zahnunterschiede Bezug nehmenden, während sich die übrigen in ziemlich allgemein gehaltenen Ausdrücken bewegen. Dazu kommt die Schwierigkeit, dass erst in neuerer Zeit der frühere *Lepus timidus*

L. nach tiergeographischen Gesichtspunkten in verschiedene Schneehasenunterarten aufgespalten wurde, und sich die älteren Autoren oft über die Herkunft ihres Materiales ausschweigen und ihre Diagnosen einfach unter dem (Sammel-) Namen *Lepus timidus* oder *L. variabilis* anführen. Ich möchte deshalb betonen, dass meine Untersuchungen sowie meine Stellungnahme für oder wider die einzelnen Literaturangaben sich nur auf unsern schweizerischen *Lepus medius varronis* Miller, Alpenschneehasen und *Lepus europaeus* Pallas, Feldhasen, beziehen.

Material.

Die Tiere stammen aus den verschiedensten Gegenden der Schweiz, hauptsächlich aus dem Mittelland, aus Graubünden, den Walliser- sowie Berneralpen und wurden des genauesten protokolliert bezüglich Datum des Abschusses, Herkunft, Geschlecht und Gewicht, nebst Ohrenlänge und Gesamtlänge von der Schnauzenspitze zur Schwanzwurzel; ebenso wurden noch die Bälge präpariert und die Genitalien konserviert als Beleg für die Geschlechtszugehörigkeit.

Technik.

In erster Linie wurde das Material homogenisiert unter Ausschaltung der Abnormitäten, Missbildungen, Kümmerformen und der juvenilen Individuen. Von den Massen, die im übrigen am völlig ausgetrockneten Objekte vorgenommen und meist mehrere Male kontrolliert wurden, sind vor allen diejenigen bevorzugt worden, deren Endpunkte 1. möglichst wenig der individuellen Variation unterliegen, 2. nicht durch Muskelzug beeinflusst werden und 3. Masse, die in Bezug auf die gewählten Dimensionen diagnostische oder überhaupt morphologische Bedeutung haben. Um den absoluten Masszahlen ihren richtigen Anschauungswert zu verleihen, wurden sie nach der anthropologischen Indexmethode zu relativen, nun nicht mehr von der individuellen Grössenentwicklung abhängigen Zahlen, den sog. Indices, umgerechnet. So liessen sich die an Zahl gegen 25000 betragenden absoluten Masse auf die Hälfte in relative Indices reduzieren, die nun zwecks übersichtlicher graphischer Darstellung in ein für beide Arten gemeinsames Koordinatensystem als Variationspolygone eingeordnet wurden. So entstanden Bilder mit zwei Kurvenfiguren, die zueinander in den verschiedensten gegenseitigen Überschneidungsverhältnissen standen, von völliger Koincidenz bis zur völligen Trennung. Um ein Kriterium für das gegenseitige Überschneidungsverhältnis zu gewinnen, berechnete ich die Anzahl der Transgressionen, d. h. der beiden

Kurven gemeinsamen Fälle in Prozenten der an der Artkurve beteiligten Individuen; darnach berechtigten in einem gegebenen Falle Transgressionen unter 50 % je nachdem, zu schwächerer oder stärkerer Unterscheidung der beiden Arten, über 50 % nicht. Ferner wurde für jede Kurve noch der Mittelwert bestimmt.

Diese drei Daten: Variationsbreite, Mittelwert und Transgressionen bilden für uns vorläufig die genügenden Kriterien zur Sondierung der beiden Arten, — genügend, weil die Arbeit keine vollständige biometrische sein will und kann, aus Mangel an reicherem und homogenerem Material. Es ist eine kritisch taxonomische und osteologische Studie, die als Mittel zu einem andern Zweck sich einiger einschlägiger Begriffe der Biometrik als Sonde bedient. Um aber doch einen Einblick in die biometrische Zuverlässigkeit und Tragweite der aus vorliegendem Material gezogenen Schlüsse zu ziehen, griff ich ein Beispiel heraus, und berechnete für den Tibia- Radiusindex ausser den genannten drei Daten den mittleren Fehler (m) der Mittelwerte (M) sowie den mittleren Fehler der Differenz (m Diff) der beiden Mittelwerte. Die wahre Differenz der beiden Mittelwerte mit Angabe ihres mittleren Fehlers fand sich für den Tibia- Radiusindex zu

$$5,40 \pm 0,20.$$

Also ein sehr beruhigendes Resultat; denn die Differenz wäre dann schon eine reelle, wenn sie nur dreimal so gross als ihr mittlerer Fehler wäre und hier ist sie sogar mehr als 20 mal, fast 30 mal so gross.

Zum Kapitel über die Technik möchte ich hier noch hinzufügen, dass sich in der Vergleichung der Mittelwerte juveniler und erwachsener Formen ein einfaches und doch sehr wertvolles Mittel zur Erforschung von Wachstumsveränderungen fand, begründet in der mathematischen Struktur des Index und zwar folgendermassen. Der Index ist ein Bruch, dessen Zähler und Nenner dargestellt werden durch Knochen- dimensionen. Zähler- wie Nennerdimension vergrössern sich natürlich entsprechend ihrem Wachstum. Das gegenseitige Wachstumsverhältnis im Laufe der individuellen Entwicklung spiegelt sich wieder im Verhalten des Quotienten (und damit auch des Mittelwertes) in drei a priori möglichen Fällen:

1. Der Mittelwert wird grösser — Nenner wie Zählerdimension wachsen um zirka den gleichen Betrag; oder der Nenner kann stärker wachsen, aber nicht in dem Mass, dass es einer Erweiterung des Bruches gleichkommt.
2. Der Mittelwert bleibt sich gleich — die beiden Dimensionen wachsen zirka im gleichen Verhältnis zueinander, d. h. im Sinne einer Erweiterung des Bruches.

3. Der Mittelwert wird kleiner — der Nenner wächst ungleich stärker als der Zähler.

Alle diese drei Fälle fanden sich realisiert in den absoluten Massen.

Gehen wir nun über zu einer kurzen Skizzierung der Resultate der Untersuchungen.

Schädel.

Darin sind sich alle Autoren einig, dass die Nasalia des Schneehasen relativ kürzer sind, als die des Feldhasen, was ich auch in meinem Material für unsern Alpenhasen bestätigt fand. Hingegen konnte ich keinen Unterschied entdecken in der Ausbildung der Gaumenbrücke, der Jochbrücke, im Verlauf der Naso-Frontalsutur wie der Occipito-Parietalsutur. Ein absolut trennendes Merkmal zeigte sich am Schädel, wie wir nachher sehen werden, nur im Bau der oberen Incisiven. Trotzdem begegnen wir beträchtlichen Unterschieden, die sich unter folgende zwei Gesichtspunkte subsumieren lassen:

I. Unterschied in den Breitendimensionen.

1. Der Alpenhase besitzt bei gleicher Basilar- und Scheitellänge eine grössere Schädelbreite, ebenso bei gleicher Basilarlänge und vorderer Jochbogenbreite eine grössere hintere Jochbogenbreite — in Summa grössere Breitendimension der Schädelkapsel.
2. Die Breitendifferenz ist schon in der Jugend vorhanden, wenn nicht noch stärker ausgeprägt.

II. Unterschied im Anteil des Gesichtsschädels am Gesamtschädel.

3. Der Anteil des Gesichtsschädels am Gesamtschädel ist beim Feldhasen grösser als beim Alpenhasen.
4. Die Differenz zwischen beiden Arten im Anteil des Gesichtsschädels am Gesamtschädel ist in der Jugend viel weniger ausgeprägt.
5. Der beim Feldhasen im Laufe der individuellen Entwicklung gegenüber dem Alpenhasen grösser werdende Anteil des Gesichtsschädels am Gesamtschädel wird hervorgerufen hauptsächlich durch ein schwächeres Wachstum der Basilarlänge des Feldhasen gegenüber der Basilarlänge des Alpenhasen.

Interparietalia.

Im Anschluss an den Schädel möchte ich noch kurz einiges hinzufügen über die Frage nach dem Verbleib der Interparietalia. Die einen Autoren lassen sie mit dem Occipitale, die andern mit dem Parietale verschmelzen. Es liess sich nun auf Grund einer schönen Übergangs-

reihe eindeutig und endgültig die Verschmelzung der Interparietalia mit dem Parietale nachweisen. Meines Erachtens beruhen mit grosser Wahrscheinlichkeit alle Angaben über ein Verschmelzen der Interparietalia mit dem Occipitale, die ich nirgends durch Zeichnung oder auch nur nähere Angaben gestützt fand, auf einem falschen Analogieschluss nach den Verhältnissen beim Kaninchen, dessen Interparietale nämlich nicht an homologer Stelle liegt.

Unterkiefer.

Die Ergebnisse der vergleichenden Betrachtungen des Unterkiefers unserer beiden Arten lassen sich in folgende drei Punkte resumieren:

1. Der Unterkiefer des Feldhasen ist länger und schmaler.
2. Der Winkel zwischen dem aufsteigenden und horizontalen Ast ist beim Feldhasen stumpfer.
3. Die symmetrisch ergänzte Incisura semilunaris posterior ist beim Alpenhasen mehr linsen- oder eiförmig, während sie beim Feldhasen mehr einem herzförmigen Blatte gleicht.

Zähne.

In der Literatur spielen die Zähne bei der Unterscheidung begreiflicherweise eine grosse Rolle. Doch hielten sämtliche Unterscheidungsdiagnosen einer an meinem grössern Materiale geschärften Kritik nicht stand. So sollten folgende Zähne zur Unterscheidung berechtigen:

- A. Erster oberer Backenzahn. Nach Blasius [Naturgeschichte der Säugetiere Deutschlands], sollte dieser beim Feldhasen „nach innen eine einzige abgerundete Kante“ haben, beim Schneehasen (*L. variabilis* bei Blasius) „nach innen eingebuchtet, zweikantig“ sein. Bereits Nathusius, Liebe, Hilzheimer und Kormos verwarfen diesen Unterschied.
- B. Die oberen Incisiven des Schneehasen sollten im Gegensatz zum Feldhasen in ihrer Längsrinne Zement besitzen. Für meine beiden Arten kann ich diesen Gegensatz nicht anerkennen; denn bei 5 Alpenhasen fand ich gar kein Zement und die übrigen weisen alle Übergänge auf von Zementspuren bis zur typischen Ausbildung, während dafür 12 Feldhasen ebenfalls Zement in der Rinne besitzen. Auch Hilzheimers Material zeigt in der Hälfte der Fälle bei *L. timidus* (Schneehase) kein Zement. Ebensowenig dürfen als Kriterien gelten:
- C. Erster unterer Backenzahn und

D. Letzter unterer Backenzahn.

E. Untere Incisiven. Hilzheimers Unterscheidung einer geraden untern Incisivenvorderwand bei *L. europaeus typicus* und einer konkaven bei *L. timidus typicus* kann ich für meine Arten auch nicht zustimmen, dafür seiner wie Kormos Beobachtung einer grösseren Breite des unteren Schneidezahns beim Feldhasen — immerhin mit der Einschränkung, dass in 26% der Fälle beide Arten Transgressionen aufweisen.

Mit Ausnahme der letzteren hält also keine der bisherigen Zahn-diagnosen einer schärferen Kritik stand.

Hingegen lassen sich nun *Lepus europaeus* und *Lepus medius varronis* sicher durch die Form des Querschnittes ihrer oberen Incisiven bestimmen:

Der obere Incisiven-Querschnitt bildet beim Feldhasen ein Rechteck, beim Alpenhasen ein Quadrat. Die Längsrinne liegt beim Feldhasen gegen die Mitte zu, beim Alpenhasen mehr gegen den medialen Rand; beim Feldhasen sind beide Rinnenränder symmetrisch zu ihrem tiefsten Punkt geneigt, beim Alpenhasen verläuft die mediale Kurve steiler.

Scapula wie Becken weisen keine trennenden Charaktere auf. Die Clavicula, die anfänglich bei den (drei) ersten Individuen übersehen worden war, wie von den früheren Autoren auch, da sie eine kleine, völlig in die Muskulatur eingebettete, rudimentäre Spange darstellt, ist zufolge ihrer unbestimmten Begrenzung für Massuntersuchungen nicht geeignet.

Extremitäten.

Dass der Alpenhase längere Hinterextremitäten besitze, war schon früh bekannt. Meist begnügten sich die Angaben mit dieser allgemeinen Form, bis einige spätere Autoren diese summarische Diagnose dahin präzisierten, dass von den einzelnen Komponenten der Hinterextremität der Hinterfuss und namentlich der Mittelfuss die grössere Länge bewirke. Herauszufinden, ob dem nun so sei und in welchem Verhältnis die einzelnen Extremitätenabschnitte zueinander stehen, war die Aufgabe meiner Extremitätenanalysen. Dabei wurde neben der Indexmethode eine einfache Quotientenberechnung herangezogen, in der Weise, dass die einzelnen Extremitätenabschnitte in Längen des 7. Brustwirbels, eines sehr konstanten Vergleichsmasses, ausgedrückt wurden. Die Ergebnisse der Quotientenanalysen erfuhren dann in den entsprechenden Indices durch deren umgekehrte

Interpretation ihre schönste Bestätigung. So ergab sich folgendes Bild der Extremitätenverhältnisse.

A. Vorderextremität.

1. Der Feldhase zeigt Tendenz zu relativ längerem Radius.
2. Der Alpenhase besitzt relativ längere Phalangen, verglichen mit 7. Thoracalwirbel und Handlänge.
3. Bei gleicher Länge des Humerus, Radius und des Carpus und Metacarpus zeigt der Alpenhase grössere Handlänge.
4. Die grössere Handlänge des Alpenhasen beruht nur auf seiner grösseren Phalangenlänge.

B. Hinterextremität.

5. Ausgedrückt in Längen des 7. Thoracalwirbels sind Femur, Tibia und Tarsus-Metatarsus bei Feldhase und Alpenhase zirka gleich lang, nur Tibia und Tarsus-Metatarsus des Alpenhasen zeigen geringe Tendenz zu grösserer Länge.
6. Ausgedrückt in Längen des 7. Thoracalwirbels sind die Hinterfuss-Phalangen des Alpenhasen bedeutend länger.
7. Bei gleicher Femur-, Tibia- wie Tarsus-Metatarsuslänge besitzt der Alpenhase einen längeren Hinterfuss.
8. Die grössere Hinterfusslänge des Alpenhasen beruht vor allem auf seinen längeren Phalangen.

C. Vorder- : Hinterextremität.

9. Beim Alpenhasen sind die Hinterbeine sowohl gegenüber den Vorderbeinen wie auch gegenüber der Basilarlänge grösser.
10. Das stärkere Überwiegen der Hinterextremität gegenüber der Vorderextremität beim Alpenhasen beruht:
 - a) Auf der grösseren Radiuslänge des Feldhasen,
 - b) auf einer längeren Tibia des Alpenhasen,
 - c) vor allem aber auf dem bedeutend längeren Hinterfuss des Alpenhasen, hervorgerufen durch grössere Phalangenlängen.Und was am wichtigsten ist:
11. Der Radius des Feldhasen ist bei gleicher Tibialänge durchwegs grösser als der Radius des Alpenhasen, so dass sich auf Grund der Radiuslänge, ausgedrückt in % der Tibialänge, die beiden Arten sicher trennen lassen.

Schwanzwirbel.

Die Ermittlung der richtigen Schwanzwirbelzahl erfordert eine exakte Präparation, denn der letzte Wirbel ist oft nur so gross wie ein Stecknadelknopf und wird deshalb leicht mit der Haut entfernt. In anderen Fällen verwächst er häufig mit dem vorletzten Caudalwirbel. Durch Vergleichung der Wirbelenden ist jedoch leicht zu kontrollieren, ob die Caudalwirbel vollzählig sind oder nicht. Weil es oft nicht leicht ist, die Caudalwirbel von den Sacralwirbeln zu trennen, habe ich die Kreuzwirbel hinzugezählt, wodurch jede Unsicherheit ausgeschlossen ist. Darnach beziffert sich die

Zahl der Kreuz-Schwanzwirbel

beim Feldhasen auf 18—19, nur 1 Fall mit 20,

beim Alpenhasen auf 16—17, mit drei Fällen von 18.

Es ist also mit ziemlicher Sicherheit die Art auf

Grund der Zahl der Sacral-Caudalwirbel zu bestimmen.

Blicken wir zurück, so haben sich im Verlaufe der Untersuchungen nur zwei absolut trennende Merkmale ergeben:

1. die Form des oberen Incisiven-Querschnittes und
2. die Radiuslänge in % der Tibiallänge.

Andere Charaktere erwiesen sich wohl bis zu gewissem Grade als unterscheidend, jedoch nicht als absolut trennend.

Dies ist das Bild der osteologischen Charaktere von *Lepus europaeus* Pall. und *Lepus medius varronis* Miller, zu dem wir gelangt sind durch Untersuchungen am vorliegenden Material.

Weitere Forschungen an vermehrtem Material können es wieder verändern oder ergänzen und verfeinern.

Mitteilungen aus dem Botanischen Museum der Universität Zürich.
(XCII.)

I.

Beiträge zur Kenntnis der afrikanischen Flora (XXX.).

(Neue Folge.)

Herausgegeben von HANS SCHINZ (Zürich).

Mit Beiträgen von

Albert Thellung (Zürich) und Hans Schinz (Zürich).

(Als Manuskript eingegangen am 20. April 1921.)

Amarantaceae.

Hans Schinz (Zürich).

Celosia (Pseudohermbstaedia) **Schaeferi** Schinz nov. spec.

Suffruticoa, erecta, glabra, ramulis angulosis, sulcatis; foliis longe petiolatis, subcarnosis, late ovatis vel suborbiculari-ovatis, obtusis, basi subcordatis et in petiolum angustatis; spicis elongatis vel capitatis, basi interruptis, argenteis; spiculis congestis; tepalis ovato-lanceolatis, mucronatis, 3nerviis; cupula staminea hyalina, quam filamentorum pars libera 3-plo longiore, filamentis late ovato-lanceolatis; utriculo circumcisse dehiscente, 3-ovulato; stylo valde elongato, quam ovarium 2—3-plo longiore; stigmatibus 3, papillosis, exsertis; seminibus lenticularibus, nitidis.

SÜDWESTAFRIKA (Gross-Namaland): bei der Station Gawachab, leg. Dr. Schaefer, commun. Kurt Dinter.

Ein kahler, krautiger Halbstrauch mit graugrünen, kantigen und gefurchten Zweigen und langgestielten Laubblättern mit \pm 4 cm langen Stielen und dicklicher, breiteiförmiger bis fast kreisrund-eiförmiger, am Grunde \pm herzförmig ausgerandeter und in den Stiel vorgezogener, stumpfer, am Rande etwas wellig gebuchteter, schmutzigrüner (getrocknet), \pm 3 cm langer und \pm 3,3 cm breiter Spreite. Neben verlängerten, \pm 20 cm langen, unterwärts unterbrochenen, aus büschelig gehäuften Blüten zusammengesetzten Inflorescenzen kommen einfach-ährige, kopfige Blütenstände vor. Die 3-nervigen Tepalen sind weiss, länglich eiförmig lanzettlich, bespitzt oder stumpf,

\pm 6 mm lang und \pm 3 mm breit. Die Staubfadenröhre ist häutig, \pm 3 mm hoch, überragt vom breiteiförmig lanzettlichen, 1 mm langen, in einer Ausbuchtung bespitzten Staubfadenteil. Die Staubbeutel sind dorsifix und 1—2 mm lang. Der nachträglich sich streckende, aus der Blüte mit den Narben herausschauende Griffel erreicht eine Länge von 3 mm; die drei Narbenäste sind 1 mm lang. Die eiförmige Kapsel ist kahl und birgt 3 bis 4 linsenförmige, glänzende Samen.

Die Gestalt der freien Staubfadenteile weist die Art in die Untergattung *Pseudohermbstaedia* (vergl. Schinz in Engl. Bot. Jahrb. XXI [1895], 180 pr. p., Lopriore l. c. XXX [1901], 104 und Engl. et Prantl Natürl. Pflanzenfam. Ergänzungsheft II [1908], 103) und zwar entspricht die Figur C (zwei Staubfäden von *Celosia scabra* Schinz repräsentierend) in Engl. Bot. Jahrb. XXX, 104 fig. 1 durchaus den Staubfäden von *C. Schaeferi*. *C. scabra* Schinz hat aber sitzende oder kurzgestielte Laubblätter und papillöse Kapseln.

***Cyathula hereroensis* Schinz nov. spec.**

Suffruticosa; caule quadrangulari, canaliculato, tomentoso; foliis ovato-lanceolatis vel ellipticis, tomentosis, breviter petiolatis; inflorescentia capituliformi, subsphaerica; inflorescentia speciali e floribus 1—3 fertilibus et 2—4 sterilibus composita; bracteis et bracteolis ovato-lanceolatis, in aristulam desinentibus; tepalis pilosis; pseudostaminodiis subtriangularibus lanceolatis, quam filamenta triplo brevioribus.

Stark verästelter, sparriger Halbstrauch mit kantigen und gerieften, in den Riefen anliegend dicht langbehaarten Zweigen. Laubblätter \pm 2 mm lang gestielt, eiförmig lanzettlich bis elliptisch, mit zum Teil gut abgesetzter, weisslichgelber, kurzer Grannenspitze, zerstreut- bis dicht langbehaart, \pm 25 mm lang und \pm 10 mm breit. Blütenstände \pm 3 cm lang gestielt, kugelig, kirschengross. Blütengruppen aus je 1 bis 3 fertilen und 2 bis 4 zu Dornen umgewandelten sterilen Blüten bestehend. Trag- und Vorblätter eiförmig lanzettlich, in eine lange Spitze ausgezogen, zerstreut weich behaart, 6 bis 7 mm lang. Tepalen lanzettlich, spitz, \pm dicht weich behaart, namentlich oberwärts, \pm 6 mm lang. Pseudostaminodien dreieckig lanzettlich, unregelmässig gezähnt, ein Drittel der Länge der 3 mm langen Staubfäden erreichend. Staubbeutel eiförmig, kurz. Griffel 4 bis 5 mm lang. Die zu Dornspitzen auswachsenden sterilen Blütenanlagen scheinen sich nach erfolgter Anthese bräunlich zu färben.

SÜDWESTAFRIKA: Etosapfanne im Norden des Hererolandes, Dinter 731; Otjitambi im Kaokofeld, Schlettwein.

Die Pflanze erinnert habituell stark an *Cyathula crispa* Schinz

in Engl. Bot. Jahrb. XXI (1895), 188, sie weicht aber von dieser ab durch die weich behaarten Tepalen und den mindestens zweimal längern Griffel. Anlässlich der Publikation der *C. crispa* lag mir nur das Exemplar von Rehmann, No. 5420 (Transvaal) vor, inzwischen ist mir aber weiteres, gleicherweise aus der Transvaal stammendes Material (Schlechter 4508) zugekommen und an dessen Hand habe ich mich überzeugen können, dass die Partialblütenstände bei *C. crispa* allerdings dreiblütig sind, dass aber die seitlichen Anlagen sich überhaupt nicht entwickeln, sondern als sterile Blüten aufzufassen sind, deren Vor- und Tragblätter zu Dornspitzen auswachsen. Dadurch wird die von Cooke und Wright in Dyer Fl. Cap. V (1910), 422 geäußerte Vermutung, *C. crispa* gehöre vielleicht gar nicht in die Gattung *Cyathula*, hinfällig.

Leguminosae.

Hans Schinz (Zürich).

Podalyria pulcherrima Schinz nov. spec.

Ramis sericeis; foliis breviter petiolatis, late ovatis, apice mucronatis, crassiusculis, supra tenuis subtus densius sericeis, aveniis; pedunculis folio paulo longioribus plerisque bifloris; calycibus adpresse rufo-sericeis, laciniis lanceolatis, acutis, lateralibus carinam subaequantibus; legumine villosissimo.

SÜDAFRIKA (westl. Region): in planitie summi montis Piquetberg 500 m, Schlechter 5254, fl. 9. IX. 1894.

Die ganz kurz gestielten Laubblätter sind breit oval bis breit-eiförmig, unterseits dicht-, oberseits dünner seidig behaart, ± 10 mm lang und ± 8 mm breit, mit unterseits etwas hervortretendem Mittelnerv versehen, am Rande etwas verdickt, mit einem zurückgekrümmten Spitzchen versehen, ober- und unterseits zuerst rostbraun, später mattgrau. Die Blüten beschliessen zu zweien auf verhältnismässig kurzem Blütenstandstiel kurze, beblätterte Seitenzweige. Die Vorblätter sind schmal und bieten kein besonderes Merkmal. Der Kelch ist ± 14 mm lang und zwar entfallen auf die Kelchröhre ± 4 mm, auf die Abschnitte 10 mm, er ist rotbraun anliegend seidig behaart. Die Abschnitte sind lanzettlich, spitz, die seitlichen ungefähr so lang wie der Kiel. Die Fahne der prächtig rosarot gefärbten Blüten ist nahezu 30 mm breit und samt Nagel ± 23 mm lang, die Flügel messen ± 20 mm und der stumpfe Kiel hat eine Länge von zirka 13 mm. Die Hülsen sind dicht rotbraun behaart.

Die Art gehört wohl in die Section *Sericeae* Harvey's in Harv. et Sond. Fl. Cap. II, 9 und hat wohl grosse Aehnlichkeit mit *P. biflora*

Lam., nur dass die Pedunculi bei dieser bedeutend länger sind. Möglicherweise gehört hierher auch Rehmann 1634 von der Houtbay, von der mir aber nur ein kleines Zweigexemplar vorliegt.

Nicht ausgeschlossen erscheint mir die Möglichkeit, dass wir es mit einer Spielart von *P. biflora* zu tun haben, mein Vergleichsmaterial reicht aber zu dieser Feststellung nicht aus.

Borbonia parviflora Lam. Encycl. I (1783), 437 var. **glabrescens** Schinz nov. var.

SÜDAFRIKA (reg. occident.): Zwartberg, 660 m, Schlechter 5549, bl. 16. X. 1894.

Vexillum \pm glabrum.

Beim Typus ist die Fahne dicht weichbehaart.

Buchenroedera Jacottetii Schinz nov. spec.

Suffruticosa, multo ramosa, rami divaricati, juveniles sericei; folia conferta in parte superiore ramorum, petiolata; foliola spathulata, apiculata, sericea; stipulae oblanceolatae, petiolos superantes; flores solitarii, axillares, pedicellati; calyx sericeus, lobis subulatis tubo longioribus; bractea lineares, calyce breviores; vexillum externe sericeum, unguiculatum; legumen sericeum; flores atropurpurei (?).

BASUTOLAND: White Hill, Jacottet 144, blühend I. 1912.

Ein stark verzweigtes Zwergsträuchlein von kaum Spannenhöhe (so die vorliegenden zwei Exemplare) mit \pm spatelförmigen, bespitzten, lang- und dicht seidig behaarten, \pm 6 mm langen und \pm 3 mm breiten, auf dicken, kantigen, \pm 3 $\frac{1}{2}$ mm langen Blattstielen stehenden Laubblättchen. Nebenblätter \pm verkehrtlanceolatisch, \pm 7 mm lang und \pm 2 $\frac{1}{2}$ mm breit. Blüten einzeln, auf \pm 3 mm langen Stielen und mit linealischen, \pm 5 mm langen Tragblättern. Kelch seidig behaart, mit glockiger, 3 $\frac{1}{2}$ mm hoher Röhre und fünf \pm 4 mm langen, pfriemlichen, spitzen Kelchabschnitten, die durch \pm flache Buchten von einander getrennt sind; da die Ränder der Kelchabschnitte etwas der Länge nach nach innen gekrümmt sind, sind sie etwas dicklich. Krone blau oder purpurfarbig (?), Fahne aussen seidig behaart, mit nahezu kreisrunder Platte und \pm 2 $\frac{1}{2}$ mm langem Nagel, Flügel kahl, \pm 9 mm lang, mit \pm 3 mm langem Nagel, Kiel seidig behaart, etwa so lang wie die Flügel, nicht geschnäbelt, abgerundet. Fruchtknoten seidig behaart.

Von den beschriebenen armbütigen Buchenroedera-Arten unterscheidet sich *B. Jacottetii* wie folgt: bei *B. sparsiflora* Wood et Evans in Journ. of Bot. XXXV (1897), 487 sind die Blattstiele so lang wie die Blättchen, die Kelchzipfel von der Grösse der Kelchröhre und drei-

eckig; *B. biflora* Bolus in Journ. of Bot. XXXIV (1896), 18 hat Kelchabschnitte die kürzer sind als die Kelchröhre und die Pflanze ist überdies nur pubeszierend; *B. pauciflora* Schlechter in Journ. of Bot. XXXIV (1896), 891 hat nahezu kahle Laubblättchen und kahle Fahne; bei *B. uniflora* Dümmer in Kew Bull. (1912), 226 und *B. griquana* Schlechter in Ann. Hofm. Wien XX (1905), 18 ist die Fahne ebenfalls kahl und für *B. Macowanii* Dümmer in Kew Bull. (1912), 225 endlich gibt der Autor an, dass die Kelchabschnitte $\frac{1}{3}$ so lang wie die Kelchröhre seien.

Argyrolobium glaucum Schinz nov. spec.

Herba erecta, parce ramosa, subglabra; foliis breviter petiolatis (fere subsessilibus), trifoliolatis; foliolis obovatis vel \pm late ellipticis, basi cuneatis, apice acutis vel apiculatis, juvenilibus subtus adpresse sericeis, adultis glabris, in statu sicco brunneis; stipulis lanceolatis, acutis, petiolo longioribus vel eum aequantibus; racemis longe pedunculatis, terminalibus; floribus pedicellatis; bracteolis geminis ad basin calycis lanceolatis; calyce sericeo, fere ad basin bilabiato, lobis \pm acuminatis; vexillo extus sericeo.

SÜDAFRIKA (Transvaal): in convalle mont. Elandspruitberg, 3. XII. 1893, Schlechter 3841.

25 cm hoch, krautig, wenig verzweigt, mit dünn-rübenförmiger Wurzel. Laubblätter dreizählig, bis 8 mm — (meist kürzer) lang gestielt; Blättchen verkehrteiförmig bis breit-, obere \pm schmal elliptisch, nach dem Grunde zu \pm keilförmig auslaufend, spitz oder stumpf und apikulat, \pm 35 mm lang und \pm 17 mm breit, oberste auffallend schlanker, zuerst unterseits anliegend zerstreut behaart, frühzeitig verkahlend, trocken dunkelbraun. Nebenblätter lanzettförmig, behaart, verkahlend, 10 mm lang. Blütenstand endständig, \pm 9 cm lang gestielt, 3- bis 8blütig, die Blüten am Ende des Blütenstandes gedrängt, \pm 3 mm lang gestielt. Kelch anliegend behaart, 2-lippig. Unterlippe 3-lappig, von der Oberlippe durch 8 mm tiefe Einschnitte getrennt; die zwei seitlichen Abschnitte der Unterlippe von dem schmälern Mittelabschnitt durch 3 bis 4 mm tiefe Einschnitte getrennt. Alle Abschnitte \pm zugespitzt. Die breit lanzettlichen Abschnitte der Oberlippe durch \pm 6 mm tiefe Einschnitte von einander getrennt. Die beiden lanzettlichen Vorblätter dicht unterhalb des Kelches. Kelchröhre \pm 3 mm hoch. Fahne aussen dicht anliegend behaart.

Dürfte wohl in den Verwandtschaftskreis von *A. speciosum* E. et Z., *A. baptisioides* (E. Mey.) Walp. (mir unbekannt), *A. Sandersoni* Harv. und *A. Sutherlandi* Harv. gehören, *A. Sutherlandi* soll gleich *A. San-*

ersoni nach Harvey (Harv. et Sond. Fl. Cap. II, 594) ganz kahle Petalen haben (was ich zwar mindestens für *A. Sandersoni* nicht bestätigen kann, aber jedenfalls ist die Behaarung der Fahne viel spärlicher als bei unserer Art), ferner ist die Kelchunterlippe von *Sandersoni* nur kurz dreizählig. Bei *A. speciosum*, das nach der Beschreibung unserer Art am nächsten zu kommen scheint, sind die Nebenblätter 2 bis $2\frac{1}{2}$ cm lang, wogegen sie bei *baptisioides* kürzer als die Blattstiele sein sollen, mindestens die der obern Laubblätter.

Rhynchosia Dinteri Schinz nov. spec.

Suffrutex erectus?; ramis filiformibus, hirsutis; stipulis ovato-lanceolatis; foliis trifoliolatis, longe petiolatis; foliolis \pm ovatis vel late ellipticis, obtusis vel acutis, subtus glandulis numerosis ornatis, supra adpresse hirsutis; racemis axillaribus, paucifloris, folia vix excedentibus; calyce campanulato, segmentis \pm late lanceolatis, hirsutis; vexillo glabro.

SÜDWESTAFRIKA (Hereroland): Gamams, Dinter 350, bl. II.

Es scheint sich um einen buschigen, wenig hohen Halbstrauch zu handeln, dessen stielrunde Zweige fahlgelb und dicht mit langen, mit kürzeren abstehenden untermischten Mähnenhaaren besetzt sind. Dieselbe Behaarung zeigen, abgesehen von den Blüten, auch alle übrigen oberirdischen Organe. Der bis 25 mm lange Blattstiel der dreizähligen Laubblätter ist kantig und gerieft. Die \pm 3 mm langen und am Grunde \pm 2 mm breiten Nebenblätter sind vielnervig, spitz und \pm eiförmig lanzettlich. Die 10 bis 20 mm langen und 5 bis 15 mm breiten Laubblättchen sind von eiförmigem bis breitelliptischem Umriss, stumpf oder spitz, am Grunde abgerundet oder spitz, mit drei vom Grunde aus eintretenden, unterseits stark hervortretenden Nerven versehen, oberseits anliegend lang behaart, unterseits vieldrüsiger und mit zur Hauptsache auf die Nerven beschränkter Behaarung. Die beiden seitlichen Blättchen sind ungleichhälftig; das endständige ist bis 8 mm lang gestielt. Der Blütenstand ist blattachselständig (anscheinend, das vorliegende Exemplar ist in dieser Hinsicht etwas dürftig), traubig und wenig länger als die grössern Laubblätter. Die Tragblätter der Blüten sind schmal lanzettlich, lang bewimpert. Der glockige Kelch der \pm 2 mm lang gestielten, \pm 10 mm langen Blüten besitzt \pm breit lanzettliche, \pm 2 mm lange Kelchabschnitte, die eher etwas kürzer als die Kelchröhre sind. Die Fahne ist ganz sicherlich kahl. Hülsen?

Rhynchosia Jacottetii Schinz nov. spec.

Herba perennis, e basi ramosa, demum volubilis; ramis hirsutis;

stipulis lanceolatis, acutis, plurinervis; foliis trifoliolatis, longe petiolatis; foliolis rhombéo-ovatis vel rhombéo-obovatis, apiculatis, velutinis; racemis axillaribus, folia excedentibus, laxe paucifloris; calyce hirsuto, segmentis anguste lanceolatis; vexillo glabro; ovario sericeo-piloso.

SÜDOSTAFRIKA (Pondoland): Muceba, Jacottet 644, bl. II. — Pflanze rampante, fleur jaune. — (Natal) Komgha River, 600 m, Schlechter 6170, bl. 2. I. 1895.

Am Grunde viel verzweigt, oberwärts windend, abgesehen von der Krone und den Staubblättern mit langen Mähnenhaaren dicht bekleidet. Die ± 30 mm lang gestielten Laubblätter sind dreizählig und am Grunde von breit lanzettlichen, spitzen, mehrnervigen, unterseits lang behaarten, oberseits kahlen, ± 10 mm langen und ± 3 mm breiten Nebenblättern begleitet. Die ± 24 mm langen und ± 24 mm breiten Blättchen sind rhombischverkehrteiförmig bis rhombischeiförmig, kurz bespitzt, beidseitig behaart, von drei vom Grunde eintretenden Nerven durchzogen und überhaupt vortretend genervt; die zwei seitlichen Blättchen sind leicht ungleichhälftig, das endständige ist ± 5 mm lang gestielt. Die jungen Blättchen sind gleich den jungen Trieben überhaupt samtig behaart und besitzen einen sehr ausgesprochenen Samtglanz. Die traubigen Blütenstände sind blattachselständig, $\pm 8\frac{1}{2}$ cm lang, sie tragen oberwärts einige wenige Blüten in lockerer Anordnung. Die in der Achsel lanzettförmiger, nebenblattartiger Tragblätter von 5 mm Länge befindlichen Blüten sind ± 3 mm lang gestielt und 5 bis 7 mm lang. Die lang behaarte Kelchröhre ist trichterförmig, $\pm 2\frac{1}{2}$ mm lang, die Abschnitte sind schmal lanzettlich, spitz, ± 5 mm lang und zwar sind deren zwei etwas höher hinauf verwachsen. Die Fahne ist kahl, der junge Fruchtknoten dagegen lang seidig behaart.

Erinnert habituell an *R. minima* (L.) DC., weicht indessen ab durch die ansehnlichen Nebenblätter und das samtartige Indument.

Unsere Pflanze dürfte auch *R. crassifolia* Benth., von der mir allerdings nur zwei nicht einwandfrei zu dieser Art gehörende Exsikkaten vorliegen, ähneln, immerhin scheinen die Laubblätter bei *crassifolia* grösser, die Pedunculi stark verlängert zu sein; die Fahne soll behaart sein.

Rhynchosia Orthodanum Benth. ex Harv. et Sond. Fl. Cap. II (1861—62), 257 ist umzutaufen in ***R. sordida*** (E. Mey.) Schinz nov. comb. *Rhynchosia Orthodanum* Benth. ist identisch mit *Orthodanum latifolium* E. Mey. Comm. (1835), 131 incl. *O. sordidum* E. Mey. l. c., 131 und mit *O. argenteum* E. Mey. l. c. 132. Mit der Gattung

Rhynchosia vereinigt. hätte daher die Art die Bezeichnung *R. latifolia* zu tragen, da aber inzwischen eine zu Recht bestehende *Rhynchosia latifolia* Nutt. (ex Torr. et Gray Fl. N. Am. I [1838/40], aufgestellt worden ist, muss für die afrikanische Pflanze von dieser Kombination abgesehen werden. Das gleichalterige spec. Epitheton *sordida* scheint für die Gattung *Rhynchosia* noch nicht vergeben zu sein (für „argenteum“ träfe dies dagegen zu), und es kommt daher unserer Pflanze die Bezeichnung *R. sordida* (E. Mey.) Schinz (= *Rhynchosia Orthodanum* Benth. = *Orthodanum latifolium* E. Mey. = *O. sordidum* E. Mey. = *O. argenteum* E. Mey.) zu.

O. Kuntze (Rev. Gen. Pl. III/2 [1898], 60) hat, Hiern in Cat. Welw. Pl. I (1896), 266 folgend, dem von Medikus 1787 publizierten Gattungsnamen *Dolicholus* den Vorrang gegeben, aber ***Rhynchosia Lour.*** ist, obschon erst 1790 aufgestellt, in die Liste der „nomina conservanda“ aufgenommen worden und besteht daher zu Recht.

Als Spielart ist zu erwähnen:

R. sordida (E. Mey.) Schinz var. ***Mühlenbeckii*** (Hook.) Schinz (= *Orthodanum Mühlenbeckii* Hook. in Hook. London Journ. II [1843], 92).

Die übrigen Spielarten und Formen (vergl. O. Kuntze l. c.) sind mir fremd und ich überlasse es daher einem spätern Monographen, die zutreffenden Kombinationen zu bilden.

Ausser *Orthodanum* haben sich noch einige weitere südafrikanische *Rhynchosia*-Arten neue Namenkombinationen gefallen zu lassen, so *Rhynchosia puberula* (Eckl. et Zeyh.) Harvey in Harvey et Sond. Fl. Cap. II (1861—62), 255 (= *Eriosema puberula* Eckl. et Zeyh. Enum. [1835], 256), die, wie schon O. Kuntze l. c. hervorgehoben hat, nicht verschieden ist von *Hedysarum ciliatum* Thunb. in Nov. Act. Soc. Sc. Upsal. VI (1799), 43 und daher die Bezeichnung ***Rhynchosia ciliata*** (Thunb.) Schinz zu tragen hat; ferner

Rhynchosia glandulosa (Thunb.) DC. Prodr. II (1825), 388 (= *Glycine glandulosa* Thunb. Prodr. pl. Cap. II [1800], 131), die identisch ist mit *Phaseolus capensis* Burm. Prodr. fl. Cap. (1768), 81 non Thunb. Prodr. pl. Cap. II (1800), 130 (= *Vigna capensis* Walp. in Linnaea XIII [1839], 533 non Hort. ex Schur Enum. Pl. Transs. [1866], 177 [= *Phaseolus vulgaris* L.]) und folglich den Namen ***Rhynchosia capensis*** (Burm.) Schinz erhält.

Im Anschluss hieran sei auch darauf aufmerksam gemacht, dass, wie O. Kuntze l. c. mit Recht bemerkt, *Rhynchosia nervosa* Benth. in Harv. et Sond. Fl. Cap. II (1861—62), 253 sich deckt mit ***R. hirsuta*** Eckl. et Zeyh. Enum. (1835), 256 var. ***rhombofolia*** Eckl. et Zeyh. l. c. und daher als Artnamen verschwindet; die von O. Kuntze (Rev. Gen.

Pl. III/2 (1898), 61 aufgestellte var. **Krebsii** (= *Dolicholus hirsutus* [Eckl. et Zeyh.] O. Kuntze var. *Krebsii* O. Kuntze) hat daher die Bezeichnung **R. hirsuta** Eckl. et Zeyh. var. **Krebsii** (O. Ktze.) Schinz zu tragen.

Mit Otto Kuntze l. c. betrachte ich endlich *Rhynchosia pilosa* Harv. in Harv. et Sond. Fl. Cap. II (1861—62), 256 als nicht verschieden von **Rhynchosia Totta** (Thunb.) DC. Prodr. II (1825), 388 (= *Glycine Totta* Thunb. Prodr. pl. Cap. II [1800], 131).

Die von Reno Pott-Leendertz in Ann. Transvaal Museum III (1912), 119—182 publizierte und von Burtt-Davy in South Afr. Journ. of Sc. (1913), 1—14 erweiterte Check-list der Transvaal-Pflanzen ist durch folgende *Rhynchosia*-Arten zu erweitern:

R. cinnamomea Schinz in Vierteljahresschr. Naturf. Ges. in Zürich LII (1907), 429

in fruticetis mont. Magalisberg pr. Aapiesrivier, 1600 m, fr. 14. I. 1894, Schlechter 4162; Wonderboompoort, Rehmann 4378.

R. elegantissima Schinz l. c.

Makapansberge-Streydpoort, Rehmann 5545.

R. resinosa (A. Rich.) Hochst. ex Baker in Oliv. Fl. trop. Afr. II (1871), 218.

Makapansberge-Streydpoort, Rehmann 5548; Boshveld, Elandsrivier (Neu-Halle), Rehmann 4912.

Eriosema ellipticifolium Schinz nov. spec.

Suffruticosum, erectum; ramulis hirsutis; folia petiolata, trifoliolata; foliolis elliptico-lanceolatis, basi et apice acutis, supra adpresse villosis, subtus hirsutis (imprimis ad nervos), terminalibus petiolulatis; stipulae lanceolatae; racemi axillares, pauciflori, pedunculati; calyx hirsutus; vexillum extus adpresse pubescens; ovarium hirsutum.

SÜDAFRIKA (Transvaal): Shilouvane, Sanatorium, Junod 1411; Marovunge, Junod 2534, bl. XII. 1905, 1200 m. Fleur jaune-brune.

Ein Halbstrauch mit holzigem, knorrigem Stämmchen und \pm kantigen, mit namentlich unterwärts abwärts gerichteten, braunen, langen Haaren dicht bekleideten Zweigen. Die dreizähligen Laubblätter sind bis 6 mm lang gestielt. Die elliptisch-lanzettlichen Blättchen sind beidendig spitz, bis 65 mm lang und \pm 12 mm breit, wobei die zwei seitlichen meist kürzer, ja bisweilen viel kürzer und schmaler oder auch breiter als das um etwa 4 mm abgerückte endständige Blättchen sind. Die Spreite der Blättchen ist oberseits anliegend \pm dicht seidig behaart; unterseits ist die Behaarung auf die hervortretenden, braunen Nerven beschränkt. Die untersten Nebenblätter sind \pm breiteiförmig, die der obern Laubblätter lanzettlich, \pm 6 mm lang. Die \pm 10 mm

langen Blüten stehen zu 2 bis 3 bis 4 am Ende des ± 4 cm langen Blütenstandes. Die Tragblätter der $\pm 1\frac{1}{2}$ mm lang gestielten Blüten sind \pm eiförmig lanzettlich, spitz, ± 7 mm lang. Die unmittelbar an den Kelch herangerückten zwei Vorblätter sind pfriemlich, $\pm 1\frac{1}{2}$ mm lang. Die langbehaarte Kelchröhre ist ± 3 mm hoch; die Abschnitte sind 7 mm lang, am Grunde $1\frac{1}{2}$ mm breit, linealisch-lanzettlich, spitz geschwänzt, zwei der Abschnitte sind bis zu einer Höhe von 5 bis 6 mm verwachsen. Die Fahne ist mit kurzen Haaren und sitzenden Drüsen bekleidet. Der Fruchtknoten ist lang behaart.

Solange keine reifen oder nahezu reifen Früchte vorliegen, ist es vorläufig ein aussichtsloses Bemühen, feststellen zu wollen, ob es sich um eine Rhynchosia- oder eine Eriosema-Art handelt, sicher ist, dass sie sich mit keiner der mir bekannten Arten dieser oder jener Gattung deckt. Habituell erinnert sie an *Eriosema salignum* E. Mey., deren Blättchen aber unterseits ein durchaus verschiedenes Indument besitzen.

***Eriosema fasciculatum* Schinz nov. spec.**

Suffruticosa nana; caulibus erectis, villosis; folia petiolata, trifoliolata; foliola oblongo-ovata vel oblongo-obovata, obtusa vel subacuta, villosa, nervatura subtus prominula; stipulae lanceolatae; racemi axillares, pauciflori; calyx hirsutus; vexillum glabrum; ovarium hirsutum.

SÜDAFRIKA (Transvaal): Shilouvane, Junod 1407, prairies du Sanatorium; plante demi-ligneuse, très nombreuses tiges.

Ein aufrechter, von zahlreichen gebüschelten Zweigen gebildeter Halbstrauch. Die kantigen und gerillten, weichbehaarten Zweige sind am Grunde mit zahlreichen, dachziegelig sich deckenden breiteiförmigen Niederblättern besetzt. Die dreizähligen, ± 5 mm lang gestielten Laubblätter setzen sich aus länglich eiförmigen oder länglich verkehrt-eiförmigen, stumpfen oder nahezu spitzen, ± 30 mm langen und ± 16 mm breiten Blättchen zusammen. Die beiden seitlichen Blättchen pflegen etwas ungleichhälftig zu sein, das Endblättchen ist um etwa 5 mm abgerückt, alle sind braun weichbehaart, unterseits etwas heller und mit hervortretenden Ian- und IIan-Nerven versehen. Die blattachselständigen wenigblütigen Blütenstände sind gestaucht und kürzer als die Laubblätter, sodass die ± 9 mm langen Blüten \pm zwischen den Blättern versteckt sind. Die Tragblätter sind lanzettlich, ± 5 mm lang und aussen behaart. Die Röhre des langbehaarten Kelches ist ± 3 mm hoch, die Abschnitte sind linealisch lanzettlich, ± 8 mm lang und am Grunde $\pm 1\frac{1}{2}$ mm breit, zwei davon sind bis zu einer Höhe von ± 5 mm untereinander verwachsen und am Grunde dem-

entsprechend etwas breiter. Die Fahne ist kahl, breitverkehrteiförmig, am Grunde beidseitig des sehr kurzen Nagels geöhrt, \pm 9 mm lang und \pm 8 mm breit. Die Flügel haben bei einer Breite von 2 mm eine Länge von $8\frac{1}{2}$ mm. Der Fruchtknoten ist lang behaart.

Ich stelle die Pflanze vorläufig zu *Eriosema*, obschon es mir bewusst ist, dass die Entscheidung erst getroffen werden kann, wenn einstens reife oder nahezu reife Hülsen vorliegen, denn *Eriosema* und *Rhynchosia* lassen sich ja vorläufig nur auf Grund des Hilums und der Funiculus-Insertion unterscheiden. Das veranlasst mich aber auch, die von mir 1908 beschriebene *Rhynchosia angulosa* Schinz in Bull. Herb. Boiss. 2^{me} sér. VIII, 628 zu *Eriosema* zu stellen und sie ***Eriosema angulosum*** Schinz zu benennen.

Sterculiaceae.

Hans Schinz (Zürich).

Hermannia (§ *Euhermannia*) ***hyssopifolia*** L. var. ***integerrima*** Schinz nov. var. Foliis integerrimis, stipulis lineari-lanceolatis petiolum subaequantibus.

SÜDAFRIKA: in fruticetibus litoralibus, Victoria Bay in provincia George, 60 m, Schlechter 2397, bl. 25. III. 93.

Besitzt den für *H. hyssopifolia* L. und *H. suavis* Presl charakteristischen, kurz fünfzähligen, aufgeblasenen Kelch, weicht aber von *hyssopifolia* ab durch die ungezähnten Laubblätter, von *suavis* durch die Nebenblätter, die bei der oben diagnostizierten Varietät nur die Länge der Blattstiele besitzen, während sie bei *suavis*, die Harvey (Harvey et Sonder, Fl. Cap. I [1859/60], 198) mit *H. trifoliata* L. vergleicht, laubblattartig sind.

Hermannia (§ *Mahernia*) ***setosa*** Schinz nov. spec.

Herba perennis, setosa, basi lignescens, caulibus decumbentibus teretibus; foliis ovatis, obtusis, basi leviter cordatis, serratis vel crenatis; stipulis lineari-lanceolatis; floribus \pm glomeratis, longe pedunculatis axillaribus vel floribus solitariis axillaribus; calyce turbinato ultra medium in lacinias anguste lanceolatas diviso; petalis calyce brevioribus, basi inflexis, \pm orbiculato-obovatis; filamentis obdeltoideis, superne setosis; antheris ciliolatis; ovario piloso.

PORTUG.SÜDWESTAFRIKA: Uukuanyama, A. Kestila 120, bl. II.

Offenbar eine niederliegende, mit Ausnahme der Kron-, Staub- und Fruchtblätter abstehend rauh behaarte Staude. Diese für obige Art höchst charakteristische Behaarung setzt sich aus auf kleinen,

aber wohlprononcierten Höckerchen aufsitzenden, vielarmigen Sternhaaren zusammen, deren Seitenarme aus sehr steifen, dickwandigen, starren, einzelligen Haaren bestehen; zudem ist der Pflanze ein leichter Stich ins Goldgelbe eigen. Die bis 25 mm lang gestielten Laubblätter sind von eiförmigem Umriss, beidendig abgerundet, am Grunde mitunter schwach herzförmig ausgerandet, meist 25 mm lang und 15 mm breit, immerhin kommen auch bis 5 cm lange und bis 3 $\frac{1}{2}$ cm breite Laubblätter vor; der Blattrand ist grob gezähnt oder gekerbt. Die Blüten entspringen entweder einzeln den Blattachsen und sind ganz kurz gestielt, sitzen aber einem \pm 15 mm langen, verarmten Blütenstandstiel auf, viel häufiger beschliessen sie aber, fast ungestielt, in mehr- bis vielblütigen dichten Knäueln bis 35 cm lange, blattachselständige Seitenzweiglein, die mit ein paar reduzierten Laubblättern besetzt sind. Die dicht an den Kelch gerückten Hochblätter sind gleich den Nebenblättern linealisch lanzettlich und \pm 4 mm lang. Der \pm 3 mm hohe Kelchtubus ist weit trichterförmig; die Kelchzipfel sind bei einer Länge von 5 mm schmal lanzettlich, schlank, abstehend oder zurückgebogen, am Grunde bis 2 mm breit und von dicklicher Konsistenz. Die 3 $\frac{1}{2}$ bis 4 mm langen, kahlen Kronblätter besitzen eine nahezu kreisrunde Platte; sie sind genagelt und zwar sind die Ränder des Nagels längs einwärts geschlagen. Die Staubfäden sind breit kreuzförmig, die seitlichen Verbreiterungen sind callös und abstehend behaart; ihre Länge beträgt \pm 3 mm. Die schlanken, spitzen, im untern Drittel ihrer Länge dicht kurzbehaarten Staubbeutel sind \pm 6 mm lang. Der Fruchtknoten ist dicht behaart.

Schumann's Schlüssel in Engl. Monogr. afr. Pfl. V, 61 der Gattung *Hermannia* § *Mahernia* führt auf *H. grandiflora* Ait., eine Art, die wie schon die Artbezeichnung andeutet, mit *H. setosa* nichts gemein hat.

Thymelaeaceae.

Hans Schinz (Zürich).

Gnidia clavata Schinz nov. spec.

Ramulis junioribus sericeis; foliis oppositis, sericeo-pilosis, lanceolatis vel ovato-lanceolatis; capitulis terminalibus, 1- vel 2- vel 3-floris; floribus extus dense sericeo-villosis, limbi lobis ovato-lanceolatis, obtusis, squamas 8 carnosas clavatas glabras duplo superantibus.

SÜDAFRIKA (westl. Region): in clivib. mont. Olifant Rivier Bergen, 330 m, Schlechter 5101, 31. VIII. 1894.

Ein offenbar reich verzweigter Zwergstrauch. Laubblätter gegenständig, bis 8 mm lang und 3 $\frac{1}{2}$ mm breit, lanzettlich bis eiförmig-lanzettlich, beidseitig dicht- und weich lang seidig behaart, oberseits

fast atlasglänzend, unterseits mit drei \pm deutlich hervortretenden Längsnerven, später oberseits \pm filzig grauweiss, unterseits — etwas stärker verkahlend — graugrün. Der Spreitenrand ist leicht nach oben umgerollt. Die Zweige sind weich seidig langhaarig, verkahlen mit der Zeit und besitzen dann eine rötliche Rinde. Die Blüten sitzen einzeln oder zu zweien oder dreien in den allerobersten Blattachseln; sie messen samt Fruchtknoten \pm 15 mm und zwar entfallen auf den Fruchtknoten \pm $3\frac{1}{2}$ mm, auf die Röhre \pm 7 mm und auf die Saumlappen \pm $4\frac{1}{2}$ mm. Die Blüten sind aussen dicht mit weichen Seidenhaaren bekleidet. Die auf der Innenseite kahlen, \pm 2 mm breiten Saumlappen sind von eiförmig lanzettlichem Umriss und dabei stumpf. Die 8 Petalen sind kahl, wachsartig, gelb, keulenförmig, \pm 2 mm lang und $\frac{3}{4}$ bis 1 mm dick. Die 8 Staubblätter sind kahl und 1 mm lang. Die Narbe ist mit langen Papillenhaaren besetzt.

Die Pflanze erinnert an *Gnidia anomala* Meisn. und an *Gnidia tenella* Meisn., diese haben aber nur 4 fertile Staubblätter; bei *Gnidia sericea* L., die auch etwa in Frage kommen könnte, stehen die Laubblätter dichter und die Petalen sind pfriemlich.

***Gnidia psilotoides* Schinz nov. spec.**

Herbacea, caulibus ramulisque filiformibus, glabris; foliis sparsis, lineari-lanceolatis, acutis; spicis terminalibus; floribus tetrameris demum remotiusculis, extus sericeo-pubescentibus, limbi lobis obtusiusculis vel mucronatis, ovatis: faucis squamis 8, clavatis, carnosis, hirsutis.

SÜDAFRIKA: in colle pr. George, 250 m, Schlechter 2305, 9. III. 1893.

Eine aufrechte, kahle, ginsterartige, krautige, nicht oder nur sehr schwach verzweigte, \pm 40 cm hohe Pflanze mit aufrechten, \pm 1 mm dicken Zweigen. Die abwechselnd gestellten Laubblätter sind dem Hauptstamm und den etwa vorhandenen Zweigen angedrückt, kommen in sehr geringer Zahl vor und sind ungestielt, kahl, pfriemlichlanzettlich, spitz und bis 10 mm lang, sie sind oberwärts etwas gedrängt, unterwärts \pm 15 mm von einander entfernt. Der Blütenstand, an dem die Blüten oberwärts gedrängt stehen, ist traubig und erreicht schliesslich eine Länge von bis zu 8 cm; während dieser Streckung fallen die Früchte allmählich ab und die Pflanze erinnert dann auffallend an *Psilotum triquetrum*. Die Blüten sitzen auf einem erhöhten Polster, das anfangs zierlich mit langen starren Wimperborsten kranzartig besetzt ist, später indessen verkahlt. Die Blütenröhre hat eine Länge von 4 bis 5 mm und ist gleich den \pm $1\frac{1}{4}$ mm langen, eiförmigen, stumpflichen, mitunter von einem Spitzchen überragten Saumlappen

anliegend seidig behaart. Die acht paarweise genäherten, fleischigen, keulenförmigen Petalen sind beinahe so lang wie die Saumlappen. Staubblätter acht, ± 1 mm lang. Frucht eiförmig, mit langen, einzelligen, sehr dickwandigen, spitzen Borsten besetzt. Griffel seitlich, Narbe schwach keulenförmig, mit Papillen.

Scrophulariaceae.

Hans Schinz (Zürich).

Anticharis azurea Dinter in herb.

Annua, glanduloso-pilosa; foliis sessilibus, lineari-lanceolatis, subacutis; pedicellis gracilibus, calyce duplo langioribus, infra medium bibracteolatis; bracteolis parvis, linearibus; antheris liberis.

SÜDWESTAFRIKA (Hereroland): Okahandya, auf zerfallendem Granit und Glimmerschiefer, 1300 m, Dinter 483.

Eine einjährige, verzweigte, ± 40 cm hohe, dicht mit kurzen Stieldrüsen besetzte Pflanze. Die Laubblätter sind linealischlanzettlich, spitzlich, drüsig, mit der Zeit verkahlend, ± 4 mm lang und ± 2 mm breit. Die fädlichen, ± 10 mm langen Blütenstiele tragen gegen den Grund zu 2 fädliche, abfällige Vorblätter. Die dicht drüsig behaarten Kelchzipfel sind linealischlanzettlich, spitz und 5 mm lang, die Krone misst ungefähr 9 mm. Die Staubbeutel sind frei. Die bekannte Blaufärbung der getrockneten Anticharis-Pflanzen, die für mehrere Arten bekannt ist, ist hier nur schwach angedeutet.

A. azurea Dinter erinnert habituell in jeder Hinsicht an die von mir in den Verh. des Bot. Ver. Prov. Brandenb. XXXI (1890), 788 beschriebene *A. Aschersoniana*, sie unterscheidet sich aber von dieser wie von *A. linearis* (Benth.) Hochst. durch unterhalb der Mitte der Blütenstiele inserierte Vorblätter. Zudem sind die Laubblätter bei *A. linearis* um ein Geringes breiter als bei *A. azurea*, auch ist bei ersterer wie bei *A. Aschersoniana* die Blaufärbung der getrockneten Pflanze auffallend stärker.

Compositae.

Albert Thellung (Zürich).

Vernonia pinifolia (Lam.) Less.¹⁾ var. **canescens** (Rehm.) Thellung var. nov.

¹⁾ Die Nomenklatur dieser Art ist ziemlich verwirrt. Synonymie: **V. pinifolia** (Lam.) Less. 1829: *Conyza canescens* L. f. 1781, Thunb. 1823; *V. canescens* Sch. Bip. 1844 — non H. B. K. 1820 (spec. peruviana admissa!); *Erigeron capense* Houtt. ca. 1783 (nomen abortivum!); *Conyza pinifolia* Lam. 1786 (excl. syn. Seb.; nomen abortivum!); *Webbia pinifolia* DC. 1836. Für den ältesten Artnamen, *Conyza canescens*, fehlt merkwürdigerweise das ursprüngliche Zitat L. fil. Suppl. (1781), 367 (!) sowohl

Vernonia natalensis Sch. Bip. var. *canescens* Rehm! exsicc. 7070.

Folia etiam adulta superne dense cano-tomentoso-pubescentia, inferne potius opaca et tomentosa quam (ut in typo) nitido-sericea.

NATAL: Drakensberg, Biggarsberge, 1875—80, Rehm 7070.

KAFFRARIA: Cooper (ann. 1860) 2576.

GRIQUALAND OR.: in graminosis circa Kokstad, 5000', 1882, Tyson 1523.

Vernonia hirsuta (DC.) Sch. Bip. \times *pinifolia* (Lam.) Less.; Schlechter et Thell. **hybr. nov.** = *V. adulterina*²⁾ Thell.

Intermedia inter parentes. Folia oblongo-lanceolata, \pm 5 cm longa, 8—9 mm lata, apice acutata et subito mucronata, basi obtusiuscula, leviter reticulato-bullata, supra obscure viridia et laxe pilis flaccidis adpressis partim subsetiformibus et ultra $\frac{1}{2}$ mm longis adpersa, infra pilis densissimis et valde intricatis cano-tomentosa et (praesertim in superioribus) leviter sericeo-nitidula, margine subplana (leviter undulata sed — exceptis summis — vix manifeste revoluta). Indumentum pedunculorum (modice crassorum) subpatens. Species generatrices differunt: *V. pinifolia* foliis multo angustioribus (1—4 mm), supra laevibus (nec bullatis) glabris vel pube subtiliore et brevioribus canescentibus, infra sericeo-tomentosis et nitidis, margine revolutis nec undulatis, pedunculis gracilioribus subadpresse canescentibus. *V. hirsuta* differt foliis latioribus (plerumque ultra 1 cm), magis reticulato-bullatis, supra subhirsuto-scabris, infra laxe villosito-tomentosis et subopacis, margine valde undulatis nec revolutis, basi subcordato-subamplexicaulibus, pedunculis crassioribus plerumque patenter villosulis.

KAPKOLONIE: Reg. orientalis: in collibus pr. Korngha (?) 2000',

bei De Candolle (Prodr. V [1836], 72), als auch bei Harvey (Fl. Cap. III [1864/5], 51); diese Autoren schreiben vielmehr den Namen *Conyza canescens* Thunberg (Fl. Cap. ed. Schultes [1823], 665) zu, obgleich dieser selbst Linné fil. zitiert! (der letztere Autor figurirt indessen richtig im Index Kewensis). Die Kombination *V. canescens* (L. f.) Sch. Bip. ist jedoch unanwendbar wegen des ältern gültigen Homonyms von Humboldt, Bonpland u. Kunth. *Erigeron capense* Houtt. „Handleid. X (ca. 1782/3), 629“ (sec. Ind. Kew.) [Pfl. Syst. IX (1783), 333! et t. LXIX fig. 2!] ist ein totgeborener Name, da damals noch kein *Erigeron canescens* existierte und die Pflanze folglich bei der Übertragung der Art in die Gattung *Erigeron* diesen letztern Namen hätte erhalten sollen: ebenso *Conyza pinifolia* Lam. Encycl. II (1786—...), 86, zu der Lamarck selbst bemerkt „an *C. canescens* Lin. f. Suppl. 367.“ Es bleibt also als gültiger Name nur die älteste Kombination in der richtigen Gattung, nämlich *V. pinifolia* (Lam.) Less., übrig.

²⁾ Gerne hätte ich diesen Bastard nach dem Finder V. Schlechteri benannt; doch existiert bereits eine Art dieses Namens von O. Hoffmann in Engler's Bot. Jahrb. XXIV (1898), 818.

1895, Schlechter 6227, bl. 10. I; vom Finder selbst als Bastard zwischen seinen beiden am gleichen Fundort gesammelten Nummern 6226 (= *V. pinifolia*) und 6228 (= *V. hirsuta*) bezeichnet, während F. W. Klatt alle 3 Nummern als *V. hirsuta* bestimmte.

Aster (§ *Diplopappus*) **Peglerae** Bolus! in Trans. S. Afr. Phil. Soc. XVIII, 379 (1907) var. **longipes** Thell. var. nov. Differt a typo foliis angustioribus (oblongis usque lanceolatis) subtilius serrato-dentatis usque integerrimis, apicem caulis versus valde decrescentibus, capitulorum pedunculis elongatis (\pm 5—9 cm longis).

TRANSVAAL: Houtbosch, 1875—1880, Rehmann 6109; in damp places, Saddleback Mtn. Barberton, 4000/4500', E. E. Galpin 1165, bl. XII.

Die von Bolus (l. c.) angegebenen Unterscheidungsmerkmale seines *A. Peglerae* gegenüber *A. hispidus* (Thunb.) Baker (nec. Thunb.) [= *Diplopappus asper* Less.] (breitere, stärker gezähnte Laubblätter, verkürzte und beblätterte Kopfstiele) sind unbeständig. Der spezifische Unterschied liegt vielmehr in der Behaarung der Spitze der Kopfstiele und der Hülle, welche Organe bei *A. hispidus* kurz steifhaarig, bei *A. Peglerae* dagegen fast kahl (nur von sitzenden Drüsen etwas papillös-mehlig) sind.

Felicia erucifolia Thell. spec. nov.

Planta perennis, herbacea, nana. Radix tenuis, infra in fasciculum fibrarum soluta. Caulis tenuis, suberectus, purpureus, pilis satis longis patentibus albis (basi incrassata purpureis) acutissimis satis rigidis hispidulus et insuper glandulis brevissimis flavidis dense obtectus, remote foliatus, fere a basi ramosus, valde flexuosus, ramis laxe foliatis flexuosis, ut caulis principalis in capitulum unicum terminale, supra folium supremum breviter pedunculatum, abeuntibus. Folia alterna, parva, pilis eis caulis similibus (sed basi pallide flavidis) hispidula et sparse glandulosa, lyrato-pinnatifida lobis lateralibus utrinque 2—3, in foliis inferioribus fere ovatis obtusiusculis apice vix apiculatis, in margine posteriore lobulo secundario auctis, apicem folii versus indistinctis, in foliis superioribus oblongo-linearibus subintegris magis remotis et distinctis, lobo terminali ceteris majore, in foliis inferioribus fere obovato subtrilobo; rhachis apicem versus dilatata, infra lobos laterales per longum tractum nuda, angusta, integerrima, supra canaliculata, infra convexa, insertionem versus sensim ampliata et vaginantim semiamplexicaulis (nec tamen auriculata). Capitula mediocria, solitaria, terminalia, radiata. Involucrum (exsiccatione compressum) hemisphaericum (basi truncatum), indistincte imbricatum, phyllis sub-3-seriatis,

exterioribus (parcis) multo minoribus et angustioribus lineari-lanceolatis magis herbaceis purpurascens dorso hispidulis et glandulosis, interioribus lanceolato-ellipticis, margine late membranaceis albidis glabris, acuminatis apice purpureo, in extremo minute lacerato. Flores radii feminei, circ. 25--30, ligula rosea involucro sublongiore lineari-elliptica 5-nervi apice attenuata. Flores disci hermaphroditi, circ. 60, tubulosi, lutei; tubus anguste infundibuliformis, limbo brevior, extus glandulosus; limbus glaber, ovato-campanulatus, breviter 5-dentatus dentibus triangulari-ovato-lanceolatis acutiusculis laevibus. Antherae, stylus et stigmata generis. Achaenia (immatura) obovata, apice rotundata, compressa, pilis sursum subadpressis setulosa et glandulis brevibus flavidis conspersa. Pappi haud copiosi setae longiores (ca. 20) uniseriatae, dentato-scabrae, adjecta serie setarum paucarum exteriorum multoties breviorum.

Pflanze 15 cm hoch. Borstenhaare des Stengels $\pm \frac{2}{3}$ mm lang. Laubblätter (mit dem Stiel) 3—1 cm lang, 6—3 mm breit. Hülle 5 mm hoch, (gepresst) 1 cm im Durchmesser. Innere Hüllblätter fast $1\frac{1}{2}$ mm breit. Zunge der Strahlblüten 7 mm lang, $1\frac{1}{2}$ mm breit. Krone der Scheibenblüten fast 3 mm lang; Röhre $\pm 1\frac{1}{4}$ mm, Saum $1\frac{2}{3}$ mm, seine Zähne $\pm \frac{2}{5}$ mm lang. Antheren $1\frac{1}{2}$ mm lang. Fruchtknoten 1 mm lang. Innere Pappusborsten so lang wie die Krone, äussere sehr kurz.

TRANSVAAL: Matchatchi-Gebirge, 2800—3000 m, Mr. Jacottet 1936.

F. erucifolia kann nur mit der (mir lediglich nach der Beschreibung bekannten) *F. pinnatifida* Wood et Evans in Journ. of Bot. XXXVII (1899), 253 aus Natal verglichen werden, die sich jedoch anscheinend — wenn wenigstens die etwas verstümmelte Diagnose wörtlich genommen werden darf — nicht unerheblich unterscheidet durch 3- bis 4-fach fiederspaltige (?) Laubblätter mit bis zu 1 Zoll langen Zipfeln, durch grössere Köpfe (Scheibe 12—18 mm im Durchmesser), schmälere (linealisch-lanzettliche) Hüllblätter mit auf dem Rücken fast dorniger Behaarung, den reichlichen, 1-reihigen Pappus und schwach flaumige Früchte; auch vermisst man in der Beschreibung die Erwähnung der bei *F. erucifolia* an allen Teilen \pm reichlich vorkommenden, kurzen Drüsenhaare.

Die Gattungszuweisung bereitet etwelche Schwierigkeit, wie ja überhaupt die Abgrenzung von *Felicia* gegenüber *Aster* zurzeit noch unklar und strittig ist. Die südafrikanischen *Diplopappus*-Arten werden von O. Hoffmann (in Engler-Prantl Nat. Pfl. fam. IV, 5 [1894], 163) zu *Aster* (sect. VI. *Alpigenia* Benth.), von Thonner dagegen (Die

Blütenpfl. Afrikas [1908], 600) zu *Felicia* gerechnet. Die neue Art scheint mir mit Rücksicht auf den schwach entwickelten Pappus mit den sehr spärlichen Aussenborsten am richtigsten unter *Felicia* (nicht unter *Diplopappus*) untergebracht.

***Chrysocoma subumbellata* Thell. spec. nov.**

Planta fruticulosa. Rami inferne lignosi, aphylli, cortice griseo-fuliginoso longitudinaliter striato tecti, cicatricibus verruciformibus ornati. Rami novelli herbacei, longitudinaliter striati, papillis minutissimis albidis punctulati, dense foliati. Folia approximata, alterna, gemmam vel fasciculum foliorum brevissimum depauperatum in axilla gerentia, lineari-filiformia subteretia, supra sulcata, infra convexa, apice obtusa et callosa, glabra, impresso-punctata, illa ramorum principalium elongata, flaccida, valde flexuosa, patentia vel recurvato-pendentia, illa ramulorum capituligerorum (vel pedunculorum) subito multoties breviora, suberecta. Ramuli capituligeri (vel pedunculi foliati) ad apicem ramorum umbellatim vel corymbose congesti, breves, foliis abbreviatis muniti, simplices et monocephali, corymbum densum convexum (usque hemisphaericum) plerumque 5—8-cephalum formantes. Capitula satis parva, 4—5 mm alta, (exsiccatione compressa) 8—10 mm lata, late campanulata (basi late rotundata vel fere truncata), circ. 60-flora. Involucrum imbricatum sub-4-seriatum; foliola anguste lanceolato-oblonga, papillis minutis albidis adspersa, apice interdum eroso-ciliatula, ceterum glabra, dorso vitta fulvo-brunnea notata, margine late coriaceo-membranacea, exteriora angustiora acutiuscula, interiora valde obtusa, latius marginata, vitta apicem versus dilatata. Flores omnes tubulosi et hermaphroditi, fertiles, involucrum manifeste superantes. Corollae tubus brevis, in limbum infra anguste infundibuliformem sensim abiens. Limbi pars connata extus glandulis disseminatis adspersa, sub sinibus vittis solitariis rubro-brunneis apice clavato-incrassatis notata; dentes anguste triangulari-ovati, acutiusculi, extremo apice obtusi et glaberrimi, margine utroque vitta rubro-brunnea ornati. Antherae, filamenta, stylus et stigmata generis. Achaenia late oblonga, compressa, basi subattenuata, apice paulum contracta et truncata, margine annuliformi subcrenato cincta, ad angulos vittis plerumque 2 rubro-brunneis apice incrassatis longitudinaliter percursa, parcissime puberula pilis brevibus subadpressis apice saepe bidentatis. Pappus uniseriatus, e pilis dentato-scabris satis caducis constans.

Beblätterte Zweigenden etwa 5—7 cm lang, ihre Laubblätter 1½—2 cm lang, ½—⅔ mm breit. Kopfstiele 1—2 cm lang, ihre Laubblätter 2—3 : ⅓—½ mm. Hülle 3—4 mm hoch; innere Hüll-

blätter $\pm \frac{2}{3}$ mm breit. Ganze Krone $3\frac{1}{2}$ mm, Zähne fast 1 mm lang. Antheren (mit dem apikalen Anhängsel) $1\frac{1}{3}$ mm lang, auf an der Spitze angeschwollenem Filament. Pappushaare 2 mm lang.

SÜDAFRIKA: Div. Malmesbury, Umgegend von Hopefield (z. B. Hamburg), 1885/6, Bachmann 979, 981; bl. XI, fr. XII. Von Klatt teils als *Chr. Coma-aurea*, teils als *Chr. longifolia* bestimmt.

Chr. subumbellata scheint nach den technischen Merkmalen der *Chr. tenuifolia* Berg., als welche sie nach der Flora Capensis wegen der bis zur Spitze beblätterten Seitenzweige (bezw. Kopfstiele) bestimmt werden müsste, am nächsten zu stehen, unterscheidet sich jedoch von dieser Art auffallend durch die Heterophyllie (Laubblätter der Hauptzweige lang und schlaff, abstehend bis herabhängend, diejenigen der Kopfstiele kurz und fast aufrecht), durch die an den Zweigspitzen fast scheindoldig gedrängten, kurzen Kopfstiele, durch die auffallend lebhaft braunrot gefärbten Sekretkanäle der Krone und der Fruchtwand, sowie durch die sehr spärliche und kurze Behaarung der Frucht, deren Apikalhaare (wenn vorhanden) die Spitze der Frucht kaum überragen und (im Gegensatz zu *Chr. tenuifolia*) nicht einen äussern Pappus vortäuschen.

Natürlich kann die Pflanze auch als eine discoïde *Felicia* aufgefasst werden; indessen gehört sie wohl sicherlich nicht als blosse Form zu einer bereits beschriebenen Art (z. B. zu *F. muricata* [Less.] Nees, der sie in der Blattform stark ähnelt). Die Unterschiede zwischen diesen beiden Gattungen, deren Vertreter einander oft zum Verwechseln ähneln und auch tatsächlich in den Herbarien zuweilen unrichtig bestimmt sind, bedürfen einer erneuten Prüfung und Feststellung. Wohl stellt O. Hoffmann (in den „Natürl. Pflanzenfamilien“) *Felicia* zu den *Astereae-Asterinae* und *Chrysocoma* zu den *Astereae-Conyzinae*; doch beruht auch bei ihm, wie in der übrigen systematischen Literatur, der ganze Unterschied auf dem Vorkommen bzw. Fehlen von zungenförmigen Randblüten. Unter diesen Umständen bleibt es rätselhaft, aus welchen Gründen Harvey (in Fl. Cap. III [1864/65], 76) den durch discoïde Köpfe ausgezeichneten *Aster discoideus* Sonder bei *Aster* (sect. *Felicia*) belassen und nicht zu *Chrysocoma* gestellt hat.

***Helichrysum* (vel *Elichrysum*) *Moeserianum*¹⁾ Thell. spec. nov.**

¹⁾ Dem Andenken des verdienten, der Wissenschaft zu früh entrissenen (1913 mit der Polar-Expedition Schröder-Strantz ums Leben gekommenen) Bearbeiters der afrikanischen *Helichrysum*-Arten, Walter Moeser, gewidmet. Vgl.: W. Moeser, Über die systematische Gliederung und geographische Verbreitung der afrikanischen Arten von *Helichrysum* Adans., in Engler's Bot. Jahrb. XLIII (1909), 420—460; Ders., Die afrikanischen Arten der Gattung *Helichrysum* Adans., ebenda XLIV (1910), 239—345.

Annum. Radix tenuis, griseo-brunnea, parce fibroso-ramosa. Caulis in speciminibus exilibus unicus et infra inflorescentiam simplex, in validioribus caules complures, pumili, e basi arcuata-ascendente suberecti, fere a basi ramosi, inter ramos flexuosi, paucifoliati, ut rami in corymbum densum compositum abeuntes, laxe et satis tenuiter lanosi lana partim detersili. Folia basilaria rosulata, plerumque elliptico-lanceolata obtusa subsessilia, caulina oblongo-spathulata usque oblongo-lanceolata obtusa vel obtusiuscula, ipsa basi lata vel dilatata \pm amplexicaulia, omnia satis tenuia, lana alba vel grisea satis tenui obducta. Capitula satis parva, ad apicem caulis et ramorum in corymbos relative amplos densissimos compositos hemisphaerico-convexos vel subumbra-culiformes disposita, sessilia, basi lana grisea cohaerentia; corymbi omnes in corymbum collectivum densum dispositi. Involucrum subcampanulatum (crassitudine $1\frac{1}{2}$ -plo longius), imbricatum; phylla circ. 4-seriata, alba (leviter griseo-luteola) opaca suberecta, exteriora acutiuscula, interiora obtusiuscula vel obtusa, exteriora ovata sessilia, cetera unguiculata ungue extus leviter lanoso, lamina glabra anguste ovata supra concava (incurva); intima angustiora (lamina sublanceolata) sed vix breviora. Receptaculum fere planum, levissime scrobiculatum nec fimbriiferum. Flores circ. 20, plerique hermaphroditi, pauci (circ. 3) feminei, intermixtis nonnullis intermediis (staminibus abortivis donatis). Corolla tubulosa, in floribus femineis leviter lageniformis (apicem versus angustata), glabra; limbus 5-dentatus dentibus triangulari-lanceolatis extrorsum curvatis ipso apice obtusiusculis et leviter granuloso-papillosis. Stamina, stylus et stigmata generis. Achaenia minuta, obovata, apice fere truncata, basi attenuata, sicca leviter anguloso-costata, quoad indumentum biformia: plurima glandulis satis magnis lucidis et pellucidis, sub aqua auctis (submucilaginosus) et vesiculiformibus onusta, ceterum glabra, pauca (circ. 3)¹⁾ papillis breviter cylindricis undique patentibus densissimis sub aqua immutatis quasi muriculata. Pappi setae corollam fere aequantes, paucae, liberae, valde caducae, basi papillis nonnullis adunco-recurvis munitae, dein sublaeves, a medio ad apicem sensim longius papillosae et subplumulosae, leviter clavato-incrassatae.

Wurzel dünn, auch an kräftigen Exemplaren oberwärts kaum 2 mm dick. Stengel 7—10 cm hoch. Stengelblätter etwa $1\frac{1}{2}$ cm lang, 3—4 mm breit, an Kümmerexemplaren kleiner. Gesamt-Kopfstand

¹⁾ Es ist nach den Zahlenverhältnissen zu vermuten, dass die stachelig-papillösen Früchte den weiblichen Randblüten, die drüsigen den Zwitterblüten angehören. Der Zusammenhang ist jedoch nicht mit Sicherheit nachweisbar, da beim Präparieren der Köpfe Krone, Pappus und Frucht sofort auseinander fallen.

bis 6 cm im Durchmesser; die zusammengesetzten Einzel-Korymben (am Ende des Stengels und der Äste) etwa 2 cm im Durchmesser. Köpfe 4 mm hoch, knapp 3 mm dick. Spreite der grössten Hüllblätter ca. 1 mm breit. Receptakulum $1\frac{1}{2}$ mm im Durchmesser. Krone $2\frac{1}{3}$ mm lang, ihre Zähne ca. $\frac{1}{4}$ mm lang. Antheren (mit dem apikalen Anhängsel) ca. 1 mm lang. Frucht kaum über $\frac{1}{2}$ mm lang, $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{4}$ mm im grössten Querdurchmesser.

SÜDAFRIKA: Tomos River, Talsohle, Anfang November 1898, A. F. W. Schimper.

Diese von einem den Botanikern nicht unbekanntem Orte stammende Pflanze scheint merkwürdigerweise noch nicht beschrieben zu sein. In der Form des Gesamtblütenstandes und der Hülle stimmt sie in weitgehendem Masse mit *H. petiolatum* DC. und *H. crispum* (L.) Less. überein, die sich jedoch andererseits durch den strauchigen Wuchs, das mit Fimbrillen versehene Receptakulum, die zahlreichen, am Grunde verschmolzenen Pappusborsten und die kahlen Früchte nicht unwesentlich unterscheiden, so dass es trotz der erwähnten Ähnlichkeit zweifelhaft erscheint, ob die Art in der Gruppe *Auriculata* Moeser (in Engler's Bot. Jahrb. XLIV [1910], 310) untergebracht werden darf.

***Helichrysum* (vel *Elichrysum*) *aretioides* Thell. spec. nov.**

Planta suffruticosa dense hemisphaerico-pulvinata, intus compacta. Rami cortice nigrescente tecti, radiatim dense et intricato-ramosi; ramuli rudimentis squamosis dense imbricatis nigrescentibus foliorum emortuorum dense vestiti, apice in rosulam foliorum stellato-patentium et in capitulum unicum terminale sessile foliis immersum abeuntes. Folia duro-coriacea, parva oblongo-spathulata obtusiuscula, leviter extrorsum arcuata, supra leviter concava, margine crasso obtuso, enervia, utrinque appresse albido-tomentosa, basin laminae versus attenuata, dein in vaginam longam caulem amplectentem, intus atro-brunneam et glabram, submembranaceam et longitudinaliter 5-nerviam dilatata. Capitula ad apicem ramulorum solitaria, sessilia, folia non superantia, mediocria, subglobosa. Involucri phylla multiseriata, omnia nitide nivea (vel interdum rosea) glabra, quorum exteriora ovata obtusa, interiora (longissima) anguste ovato-lanceolata acutiuscula, intima denuo decrescentia et fere lanceolata; phylla majora et intima in statu exsiccato (post deflorationem) stellatim refracto-patentia et valde radiantia. Receptaculum fere planum, leviter alveolatum. Flores circ. 40—45, omnes tubulosi et hermaphroditi, limbo quam tubus vix latiore, apice in dentes 5 breves lanceolatos acutos apice papillosos,

extus glandulosos fisso, tubo immediate supra basin leviter subgloboso-inflato. Antherae, stylus et stigmata generis; antherarum caudiculae (basales) longe fimbriato-ciliatae. Achaenia subcylindrica, undique papillis grossis vesiculosis, sub aqua valde mucilaginosi vestita. Pappi uniseriati valde caduci setae liberae, per maximam partem longitudinis breviter dentato-scabrae, apicem versus papillis longioribus subplumosae, corollam aequantes.

Die Pflanze bildet kompakte, halbkugelige Polster von ca. 5 cm Höhe. Stärkere Äste \pm 4 mm dick. Der mit lebenden Blättern bekleidete Teil der Zweigspitzen \pm 1 cm lang; Durchmesser der Einzelrosetten 1—1½ cm. Abstehender Teil der Laubblätter 5—7 mm lang, 2—2½ mm in der grössten Breite, etwas sattelförmig gekrümmt (Oberseite parallel der Längsachse konkav, parallel der Querachse konvex); Scheide ungefähr ebenso lang, (ausgebildet) 4—4½ mm breit. Köpfe \pm 1 cm hoch, ausgebreitet \pm 1½ cm im Durchmesser. Grösste Hüllblätter \pm 10:2 mm. Receptaculum 1¾ mm im Durchmesser. Krone 4½ mm, ihre Zähne ½ mm, Antheren (mit den apikalen und basalen Anhängseln) 2 mm lang. Pappusborsten bis 4½ mm lang. Achänen (reif?) 1—1⅓ mm lang, ihre Papillen bei Benetzung stark aufquellend und klebrig verschleimend.

BASUTOLAND: Mt. Sauer, dans les terrains pierreux ou sur les rochers („fleur“ blanche, rose parfois), 1913, Jacottet 521 (B 603); bl. X.

Die Art lässt sich im Wuchs und in der Beschaffenheit der Hülle am ehesten mit *H. chionosphaerum* DC. vergleichen, das sich jedoch durch die unterseits längsrippigen Laubblätter und durch die (wenngleich zuweilen kurz-) gestielten Köpfe leicht unterscheidet. Ob *H. aretioides* gleichwohl zur Gruppe *Chionosphaera* Moeser (in Engl. Bot. Jahrb. XLIII [1909], 459; XLIV [1910], 316) in erweitertem Sinne gestellt werden darf, muss ich dahingestellt sein lassen.

***Lopholaena pauciflora* Thell. spec. nov.**

Suffrutex valde ramosus glaber. Rami vetustiores cortice griseo-brunneo longitudinaliter rimoso-striato tecti. Ramuli tenues et fragiles, lineis elevatis longitudinalibus a marginibus foliorum decurrentibus muniti, dense foliati, internodiis brevibus. Folia alterna, saepe fasciculum foliorum vel ramulum abbreviatum in axillis gerentia, coriacea sicca valde rugosa, lineari-oblongata vel lineari-spathulata, uninervia, margine integerrima, apice acuta vel obtusiuscula et apiculo cartilagineo brevi et lato, saepius obtuso notata, basin versus sensim quasi in petiolum indistinctum angustata, ipsa basi saepe leviter dilatata,

axilla interdum parce lanosa. Capitula pedunculis gracilibus elongatis axillaribus, folia plerumque multo superantibus, versus apicem ramorum \pm congestis insidentia, cylindrica, basi in pedunculum producto-attenuata. Receptaculum leviter convexum, subfavosum. Involucryphylla 3—4, oblongo-lineararia, primum ad $\frac{4}{5}$ altitudinis connata, dein secedentia, apice breviter triangulari (plerumque latiore quam longiore), acuto et saepe in mucronem callosum incrassatum subobtusum desinente, margine anguste membranaceo-hyalina. Flores 3—4, omnes conformes tubulosi hermaphroditi fertiles. Corollae tubus gracilis subcylindricus; limbus anguste infundibuliformis, dentibus circ. ad $\frac{1}{4}$ incisus, anguste ovato-triangularibus, latitudine $1\frac{1}{2}$ -plo longioribus, acutiusculis, extremo apice obtusiusculis incrassatis et papilloso-asperulis. Antherae, stylus et stigmata generis; ramorum styli appendice pilosa medio pilis longioribus munita. Achaenia immatura compressa subglaberrima. Pappi sordide albi copiosissimi setae dentato-exasperatae, involucre sesquolongiores, corollae tubum superantes.

Die vorliegenden Aststücke sind 30—40 cm lang, am Grunde 4 mm dick. Beblätterte Zweige 5—10 cm lang, 1— $1\frac{1}{2}$ mm dick. Laubblätter $1\frac{1}{2}$ —3 cm lang, grösste Breite (gegen die Spitze) 2— $3\frac{1}{2}$ mm. Kopfstiele bis 4 cm lang, $\frac{1}{2}$ mm dick. Hülle 10—12 mm hoch, 3—4 (5) mm dick; Hüllblätter 2—3 mm breit, die freien dreieckigen Spitzen $1\frac{1}{2}$ —2 mm hoch. Krone 12 mm lang; Röhre 6 mm lang; Saumzähne $1\frac{1}{2}$: 1 mm. Antheren (mit dem apikalen Anhängsel, aber ohne die Endanschwellung des Filamentes) $2\frac{1}{2}$ mm lang; behaarter Teil der Griffeläste $1\frac{2}{5}$ mm, längste Pappusborsten 10 mm lang.

TROPISCHES AFRIKA: Nyassa-Hochland, Station Kyimbila, 1913, A. Stolz 2267.

Die neue Art gehört entschieden zur Gattung *Lopholaena* DC. in der erweiterten Fassung durch S. Moore (Journ. of Bot. 1903, 134; Bull. Herb. Boiss. 2^o sér. IV [1904], 1021), und zwar in die nächste Verwandtschaft von *L. cneorifolia* (DC.) S. Moore und *L. dolichopappa* (O. Hoffm.) S. Moore (die sich indessen durch die zahlreicheren Hüllblätter mit den verlängerten und zugespitzten freien Zipfeln leicht unterscheiden), sowie anscheinend besonders von *Doria longipes* Harv., die nach der Beschreibung unserer Art sehr nahe zu stehen scheint und daher wohl sicher als ***Lopholaena longipes*** (Harv.) Thell. zu bezeichnen ist; sie unterscheidet sich anscheinend fast nur quantitativ durch die grösseren, 4—6 mm breiten Laubblätter, die 7—10 cm langen Kopfstiele und die 15 mm lange, aus 5—6 Blättern bestehende Hülle. Es dürfte sich daher *L. pauciflora* später möglicherweise als eine Abart von *L. longipes* erweisen; indessen möchte ich sie vor-

läufig, nicht zuletzt mit Rücksicht auf das stark abweichende Verbreitungsareal, als eigene Art aufstellen.

Othonna denticulata Aiton (*O. amplexicaulis* Thunb.) var. (?) **Schlechteri** Thell. **var. nov.**

Folia basi ample auriculata et amplexicaulia (ut in typo et in varietatibus descriptis), ambitu panduriformi-oblongo-obovata acuta, lyrato-pinnatifida lobis lateralibus sublanceolatis remotis utrinque 2—3, terminali multo majore oblongo-elliptico; lobis et sinibus (et auriculis) margine ubique irregulariter et acriter denticulatis (dentibus pungenti-mucronatis) et undulato-crispatis.

SÜDAFRIKA: in clivis montis Tabularis supra Orange Kloof, alt. 2000', 1892, Schlechter 730; bl. V.

Die Blattgestalt weicht zwar von derjenigen der bis jetzt beschriebenen Varietäten der *O. denticulata* (α *integrifolia*, β *denticulata* und γ ? *Dregeana* [Harv. sub *O. amplexicauli*]) erheblich ab; indessen stimmen Blattkonsistenz, Gesamtblütenstand, Blüten und Früchte anscheinend völlig mit dieser Art überein, so dass wohl doch nur eine extreme Abart der *O. denticulata* vorliegt.

Senecio achilleifolius („*achilleaefolius*“) DC. var. **glanduloso-scaber** Thell.

var. nov.¹⁾ Differt a typo pedunculis et involucri phyllis desen glanduloso-scabris, pilis glanduliferis brevibus basi incrassatis.

BASUTO-LAND: Lérivé, Dieterlen 802.

TRANSVAAL: Bei der Stadt Lydenburg, 1885, F. Wilms 810.

NATAL: Wood 4322.

SÜDAFRIKA: Belfort, dans les pierres, mars 1912, Jacottet 37.

Sowohl De Candolle (Prodr. VI [1837], 396) als Harvey (Fl. Cap. III [1864—65], 394) beschreiben die Kopfstiele und die Hülle des *S. „achilleaefolius“* als kahl, was auch für die meisten Exsikkaten zutrifft; die recht auffällige drüsigräue Abart dürfte daher den Rang einer guten Varietät beanspruchen können. Sie nähert sich durch die Behaarungsverhältnisse dem *S. serrurioides* Turcz.²⁾ (Zeyher 2974!), der sich jedoch durch die viel grösseren Köpfe und die längeren Blattzipfel genügend unterscheidet.

¹⁾ Wie ich nachträglich bemerke, entspricht diese Pflanze (Dieterlen 802) nach Phillips (Ann. S. Afr. Mus. XVI, 1 [1917], 156) dem mir unbekanntem *S. seminiveus* Wood et Evans, den auch Phillips für eine Abart des *S. achilleifolius* anzusehen geneigt ist.

²⁾ Diese Art fehlt in R. Muschler's Systematischer und pflanzengeographischer Gliederung der afrikanischen *Senecio*-Arten (Engler's Bot. Jahrb. XLIII [1909]).

Senecio basutensis Thell. in Vierteljahrsschr. der Naturf. Ges. Zürich
LVI (1911), 267

entspricht nach dem Vergleich der Originale dem von R. Muschler in seiner Systematischen und pflanzengeographischen Gliederung der afrikanischen *Senecio*-Arten (Engler's Bot. Jahrb. XLIII [1909]) übergangenen *S. pullus* Klatt in Bull. Herb. Boiss. IV (1896), 469. Gleichwohl ist der Name *S. basutensis* beizubehalten, da schon ein älterer *S. pullus* Klatt (in Abh. Naturf. Ges. Halle XV [1882], 333) aus Mexiko existiert, der auch von Hemsley (Biol. Centr.-Am. IV [1886/8], 64) als gültige Art anerkannt wird.

Senecio Serra Sonder var. **longipedunculatus** (Volkens) Thell. var. nov. —
S. longipedunculatus Volkens! in sched. — Folia caulina (praesertim inferiora) longe decurrentia; caulis inde alatus, alis plerumque integerrimis. Capitulorum pedunculi elongati, ad 5 cm longi.

TRANSVAAL: bei der Stadt Lydenburg, 1895, Wilms 800, bl. XI; zwischen Middelburg und dem Krokodilfluss, 1883, Wilms 800 a, bl. XII; beide als *S. longipedunculatus* Volkens spec. nov. ausgegeben.

Von ähnlichen Formen mit herablaufenden Laubblättern (*S. albanensis* DC. var. *pseudo-decurrens* Thell., *S. decurrens* DC. und *S. digitalifolius* DC.) unterscheidet sich die neue Form durch die kleinere, schmalglockige Hülle mit kurzen Aussen- und nur schwach gefurchten Innenhüllblättern, sowie durch den (bei der Reife) die Hülle fast ums Doppelte (statt nur wenig) überragenden Pappus.

Senecio albanensis DC. var. **pseudo-decurrens** Thell. var. nov.

Folia caulina (praesertim inferiora) longe decurrentia; caulis inde alatus, alis plerumque calloso-crenatis.

SÜDAFRIKA (östl. Region): in lapidosis pr. Bluekranz River, 3700', 1895, Schlechter 6877, bl. 25. II. — TRANSVAAL: Pretoria, 1875—80, Rehmann 4724. — NATAL: Drakensberg, Coldstream, 1875—80, Rehmann 6923.

Die neue Abart weicht vom Typus und den übrigen Varietäten des *S. albanensis* anscheinend ausschliesslich durch die deutlich herablaufenden Stengelblätter ab. Nach dem von Harvey (Fl. Cap. III [1864/5], 346—354) gegebenen Bestimmungsschlüssel der *Senecio*-Arten müsste die Pflanze als *S. decurrens* DC. oder *S. digitalifolius* DC. bestimmt werden (tatsächlich wurden die beiden Rehmann'schen Exsikkaten von Klatt zu *S. decurrens* gerechnet); sie stimmt jedoch in der Beschaffenheit der Hülle völlig mit *S. albanensis* überein und weist nicht die für *S. decurrens* und *digitalifolius* charakteristische,

reich- und langblättrige Aussenhülle auf. Beiläufig bemerkt, ist die Verschiedenheit der beiden letzteren Arten unter einander höchst problematisch (vgl. Harvey l. c. 373); die mir vorliegenden, in diesen Formenkreis gehörigen Exsikkaten (Mac Owan 628 als *S. digitalifolius*; Junod 405; Rudatis 1602 als *S. caudatus forma discolor* Muschler) kombinieren in verschiedener Weise die Merkmale beider Arten, ohne mit einer derselben (nach den Beschreibungen) völlig übereinzustimmen.

Senecio serratuloides DC. Prodr. VI (1837), 395; Harvey in Harvey et Sonder Fl. Cap. (1864—65), 382 variat:

1. Folia caulina petiolata, distincte lyrata, basi lobis lateralibus utrinque 2—4 a lobo terminali distincte separatis et remotis angustis (sublinearibus) aucta.
 2. Foliorum lobus terminalis latus, ovato-lanceolatus.
 3. Caulis et petioli scabro-puberuli (et folia subtus saepe \pm puberula) α *typicus*.
 - 3.* Caulis et folia glabri β *glabratus*.
 - 2.* Foliorum lobus terminalis lanceolatus; rami graciles, laxe foliati γ *gracilis*.
 - 1.* Folia caulina sessilia, lobis lateralibus minutis, ad dentes utrinque 1—2 magis prominulos, elongatos angustos reductis.
 4. Folia late lanceolata (\pm 1 : 6).
 5. Caulis et folia (subtus) \pm scabro-puberuli . . . δ *Rehmannii*.
 - 5.* Caulis et folia glabri ϵ *Dieterleni*.
 - 4.* Folia lineari-lanceolata (\pm 1 : 12) ζ *Holubii*.
- α **typicus** Thell. **var. nov.** (= *S. serratuloides* DC. l. c. sens. strict.). Dazu rechne ich z. B. die Exsikkaten: Wood 4000 (Natal), Rehmann 8113 (Natal), Rudatis 1396 (Natal), Herb. norm. Afr. austr. 835 (Griqualand East), Tyson 2541 (desgl.).
- β *glabratus* DC. l. c. (1837), 395 [von Harvey übergangen]. Dazu dürften gehören: Rehmann 7017 (Natal) und Dieterlen 778 z. T. (Basuto-Land).
- γ *gracilis* Harvey l. c. (1864—5), 382. Natal, leg. Dr. W. B. Grant (nach Harvey; mir unbekannt).
- δ **Rehmannii** Thell. **var. nov.** Transvaal: Hogge Veld, Pages Hotel, 1875—80, Rehmann 6853.
- ϵ **Dieterleni** Thell. **var. nov.** Basuto-Land: Léribé, 1911, Dieterlen 778 z. T.; Transval: sine loc., 1892, Fehr 57.
- ζ **Holubii** Thell. **var. nov.** Transval: Hogge Veld, inter Porter et

Trigardsfont., 1875—80, Rehmann 6627; Linokana, 1887, Holub. 3773/4 (fl. IV); Phoberg, Holub 4786, 4788 (fl. fr. V); Matebequellen, 1887, Holub sine num. (fl. fr. V); Natal: Howick, 1890, Junod 16.

So verschieden auch die aufgeführten Varietäten — besonders der beiden Hauptgruppen gegen einander — in typischer Ausbildung erscheinen mögen, so lässt sich doch kein konstantes und durchgreifendes Merkmal finden, das etwa gestatten würde, die Hauptgruppe 1* als besondere Art abzutrennen. Klatt und Muschler haben die Varietäten δ und ζ meist als *S. Serra* Sonder bestimmt, welche Art sich durch die viel seichter und vollständig gleichmässig gesägten, am Grunde etwas herablaufenden Stengelblätter leicht unterscheiden lässt.

Senecio isatideus DC. variat:

α var. **typicus** Thellung var. nov. (*S. isatideus* DC. Prodr. VI [1837], 387; Harvey in Harvey et Sonder Fl. Cap. III [1864—5], 378 sens. strict.): foliis caulinis inferioribus oblongo-obovatis vix ultra 3—4 cm latis, levissime calloso-denticulatis; mediis et superioribus cito diminutis bracteiformibus, caule inde superne subnudo.

β var. **macrophyllus** Thellung var. nov.¹⁾: foliis caulinis (etiam mediis et superioribus) bene evolutis, majoribus 5—9 cm latis, manifestius crenato-dentatis (dentibus $\frac{1}{2}$ —1 mm altis); caule fere ad inflorescentiam folioso. — Nach Harvey (l. c. 349) bildet der oberwärts nackte Stengel ein Hauptmerkmal des *S. isatideus* gegenüber dem verwandten *S. venosus* Harvey. Der letztere unterscheidet sich (z. B. in dem Exsikkatum Conrath 497 von Modderfontein [Transvaal]) von der neuen Varietät durch viel derbere Laubblätter mit unterwärts stärker vorspringenden, auffallend steiler verlaufenden Nerven, durch dickere (± 10 - statt ± 5 -blütige), viel weniger dicht gedrängte Köpfe etc.

Auf die var. α beziehe ich die Exsikkaten: Mac Owan 95, Schlechter 6313, Tyson 1811 (etwas unklar — vielleicht eine besondere Abart? — ist eine gleichfalls unter No. 95 von Mac Owan ausgegebene Pflanze mit grossen, aber fast ganzrandigen Laubblättern).

Var. β **macrophyllus**: Transvaal: Houtbosch, 1875—1880, Rehmann 6071; in humidis pr. Lydenburg, 4800', 12. XII. 1893, Schlechter 3956; Haenertsburg (entre Shilouwane et Pietersburg), 1300 m,

¹⁾ Nachträglich bemerke ich, dass durch ein eigenartiges Zusammentreffen diese gleiche Pflanze von Phillips (Ann. S. Afr. Mus. XVI, 1 [1917], 154) als *S. macrophyllus* sp. nov. beschrieben worden ist.

Jan. 1903, Junod 1726; Natal: Drakensberg, Biggarsberge, 1875 bis 1880, Rehmann 7061.

Ursinia (§ Eu-Ursinia) **Jacottetiana** Thell. **spec. nov.**

Planta basi sublignosa, humilis, caespitosa. Radicis fibrae satis tenues, brunneae. Caudex brevis, repens, cortice brunneo-fuliginoso tectus, sublignosus, breviter ramosissimus, ramis in fasciculum foliorum et in pedunculum longum nudum pseudoterminalium abeuntibus. Folia ad apicem ramorum caudicis fasciculatim congesta, partim pilis flaccidis appressis albis brevibus araneoso-puberula, vix vel valde indistincte impresso-punctata, crassiuscula, supra medium pinnatipartita lobis plerumque 5 remotis, aequae ac rhachis lineari-subteretibus, apicem versus leviter dilatatis, supra sulcatis, subtus convexis, apice obtusiusculis et subito in mucronem cartilagineum conico-acutissimum subpungentem contractis, interdum bifidis. Petiolus subtus carinatus, basi leviter vaginato-dilatatus et submembranaceus. Pedunculus plerumque unicus ex quovis fasciculo, pseudoterminalis (revera tamen axillaris), longissimus (foliis multoties longior), gracillimus, inferne anguloso-sulcatus, junior arachnoideo-puberulus, demum glabratus, nudus et monocephalus. Capitulum mediocre, late turbinato-campulatum. Involucrum circ. 4-seriatum, phyllis minute papillosis et apicem versus araneoso-pubescentibus, extimis brevibus triangulari-lanceolatis vel triangulari-ovato-lanceolatis acutis marginibus rectis anguste atrobrunneis, mediis triangulari-ovatis apice obtusioribus ceterum similibus, intimis apice in appendicem suborbiculatam brunneam margine hyalinam dilatatis. Receptaculi paleae oblongae, hyalinae, tenerae, apice 3-lobae lobo mediano suborbiculari rotundato-obtusissimo. Flores radii circ. 14, neutri, ligula lanceolato-elliptica, involucri subaequilonga, 5—7 nervia, apice obtusa, supra albida et basi lutescente, subtus atropurpurea. Flores disci circ. 30, hermaphroditi, tubuloso-infundibuliformes, flavi; limbi dentes triangulari-ovati, apice obtusi et incrassati. Antherae, stylus et stigmata generis. Achaenia (florum hermaphroditorum exterorum) oblique curvato-turbinata, glaberrima, longitudinaliter striato-sulcata, apice oblique truncata; pappus e squamis 5 albis latissimis rhombico-suborbicularibus obtusissimis et 5 setis interpositis constans.

Pflanze 10—15 cm hoch. Laubblätter (mit Stiel) etwa 3 cm lang; Abschnitte \pm 4—5 mm lang, gleich der Spindel \pm $\frac{3}{4}$ mm breit. Kopfstiele 8—10 cm lang, $\frac{2}{3}$ mm dick. Hülle 7—8 mm hoch, (gepresst) bis 15 mm im Durchmesser; apikales Anhängsel der inneren Hüllblätter $2\frac{1}{2}$ mm breit. Zunge der Randblüten ca. 9 mm lang,

fast $2\frac{1}{2}$ mm breit. Krone der Scheibenblüten $3\frac{1}{2}$ mm lang; Röhre 1 mm, Zähne des Saumes ca. $\frac{3}{5}$ mm lang. Antheren (mit dem apikalen Anhängsel) $1\frac{2}{3}$ mm lang. Frucht (an der längsten Kante gemessen) 3 mm lang; grösster Querdurchmesser (der schiefen Apikalfläche) $1\frac{1}{2}$ mm. Pappusschuppen 3 mm lang, 4 mm breit.

BASUTOLAND: Quacha's Nek, endroits pierreux, 1911, Jacottet 3a (B 150); bl. XI.

SÜDAFRIKA: Belfort, 1911, Jacottet 3b; fr. XII („seconde floraison“).

U. Jacottetiana ähnelt in der Tracht der Gruppe von *U. montana* DC., *U. apiculata* DC., *U. saxatilis* N. E. Br., *U. alpina* N. E. Br. und *U. brevicaulis* Wood & Evans. Die 2 erstgenannten Arten unterscheiden sich durch die verkleinerten, zahnförmigen unteren Fiederabschnitte, *U. montana* ferner durch die stumpfen äusseren Hüllblätter und durch gestutzte Spreublätter, *U. apiculata* auch durch die kahlen, flachen, allmählich zugespitzten Laubblattzipfel. Die 3 letztgenannten Arten besitzen kahle, stark punktierte Laubblätter; *U. saxatilis* unterscheidet sich ferner durch die längere, haar- oder grannenförmige Stachelspitze der Laubblattzipfel und durch die fast linealischen (statt dreieckigen), $\frac{1}{3}$ (statt $\frac{1}{2}$) so breiten als langen äusseren Hüllblätter, *U. alpina* durch den mit Hochblättern besetzten Schaft und die an der Spitze spitz 3spaltigen Spreublätter, *U. brevicaulis* endlich durch die sämtlich stumpfen Hüllblätter.

***Ursinia* (*Sphenogyne*) *Bolusii* Thell. spec. nov.**

Planta suffruticosa? Rami (tantum suppetentes) subcylindrici, longitudinaliter striato-sulcati, pilis subadpressis flaccidis valde undulato-flexuosis albidis breviter et tenuiter arachnoideo-puberuli, dense foliati, apice in pedunculos 2—4 monocephalos divisi. Folia parva, ambitu obovata, pinnatipartita lobis remotis et distinctis, juniora parcissime arachnoideo-puberula, mox glabrescentia, vix conspicue impresso-punctata. Lobi suboppositi, plerumque 9, aequae ac rhachis anguste lineares, crassiusculi, subtus convexi usque subcarinati, supra sulcati, obtusiusculi, apice in mucronem breviter aristiformem albidum † subito contracti, inferiores brevissimi et semper simplices, summi laterales (denuo descrescentes) saepius bifidi, terminalis trifidus. Rhachis insertionem leviter dilatata. Folia summa (ad basin pedunculorum) interdum simplicia linearia integerrima. Capitula pedunculo elongato nudo vel parcissime bracteato, apice arachnoideo-tomentosulo insidentia, mediocria. Involucrum subhemisphaericum imbricatum multiseriatum glabrum. Phylla vix discolora, omnia in appendicem membranaceam

latam pallide brunneam (extremam marginem versus lutescentem) desinentia et sub appendice linea transversali recta obscurius fusca et secus margines linea longitudinali eodem colore notata; appendices concavae, exsiccatae plerumque laceratae, phyllorum interiorum ovatae apice subacuto-attenuatae. Receptaculum planum; paleae oblongae hyalinae plicato-concavae apice truncatae subintegerrimae. Flores radii circ. 20 ligulati neutri, ligula (expansa) quam involucrum conspicue longiore pallida concolore (?) elliptico-lanceolata 10—12-nervia apice obtusa. Flores disci infundibuliformi-tubiformes hermaphroditi; limbus extus glandulosus, dentibus satis profundis oblongo-ovatis obtusis apice incrassatis et glanduloso-verrucosis. Antherae, stylus et stigmata generis. Achaenia (florum disci exteriorum) subcylindrico-turbinata, longitudinaliter leviter sulcato-striata, apice truncata, basi coma pilorum longissimorum mollium flaccidorum lanosa, ceterum glaberrima. Pappi (simplicis) squamae achaenio breviores, rotundato-obovatae obtusissimae, albae, marginem versus subhyalinae.

Das vorliegende Aststück misst 25 cm mit 7—9 cm langen beblätterten Zweigen. Laubblätter 15 mm lang, grösste Breite (bezw. Spannweite) 8—9 mm; Zipfel und Spindel $\frac{2}{5}$ — $\frac{1}{2}$ mm breit, längste Zipfel (des dritten Paares von unten) \pm 5 mm lang. Kopfstiele \pm 3 cm lang, \pm 1 mm dick. Hülle 10—11 mm hoch, gepresst \pm 15 mm im Durchmesser. Zunge der Strahlblüten 17:4 $\frac{1}{2}$ mm. Krone der Scheibenblüten \pm 3 $\frac{1}{2}$ mm lang; Röhre knapp 1 mm lang, Zähne 1: $\frac{1}{2}$ mm; Antheren (mit dem apikalen Anhängsel) 1 $\frac{3}{4}$ mm lang. Frucht 3 mm lang, an der Spitze fast 1 mm dick; Pappuschuppen \pm 1 $\frac{1}{2}$ mm lang und breit.

SÜDAFRIKA: in montibus Zwartebbergen prope Avontuur, 1870, H. Bolus 2329; bl. fr. XI (von Klatt als *Ursinia paradoxa* bestimmt).

Ursinia Bolusii gehört zur Gruppe *Xerolepis* und genauer in die Verwandtschaft von *Sphenogyne pilifera* (Thunb.) Less., *Sph. scariosa* (Willd.) R. Br. und *Sph. pilifera* Ker nec Less., welche 3 Arten sich durch die zweifarbigen Strahlblüten und (ob auch die mir nur aus der Beschreibung bekannte *Sph. scariosa*?) durch den stark hervortretenden, silberweissen Rand der Hüllblatt-Anhängsel unterscheiden; *Sph. pilifera* Less. ausserdem durch die an der Spitze gezähnt-zerschlitzen Spreublätter, *Sph. scariosa* durch die Kahlheit und durch die ungeteilten Blattabschnitte, *Sph. pilifera* Ker endlich durch die allmählich zugespitzten Blattzipfel. Die in der Flora Capensis übergangene *Sph. brachyloba* Kunze, von ihrem Autor zu *Xerolepis* gestellt und nach der Beschreibung anscheinend der *U. Bolusii* recht ähnlich (vgl. auch die Abbildung im Journ. Linn. Soc. Bot. XXXVII, No. 260 [1906],

pl. 14), unterscheidet sich jedoch durch die spitzen, lanzettlichen äusseren Hüllblätter.

Dicoma (sect. *Pterocoma*) **thyrsiflora** (Klatt) Thell. **comb. nov.** Syn.:

D. Zeyheri Sonder var. *thyrsiflora* Klatt! in Bull. Herb. Boiss. IV (1896), 844.

Planta perennis. Caules complures, erecti, subcylindrici, leviter anguloso-striati, albido-arachnoideo-tomentosi, valde foliosi (foliis infra inflorescentiam circ. 20), simplices et subvirgati, apice tantum in inflorescentiam dense thyrsoidem divisi. Folia erecta, anguste obovato-oblonga, coriacea, supra viridia et subnitida (sub lente composita minute tantum papillosa), penninervia nervis lateralibus (modo bupleuroideo) per longum tractum mediano parallelis et contiguis, dein ad angulum acutissimum solutis et ante marginem dissolutis et anastomosantibus, rete irregulare et haud valde distinctum (areolis primariis oblique oblongis) formantibus, subtus albo-arachnoideo-tomentosa, apice acutiuscula et in acumen breve durum saepius curvatum abeuntia, basi attenuata vix amplectentia, margine revoluta et minute et remote repando-denticulata dentibus mucronulatis. Capitula 15—20, infima in axillis foliorum summorum subsessilia, superiora pedunculis brevibus ramosis 2—3cephalis subnudis insidentia, summa denuo subsessilia solitaria, in toto thyrsum densum pyramidato-corymbosum formantia. Capitula pro genere mediocria, ovato-ellipsoidea. Involucri phylla multiseriatim imbricata, erecto-patentia, sensim magnitudine aucta, intima denuo breviora, omnia rigida, anguste ovata, acuminata et pungenti - mucronata, inferiora (patentia vel subreflexa) anguste -, cetera sensim latius argenteo-marginata, ceterum griseo-viridia vel leviter purpureo-suffusa, margine (praesertim apicem versus) minute dentellato-scabra. Receptaculum obconicum, apice truncatum et subconcaevum, favosum marginibus areolarum elevatis et dentatis. Flores circ. 20, omnes tubulosi et hermaphroditi, lutei, inferne purpureo-suffusi. Corollae limbus tubo $2\frac{1}{2}$ -plo longior, fere ad basin in lacinias 5 lineares, apice paulum attenuato et obtusiusculo papillosas divisus. Antherae (apice longe acuminatae, basi longissime caudatae), stylus et stigmata generis. Achaenia pilis longis partim fuscis dense setosovillosa. Pappi setosi radii pluriseriati, omnes subaequales, plumosobarbati.

Stengel 45 cm hoch, am Grunde 3—4 mm dick. Grössere Stengelblätter 10—12 : 2 cm. Köpfe 2 cm lang, $1\frac{1}{2}$ cm im Durchmesser. Längste Hüllblätter 15 : 4 mm. Grubenränder des Receptaculums $1\frac{1}{2}$ mm hoch. Krone 7 mm lang (Röhre 2 mm, Saum 5 mm, seine

Zipfel $4\frac{1}{2}$ mm lang, $\frac{2}{5}$ mm breit). Antheren (mit den apikalen und den basalen Anhängseln) $6\frac{1}{2}$ mm lang. Frucht (unreif) $1\frac{1}{2}$ mm lang, ihre Haare ebenso lang. Pappusborsten 8 mm lang, ihre Fiederhaare 1 mm.

TRANSVAAL: Barberton, lower slopes, Queen's river valley, alt. 2000 m, E. E. Galpin 911; bl. IV.

D. thyrsoflora steht augenscheinlich der *D. Zeyheri* Sonder, zu der sie von Klatt als Varietät gestellt worden ist, nahe, unterscheidet sich aber von ihr durch die viel kleineren, zahlreicheren Köpfe, die viel kleineren Hüllblätter, die fast in der ganzen Länge gelben (statt purpurnen und nur aussen an der Spitze gelben) Kronzipfel und die dünneren Pappusstrahlen mit nur 1 (statt fast 2) mm langen Fiederhaaren. Nachdem die Sektion *Pterocoma* DC. in neuerer Zeit um eine Reihe von zweifellos teilweise sehr nahe verwandten Arten bereichert worden ist, scheint es angezeigt, im Interesse einer gleichmässigen Durcharbeitung die Klatt'sche Varietät zur Art zu erheben. In der Ausbildung der Köpfe erinnert sie stark an *D. membranacea* S. Moore, die sich jedoch schon durch die dünneren (häutigen), am Rande flachen, viel feiner netznervigen Laubblätter (mit durchwegs isodiametrisch-polygonalen Netzmaschen) unterscheidet.

***Sonchus delagoënsis* Thell. spec. (?) nov.**

Perennis, glaucescens, glaber. Caulis satis robustus, foliosus, simplex vel apice parce ramosus. Folia elongata, basalia pinnatilobata lobis utrinque plerumque 5 patentibus oblongo-lanceolatis obtusiusculis, margine breviter spinulosa, ceterum glabra et inermia. Folia caulina ambitu lanceolata, pinnatilobata lobis utrinque 3—1 anguste lanceolatis horizontaliter patentibus vel leviter retrorsis integris margine parce spinulosis, rhachi ab apice anguste lanceolato acutato-angustato et calloso-mucronato ad basin sensim dilatata margine remote brevissimeque spinulosa ceterum (praeter lobos) integra, basa rotundata semiamplexicauli et in ipsa insertione minute sagittata nempe utrinque dente unico triangulari-lanceolato acutissimo patente aucta. Folia summa interdum integra, e basi rotundata et ovato-lanceolata caudato-acuminata. Capitula 1—4 in apice caulis (et ramorum), pedunculo longo insidentia, magna, multi- (circ. 50-?)¹⁾ flora. Involucrum ovatum, exsiccatione compressum campanulatum, pluri- (circ. 4-) seriatum, glaberrimum vel (in statu juniore) basin versus parcissime et disperse

¹⁾ Im Interesse der Schonung des spärlichen Materials musste von der genauen Feststellung der Blütenzahl, die ohne Zerstörung eines Kopfes nicht möglich gewesen wäre, Umgang genommen werden.

arachnoideo-floccosum, phyllis exterioribus et mediis triangulari-ovato-lanceolatis herbaceo-subcoriaceis, nervo mediano distincto et basin versus subincrassato-prominente percursis, angustissime pallido-marginatis, apice obtusiusculis et leviter calloso-incrassatis, intimis (circ. 12—14) elongato-lanceolatis latius hyalino-marginatis. Flores evoluti ignoti. Corollae tubus extus apicem versus villosopubescens. Achaenia oblongo-fusiformia compressa margine obtusiuscula in utraque facie costis 5 distinctis approximatis laevibus percursa et inter costas laevia, utrinque attenuata, insertione tuberculis 4 callosis munita. Pappus copiosus niveus, setis achaenio ultra duplo longioribus flexibilibus teneribus remote et parce papilloso-denticulatis.

Pflanze 40—50 cm hoch. Stengel am Grunde 3—4 mm dick. Untere Laubblätter 12—15 cm lang, im Umriss (mit den ausgespreizten Lappen) 4—5 cm breit; Spindel in der Mitte 8—10-, am Grunde 10—15 mm breit. Fiederlappen der mittleren Stengelblätter 2—3 cm lang bei 2—3 mm Breite, jederseits etwa um ihre Länge von einander entfernt. Kopfstiele 5—7 cm lang. Hülle 20—22 mm hoch, gepresst 2—3 cm breit. Innerste Hüllblätter 2—2½ mm breit. Frucht 6 mm lang, ihre grösste Breite (über der Mitte) 1 mm. Pappushaare bis 15 mm lang.

MOZAMBIQUE: Delagoa Bay, 1890, Junod 174. Ibid., 20', 1898, Schlechter 11971; bl. I.

Die Pflanze, die von O. Hoffmann mit Fragezeichen als *S. integrifolius* Harv. (Junod 174), von Schlechter (11971) dagegen als *S. Dregeanus* DC. var. bestimmt worden ist, steht tatsächlich den genannten Arten nahe, kann aber nicht wohl mit einer derselben identifiziert werden. *S. Dregeanus*, dem unsere Pflanze durch die bläulichgrüne Färbung nahesteht, unterscheidet sich selbst in kräftigen Exemplaren (Mac Owan 531) durch die viel kleineren, ungeteilten Stengelblätter, durch noch immer etwas kleinere Köpfe und die am Grunde deutlich filzige Hülle. *S. integrifolius* (zu welcher Art ich Schlechter 3091 von Claremont rechne) differiert durch die nicht deutlich blaugrüne Färbung, die ungeteilten oder nur schwach runcinaten Laubblätter, die fast abgerundet-stumpfen Öhrchen der Stengelblätter und die gleichfalls etwas kleineren Köpfe.

Sonchus scapiformis (an *Lactuca scapiformis*?) Thell. spec. nov.

Herba perennis glanduloso-hispidula. Radix satis tenuis. Folia omnia ad basin caulis rosulatum congesta, suberecta, oblongo-oblan-ceolata, apice acuta et calloso-mucronata, basi non attenuata sessilia caulem subvaginantim amplectentia, margine inaequaliter repando-

denticulata dentibus subretrorsis calloso-mucronatis, membranacea, utrinque pilis brevibus setiformibus flavidis glanduligeris asperula, nervis conspicuis subtus prominulis reticulata. Caulis folia basalia parum (usque duplo) superans, prope basin unifoliatus (folio basilaribus simili), ceterum subnudus, superne tantum foliis reductis squamiformibus pallidis triangulari-ovatis longe caudato-acuminatis glanduloso-villosis (praesertim in inflorescentia) vestitus, in corymbum unicum terminalem densum 5—6-cephalum abiens, ubique dense breviterque brunneo-glanduloso-villosus. Capitula pedunculis brevibus mono-vel dicephalis, squamis paucis onustis, glanduloso-villosis insidentia, satis magna, anguste ovata (exsiccatione compressa subcampanulata), circ. 20-flora. Involucri phylla circ. 4-seriata, omnia triangulari-lanceolata, longe attenuato-acuminata marginibus fere rectis, extus (interiora superne tantum in parte non obtecta) glanduloso-hispidula pilis flavidis et nervo mediano (praesertim apicem versus distincto) percursa, intus glaberrima nitida sub microscopo rubro-striolata, intima margine hyalino-membranacea, exteriora herbacea, extima squamis pedunculorum similia. Flores omnes ligulati, hermaphroditi, flavi, involucrum paulo superantes. Corollae tubus extus apicem versus villosus-pubescentis; ligula linearis, tubo duplo longior, sub-4-nervis, apice truncata et breviter 5-dentata dentibus oblongo-lanceolatis obtusis apice papillosis, extus (praesertim in parte inferiore) pilis satis longis appressis villosula, intus glabra. Achaenia valde compressa, ovato-elliptica, latitudine sub-4-plo longiora, basi parum, apice quasi in rostrum brevissimum et indistinctum attenuata, (semimatura?) obscure brunneo-purpurea, utrinque nervis 5—6 longitudinalibus valde prominentibus costiformibus percursa, inter costas laevia. Pappus achaenio (subduplo) longior, copiosus, setis niveis tenuibus minute papilloso-denticulatis denticulis porrectis.

Pflanze \pm 20 cm hoch. Wurzel an der Spitze 3 mm dick. Laubblätter 10—12 cm lang, grösste Breite (über der Mitte) \pm 2 cm (am Stengelblatt $1\frac{1}{2}$ cm); Zähne $\frac{1}{2}$ — $1\frac{1}{2}$ mm hoch. Schuppenförmige Hochblätter etwa bis 1 cm lang, am Grunde 2 mm breit. Kopfstiele ca. 1— $1\frac{1}{2}$ cm lang. Hülle 15 mm hoch, 8—10 mm im Durchmesser; innere Hüllblätter (ca. 15) am Grunde 2 mm breit, äussere im Durchschnitt etwa 5 : $1\frac{1}{2}$ mm, den Grund der Köpfe einhüllend und allmählich in die Hochblätter der Kopfstiele übergehend. Ganze Krone 2 cm lang; Röhre $6\frac{1}{2}$ mm lang, Zunge $13\frac{1}{2}$: $1\frac{1}{2}$ mm, Antheren 5 mm lang. Frucht 5 mm lang, fast $1\frac{1}{2}$ mm in der grössten Breite (unter der Mitte). Pappushaare 1 cm lang.

GRIQUALAND EAST: Glen Hope, 1913, Jacottet 619 (B 699), bl. XI; croit dans l'herbe, peu commune, fleur jaune.

Die Feststellung der Gattungszugehörigkeit der neuen (bisher anscheinend weder unter *Sonchus*, noch unter *Lactuca*, noch unter *Crepis* beschriebenen) Art bereitet Schwierigkeiten, da die Ausbildung der Frucht so ziemlich auf der Grenze zwischen *Sonchus* und *Lactuca* steht, wie denn überhaupt die Abgrenzung der beiden Gattungen unsicher ist (vgl. *Lactuca nana* Baker, die von O. Hoffmann und Hiern zu *Sonchus* gestellt wird). Andererseits steht die Behaarung der neuen Art innerhalb der Gattungen *Sonchus* und *Lactuca* ganz eigenartig da und würde eher auf *Crepis* weisen, welche Gattung jedoch wegen der stark flach zusammengedrückten Früchte des *S. scapiformis* ausgeschlossen erscheint. Da die Frucht der Jacottet'schen Pflanze hinsichtlich der apikalen Verjüngung nicht schlecht mit der Abbildung derjenigen von *S. lasiorrhizus* O. Hoffm. (in Engl. Bot. Jahrb. XXX [1902], 444 [1901]) übereinstimmt (allerdings nicht in der Umrissform der — bei *S. lasiorrhizus* verkehrteiförmig-länglichen — Frucht), so glaube ich die neue Art unter *Sonchus* (im Sinne O. Hoffmann's) einreihen zu sollen.

***Crepis hypochoeridea* (DC.) Thell. comb. nov.**

Anisoramphus hypochaerideus DC. Prodr. VII (1838), 251; (*hypochoerideus*) Sonder in Harvey et Sonder Fl. Cap. III (1864/5), 530.

Hieracium polyodon Fries Epicr. Hierac. (1862), 67; Sonder l. c. (1864/5), 530.

Crepis polyodon Phillips in Ann. South Afr. Mus. XVI (1917), 171.

Dass „*Hieracium*“ *polyodon* Fr. mit seinen schnabelförmig verjüngten und bei der Reife geschnäbelten Früchten kein *Hieracium*, sondern eine *Crepis* ist, wurde bereits von verschiedenen Sammlern und Systematikern (auf Herbar-Etiquetten) bemerkt. Nach der Beschreibung ist offenkundig auch *Anisoramphus hypochaerideus* DC. mit dieser Pflanze identisch, woraus sich aus Prioritätsgründen die anscheinend noch nicht publizierte (wenigstens im Index Kewensis zurzeit nicht verzeichnete) Namenskombination *Crepis hypochoeridea* ergibt.

var. (?) ***Junodiana* (O. Hoffm.) Thell. var. nov.**

Crepis Junodiana O. Hoffmann ined. in herb. Univ. Zürich.

Planta robusta, pedalis. Caulis (ut folia) ad basin usque setosohispidus setis ad 1 mm longis flavidis, fere a basi ramosus ramis apice corymbosis. Capitula breviter pedunculata. Pedunculi dense villososetosi pilis patentibus 1½ mm longis flavidis glanduliferis et insuper parcissime griseo-puberuli. Involucra item setosa pilis basi atratis. Achaenia centralia (sine rostro 1½ mm longo) 8 mm longa.

NATAL: Howick, 1000 m, champs (pas fréquente), 1893, Junod 277 (von Klatt als *Senecio gyrophyllus* Klatt bestimmt).

Junod 277 ist zwar durch die Tracht (zusammengesetzter Gesamtblütenstand mit doldentraubigen Ästen und kurzgestielten Köpfen — im ganzen 12 Köpfe) und die langborstige Behaarung von dem gewöhnlichen Typus der *C. hypochoeridea* (Mac Owan 1989; Galpin 1027; Schlechter 3325; Tyson 1097; Wilms 647 c) auffällig verschieden; doch finden sich Anfänge zu zusammengesetzten Gesamtblütenständen auch bei vereinzelt Exemplaren des Typus, und die Verschiedenheit des Indumentes ist nicht grösser als bei den extremen Varietäten der *Cr. nicaeensis* Balbis (vgl. Thellung in Vierteljahrsschr. d. Naturf. Ges. Zürich LV [1910], 286), so dass eine spezifische Abtrennung der *C. Junodiana* nicht ratsam erscheint, umso mehr, da Wood 5224 (gleichfalls von Howick) mit dem ebenfalls langborstigen (aber mehr schwärzlichen) Indument der Kopfstiele und Hüllen und den langen, 1-köpfigen Ästen (bezw. Kopfstielen) einen Übergang darzustellen scheint. Für diese letztere Pflanze schlage ich den Namen var. **Woodii** Thell. var. nov. (foliis parce setulosus; indumento pedunculorum et involucri nigrescenti-setoso setis $1\frac{1}{2}$ —2 mm longis glanduliferis, et insuper parce griseo-puberulo) vor, während der gewöhnliche Typus als var. **genuina** Thell. var. nov. (foliis glabratis, indumento pedunculorum et involucri breviter nigrescenti-setoso pilis $\frac{1}{2}$ —1 mm [vel vix ultra] longis glanduliferis, et insuper conspicue griseo-puberulo) bezeichnet sei. Ich lege bei der Begründung dieser Varietäten (wie bei den entsprechenden Abarten der *C. nicaeensis*) das Hauptgewicht auf das Indument der Kopfstiele und Hüllen, während die Behaarung der Laubblätter und die Form des Gesamtblütenstandes von mehr sekundärer Bedeutung zu sein scheinen.

II.

Beiträge zur Kenntnis der Schweizerflora (XVIII).

Herausgegeben von HANS SCHINZ (Zürich).

Weitere Beiträge zur Nomenklatur der Schweizerflora (VII.)¹⁾

von

Hans Schinz (Zürich) und Albert Thellung (Zürich).

(Als Manuskript eingegangen am 20. April 1921.)

Dryopteris Adanson Fam. pl. II (1763), 20.

Thelypteris Schmidel Icon. pl. ed. J. C. Keller (1762), 45 ex p. et t. 10 et 13; Nieuwland in Am. Midland Nat. I (1910), 226; C. A. Weatherby in Rhodora vol. 21 No. 250 (Oct. 1919), 174, 177 — vix Adanson Fam. pl. II (1763), 20.

Neuerdings wird von amerikanischen Schriftstellern der Name *Thelypteris* Schmidel (1762) an Stelle von *Dryopteris* Adans. (1763) vorgeschlagen und verwendet. Gegen diese Voranstellung des Namens *Thelypteris* hat sich bereits † H. Woyнар (Hedwigia LVI [1915], 385, Fussn.) gewendet, und seine Gründe scheinen uns durchaus überzeugend. Ähnlich wie *Pteridium* Scop. (vgl. Vierteljahrsschr. d. Naturf. Ges. Zürich LXI [1916], 415/6), entspricht *Thelypteris* Schmidel nach der Definition in der Hauptsache der Linné'schen Gattung *Pteris*, die umzutaufen kein Grund vorlag; wenn Schmidel auch *Dryopteris*-Arten unter seine Gattung einbezogen hat, so geschah dies nur mit Vorbehalt und auf Grund ungenügender Kenntnis der betreffenden Arten.

Panicum Ischaemum Schreber ex Schweigger 1804.

Panicum lineare Krocker (1787); A. et G. (1898); O. A. Farwell in Th. Am. Midland Nat. vol. VI (1919), 49—51 — non L. nec Burmann. — *Digitaria linearis* Crépin Man. Fl.

¹⁾ I: Vierteljahrsschr. d. Naturf. Ges. Zürich LI (1906), 210—220, 489—501.
II: Bull. Herb. Boiss. 2^e sér. VII (1907), Nr. 2—7.
III: Vierteljahrsschr. d. Naturf. Ges. Zürich LIII (1908), H. IV (1909), 493—593.
IV: Ebenda LVIII (1913), 35—91.
V: Ebenda LX (1915), 337—369.
VI: Ebenda LXI (1916), 414—430.

Belg. ed. 2 (1866), 335; Rostaf. 1872; O. A. Farwell l. c. (1919), 51 — non Pers. — *Panicum humifusum* (Rich.) Kunth.

Vergl. Vierteljahrsschr. d. Naturf. Ges. Zürich LIII (1908), Heft IV (1909), 517—9 und LVIII (1913), 39. Neuerdings schlägt Oliver A. Farwell (l. c. 1919) vor, für die in Frage stehende Art den Namen *Panicum lineare* L. bzw. *Digitaria linearis* (L.) Pers. zu verwenden. Für die Identifikation der Linné'schen Spezies stützt sich der genannte Schriftsteller, da die Pflanze in Linné's Herbar fehlt und ursprünglich (1762) keine ältere Synonyme genannt werden, auf die Diagnose („*Panicum spicis digitatis subquaternis linearibus, flosculis solitariis secundis muticis. — Habitat in Indiis. — Culmi prostrati, laeves, ramosi. Spiculae lineares, rectae, angustae. Flores subtus alterni. Calycis squama exterior brevior, patens, rachi adhaerens*“), die sich nach seiner Meinung nur auf unsere Pflanze soll beziehen können. Mit dieser Auffassung können wir uns jedoch in keiner Weise einverstanden erklären. Denn wenn, wie Farwell (l. c. 49) mit Recht hervorhebt, die Zugehörigkeit des *P. lineare* L. zu *P. sanguinale* L. oder *P. filiforme* L. durch die „*flosculi solitarii*“ ausgeschlossen ist, so gilt diese gleiche Überlegung auch für unser *P. Ischaemon*, das bekanntlich gleich *P. sanguinale* und *P. filiforme* gepaarte Ährchen besitzt, auch wird man bei *P. Ischaemon* vergeblich die von Linné für sein *P. lineare* hervorgehobene absteigende äussere Hüllspelze suchen. Alle diese Merkmale stimmen vielmehr, wie auch die übrige Diagnose, leidlich zu *Cynodon Dactylon*. Man wird daher wohl nicht fehlgehen, wenn man die 1768 publizierte Abbildung des *P. lineare* L. bei Burmann fil. Fl. Ind. t. 10 fig. 3¹⁾, die Linné selbst später (Mant. II [1771], 323) zu seinem *P. lineare* zitiert, und die offenkundig — auch nach J. D. Hooker Fl. Brit. Ind. VII (1897), 289 — einer Form von *Cynodon Dactylon* entspricht, als den authentischen Typus der Linné'schen Art betrachtet²⁾. — Wir verbleiben daher für unsere Art bei der Benennung *Panicum Ischaemum* Schreber.

Setaria Pal. Agrost. (1812), 51 t. 13 fig. 3 et Fl. de l'Oware et de Benin II, 80 t. 110 fig. 2 (1818) — non Michx. 1803.

Chaetochloa Scribner 1897.

¹⁾ Nicht fig. 2, wie Burmann selbst im Text (und nach ihm Linné später) irrtümlich zitiert, was in der Folge zu schweren Missverständnissen Anlass gegeben hat.

²⁾ Die westindische Pflanze von Sloane, die Burmann und Linné (1771) zitieren, entspricht nach Hitchcock der als *Syntherisma setosa* (Desv.) Nash oder *S. digitata* (Sw.) Hitchc. bekannten Unterart des *P. sanguinale*, kann also, weil von der Diagnose des *P. lineare* L. durchaus abweichend, nicht als Typus des letztern in Frage kommen.

Vrgl. Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich LX (1915), 346—7. Neuerdings hat sich auch O. Stapf (in Kew Bull. 1920 No. 4, 124—127) für die Beibehaltung von *Setaria* Pal. ausgesprochen. *Setaria* Achar. ist schon aus dem Grunde hinfällig, weil der Name, entgegen unserer Annahme (l. c. 346), nicht für eine Gattung, sondern für eine „Tribus“ innerhalb der weitgefassten, die sämtlichen Flechten enthaltenden Linné'schen Gattung Lichen aufgestellt worden ist. Dagegen hebt Hitchcock (Contrib. U. S. Nat. Herb. vol. 22, part 3 [1920], 208) mit Recht hervor, dass die Acharius'sche „Tribus“ *Setaria* schon 1803 (also längst vor der Publikation von *Setaria* Pal.) von Michaux (Fl. Bor. Am. II, 331!) zur Gattung erhoben worden ist. Es wäre also die Flechtengattung *Setaria* (Achar.) Michx. vor der homonymen Gräsergattung *Setaria* Pal. prioritätsberechtiget; wenn wir gleichwohl für die — mindestens vorläufige — Beibehaltung von *Setaria* Pal. eintreten, so sind dafür die früher (l. c. 1915) namhaft gemachten Zweckmässigkeitsgründe massgebend. — Berichtigend sei noch bemerkt, dass das in der Literatur meistens anzutreffende Zitat für *Setaria* Pal.: „Fl. de l'Oware (1807), 80“ ungenau und bezüglich des Publikationsdatums unrichtig ist; *Setaria* findet sich nämlich nicht im 1. Bande (laut Titel 1807), sondern in dem im Zeitraum von 1808 bis 1821 erschienenen 2. Bande des genannten Werkes, und zwar (vrgl. Stapf l. c. 126) in der 17. Lieferung von 1818, so dass die erstmalige Publikation von *Setaria* in Palisot's „Agrostographie“ (1812) erfolgt ist.

Setaria verticillata (L.) Pal. Agrost. (1812), 178 [cf. *ibid.* p. 51¹⁾].

Panicum verticillatum L. Spec. pl. ed. 2, I (1762), 82. —

Cynosurus paniceus L. Spec. pl. ed. 1 (1753) 73 ex synonym., excl. descr.!, nec L. herb. — *Setaria panicea* Schinz et Thellung in Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich LIII (1908), Heft IV (1909), 519.

Wir hatten (l. c. 1909, 519/20) die Auffassung vertreten, *Cynosurus paniceus* L. (1753) sei ein Gemenge aus *Setaria viridis* (L. 1759 sub *Panico*) Pal. und *S. verticillata* (L. 1762 sub *Panico*) Pal., und es müsse nach der Abtrennung des *Panicum viride* (1759) *Cynosurus paniceus* im Sinne des 1762 aufgestellten *P. verticillatum* präzisiert und das Epitheton *paniceus* für diese letztere Art gebraucht werden; wir hielten es für ausgeschlossen, dass *Cynosurus paniceus* L. dem

¹⁾ Auf S. 51 des zitierten Werkes führt Palisot de Beauvois *Panicum verticillatum* L. unter den zur Gattung *Setaria* gehörigen Arten an; im Register S. 178 findet sich dann richtig die Kombination *S. verticillata* unter Verweis auf S. 51.

späteren *Alopecurus paniceus* L. (1762)¹⁾, zu dem Linné selbst seinen einstigen *Cynosurus* zitiert, entsprechen könnte, da Linné sicherlich einen ihm in concreto vorliegenden *Polypogon* nicht zu *Cynosurus* gestellt haben würde. Indessen macht Hitchcock (Contrib. U. S. Nat. Herb. vol. 22, part 3 [1920], 179) mit Recht darauf aufmerksam, dass Linné's Diagnose des *C. paniceus* („panicula subspicata, flosculis simplicibus biaristatis“) auf keine *Setaria*, sondern nur auf einen *Polypogon* passt; noch deutlicher geht dies, wie wir nachträglich bemerken, aus der Beschreibung des *Cynosurus paniceus* in Linné's *Flora Suecica* ed. 2 (1755), 30 hervor: „Flores in paniculam digesti, deorsum nutantes, spicam mentientes. Calyx bivalvis, oblongus aequalis compressus linearis: valvula utraque terminata Arista triplo longiore aequali.“ Es entspricht als *Cynosurus paniceus* L., neben den in der Synonymie enthaltenen *Setaria viridis* und *verticillata*, doch in erster Linie dem *Polypogon paniceus* (L.) Lag., und damit wird die von uns früher vorgeschlagene Kombination *Setaria panicea* hinfällig.

Für die Nomenklatur von *Setaria glauca* (L.) Pal. ist sehr wichtig eine äusserst ausführliche, kritische Studie von Agnes Chase: The Linnaean concept of Pearl Millet, in Amer. Journ. of Bot. VIII, No. 1 (Jan. 1921), 41—49. Die Verfasserin schlägt, entgegen unserer Auffassung (Vierteljahrsschr. d. Naturf. Ges. Zürich LXI [1916], 419—421), vor, den Namen *Panicum glaucum* L. im Sinne des „Pearl Millet“ (*Pennisetum americanum* [L.] K. Schumann) zu präzisieren und für diese Art den Namen *Pennisetum glaucum* (L.) R. Br. (sensu Stuntz) zu verwenden; unsere Art müsste dann die Bezeichnung *Setaria lutescens* (Weigel) F. Tracy Hubbard in *Rhodora* vol. 18 No. 215 (1916), 232 erhalten. Ohne die Gewichtigkeit der von der Verfasserin vorgebrachten Argumente zu verkennen, ziehen wir es doch vor, mindestens vorläufig von der erwähnten Änderung abzusehen; denn es steht zu erwarten, dass ihre Auffassung nicht ohne Widerspruch bleiben und die Diskussion vielleicht noch neue, wichtige Gesichtspunkte zu Tage fördern wird, die unter Umständen das Endresultat neuerdings modifizieren könnten.

***Oryza oryzoides* (L.) Brand** in Hallier-Wohlfarth, Koch's Synopsis ed. 3, 16. Lief. (ca. 1903), 2704; Dalla Torre et Sarnth. Fl. Tirol etc. VI, 1 (1906), 141; Schinz et Thellung in Verz. d. Säm. u. Früchte des bot. Gartens d. Univ. Zürich (Dez. 1906), 3 (nomen tantum) et in Bull. Herb. Boiss. 2^e sér. VII (1907), 104.

¹⁾ = *Polypogon monspeliensis* (L.) Desf. oder wohl richtiger = *P. paniceus* (L.) Lag. (= *P. maritimus* Willd.).

Alopecurus aequalis Sobolewski Fl. Petrop. (1799), 16.

Alopecurus fulvus Smith Engl. Bot. XXI (1805), t. 1467.

F. N. Williams (Journ. of Bot. LVI No. 666 [Jun. 1918], 189/90) beanstandet die von uns (Bull. Herb. Boiss. 2^e sér. VII [1907], 396) vorgenommene Ersetzung des bekannten Namens *A. fulvus* durch *A. aequalis*, die auch in die englische Literatur Eingang gefunden hat, mit der Begründung, dass die von Sobolewski gegebene Diagnose („aristis glumâ aequalibus“) zur Erkennung der Art unzulänglich sei. Wir geben zu, dass es von uns etwas voreilig gehandelt war, lediglich auf die Autorität Ledebour's hin, der *A. aequalis* ohne Vorbehalt in der Synonymie von *A. fulvus* führt, die genannte Namensänderung vorzunehmen, wie wir denn überhaupt, durch langjährige Erfahrung gewitzigt, jetzt die strikte Forderung für die Zukunft aufstellen möchten, dass Namensänderungen nur auf Grund gewissenhafter Autopsie und Nachprüfung der einschlägigen Literaturstellen, nötigenfalls auch des Original-Herbarmaterials, vollzogen werden dürfen. Indessen scheint uns Williams' Vorschlag, zu dem bekanntern, aber jüngern Namen *A. fulvus* zurückzukehren, doch nicht genügend begründet; denn wenn auch Sobolewski's Beschreibung in ihrer Kürze in fataler Weise an die Linné'schen Diagnosen erinnert, so enthält sie doch gerade eines der auffallendsten Unterscheidungsmerkmale gegenüber dem nächstverwandten *A. geniculatus* (nämlich die kurze Graune) und dürfte demnach als ausreichend taxiert werden. Leider konnten wir uns Sobolewski's Flora bis jetzt nicht zugänglich machen und wissen daher nicht, ob unsere Vermutung, dass die neue *Alopecurus*-Art darin im Anschluss an *A. geniculatus* aufgeführt sein dürfte, auch wirklich zutrifft.

Agrostis capillaris L. Spec. pl. (1753), 62; Hudson Fl. Angl. (1762) 27!; Leers Fl. Herborn. (1775), 20 t. IV f. 3; Hitchcock in U. S. Dept. of Agric. Bull. No. 772 (1920), 129.

Agrostis tenuis Sibth. 1794; — *A. vulgaris* With. 1796.

Vrgl. Bull. Herb. Boiss. 2^e sér. VII (1907), 396.

Gegen die Verwendung des Linné'schen Namens könnte geltend gemacht werden, dass *A. capillaris* im Laufe der Zeit von verschiedenen Autoren für sehr verschiedene Arten gebraucht worden ist. Indessen kann es, wie schon H. F. Richter (Cod. Linn. [1840], 77) mit Recht bemerkt, keinem Zweifel unterliegen, dass weitaus die nächstliegende und natürlichste Interpretation der Linné'schen Spezies diejenige im Sinne von *A. tenuis* (= *vulgaris*) ist, und da unseres Wissens die störenden Homonyme aus der neueren Literatur völlig verschwunden

sind, sehen wir keinen Grund, um nicht *A. capillaris* im ursprünglichen Sinne wieder als gültige Art einzuführen, umso mehr, da die erste eindeutige Restriktion der Art, nämlich durch Hudson (1762), im gleichen Sinne erfolgt ist. — Für gänzlich verfehlt halten wir das Vorgehen von Willkomm u. Lange, die (Prodr. fl. Hisp. I, 1 [1861], 55) den Namen *A. capillaris* im Sinne von *A. delicatula* Pourret gebrauchen; denn wenn auch nach Smith in Linné's Herbar unter *A. capillaris* ein Exemplar dieser oder einer ähnlichen glattspelzigen Art liegt, so lehrt doch ein Blick auf Linné's Diagnose («calycibus..... hispidiusculis»), dass die genannte, der Iberischen Halbinsel eigene Art unmöglich den Typus der *A. capillaris* L. darstellen kann. Es liegt eben hier jener nicht allzu seltene Fall vor, wo eine gemeine Art in Linné's Herbar fehlt und an ihrer Stelle eine abweichende Pflanze liegt, die Linné, weit entfernt, sie für den allbekanntesten Typus der Art zu halten, lediglich zu Vergleichs- und Studienzwecken daselbst untergebracht hatte (vgl. H. E. Richter Cod. Linn. [1840], XXVI und Duval-Jouve in Bull. Soc. bot. France XIII [1866], 113 Fussn. 2 und 133). — Viel eher wäre der Name *A. alba* L. Spec. pl. (1753), 63 im heute gebräuchlichen Sinne anfechtbar; denn, wie Hitchcock (l. c.) nachweist, und wie schon Linné's Standortsangabe „in Europae nemoribus“ durchblicken lässt, steckt in dieser Art nicht zum kleinsten Teil *Poa nemoralis* L., deren ein- bis wenigblütige Schattenformen leicht für eine *Agrostis* gehalten werden können. Es bedarf schon einer guten Dosis von Indulgenz, um den Namen *A. alba* im herkömmlichen Sinne zu verteidigen, und der Vorschlag von Hitchcock (l. c.), ihn durch den sehr klar gefassten Namen *A. palustris* Hudson Fl. Angl. (1762), 27! zu ersetzen, ist einer ernsthaften Erwägung wert.

Phragmites Adanson Fam. pl. II (1763), 34, 559 (excl. syn. Plin. et Bauh. et nom. gall.); Trin. Fund. Agrost. (1820), 134.

Trichoon Roth in Roemer Arch. Bot. I, 3 (1798), 37.

Vrgl. Bull. Herb. Boiss. 2^e sér. VII (1907), 396 und Vierteljahrsschr. d. Naturf. Ges. Zürich LIII (1908), H. IV (1909), 520/1, 586. — Wie neuerdings A. S. Hitchcock (U. S. Dept. of Agric. Bull. No. 772 [1920], 64) nachgewiesen hat, kann der bekannte Name *Phragmites communis* Trin. für das Schilfrohr beibehalten werden. *Phragmites* Adanson steht nämlich (l. c. 34) unter der auf S. 33 charakterisierten «III. Section. Les Poa. Poae», der ausdrücklich mehrblütige Ährchen («Tous ont plusieurs fleurs hermaphrodites») zugeschrieben werden. Im Register S. 559 findet sich der Name mit folgenden Synonymen:

PHRAGMITES. Diosk.

Saccaron. Plin.?

Saccharum. C. B.?

Arundo. Scheuz. 161.

Sucrier. Gall.

Canne à sucre. Gall.

Man hat aus dieser Stelle ableiten wollen, dass Phragmites Adanson zu Saccharum L. zu ziehen sei; indessen entspricht das erste ohne Fragezeichen angeführte Synonym (Arundo . . . Scheuchzer Agrostogr. [1719], 161!) durchaus unserm Schilfrohr, und auch die mehrblütigen Ährchen sprechen mit aller Sicherheit für die Zugehörigkeit von Phragmites Adanson zu der homonymen Trinius'schen Gattung, so dass demgegenüber die als fraglich zitierten Synonyme von Plinius und C. Bauhin und die französischen Vulgärnamen, die sich auf Saccharum (mit 1-blütigen Ährchen!) beziehen mögen, nicht ernstlich in Betracht fallen.

Koeleria vallesiana (All.) Bertol. ex Roemer et Schultes Mant. II (1824), 346 [valesiana]; *K. Vallesiana* Ascherson et Graebner Syn. d. mitteleur. Fl. II, 1, 354 (1900) „comb. nov.“

Festuca splendens Pourret in Act. Toul. III (1788), 319. — *Koeleria splendens* G. Cl. Druce in Journ. of Bot. XLIII (1905), 313 — non Presl 1820. — *Aira valesiana* All. Auct. fl. Pedem. (1789), 40. — *Aira valesiaca* Suter Fl. Helv. I (1802), 40. — *Koeleria valesiaca* Gaudin Agrost. Helv. I (1811), 149 et auct. plur.

Die von Druce (l. c.) vorgeschlagene Kombination *K. splendens* ist unanwendbar wegen der Existenz eines ältern, allgemein als gültig angesehenen Homonyms: *K. splendens* Presl Cyp. et Gram. Sic. (1820), 34. In der Synonymie der letztern Art findet sich wohl (mit einigen Zweifeln) ein älterer Name: *Poa nitida* Savi Bot. Etrusc. II (1815), 51 [non Lam. Illustr. I (1791), 182¹⁾]; aber da derselbe auf einer Umdeutung bzw. auf falscher Interpretation eines bereits bestehenden Namens — Savi zitiert selbst als Autor: „*Poa nitida* Enc.“ (nach freundlicher Mitteilung von Prof. Dr. A. Béguinot) — beruht, kann

¹⁾ Diese wird von Domin (Monogr. *Koeleria* in Bibl. Bot. Heft 65 [1907], 176) zu *K. gracilis* Pers. (1805) gezogen, kann aber nicht gut zur Bildung einer neuen, gültigen Kombination für die letztere Art verwendet werden, da bereits eine nordamerikanische *K. nitida* (Nutt. 1818 pro var. *K. cristatae*) Domin l. c. 229 (pro subspec. *K. gracilis*) existiert. Zudem betrachten wir mit Ascherson u. Graebner (l. c. 1900, 354) *K. gracilis* als Unterart der *K. cristata* (L. 1753 sub *Aira*) Pers., und in dieser Rangstufe hat die Pflanze nach Art. 49 der Nomenklaturregeln unter allen Umständen den Namen ssp. *gracilis* zu behalten.

er nach unserer Meinung nicht als „gültig“ im Sinne der Regeln und folglich auch nicht als prioritätsberechtigigt zur Bildung einer neuen Kombination betrachtet werden, sondern *K. splendens* Presl bleibt zu Recht bestehen.

Puccinellia Parlat. Fl. Ital. I, 2 (1850)¹⁾, 366.

Poa B. (*Atropis*) Trin. Gram. Suppl. („1835“), 60, 64 in Mém. Acad. sc. Pétersb. 6^e sér. (sc. mat. phys. et nat.) IV, 2 (1838) Bot. — *Poa* sect. *Atropis* Trin. ap. Rupr. Beitr. Pfl. k. Russ. Reichs, II. Fl. Samojed. (1845), 61, 64. — *Atropis* Rupr. ex Griseb. in Ledeb. Fl. Ross. IV (1853), 388.

Wie neuerdings Fernald u. Weatherby (*The Genus Puccinellia* in Eastern North America; *Rhodora* XVIII No. 205 [Jan. 1916], 1—2) und O. R. Holmberg (*Släket Puccinellia* Parl. i Skandinavien; *Bot. Notiser* 1916, 251—254) gezeigt haben, kann der in den mitteleuropäischen Floren gebräuchliche Gattungsname *Atropis* nicht als solcher aufrecht erhalten werden, da er in der ersten Publikation (l. c. 1845) lediglich als Sektionsname figuriert. Trinius äussert wohl gelegentlich im Text die Meinung, dass die von ihm aufgeführten Sektionen vielleicht eigene Gattungen seien („ . . . from the condition of the glumes perhaps a series of genera as follows: *Dupontia* *Poa*, *Atropis*“ [zitiert nach Fernald u. Weatherby l. c. 2]); doch kann nach Art. 37 und 38 diese gelegentliche Erwähnung (gleichsam in der Synonymie) nicht als gültige Publikation betrachtet werden. Als gültiger Gattungsname figuriert *Atropis* Rupr. erst bei Grisebach l. c. 1853); inzwischen war aber (1850) durch Parlatore die Gattung *Puccinellia* rechtsgültig publiziert worden.

Unsere Art hat folglich zu heissen:

Puccinellia distans (L.) Parlat. Fl. Ital. I, 2 (1850), 367.

Poa distans L. Mant. I (1767), 32. — *Glyceria distans* Wahlenb. Fl. Upsal. (1820), 36. — *Festuca distans* Kunth Enum. I (1833), 393. — *Atropis distans* Griseb. in Ledeb. Fl. Ross. IV (1853); 388²⁾.

Pholiurus Trin. Fund. Agrost. (1820), 131.

Lepturus Trin. Fund. Agrost. (1820), 122 pro parte et auct. rec. plur. — non R. Br.

¹⁾ Nicht 1848, wie auf dem Titel des ersten Bandes steht und wie meistens zitiert wird.

²⁾ Der Index Kewensis gibt als Autor dieses Namens an: „Rupr. Fl. Samoj. 64“, wo sich die betreffende Kombination jedoch nicht findet.

Wie A. S. Hitchcock (U. S. Dept. of Agric. Bull. No. 772 [1920], 105/6) mit Recht hervorhebt, entspricht *Lepturus* R. Br. Prodr. fl. Nov. Holl. I (1810), 207 ursprünglich der durch das Vorkommen einer einzigen Hüllspelze pro Ährchen ausgezeichneten Gattung *Monerma* Pal. Agrost. (1812), 116 t. 20 f. 10¹⁾. Trinius hat dann (l. c. 1820) den Umfang der Gattung erweitert, indem er auch Arten mit 2 Hüllspelzen (*L. incurvatus* [L.] Trin. = *L. incurvus* [L.] Druce und *L. filiformis* [Roth] Trin.) darin einbezog. Werden nun, wie dies neuerdings allgemein geschieht, die beiden Gattungen wieder getrennt, so ist es nach Art. 45 der Internationalen Nomenklaturregeln klar, dass der Name *Lepturus* nur im ursprünglichen Sinne für *Monerma*, nicht aber, wie dies in der neueren Literatur fälschlich üblich ist, für die Arten mit 2 Hüllspelzen beibehalten werden kann; für *Lepturus* auct. rec. hat vielmehr *Pholiurus* Trin. sens. ampl. (em. Hitchcock l. c. 105) einzutreten. Die bei uns verschleppt vorkommende Art, die wir für von *Ph. incurvus* (L. 1753 sub «*Aegilops*») Schinz et Thellung **comb. nov.** (= *Lepturus incurvus* Druce List Brit. pl. [1908], 85 = *L. incurvatus* [L. 1763 sub «*Aegilops*») Trin. = *Ph. incurvatus* Hitchcock l. c. 106) spezifisch verschieden halten, hat den Namen *Ph. filiformis* (Roth) Schinz et Thellung **comb. nov.** (= *L. filiformis* [Roth] Trin.) zu erhalten.

Trichophorum pumilum (Vahl) Schinz et Thellung **comb. nov.**

Scirpus pumilus Vahl Enum. pl. II (1806), 243. — *Isolepis pumila* Roemer et Schultes Syst. veget. II (1817), 106. — *Scirpus alpinus* Schleicher in Gaudin Fl. Fl. Helv. I (1828), 108 — [non *Trichophorum alpinum* (L.) Pers.]. — *Limnochloa alpina* Rchb. Fl. Germ. excurs. sect. 1 (1830), 140¹¹⁾. — *Isolepis oligantha* C. A. Meyer „*Cyperaceae novae iconibus illustratae* (1825)²⁾“ in Mém. prés. Acad. imp. Sc. Pétersb. par div. Sav. I (1831)²⁾, 197—198, Tab. I! — *Trichophorum oliganthum* Fritsch Ex-

¹⁾ Die Gattungen *Lepturus* R. Br. und *Monerma* Pal. sind beide in erster Linie auf die Art *Rottboellia repens* Forster begründet. Dazu erwähnt R. Brown noch als fragliche Arten *R. incurvata* L. und *R. filiformis* Roth, deren Zugehörigkeit zur Gattung *Lepturus* er wegen des Vorkommens einer zweiten Hüllspelze selbst stark in Zweifel zieht.

²⁾ Das von uns früher (1913) aus der Literatur kopierte Datum 1825 ist unrichtig; wohl ist die Abhandlung im Jahre 1825 der Akademie vorgelegt worden («*Conventui exhib. die 9 Novembris 1825*»), aber die endgültige Publikation erfolgte laut Titelblatt der «*Mémoires*» erst 1831. Durch diese Feststellung erweist sich übrigens *Is. oligantha* (1831), weil jünger als *Scirpus alpinus* (1828), als totgeborener Name.

kursionsfl. Oesterr. ed. 2 (1909), 87; Schinz et Thellung in Vierteljahrsschr. der Naturf. Ges. Zürich LVIII (1913), 42. — *Isolepis elongantha* (sic!) C. A. Meyer in Ledeb. Fl. Alt. I (1829), 64. — *Eleogiton elongantha* Dietr. Spec. pl. II (1833), 96. — *Trichophorum atrichum* Palla in Engler's Bot. Jahrb. X (1889), 296. — *Scirpus atrichus* Lindman Svensk Fanerogamfl. (1918), 117.

Vrgl. Vierteljahrsschr. a. a. O. (1913), wo wir aus Unkenntnis des ältesten Namens *S. pumilus* Vahl die Kombination *T. oliganthum* (C. A. Meyer) Fritsch als gültig verwendet hatten. Vahl's Spezies, auf die uns Herr Hans Stiefelhagen in Dresden aufmerksam gemacht, ist folgendermassen beschrieben: „..... squamis duabus infimis subaequalibus spica brevioribus, culmis tetragonis setaceis, vaginis aristatis. — Habitat in Helvetia. Colmann. 4. — Radix fibrosa. Culmi bipollicares. Vaginae in aristam semiunguicularem subfoliaceam desinentes, squamis non interstictae. Spica tri-quadriflora obtusa: squamae ovatae, acutae, nitidae. Stylus basi aequalis. Semen obovatum, obtuse trigonum, laeve. Setae nullae.“ Die Art selbst steht unmittelbar hinter *Scirpus caespitosus*, der von Vahl (S. 242/3) folgendermassen charakterisiert wird: „squamis infimis spicam aequantibus, culmis teretibus, vaginis aristatis, radicibus squamula interstictis. — Culmi copiosissimi, digitales vel altiores. Vaginae oblique truncatae; interstictae squamis plurimis, ovato-lanceolatis, membranaceis, nervosis, pallide fuscis. Spica parva, pauciflora, rufa. Squamae duae infimae longitudine spicae. Semen et setae minutae“. Kunth, der (Enum. pl. II [1837], 188) Vahl's Pflanze gesehen hatte, verwendet den Namen *Isolepis pumila* als gültig mit dem Synonym *I. oligantha* C. A. Meyer und *Eleogiton elongantha* Dietr. und der veränderten Diagnose „repens“. Die gleiche Synonymie wird auch von K. Richter (Pl. Europ. I [1890], 137) und vom Index Kewensis akzeptiert, die beide *S. pumilus* als gültigen Namen anwenden; der Index Kewensis setzt ausserdem auch *Scirpus alpinus* Schleicher, der bei Kunth (l. c.) fehlt und bei Richter (l. c. 139) als besondere Spezies figuriert, = *S. pumilus*. Tatsächlich passt Vahl's Beschreibung, zumal im Vergleich mit derjenigen von dessen *S. caespitosus*, recht gut auf die als *Scirpus alpinus* oder *Trichophorum atrichum* bzw. *oliganthum* bekannte Pflanze; jedenfalls kommt keine andere schweizerische Art in Betracht. Bedenken könnte noch der Umstand erwecken, dass Vahl seiner Pflanze keine Ausläufer zuschreibt; tatsächlich fehlen dieselben jedoch bei *T. atrichum* (*oliganthum*) im Herbarium oft (vrgl. z. B. die Beschreibung [„rasig“] und die Abbildung [ohne Ausläufer!] des *S. alpinus* bei

Reichenbach Deutsche Fl. Cyperoid. [1846], 36 t. CCC fig. 709!). Abgesehen von diesem einen Punkt stimmt Vahl's Diagnose sogar erheblich besser mit unserer Schweizerpflanze überein als die Original-Beschreibung und -Abbildung der *Isolepis oligantha*. Wir tragen daher kein Bedenken, *Scirpus pumilus* Vahl, der in Nyman's *Conspectus* und in Ascherson u. Graebner's *Synopsis* völlig übergangen wird, für den ältesten Namen der in Frage stehenden *Trichophorum*-Art zu erklären und die entsprechende neue Kombination zu bilden.

Carex ericetorum Pollich var. [1] *alpina* Hagenb. Fl. Basil. Suppl. (1843), 189.

Carex approximata All. Fl. Pedem. II (1785), 267, non Willd. nec Hoppe. — *Carex ericetorum* b) *approximata* Richter Pl. Europ. I (1890), 157. — *Carex membranacea* Hoppe in Sturm Deutschl. Fl. Heft 61 (1835). — *Carex ericetorum* β *membranacea* Koch Syn. Fl. Germ. Helv. ed. 2, II (1844), 876.

Hagenbach hat (l. c.) offenbar als erster die beiden meist als Gebirgs- bzw. Ebenenrasse von *C. ericetorum* aufgefassten Formen mit dem Range von Varietäten (1. *alpina*, 2. *planitiei*) benannt, und die von ihm gewählte Nomenklatur muss daher, sofern man überhaupt an der Scheidung der beiden Sippen festhalten will (vrgl. hierüber besonders O. Naegeli in Ber. Zürch. Bot. Ges. XIII [1917], 57—58), zu Recht bestehen bleiben.

Sisyrinchium angustifolium Miller Gard. Dict. ed. 8 (1768), n. 2.

Sisyrinchium Bermudiana L. Spec. pl. (1753), 954 ex p. (excl. var. β); O. Farwell in Mem. Torrey Bot. Club XVII, 82—83 (Jun. 1918) et in Journ. of Bot. LVI, No. 669 (Sept. 1918), 271—272 — non Miller (1768) nec auct. rec. plur. (quod = *S. iridioides* Curtis Bot. Mag. III [1790], t. 94 [1. IX. 1789]).

Wie Farwell (l. c.) mit Recht hervorhebt, entspricht der Typus des Linné'schen *S. Bermudiana* nach Beschreibung und Synonymen der als *S. angustifolium* Miller bekannten Pflanze, während die (unbenannte) var. β sich mit *S. Bermudiana* Miller et auct. rec. (= *S. iridioides* Curtis) deckt. Der genannte Verfasser schlägt daher vor, den Namen *S. Bermudiana* L. (in seiner ursprünglichen, aber vom gegenwärtigen Gebrauche abweichenden Bedeutung) für *S. angustifolium* Miller einzusetzen. Wir möchten dagegen den schon früher in den analogen Fällen von *Setaria glauca*, *Salix arbuscula*, *Euphorbia hypericifolia* und *Doronicum Pardalianches* (vrgl. Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich LVIII [1913], 88—89 und LXI [1916], 420) vertretenen

Standpunkt geltend machen, dass bei der Aufteilung komplexer Linné'scher Sammelspezies der erste Autor, der die Zerlegung vornahm, hinsichtlich der Beibehaltung des Artnamens für die eine oder andere der von Linné ausdrücklich zu einer Art vereinigten Teilspezies volle Freiheit besass und keineswegs genötigt war, der an erster Stelle stehenden Teilspezies den Artnamen zu belassen, und dass die von ihm getroffene Wahl für alle Zukunft massgebend ist und nicht wieder rückgängig gemacht werden kann (vgl. Art. 47 der Internationalen Nomenklaturregeln). Wir empfehlen daher den Fachgenossen die Beibehaltung der von Miller gewählten Benennungen der beiden fraglichen *Sisyrinchium*-Arten, umso mehr, da die Einführung von *S. Bermudiana* in einem vom herkömmlichen abweichenden Sinne (*nomen confusum!*) zu schweren Unzuträglichkeiten führen müsste und daher schon aus Opportunitätsgründen (vgl. Art. 51, Al. 4) zu verwerfen ist.

Salix livida Wahlenb. Fl. Lapp. (1812), 272 et auct. plur.

Salix depressa Fries Novit. fl. Suec. ed. 2 Mant. I (1832), 56 [cit. sec. Koch]; Koch Syn. fl. Germ. Helv. ed. 1, II (1837), 652, ed. 2, II (1844) 751; O. v. Seemen in A. et G. Syn. IV, 115 (1909) et auct. nonnull. — non L. — *Salix Starkeana* Ledeb. Fl. Alt. IV (1833), 274; C. K. Schneider in Oesterr. Bot. Zeitschr. LXVI (1916), 115 — an Willd.? — *Salix vagans* Andersson in Öfs. K. Vetensk. Akad. Förh. 1858, 121 et *Salic. Bor. Am.*, p. 15 in Proc. Am. Acad. IV (1858), 61.

S. depressa L. Fl. Suec. ed. 2 (1755), 352 ist nach Enander und C. K. Schneider (l. c., 1916) in der Hauptsache (nach dem Zitat aus der Flora Lapponica) eine Form von *S. caprea* L. und begreift auch noch hybride Formen. Die Haller'sche „*Salix folio subrotundo, acuminato, integerrimo, subtus sericeo*“ (Enum. stirp. Helv. indig. [1742], 154 n. 16), von Linné an zweiter Stelle als „*S. folio*¹⁾ *rotundo acuminato integro subtus sericeo*“ zitiert und von Haller später (Hist. stirp. indig. Helv. II [1768], 310 n. 1651) als „*S. foliis integerrimis, ovato lanceolatis, subtus sericeis, julis ovatis*“ aufgeführt, ist nach dem Synonym *S. latifolia rotunda* C. Bauhin, nach der Angabe des Vorkommens („in dumetis frequens“) und der Beschreibung, sowie auch nach dem Zeugnis Gaudin's (Fl. Helv. VI [1830], 239), eine Form von *S. Caprea* L., keineswegs aber, was C. Schneider (l. c. 115) für möglich hält, die in der Schweiz gar nicht vorkommende *S. depressa* auct.

¹⁾ Nicht „foliis“, wie C. Schneider l. c. (1916), 115 unrichtig reproduziert.

Was den von C. K. Schneider (l. c.) als Ersatz für die zu verworfende *S. depressa* auct. vorgeschlagenen Namen *S. Starkeana* Willd. Spec. pl. IV, 2 (1806), 677 betrifft, so ist nach Ad. Toepffer (Oesterr. Bot. Zeitschr. LXVI [1916], No. 10—12 [VII. 1917], 401) seine Bedeutung zu unklar, als dass sich seine Voranstellung empfehlen würde; was in den Herbarien als *S. Starkeana* geht, ist allermeist *S. aurita* \times *livida* f. *super-livida*, und auch Willdenow's Originalpflanze dürfte mit grösster Wahrscheinlichkeit dieser Kombination entsprechen.

An der gleichen Stelle (S. 112—116) spricht sich C. Schneider auch für die Ersetzung des Namens *S. arbuscula* auct. durch *S. formosa* Willd. und von *S. nigricans* Sm. durch *S. myrsinifolia* Salisb. aus. Wir verweisen demgegenüber auf unsere früher gegebene, dem Verfasser offenbar unbekannt gebliebene Begründung der Beibehaltung der beanstandeten Namen (Vierteljahrsschr. d. Naturf. Ges. Zürich LVIII [1913], 50—53 und 88—89) und auf die zustimmenden Ausführungen von Ad. Toepffer (l. c. 1917, 400—401).

Statt *S. appendiculata* Vill., welcher Name ihm in seiner Bedeutung zu wenig sicher erscheint, möchte Ad. Toepffer (l. c. 1917, 401—402), entgegen unserm Vorschlag (Vierteljahrsschr. d. Naturf. Ges. Zürich LVIII [1913], 49), den Namen *S. grandifolia* Ser. vorgezogen wissen. Ohne die Richtigkeit der von Toepffer vorgebrachten Argumente bestreiten zu wollen, halten wir seine Schlussfolgerung doch für zu rigoros und glauben an unserm frühern Standpunkt festhalten zu müssen.

Ulmus.

In einem Artikel „Über die richtige Benennung der europäischen Ulmen-Arten“ (Oesterr. bot. Zeitschr. LXVI [1916], 65—82) schlägt C. Schneider vor, den Namen *U. scabra* Miller (1768) durch *U. glabra* Hudson (1762) und *U. campestris* L. (1753, em. Hudson 1762) durch *U. foliacea* Gilib. (1792) zu ersetzen. Wir haben uns schon früher (Bull. Herb. Boiss. 2^e sér. VII [1907], 177 und Vierteljahrsschr. d. Naturf. Ges. Zürich LVIII [1918], 56) für die Beibehaltung der von C. Schneider angefochtenen Namen ausgesprochen und glauben, da inzwischen keine neuen Gesichtspunkte zu Tage getreten sind, lediglich auf unsere früheren Begründungen verweisen zu dürfen. Vrgl. auch Alfr. Rehder in Mitteil. Deutsch. Dendrol. Ges. 1915, 215, 218, der die Namen *U. glabra* Hudson und *U. nitens* Mönch vorschlägt.

Melandryum Röhl. [Deutschl. Fl. ed 2¹), II (1812), 274 sub „*Melandrium*“, nomen!] corr. Rehb. Handb. (1837), 298.

¹) nicht ed. 1 (1794), wie oft zitiert wird; hier findet sich der Name nicht!

Physocarpus Necker Elem. II (1790), 164 — non *Physocarpus* Maxim. 1879 (nomen conservandum!).

Wiewohl der Name *Physocarpus* Necker, der meist zu *Lychnis* gezogen wird, in evidenter Weise die Priorität vor *Melandryum* hat, empfiehlt sich doch seine Voranstellung nicht, da 1. eine zwar jüngere, aber als gültig angenommene und auf der Liste der «nomina conservanda» figurierende Gattung *Physocarpus* besteht, deren Name wegen allzu grosser Ähnlichkeit Verwirrung stiften würde, und da 2. *Physocarpus* ein gänzlich in Vergessenheit geratener Name ist, der unseres Wissens noch nie in binärer Verbindung mit Artnamen gebraucht worden ist, und dessen Wiedererweckung keinerlei Vorteile bringen würde. Zur Vermeidung jeglicher Unsicherheit schlagen wir vor, *Melandryum* auf die Liste der «nomina conservanda» zu setzen. — Was schliesslich noch die Orthographie *Melandryum* bzw. *Melandrium* anbetrifft, so ist die erstere sprachlich zweifellos richtiger (die von Wittstein angenommene Benennung nach dem Italiener *Melandri* hat wenig Wahrscheinlichkeit für sich), und es empfiehlt sich die von Reichenbach vorgenommene Korrektur, die deswegen zulässig ist, weil Röhling die Gattung ursprünglich (1812) ohne Beschreibung, nur unter Anführung der dazu gehörigen Arten, aufgestellt hat, was nach Art. 38 der Nomenklaturregeln keiner rechtsgültigen Publikation entspricht.

Melandrium diacum (L.) *Simonkai* Enum. Fl. Transsilv. (1886), 129; Schinz et Thellung in Bull. Herb. Boiss. 2^e sér. VII (1907), 179.

Minuartia rostrata (Clairv.) Rehb. (1842).

Arenaria fasciculata β *rostrata* Pers. (1805). — *Sabulina rostrata* Rehb. (1832). — *Alsine rostrata* Fenzl (1833). — *Alsine mucronata* Gouan (1773) — non L. (1753). — *Minuartia mucronata* Schinz et Thellung (1907).

Vrgl. Briquet Prodr. fl. corse I (1910), 533; Schinz et Thellung in Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich LVIII (1913), 58; Ascherson et Graebner Synopsis V, Lief. 95 (1918), 723. Hinzuzufügen sind die 2 wichtigen Synonyme: 1. *Arenaria rostrata* [Pers. ex Schleicher Cat. 1807 p. (7), cit. sec. Wilczek in litt. (nomen); Pers. ined. ex Murith Guide Bot. Valais (1810), 53! (nomen)] Clairv.! Man. Herbor. (1811), 149!; 2. *Arenaria mutabilis* Lapeyr. Hist. pl. Pyrén. (1813), 256 et herb. (teste Clos Rev. comp. Herb. et Hist. abr. Pyr. de Lepeyr. [1857], 38 [cit. sec. Briquet in litt.] et testib. Timbal

et Loret sec. Bubani Fl. Pyren. III [ed. Penzig 1901], 47). Ohne das Bestehen der *A. rostrata* Clairv. (1811) müsste die Art *M. mutabilis* (Lapeyr. 1813 sub *Arenaria*) genannt werden, da Persoon selbst, entgegen manchen Literaturzitatzen (so auch im Index Kewensis), seine *A. rostrata* nicht als Art, sondern als Varietät der *A. fasciculata* aufgestellt hat.

Minuartia capillacea (All.) Ascherson et Graebner Synopsis V, Lief. 95 (1918), 767.

Arenaria capillacea All. Fl. Pedem. II (1785), 365 t. 89 fig. 2. — *Sabulina capillacea* Rchb. Ic., deutsche Ausg. III (1842/3), 87. — *Alsine capillacea* Beck in Glasnik Muz. Bosn. Herceg. XVIII (1906), 493. — *Alsine Bauhinorum* J. Gay in Gren. et Godron Fl. France I, 1 (1847), 253. — *Arenaria laricifolia* L. Spec. pl. ed. 1 (1753), 424 ex p. (quoad syn. Hall. ex p.); Gren. in Mém. Soc. Émul. Doubs I (1841), 33 t. I fig. 2 — non Jacq. nec All. nec Vill. nec *Alsine laricifolia* auct. nec *M. laricifolia* auct. — *Alsine laricifolia* Crantz Instit. II (1766), 407 ex p.; Pospichal Fl. Oesterr. Küstenl. I (1897), 431 — non Wahlenb. — *Sabulina laricifolia* Rchb. Fl. Germ. excurs. sect. 3 (1832), 789. — *Wierzbickia laricifolia* Rch. Ic. fl. Germ. Helv. V (1842), 30 t. CCXII fig. 4933. — *Alsine laricifolia* β *glandulosa* Koch Syn. fl. Germ. Helv. ed. 1, I (1835), 113. — *Arenaria striata* L. Amœn. acad. IV (1759), 315 ex p. (quoad syn. Bauh.); Vill. Hist. pl. Dauph. III (1789), 638 t. 47 fig. 6 — non L. Cent. II. pl. (1756), 17 nec L. herb. — *Alsine striata* Crantz Instit. II (1766), 408 (!) ex minima p. ?; Caruel Suppl. Prodr. fl. Tosc. (1866), 18 — non Gren. — *Arenaria laricifolia* β *striata* Ser. in DC. Prodr. I (1824), 404. — *Arenaria montana* All. Fl. Pedem. II (1785), 112 — non L. (nec *Minuartia montana* L.). — *Arenaria liniflora* auct. nonnull.: ad ex. Hegetschw. in Suter Fl. Helv. ed. 2, I (1822), 314 [et *A. laricifolia* ibid. 312 ex p. quoad loc. Thuiry]; Gaudin Fl. Helv. III (1818), 201 — non Murray Syst. veget. ed. 13 (1774), 355 nec L. fil. Suppl. (1781), 241. — *Alsine liniflora* Hegetschw. Fl. Schweiz fasc. 2 (1838—39), 421 et auct. Helv. mult. — *Minuartia liniflora* Schinz et Thellung in Bull. Herb. Boiss. 2^e sér. VII (1907), 403.

Der seit Hegetschweiler in den Schweizerflore gebräuchliche Speziesname *liniflora* kann leider für unsere Art nicht beibe-

halten werden. Zunächst ist mit Beck (l. c. 1906) und Graebner (l. c. 1918, 768) festzustellen, dass eine „*Arenaria liniflora* L. Spec. pl. ed. 2, I (1762), 607“, wie viele Schriftsteller (und auch der Index Kewensis) zitieren, nicht existiert; sie erscheint vielmehr erst bei Murray (l. c. 1774) und Linné dem Jüngern (l. c. 1781), und zwar mit einer Diagnose (*calycis foliolis lanceolatis bistriatis* Differt ab *A. grandiflora calyce foliolis non multistriatis*), die, wie Beck (Ann. Naturhist. Hofmus. Wien VI [1891], 326) hervorhebt, die Zugehörigkeit zu unserer Spezies ausschliesst. Als ältester Name für dieselbe käme zunächst *Arenaria laricifolia* L. (1753) in Betracht, eine Kollektivspezies, deren allzu vage Diagnose (l. c. 424: *foliis setaceis, caule superne nudiusculo, calycibus subhirsutis*) eine sichere Erkennung der Art nicht zulässt, und die in der Form des Haller'schen Synonyms (*Alsine foliis fasciculatis, petiolis simplicibus, calyce hirsuto* Haller Enum. meth. stirp. Helv. indig. [1742], 388) die beiden als *M. liniflora* und *M. laricifolia* (auf die erstere bezieht sich der zuerst genannte Fundort „Thuri“ = Reculet, auf die letztere die Fundorte Silsersee und zwischen Faido und Airolo) bekannten Arten enthält, während das Synonym *Lychnoides, juniperi folio, perennis* Vaillant Bot. Paris. (1727), 121 ¹⁾ [= *Arenaria laricifolia* Thuill. Fl. Paris ed. 2 (1799), 219 quoad syn. Vaill. et loc.] zu *Arenaria grandiflora* L. und endlich Linné's Herbarexemplar nach Rouy et Foucaud Fl. France III (1896), 270 zu *Min. setacea* (Thuill.) Hayek gehört! Da nun, wie gleich zu zeigen sein wird, *Arenaria striata* L. in der ersten Fassung (1756) vollständig der *Min. laricifolia* auct. rec. entspricht, könnte man daran denken, *Aren. laricifolia* L. (ex p.) im Sinne der *Min. liniflora* auct. rec. zu verwenden und für *Min. laricifolia* auct. rec. das Epitheton *striata* einzusetzen, wie denn tatsächlich die *Sabulina striata* Rchb. Fl. Germ. excurs. sect. 3 (1832), 789 [= *Wierzbickia striata* Rchb. Ic. fl. Germ. Helv. V (1842), 30 t. CCXI fig. 4932 = *Alsine striata* Gren. in Mém. Soc. Émul. Doubs I (1841), 33 t. I fig. 1; Gren. et Godron Fl. France I, 1 (1847), 253 = *Minuartia striata* Mattfeld in Ascherson et Graebner Synopsis V, 1, Nachtr. 940 (1919)] der *M. laricifolia* auct. und die *Sabulina* (*Wierzbickia*) *laricifolia* Rchb. der *M. liniflora* auct.

¹⁾ Vaillant's Pflanze ist nach der Beschreibung [excl. syn.!), in der von einer 5- oder 6-zähligen Kapsel die Rede ist, jedenfalls keine *Minuartia*, sondern offenbar die am angegebenen Fundort (Fontainebleau) tatsächlich vorkommende *Arenaria grandiflora* L. Mit grösster Wahrscheinlichkeit gehört zu Vaillant's *Lychnoides juniperi folio* die Abbildung Fig. 1 auf Taf. 4 des gleichen Werkes, die den (in dem [posthum herausgegebenen!] Text nirgends zu findenden) Namen *Alsine saxatilis, juniperi folio* trägt, und die Thuillier (Fl. Paris ed. 2 [1799], 218) zu seiner *Arenaria juniperina* [non L.!] zitiert.

entspricht. Wir halten jedoch eine derartige Änderung für untunlich; denn *Arenaria laricifolia* L. ist schon 1775¹⁾ von Jacquin (Fl. Austr. III, t. 272), 1785 von Allioni (Fl. Pedem. II, 113) und 1789 von Villars (Hist. pl. Dauph. III, 629 t. 47) übereinstimmend im Sinne der *M. (Alsine) laricifolia* auct. präzisiert und für die Zukunft festgelegt worden, so dass eine nachträgliche Änderung der Bedeutung des Namens (im Sinne von Reichenbach) zu schweren Unzuträglichkeiten führen müsste und folglich praktisch undurchführbar würde; vielmehr müsste der älteste Name *laricifolia* gänzlich verschwinden, was mit Art. 44 der Nomenklaturregeln nicht gut in Einklang zu bringen ist, und wozu unseres Erachtens auch kein zwingender Grund vorliegt. Wir schlagen daher vor, bei dem Namen *M. laricifolia* im herkömmlichen Sinne zu verbleiben.²⁾

Was für eine Bewandnis hat es nun mit *Arenaria striata* L., die von Villars im Sinne von *M. liniflora* auct., von Reichenbach und Grenier dagegen im Sinne von *M. laricifolia* auct. interpretiert worden ist?³⁾ In der „Centuria II plantarum“ (1756) figuriert die Art mit einer Beschreibung („foliis linearibus erectis, calycibus oblongis striatis Radix perennis Folia opposita, linearia, crassiuscula, subtus convexa, nuda, acutiuscula, erectissima Calyces oblongi ut in Cerastiis. Petala 5, oblonga, integra, calyce duplo longiora“), die ebenso gut auf *M. laricifolia* wie auf *M. liniflora* auct. passt, und mit einem Synonym von Burser: *Caryophyllus saxatilis, polygони minoris folio & facie*. Burs. XI. 129. Diese Burser'sche Pflanze wird von Linné schon früher (*Plantae Martino-Burserianae* [1745], in *Amoen. acad.* I [1749], 158/9 unter Vol. XI No. 126) als „CARYOPHYLLUS saxatilis, polygони minoris foliis & facie, floribus albis

¹⁾ *Stellaria laricifolia* Scop. Fl. Carn. ed. 2, I (1772), 317 tab. 18! ist kaum klarer als die von Scopoli als Synonym zitierten *Arenaria laricifolia* L. und die Haller'sche Pflanze; in der Eigenbeschreibung des Autors («Calyces modice villosi, tenues, acuti, capsula longiores») scheint die kurze Kapsel Frucht eher auf *M. laricifolia* auct. zu weisen, während die Abbildung zur sichern Erkennung der Art unzulänglich ist.

²⁾ Der Name *M. striata* scheint uns nur für den Fall gerechtfertigt, dass, wie dies in der Synopsis geschieht, gleichzeitig der Name *M. laricifolia* im Sinne einer Gesamtart beibehalten wird.

³⁾ Wenn der Index Kewensis „*Arenaria striata* L. = *capillacea, cephalotes, laricifolia, recurva, saxatilis, verna*“ setzt, so kann der Sinn dieser wunderlichen Angabe doch nicht wohl der sein, dass alle diese Arten in der einen Linné'schen Spezies, die der Autor (nach Burser) aus den österreichischen Alpen und dem Aostatal angibt, enthalten seien, sondern nur, dass nach-Linnéische Schriftsteller den Namen gelegentlich im Sinne dieser Arten gebraucht haben (wofür wir allerdings auch keine Anhaltspunkte finden können).

tanquam in umbella positis“ aufgeführt und mit einem Synonym (*Arenaria foliis subulatis, calycibus striatis, germinibus oblongis, floribus corymbosis*) und einer besondern Beschreibung (l. c. 159 not. o: *RADIX* repens; caespites sparsi ut *Scleranthi*; *CAULES* erecti, vix spithamaei, teretes. *FOLIA* opposita, linearia, minus acuta *CALYX* cerastii: foliolis oblongis, obtusis sulcatis. *PETALA* integra, calyce duplo majora alba) versehen. Das genannte Synonym (*Arenaria foliis subulatis . . .*) zitiert Linné selbst später (*Spec. pl. ed. 1 [1753], 422*) zu seiner *Stellaria* [= *Alsine* = *Minuartia*] *biflora*; Burser's Pflanze kann jedoch mit Rücksicht auf die grossen, den Kelch ums Doppelte überragenden Kronblätter nicht zu dieser Art, sondern nur zu *M. laricifolia* oder *M. liniflora* gehören, und zwar trifft nach gütiger Mitteilung von Herrn Prof. Dr. O. Juel in Uppsala, der uns einen die fragliche Pflanze betreffenden Auszug aus seiner noch ungedruckten Arbeit über die Pflanzen des Burser'schen Herbars freundlichst zur Verfügung stellte, die erstere Eventualität zu. Da zudem nach J. Gay (in Gren. et Godron *Fl. France I, 1 [1847], 253*) die *Arenaria striata* auch in Linné's Herbar durch ein Exemplar von *M. laricifolia* auct. vertreten ist, so gehört die *Arenaria striata* der *Centuria II* voll und ganz zu dieser letztern Art, und ihr Name ist mithin in die Synonymie derselben zu verweisen. — Im Neudruck der *Centuria II* in den *Amoenitates academicae IV (1759), 315* (erst hier!) fügt dann Linné nach der Beschreibung an erster Stelle ein Synonym von J. Bauhin ein: *Auricula muris pulchro flore folio tenuissimo* J. Bauhin *Hist. III (1651), 360* ¹⁾ (cum ic.!), das sich nach Beschreibung, Abbildung und Fundort (in montibus circa Genevam, ut Thuirii [= Reculet ob Thoiry]) unzweifelhaft auf *M. liniflora* auct. bezieht. Allerdings muss zugestanden werden, dass J. Bauhin's Abbildung — offenbar infolge eines Beobachtungsfehlers an der getrockneten Pflanze — zweispaltige Kronblätter aufweist, und dass auch die Beschreibung (*flores magni sunt & albi, non differentes ab Auricula muris flore pulchro* [= *Cerastium arvense*]) dieses Verhalten zu bestätigen scheint. Indessen kann nach den übrigen Merkmalen der Pflanze (z. B. nach den auch in der Beschreibung hervorgehobenen nadelförmigen Laubblättern) ein *Cerastium* nicht in Frage kommen; auch Linné, der auf die ungeteilten Kronblätter seiner *Arenaria striata* ausdrücklich hinweist, setzt sich über den offenkundigen Widerspruch in diesem Punkte hinweg, ebenso zieht Gaudin (l. c.) die Bauhin'sche Figur, die er als „bona“ zensiert, ohne Vorbehalt zu seiner *Arenaria liniflora*, und auch J. Gay legte seiner *Alsine Bauhinorum* zweifellos die Bauhin'sche Pflanze zugrunde.

¹⁾ Nicht 361, wie Linné fälschlich zitiert.

Die Identität der Bauhin'schen Spezies mit unserer in Frage stehenden Art (unter Ausschluss der *M. laricifolia* auct., die am Reculet nicht vorkommt, während dieser Berg die bekannte klassische Fundstelle der *M. liniflora* auct. darstellt) kann daher als feststehend gelten. Für die Interpretation der *Arenaria striata* L. und für unsere vorliegende Nomenklaturfrage ist diese Feststellung jedoch belanglos; denn bei der Aufteilung komplexer Spezies kann nach Art. 47 der Nomenklaturregeln der Name nur im Sinne ihres ursprünglichsten Bestandteils festgelegt werden, und nachträglich eingefügte Synonyme (wie in unserm Fall das Bauhin'sche) vermögen an der ursprünglichen Bedeutung des Namens nichts zu ändern. Es kann mithin *Arenaria striata* L. als gültiger Name für unsere Pflanze nicht in Betracht kommen. Der älteste unanfechtbare Name ist vielmehr *Arenaria capillacea* All. (1785), auf welche Ascherson u. Graebner mit Recht die Kombination *Minuartia capillacea* begründet haben.

Nymphozanthus L. C. Rich. Anal. du Fruit (Mai 1808), 63, 68 («*Nymphosanthus*»), 103 et in Ann. Mus. Par. XVII (1811), 230; Desv. Fl. Anjou (1827), 80 («*Nymphosanthus*»); M. L. Fernald in Rhodora vol. 21 No. 250 (Oct. 1919), 183—188.

Nymphaea L. Spec. pl. ed. 1 (1753), 510 ex p.; Gen. pl. ed. 5 (1754), 227 ex p.; Greene in Bull. Torrey Bot. Club XIV (1887), 177—179, 257—258 et auct. nonnull. — non L. Gen. pl. ed. 6 (1764), 264 nec Juss. Gen. pl. (1789), 68; cf. Bull. Herb. Boiss. 2^e sér. VII (1907), 404—5, 505, et Vierteljahrsschr. d. Natf. Ges. Zürich LVIII (1913), 59—61; Conard in Rhodora XVIII (1916), 161—164. — *Nuphar* Smith in Sibth. et Sm. Fl. Graec. Prodr. I (1806—...), 361 (vers. finem a. 1808 vel initio a. 1809).

Der alte und langatmige Streit um die Nomenklatur der gelben Seerosen (vgl. Bull. Herb. Boiss. l. c. und Vierteljahrsschr. l. c.) scheint noch immer nicht zur Ruhe kommen zu sollen. Leider kann der bekannte Name *Nuphar* nicht beibehalten werden, da in *Nymphozanthus* ein um einige Monate älteres Synonym besteht, gegen dessen Gültigkeit anscheinend nichts einzuwenden ist. Obwohl die Tatsache der Priorität von *Nymphozanthus* schon von Desvaux (l. c. 1827) bemerkt und von Britten (Journ. of Bot. XXVI [1888], 7) klar hervorgehoben worden war, haben ihr die neueren Schriftsteller, die sich mit der Nomenklatur der Seerosen befasst, keine Beachtung geschenkt, bis endlich Fernald (l. c. 1919) die einzig mögliche Konsequenz daraus gezogen und den Namen *Nymphozanthus* vorangestellt hat. Sofern man nicht Ausnahmen von den Prioritätsgesetzen zulassen

und z. B. Nuphar auf die Liste der Nomina conservanda setzen will, wird man nicht umhin können, dem Vorgang Fernald's Folge zu leisten.

Unsere beiden Arten haben demnach zu heissen:

Nymphozanthus luteus (L.) Fernald l. c. (1919), 185.

Nymphaea lutea L. Spec. pl. ed. 1 (1753), 510 (sphalm. «lusea»). — *Nuphar lutea* Sm. in Sibth. et Sm. Fl. Graec. Prodr. I (1808—9), 361. — *Nymphozanthus vulgaris* L. C. Rich. in Ann. Mus. Par. XVII (1811), 230.

Nymphozanthus pumilus (Hoffm.) Fernald l. c. (1919), 186.

Nymphaea lutea β *pumila* Timm in Mag. f. Naturk. Mecklenb. II (1792), 256. — *Nymphaea pumila* Hoffm. Deutschl. Fl. ed. 2, I, 1 (1800), 241. — *Nuphar pumila* DC. Syst. II (1821), 61.

Über die zahlreichen weiteren, die Nomenklatur nicht direkt berührenden Synonyme der Gattung und der Arten siehe Fernald l. c.

Erucastrum nasturtiifolium (Poiret) O. E. Schulz in Engl. Bot. Jahrb. LIV, Beibl. No. 119 (4. X. 1916), 56.

Brassica erucastrum Vill. Prosp. Hist. pl. Dauph. (1779), 40 et t. 20 f. 5 [ex descr. ap. All.]; All. Fl. Pedem. I (1785), 267; DC. Syst. II (1821), 600 pro parte; Gaudin Fl. Helv. IV (1829), 380 excl. var. β *ochroleuca*; Soyer-Willemet in Ann. sc. nat. 2^o sér. (Bot.) II (1834), 116; Fiori et Paoletti Fl. anal. Ital. I, 2 (1898), 448 et auct. rec. nonnull. — sed vix L. vel pro minima parte tantum. — *Sisymbrium Erucastrum* Vill. Hist. pl. Dauph. III (1789), 342 — non Gouan (1773) nec Pollich (1777). — *Diplotaxis Erucastrum* Gren. et Godron Fl. France I, 1 (1847), 81; Rouy Fl. France II (1895), 45. — *Brassicaria erucastrum* Gillet et Magne Nouv. Fl. franç. (1863), 26. — *Hirschfeldia Erucastrum* Fritsch ap. Janchen in Mitteil. Naturw. Ver. Univ. Wien V (1907), 92. — *Eruca aspera* Miller Gard. Dict. ed. 8 (1768), n. 4 pro parte?? — *Eruca sylvestris* Lam. Fl. franç. II (1779), 497 pro parte?? — *Sinapis nasturtiifolia* Poiret in Lam. Encycl. IV (1796—...), 346. — *Sinapis nasturtioides* [sphalm.] „Lam“ ex Gaudin Fl. Helv. IV (1829), 381 et Rchb. Fl. Germ. excurs. sect. 3 (1832), 693 in syn. (nomen neglectum!). — *Sisymbrium obtusangulum* [Haller f. ap. Schleicher Cat. pl. Helv. (1800), 48, nomen nudum] Schleicher ap. Willd.

Spec. pl. III, 1 (1801), 504. — *Erysimum obtusangulum* [Clairv.] Man. herb. (1811), 219. — *Brassica obtusangula* Rchb. in Moessler Handb. ed. 2, II (1829), 1185; Shuttlew. in Magaz. Zool. Bot. II (1838), 531. — *Erucastrum obtusangulum* Rchb. Fl. Germ. excurs. sect. 3 (1832), 693. — *Hirschfeldia obtusangula* Fritsch ex Vollmann Fl. Bayern (1914), 304 in syn. — *Sisymbrium jacobaeae-folium* Bergeret ex Vill. Cat. Strasb. (1807), 259 et ex DC. Syst. II (1821), 465 pro syn.¹⁾ — *Erucastrum Gmelini* et *E. Lamarkii* [sic] Schimper et Spenner in Spenner Fl. Freiburg. III (1829), 947 et 1087. — *Brassica Erucastrum* α *maior* Gaudin Syn. fl. Helv. (1836), 569. — *Erucastrum montanum* Hegetschw.! Fl. d. Schweiz Lief. 3 (1839), 656.

Über weitere, die Nomenklatur der Art nicht direkt berührende Synonyme siehe Thellung in Hegi Illustr. Fl. v. Mittel-Europa Bd. IV, Lief. 38 (1918), 220—222.

Eine Änderung der Nomenklatur der als *Erucastrum obtusangulum* bekannten Art hat schon lange gedroht, da eine ganze Reihe älterer spezifischer Epitheta in der Synonymie dieser Spezies geführt wird. Wir hatten uns bis jetzt mit der Annahme beruhigt, dass *Brassica Erucastrum* L. der älteste Name für unsere Art sei, dass folglich die zeitlich darauffolgenden neuen Namen in Kombination mit den Gattungsnamen *Eruca*, *Sinapis* und *Sisymbrium*, weil Art. 48 der internationalen Regeln zuwiderlaufend — es waren in diesen Gattungen nur Kombinationen mit dem Speziesnamen *Erucastrum* zulässig — als „totgeboren“ für die Nomenklatur ausser Betracht gelassen werden könnten, und dass, da die tautologische Kombination *Erucastrum Erucastrum* durch Art. 55, Al. 2 der Regeln gleichfalls ausgeschlossen ist, der älteste Name in der richtigen Gattung, also *E. obtusangulum* Rchb. (1832), als gültig verwendet werden müsse. Leider halten nun diese Argumente einer eingehenden Prüfung nicht Stand; denn einmal ist die Zugehörigkeit von *Brassica Erucastrum* L. zu unserer Art ganz unsicher, ja selbst unwahrscheinlich, und ferner existieren in der richtigen Gattung 2 ältere Namen, *E. Gmelini* und *E. Lamarkii* Schimper u. Spenner (1829), deren letzterer²⁾ in erweitertem Sinne

¹⁾ De Candolle (l. c.) zitiert: „Berg. phyton. ic.“; indessen findet sich die fragliche Spezies in Bergeret's „Phytonomatotechnie“ ([1773—] 1783—86) nach freundlicher brieflicher Mitteilung von † Dr. C. de Candolle nirgends beschrieben oder abgebildet.

²⁾ Spenner selbst hat die Identität seiner beiden Spezies später erkannt und sie (l. c. [1829] 1087) unter dem Namen *E. Lamarkii* vereinigt, dagegen *E. Gmelini* als „nomen delendum“ bezeichnet.

gebraucht werden müsste — wenn nicht *Sinapis nasturtiifolia* Poiret (1796) sich als der älteste rechtsgültig publizierte Name erwiese.

Brassica Erucastrum L. Spec. pl. (1753), 667, die meist mit *Erucastrum obtusangulum* identifiziert wird, ist zweifellos eine Sammelart. Linné stellt sie (l. c.) innerhalb der Gattung *Brassica* in die durch „siliquis stylo ensiformi“ charakterisierte Gruppe der „*Erucae*“, vor *Br. Eruca* L. [= *Eruca sativa* Miller] und *Br. vesicaria* L. [= *Eruca vesicaria* Cav.], was darauf hindeutet, dass Linné die heutige *Brassicella Erucastrum* (L.) O. E. Schulz [= *Brassica Cheiranthos* Vill. = *B. monensis* auct. ex p.), die tatsächlich eine weitgehende Ähnlichkeit mit *Eruca vesicaria* (*sativa*) aufweist, im Auge hatte. Andererseits ist Linné's Spezies in der Hauptsache²⁾ — die Diagnose („foliis dentato pinnatifidis, caule hispido, siliquis laevibus“) ist zur sichern Identifikation zu unvollständig — begründet auf *Eruca sylvestris major lutea caule aspero* C. Bauhin Pinax (1623), 98 No. IV, die ihrerseits der *Eruca sylvestris* der älteren Kräuterbücher entspricht. Nun wird aber unter dieser letztern Bezeichnung seitens der älteren Autoren sehr Verschiedenes verstanden. Die *Eruca sylvestris* von Matthioli (ebenso wohl auch diejenige von Dalechamps?) entspricht der spätern *Diploxaxis tenuifolia* (oder *muralis*?), die gleichnamige Pflanze von De l'Obel und Dodoëns ist *Brassicella Erucastrum*, diejenige von Tabernaemontanus ist *Erucastrum gallicum* (= *Pollichii*). [*Eruca sativa* Fuchs, die Linné als Synonym zu seiner *Brassica Erucastrum* zitiert, ist *Diploxaxis tenuifolia*.] Darüber, was C. Bauhin in Wirklichkeit unter seiner *Eruca* No. IV verstanden hat, gibt nun sein Herbar Auskunft. In dem betreffenden Herbar-Doppelbogen, dessen Übermittlung wir der Freundlichkeit des Herrn Konservator Dr. A. Binz in Basel verdanken, liegen heute gemischt: ein Exemplar von *Erucastrum gallicum* (*Pollichii*) und mehrere Exemplare und Bruchstücke von *Brassicella Erucastrum*, dabei eine Etiquette mit der Aufschrift: „*Eruca sylvestris* [„*villosa*“ durchgestrichen, dafür:] caule subaspero. a priore flore maiore differt. ex horto dei D. Burserus. foliū separatū cū flore M d s p [?] D. Rumbaum [?]“, endlich noch ein Ausschnitt aus Tabernaemontanus' Kräuterbuch mit der Abbildung von dessen *Eruca sylvestris* (= *Erucastrum gallicum*). Dieser Befund ist nun nicht allzu schwer zu deuten. Wenn man bedenkt, dass C. Bauhin in seinem 1622 erschienenen „*Catalogus plantarum circa*

²⁾ Linné's Herbarexemplar, das aus Spanien stammt, vermochte De Candolle (vgl. Syst. II [1821], 600) nicht zu bestimmen. Die genaue Identifikation desselben wäre jedoch auch nicht von entscheidender Bedeutung, da die Pflanze mit grösster Wahrscheinlichkeit erst nach 1753 in das Herbar gelangt ist.

Basileam sponte nascentium“ S. 27 die fragliche *Eruca* vom sandigen Ufer der Wiese angibt (von wo *Erucastrum gallicum*, aber weder *Erucastrum nasturtiifolium* noch *Brassica Cheiranthus* signalisiert worden sind), und dass die grossblütige Pflanze ausdrücklich als Abart bezeichnet wird („Flore majore, circa Monspelium in horto Dei, crescit“ *Pinax* l. c.), so muss man notwendig zu der Ansicht gelangen, dass das Exemplar von *Erucastrum gallicum*, das mit grösster Wahrscheinlichkeit vom Ufer der Wiese stammt, und das ja auch mit der beigelegten *Tabernaemontanus*'schen Abbildung übereinstimmt, als der [kleinblütige] Typus der *Bauhin*'schen *Eruca* No. IV aufzufassen ist. Die grossblütige „Abart“ dagegen wird, wie dies nach dem Fundort („hortus Dei“ = Mont Aigoual in den Sevennen, Dépt. Gard) nicht anders zu erwarten war, im Herbar durch die Exemplare von *Brassicella Erucastrum* repräsentiert, und auch das einzelne Blatt und die losgelöste Inflorescenz, von denen die Etiquette spricht, gehören zu dieser Art¹⁾. Da jedoch diese Verhältnisse nur aus *C. Bauhin*'s Herbar, nicht aber aus der Darstellung im „*Pinax*“ (wo auch unter dem Typus der Art zu *Brassicella Erucastrum* gehörige Synonyme aufgeführt werden) hervorgehen, sind sie für die literarische Deutung der *Bauhin*'schen *Eruca* No. IV nicht von grossem Belang. — Es sind also sowohl die *Bauhin*'sche *Eruca* No. IV als auch die darauf begründete²⁾ *Brassica Erucastrum* L. nach den Synonymen *Mixta-Composita* aus *Diploaxis tenuifolia* [und *muralis*?], *Brassicella Erucastrum* und *Erucastrum Gallicum* — aber gerade unser *Erucastrum nasturtiifolium*, mit dem die *Linné*'sche Spezies neuerdings fast allgemein identifiziert

¹⁾ Wenn *Th. A. Bruhin* („*Bauhinus redivivus*“ in *Deutsche bot. Monatsschr.* 1894, Beil. 19) die *Eruca sylvestris* etc. *C. Bauh. Cat.* für „*Erucastrum Pollichii* Sch. und Sp. promiscue cum *E. obtusangulo* Rehb.“ erklärt, so hat er offenbar die *Brassica Cheiranthus* in *C. Bauhin*'s Herbar irrtümlich als *Erucastrum nasturtiifolium* bestimmt — beiläufig bemerkt, eine in den Herbarien und in der ältern Literatur sehr häufig anzutreffende und angesichts der Ähnlichkeit der beiden Arten gewiss entschuldbare Verwechslung. — Auch *A. Pyr. de Candolle* hat im Oktober 1818 das Herbarium *C. Bauhin* revidiert und die fragliche *Eruca* als „*Brassica erucastrum*“ [unter welcher ihm selbst unklaren Bezeichnung — vgl. *Syst.* II (1821), 600 — der Autor recht Verschiedenes (zeitweise offenbar auch *Erucastrum Gallicum*) verstanden hat] bestimmt (vgl. *Bull. Herb. Boiss.* 2^e sér. IV [1904], 213); die Varietät „*Flore majore* etc.“ bezeichnet er mit dem Vermerk: „*videtur diversa*“.

²⁾ *Linné* zitiert (*Spec. pl. l. c.*) in erster Linie seinen *Hortus Cliffortianus* (1737), wo die Spezies (S. 337, No. 6) als „*Sisymbrium foliis linearibus pinnato-dentatis*“ aufgeführt wird mit den Synonymen *Eruca* . . . *Bauh. pin.*, *Eruca sylvestris major* vulgator *fœtens* *Morison Hist. univ. Oxon.* II (1680), 230, sect. 3 t. 6 f. 16 [nach der Beschreibung = *Diploaxis tenuifolia*, nach der Abbildung = *Brassicella Erucastrum*] und *Eruca sylvestris* *Dod., Lob.* [= *Brassicella Erucastrum*].

wird, lässt sich als Bestandteil derselben nicht mit Sicherheit nachweisen, obgleich es recht unwahrscheinlich ist, dass Linné diese immerhin verhältnismässig häufige Art, die z. B. von Morison Hist. pl. univ. Oxon. II (1680), sect. 3 t. 5 f. 10 abgebildet wird, gar nicht gekannt haben sollte. Da nun *Brassicella Erucastrum* tatsächlich als nachweislicher Bestandteil in *Brassica Erucastrum* L. enthalten ist und Linné offenbar — nach dem spezifischen Namen und der innerhalb der Gattung *Brassica* angewiesenen Stellung zu urteilen — unter seiner Art in erster Linie die genannte Spezies verstand, erscheint es uns mit O. E. Schulz angezeigt, den Namen *Brassica Erucastrum* L. trotz einer gewissen Unsicherheit in seiner ursprünglichen Bedeutung nicht völlig fallen zu lassen, sondern ihn, im Sinne von Pollich, Gmelin, Moris und Jordan (vergl. unter *Brassicella Erucastrum*)¹⁾ restringiert und emendiert, in neuer Kombination in der Gattung *Brassicella* zu verwenden, wo er zu keinerlei Verwirrung Anlass gibt.

Eruca aspera Miller und *E. silvestris* Lam. sind nach Beschreibung und Synonymen völlig identisch mit *Brassica Erucastrum* L., von welchem Namen sie lediglich — nach Art. 50 und 48 unzulässige — Umtaufungen darstellen; die beiden Namen müssen also, auch abgesehen von der Unsicherheit ihrer Bedeutung, als „totgeboren“ unberücksichtigt bleiben, so dass sich *Sinapis nasturtiifolia* Poiret als der älteste gültige, mithin in neuer Kombination (mit dem Gattungsnamen *Erucastrum*) zu verwendende Name erweist.

Erucastrum gallicum (Willd.) O. E. Schulz in Engl. Bot. Jahrb. LIV, Beibl. Nr. 119 (1916), 56.

Brassica Erucastrum L. Spec. pl. (1753), 667 ex p. [cf. supra pag. 278 9]; Schultes [Oestr. Fl. II (1794), 88! ?] Oesterr. Fl. ed. 2, II (1814), 255 sec. Neilreich Fl. Nied.-Oesterr. II (1859), 736; DC. Syst. II (1821), 600 ex p. ?; Bœnningh. Prodr. fl. Monast. (1824), 202; C. C. Gmelin Fl. Bad. Als. IV (1826), 483—4, 510; Labram et Hegetschw. Abbild. Schweizerpfl. (1826—34), fasc. 8 t. 6! (ante a. 1829); Schleicher exsicc. sec. Gaudin Fl. Helv. IV (1829), 381; Hagenb. Fl. Basil. II (1834), 177; Schmitz et Regel Fl. Bonn (1841), 360 — non auct. plur. — *Sisymbrium erucastrum* Pollich Hist. pl. Palat. II (1777), 234; Chaix ap. Vill. Hist.

¹⁾ Die Verwendung des Namens *Brassica Erucastrum* durch Villars (1779), im Sinne von *Erucastrum nasturtiifolium*, kann nicht als Restriktion und Emendation, sondern nur als Fehlbestimmung gedeutet werden und ist daher für die Zukunft nicht massgebend.

pl. Dauph. I (1786), 331 et Chaix herb. vol. 4 fol. 2 teste Timbal-Lagrange in Mém. Acad. Sc. Toulouse 4^e sér. VI (1856), 133; C. C. Gmelin Fl. Bad. Als. III (1808), 67 (ex p.) — non Gouan 1773 [= *Diploaxis muralis* (L.) DC.] nec Vill. Hist. pl. Dauph. III (1789) [= *Erucastrum nasturtiifolium*]. — *Eruca Erucastrum* Gaertner, Meyer et Scherbius Fl. Wett. II (1800), 458! (ex descr. et loc.). — *Erucastrum Erucastrum* Huth in Helios Frankf. 11. Jahrg. 9. Heft (Dez. 1893), 134! (nomen neglectum). — *Eruca aspera* Miller et *E. sylvestris* Lam. ex p. (cf. supra pag. 280). — *Sisymbrium supinum* β Gouan Ill. et Obs. bot. (1773), 43. — *Sisymbrium Erucastrum* var. B Vill. Hist. pl. Dauph. III (1789), 343. — *Sisymbrium gallicum* Willd. Enum. h. Berol. II (1809), 678 ex ejus herb. teste O. E. Schulz l. c.; DC. Syst. II (1821), 487; Loisel. Fl. Gall. ed. 2, II (1828), 83. — *Brassica Erucastrum* β *ochroleuca* Gaudin Fl. Helv. IV (1829), 381. — *Brassica ochroleuca* Soyer-Willemet in Ann. sc. nat. 2^e sér. (Bot.) II (1834)¹⁾, 116!; Fiori et Paoletti Fl. anal. Ital. I, 2 (1898), 447. — *Erucastrum Pollichii* Schimper et Spenner in Spenner Fl. Friburg. III (1829), 946. — *Brassica Pollichii* Shuttlew. in Magaz. Zool. Bot. II (1838), 531 [sec. Ind. Kew. = *Brassica Cheiranthus* ???]. — *Brassica obtusangula* β *Pollichii* Arcang. Comp. fl. Ital. (1882), 45. — *Hirschfeldia Pollichii* Fritsch ap. Janchen in Mitteil. Bot. Ver. Univ. Wien V (1907), 92. — *Erucastrum vulgare* Endlicher Fl. Poson. (1830), 396 sec. Neilr. Aufz. Ungar. Slavon. Gefässpfl. (1866), 258 (nomen neglectum!). — *Sisymbrium hirtum* Host Fl. Austr. II (1831), 261. — *Diploaxis hirta* Hermann Fl. Deutschl. Fennoskand. (1912), 221. — *Erucastrum inodorum* Rchb. Fl. Germ. excurs. sect. 3 (1832), 693. — *Diploaxis bracteata* Gren. et Godron Fl. France I, 1 (1847), 81; Rouy et Fouc. Fl. France II (1895), 44. — *Brassicaria bracteata* Gillet et Magne Nouv. Fl. franç. (1863), 26. — *Brassica bracteata* Janka in Termész. Füzetek VI, 1882 (1883), 178. — *Erucastrum bracteatum* St. Lager in Carriot Étud. des Fleurs ed. 8, II (1889), 54.

Sisymbrium gallicum Willd., das bei DeCandolle (l. c.) unter den ungenügend bekannten Arten figuriert, wurde von Fournier

¹⁾ Nicht 1^e sér. (1824), wie der Index Kewensis fälschlich angibt.

(Rech. Fam. Crucif. [1865], 74) auf Grund der unzulänglichen Originaldiagnose zu *S. Irio* L. var. α *xerophilum* Fourn. gezogen und geriet auf diese Weise in die Synonymie und in Vergessenheit, bis kürzlich O. E. Schulz auf Grund der Autopsie des Willdenowschen Original Exemplars die richtige Zugehörigkeit der Pflanze erkannte¹⁾ und (l. c.) den Namen in neuer Kombination wieder in seine Rechte einsetzte. Da *Sis. Erucastrum* Pollich (non Gouan) eine auf Fehlbestimmung, bzw. auf unrichtiger Verwendung eines schon früher aufgestellten Namens beruhende, mithin totgeborene Namensbezeichnung ist, war die Aufstellung des neuen Epithetons (*gallicum*) auch in der Gattung *Sisymbrium* gerechtfertigt.

***Brassicella Erucastrum* (L.) O. E. Schulz** in Engler's Bot. Jahrb. LIV, Beibl. No. 119 (1916), 53.

Brassica Erucastrum L. Spec. pl. (1753), 667 pro parte majore (cf. supra pag. 278/80); Pollich Hist. pl. Palat. II (1777), 249; C. C. Gmelin Fl. Bad. Als. III (1808), 97 (ex p.); Moris Stirp. Sard. elench. II (1828), 1 [= var. *rectangularis* (Viv.) O. E. Schulz]; Jordan Diagn. (1864), 131 — non Vill. nec auct. plur. — *Eruca aspera* Miller et *E. sylvestris* Lam.; cf. supra pag. 280. — *Brassica cheiranthos* Vill. Prosp. Hist. pl. Dauph. (1779), 40, Fl. Delph. (1785), 7 et Hist. pl. Dauph. I (1786), 268 [nomen] et III (1789), 332 t. 36. — *Brassica Cheiranthus* Willd. Spec. pl. III, 1 (1801), 552. — *Sinapis Cheiranthus* Koch in Röhling Deutschl. Fl. ed. nov. IV (1833), 717. — *Sisymbrium monense* Gilib. Élém. bot. II (1798), 184 [excl. syn.] sec. A. Pyr. DC. Syst. II (1821), 601; C. C. Gmelin Fl. Bad. Als. IV (1826), 484 (excl. loc. Konstanz); Roth Man. bot. II (1830), 945 — non L. — *Brassica monensis* Fiori et Paoletti Fl. anal. Ital. I, 2 (1898), 444; Schinz et Keller Fl. d. Schweiz ed. 3, I (1909), 238, II (1914), 131 — non Hudson. — *Sinapis monensis* Schinz et Thellung in Bull. Herb. Boiss. 2^e sér. VII (1907), 183 — non Babington.

Nach neueren Untersuchungen von O. E. Schulz (vgl. Engler's Bot. Jahrb. l. c.) muss die als *Sinapis Cheiranthus* oder *Brassica monen-*

¹⁾ Schon Ducommun (Taschenb. f. d. Schweiz. Bot. [1869], 62/3) führt *S. gallicum* Willd. richtig als Synonym von *E. Pollichii* auf, während Rouy et Foucaud (Fl. France II [1895], 45) das *S. gallicum* Loisel. (Fl. Gall. [ed. 2!] II [1828], 80), das nach der ohne eigenen Zusatz kopierten Diagnose mit der Willdenow'schen Spezies direkt identisch ist, als Synonym zu *Diplotaxis Erucastrum* [= *Erucastrum obtusangulum*] ziehen.

sis bekannte Art sowohl von *Sinapis* als von *Brassica* generisch getrennt werden, und zwar unter dem Gattungsnamen *Brassicella* Fourr. 1868 (em. O. E. Schulz l. c. 52). Des fernern hat sich gezeigt, dass, wie neuerdings z. B. auch G. Cl. Druce (Rep. Bot. Exch. Club Brit. Isl. for 1913 vol. III part. IV [1914], 451) hervorgehoben hat, die echte englische *Brassica monensis* (L. 1753 sub *Sisymbrio*) Hudson 1778 (= *Brassicella monensis* O. E. Schulz l. c. 53) von der Pflanze des westlichen kontinentalen Europas spezifisch verschieden ist, und zwar ist der älteste für die letztere Art in Frage kommende Speziesname, wie wir oben (S. 278/80), gezeigt haben, *Brassica Erucastrum* L.; wir schlagen also nach dem Vorgang von O. E. Schulz die Kombination *Brassicella Erucastrum* vor.

Hirschfeldia incana (L.) Lagrèze-Fossat Fl. de Tarn et Garonne (1847), 18 teste E. Bonnet in litt. (nomen neglectum); Lowe Man. Fl. Madeira I (1868), 586! (Ind. Kew.); Burnat Fl. Alpes-Marit. I (1892), 76; Heldr. in Oesterr. Bot. Zeitschr. XLVIII (1898), 183.

Sinapis incana L. Cent. I. pl. (1755), 19, Amœn. acad. IV (1759), 281. — *Erucastrum incanum* Koch Syn. fl. Germ. Helv. ed. 1, I (1835) 56. — *Brassica incana* F. Schultz Fl. d. Pfalz (1845)¹⁾, 47! (nomen neglectum); Döll Fl. Grossherzgt. Baden III (1862), 1293! Garcke Fl. Deutschl. ed. 14 (1882), 36 et ed. seq. — non Ten. (1811). — *Hirschfeldia adpressa* Mönch Meth. (1794), 264. — *Brassica adpressa* Boiss. Voy. bot. Esp. II, 38 (1839).

Cardamine hirsuta L. ssp. *flexuosa* (With.) Forbes et Hemsley in Journ. Proc. Linn. Soc. XXIII (1886), 43!

Cardamine flexuosa With. Arr. Brit. Pl. ed. 3, III (1796), 578. — *Cardamine silvatica* Link in Hoffm. Phytogr. Blätter I (1803), 50. — *Cardamine hirsuta* sous-esp. *C. silvatica* Rouy et Fouc. Fl. France I (1893), 239; Briquet Prodr. fl. Corse II, 1 (1913), 30.

Cardamine pentaphyllos (L.) Crantz Class. Crucif. (1769), 127! (nomen neglectum) ex descr. („foliis summis digitatis“) et quoad var. β et γ , sed excl. var. α [quae = *C. pinnata* (Lam.) R. Br.]; emend. R. Br. in Aiton Hort. Kew. ed. 2, IV (1812), 101 (non Philippi 1864/5).

¹⁾ Nicht 1846, wie der Titel angibt (vergl. F. W. Schultz in Pollichia XX—XXI [1863], 99 Fussn. und Grundz. Phytost. Pfalz [1863], 3 Fussn. 2).

Dentaria pentaphyllos L. (1753) ex p., em. Scop. (1772).
 — *Dentaria digitata* Lam. (1786—88). — *Cardamine digitata* O. E. Schulz (1903) — non Richardson (1823).
 Vrgl. Bull. Herb. Boiss. 2^e sér. VII (1907), 575.

Die Gruppe der um *Hutchinsia* sich scharenden Cruciferen-Gattungen, die von Prantl (in Engler-Prantl Nat. Pfl. fam. III, 2 [1891], 188) als *Hutchinsia* zusammengefasst werden, die aber nach Behaarung und Embryobildung nicht unbeträchtlich untereinander verschieden sind ¹⁾, bedarf, wie vom systematischen, so auch vom nomenklatorischen Standpunkt einer Neubearbeitung. Wir schlagen folgende Benennungen vor:

1. *Hymenolobus* Nutt. ex Torrey et Gray Fl. North-Am. I (1838), 117. — *Hutchinsia* sect. II. *Nasturtium* DC. Syst. II (1821), 388 ex p. — *Lepidium* sect. *Hutchinsia* [sic] subsect. *Nasturtium* Rchb. in Mössler Handb. ed. 2, II (1828), 1124 ex p. — *Lepidium* sect. *Pleiospermum* Gaudin Fl. Helv. IV (1829), 206. — *Hutchinsia* c. *Psammochamela* Fenzl Pug. pl. Syr. (1842), 14 ex Endlicher Gen. pl. Suppl. III (1843), 88. — *Capsella* [sect.] b. *Hinterhubera* Rchb. ex Kittel Taschenb. Fl. Deutschl. ed. 2 (1844), 891. — *Hinterhubera* Rchb. ex Nyman Consp. fl. Eur. I (1878), 66 (in syn.) et ex Bubani Fl. Pyren. III (ed. Penzig 1901), 235 (in syn.) — *Hutchinsia* b. *Hinterhubera* (Rchb.) Nyman l. c. (1878); sect I. *Hinterhubera* Prantl in Engler-Prantl l. c. (1891), 188. — *Hutchinsia* Desv. in Journ. de Bot. III (1814), 168 ex p.; Vis. Fl. Dalm. III (1852), 110 — non R. Br. — *Capsella* Fries Novit. fl. Suec. Mant. I (1832), 14 ex p. — non Medikus. — *Noccaea* Rchb. Fl. Germ. excurs. sect. 3 (1832), 663 ex p. (sect. a. *Nasturtio-*

¹⁾ Sie können in folgender Weise unterschieden werden:

- 1 Haare sämtlich unverzweigt. Fruchtfächer mehrsamig. Keimling rückenwurzellig; Keimblätter an seiner Krümmung entspringend. ☉, meist ästig und beblättert. Laubblätter unregelmässig fiederlappig bis ganzrandig

Hymenolobus

- 1*. Haare der Blütenstiele wenigstens teilweise ästig. Fruchtfächer je 2samig. Laubblätter regelmässig kammförmig fiederlappig.

2. Keimling rückenwurzellig; Keimblätter hinter der Krümmung desselben entspringend. †. Stengel fast blattlos, schaftartig. Blüten ansehnlich

Hutchinsia

- 2*. Keimling seitenwurzellig; Keimblätter an seiner Krümmung entspringend. ☉. Stengel (normal) ästig und beblättert. Blüten sehr klein **Hornungia**

lum „Scop.“ ex p.) — non Cav.¹⁾ nec Mönch 1802 [quae = *Thlaspi* L. 1753/4].²⁾ — *Stenopetalum* Hooker f. in Hooker Ic. pl. III (ca. 1839), t. 276 — non R. Br. ex DC. (1821).

Hymenolobus procumbens (L.) Nutt. l. c. (1838), 117 in nota. — *Lepidium procumbens* L. Spec. pl. ed. 1 (1753), 643. — *Thlaspi procumbens* Lapeyr. Hist. pl. Pyrén.³⁾ (1813), 366?; Wallr. Sched. crit. I (1822), 349. — *Hutchinsia procumbens* Desv. in Journ. de Bot. III (1814), 168; DC. Syst. I (1821), 390. — *Capsella procumbens* Fries Novit. Fl. Suec. Mant. I (1832), 14. — *Noccaea procumbens* Rchb. Fl. Germ. excurs. sect. 3 (1832), 663. — *Hinterhubera procumbens* Rchb. ex Bubani Fl. Pyren. III (ed Penzig 1901), 235 (in syn.). — *Hutchinsia procumbens* α *typica* Paoletti in Fiori e Paoletti Fl. anal. Ital. I, 2 (1898), 468. — *Lepidium pusillum* (typus, excl. var. β) Lam. Fl. franç. II („1778“ [1779]), 468. — *Capsella elliptica* C. A. Meyer in Ledeb. Fl. Alt. III (1831), 199. — *Hymenocarpus divaricatus* et *H. erectus* Nutt. l. c. (1838), 117 teste Robinson in Gray & Watson. Synopt. fl. N. Am. I, 1 (1895), 131 (sub *Capsella elliptica*). — *Capsella divaricata* et *C. erecta* Walpers Rep. I (1842), 175. — *Hinterhubera Berengeriana* Rchb. exs. 2463 ex Nyman Consp. I (1878), 66 in syn.; *H. Berengariana* [sphalm.] Ind. Kew. II (1893), 1162¹ (cum cit. eadem).

Hymenolobus* (procumbens ssp.) *pauciflorus (Koch) Schinz et Thellung **comb. nov.** — *Capsella pauciflora* Koch in Mert. et Koch Röhling's Deutschl. Fl. IV (1833), 523! et in Sturm Deutschl. Fl. Bd. XV (1834), tab. 28 teste Pampanini in N. Giorn. Bot. Ital. N. S. XVI (1909), 61. — *Hutchinsia pauciflora* Bertol. Fl. Ital. VI (1844), 572, X (1854), 507; Nyman Syll. Fl. Eur. I (1854), 207. — *Hinterhubera pauciflora* Rchb. exs. 2256 ex Nyman Consp. fl. Europ. I (1878), 66 (in syn.). — *Hutchinsia procumbens* var. *pauciflora* Lecoq et Lamotte Cat. pl. vasc. Plat. Centr.

¹⁾ *Nocca* Cav. 1794 gen. Composit. (corr. *Noccaea* Willd. 1803, Jacq. 1805, Sprengel 1818; nom. rejiciendum) = *Lagasca* Cav. 1803 (corr. ***Lagascaea*** Willd. 1809, nom. conservandum).

²⁾ Ebenso gehört das von Dalla Torre u. Harms Gen. Siphonogam. fasc. III (1901), 187 (gleich *Noccaea* Mönch) zu *Hutchinsia* sect. 2. *Noccaea* Prantl zitierte Synonym *Cruciundula* Rafin. Fl. Tellur. II (1837), 100 in Wirklichkeit zu *Thlaspi*.

France (1847), 76 [teste Pampanini l. c. (1909), 49, 58]; Brügger in Jahresber. Naturf. Ges. Graub. XXIX, 1884/5 (1886), 52; Paoletti in Fiori e Paoletti Fl. anal. Ital. I, 2 (1898), 468; Pampanini l. c. 1909, 58. — *Noccaea* [procumbens forme N.] pauciflora Rouy et Fouc. Fl. France II (1895), 92 not. — *Hutchinsia procumbens* var. *alpicola* Brügger l. c. (1886), 52 in syn. — *Capsella elliptica* β *integrifolia* Caruel in Parlat. Fl. Ital. IX, 3 (1893), 674 ex p. — non *Hutchinsia procumbens* γ *integrifolia* DC.

2. *Hutchinsia* R. Br. in Aiton Hort. Kew. ed. 2, IV (1812) 82 („loculis dispermis“) ex p. (*H. alpina*, excl. *H. rotundifolia* et *H. petraea*) — non Agardh Syn. Alg. (1817), XXVI. 53 (= *Polysiphonia* Greville 1824). — *Hutchinsia* subgen. *Hutchinsia* Peterm. Fl. Deutschl. (1849), 52 (fide Beck). — *Hutchinsia* sect. II. *Nasturtium* DC. Syst. II (1821), 388 ex p. — *Nasturtium* (Bobart) S. F. Gray Nat. Arr. Brit. Pl. II (1821), 692 ex p. — non Medikus 1792 (quod = *Coronopus* Boëhmer 1760). — *Lepidium* sect. *Hutschinsia* [sic] subsect. *Nasturtium* Rchb. in Mössler Handb. ed. 2, II (1828), 1124 ex p.; sect. d. *Hutschinsia* l. c. ed. 3, II (1833—4), 1154. — *Lepidium* sect. *Leptophyllum* Gaudin Fl. Helv. IV (1829), 206 ex p. — *Noccaea* Rchb. Fl. Germ. excurs. sect. 3 (1832), 663 ex p. (a. *Nasturtium* „Scop.“ ex p.), Ic. fl. Germ. Helv. II (1837), 5 [deutsche Ausg. Kreuzblüthler (1837—8), 41!] t. XI; Bentham et Hooker Gen. pl. I, 1 (1862), 86 — non alior. — *Hutchinsia* b. *Oreochamela* Fenzl Pug. Pl. Syr. (1842), 14 ex Endlicher Gen. pl. Suppl. III (1843), 88. — *Hutchinsia* a. *Euhutchinsia* Nyman Consp. fl. Eur. I (1878), 65 ex p. — *Hutchinsia* sect. II *Noccaea* Prantl in Engler-Prantl Nat. Pfl. fam. III, 2 (1893), 188. — *Astylus* Dulac Fl. Hautes-Pyrén. (1867), 188 ex p. — *Pritzelago* O. Kuntze. Rev. gen. pl. I (1891), 35. — *Capsella* Prantl Exk. fl. Bayern (1884), 239 ex p. — non Medikus.

Die Nomenklatur dieser Teilgattung ist ganz besonders schwierig und umstritten. Rob. Brown selbst rechnete zu seiner neu aufgestellten Gattung („silicula elliptica integra: valvis navicularibus apertis: loculis dispermis. Filamenta edentula“) 3 Arten: *H. rotundifolia* [= *Thlaspi rotundifolium* (L.) Gaudin], *H. alpina* und *H. petraea*. Welche der 3 Arten Rob. Brown als den Typus der Gattung betrachtet wissen wollte, geht aus dem Text nicht hervor. Da *H. rotundifolia* zu *Thlaspi* gehört, kann der Gattungsname *Hutchinsia* nur für *H. alpina*

oder *H. petraea* beibehalten werden. Zum erstenmal finden wir ihn scharf präzisiert (und zwar im Sinne von *H. alpina*) bei Reichenbach (bei Mössler l. c. 1833—4, als Sektion von *Lepidium*). Wenn der gleiche Autor später (1837—8) bei der Erhebung dieser Sektion zu einer Gattung den Namen in *Noccaea* abänderte (worin ihm auch Bentham u. Hooker gefolgt sind), so geschah dies lediglich mit Rücksicht auf die (jüngere!) homonyme Algengattung *Hutchinsia*, also aus einem Grunde, der nach den modernen Nomenklaturregeln nicht stichhaltig ist. In ungleich höherem Masse ist gerade der Name *Noccaea* anfechtbar, der ursprünglich wohl auf einer Missdeutung des Mönch'schen Namens von 1802 (= *Thlaspi*) beruhte und zudem ja noch durch das ältere Homonym von Cavanilles (1794) belastet ist. Während also *Hutchinsia* bei Reichenbach gänzlich verschwindet bzw. in die Synonymie verwiesen wird, gebrauchen später Bentham u. Hooker (1862) den Namen für *H. petraea*, was uns nicht tunlich erscheint, da auf diese letztere Art schon 1837—8 von Reichenbach eine besondere Gattung: *Hornungia* begründet worden war. Der einzige unzweideutige Name für unsere Gattung ist *Pritzelago* O. Kuntze (1891). Da wir jedoch die Gründe, die diesen Autor zu seiner Neuauftellung geführt haben (*Hutchinsia* könne nicht für einen Minoritätstypus, d. h. für 1 von 3 Arten, gelten), nicht als stichhaltig anerkennen können (analoge Fälle kommen gerade bei den Cruciferen mehrfach vor; vrgl. z. B. *Myagrum* und *Cheiranthus*), so scheint es uns am richtigsten, *Hutchinsia* für die Art *alpina* beizubehalten, ein Vorgehen, das der ursprünglichen Intention des Autors nicht widerspricht und auch mit dem gegenwärtig eingebürgerten Gebrauch in gutem Einklang steht. — *Astylus Dulac* ist lediglich ein anderer Name für *Hutchinsia* oder *Noccaea*, da dieser Autor die auf Personennamen begründeten Gattungsnamen perhorresziert.

Hutchinsia alpina (L.) R. Br. l. c. (1812), 82. — *Lepidium alpinum* L. Cent. II pl. (1756), 23 et in *Amoen. acad.* IV (1759), 321. — *Nasturtium alpinum* Crantz *Class. Crucif.* (1769), 80. — *Noccaea alpina* Rchb. *Fl. Germ. excurs. sect. 3* (1832), 663. — *Astylus alpinus* Dulac *Fl. Hautes-Pyrén.* (1867), 188. — *Capsella alpina* Prantl *Exk. fl. Bayern* (1884), 240; *Ces., Pass. et Gib. Comp. fl. Ital.*, 824 (1886); Caruel in *Parlat. Fl. Ital.* IX, 3 (1893), 677. — *Pritzelago alpina* O. Kuntze *Revis. gen. pl. I* (1891), 35.

3. ***Hornungia*** Rchb. *Deutschl. Fl. I. Kreuzblüthler* (1837—38), 33! [probab. 1837]. — *Hutchinsia* subgen. *Hornungia* Peterm.

Fl. Deutschl. (1849), 52 fide G. Beck in Glasnik Zem. Muz. Bosn. Herceg. XXVIII (1916), 153. — *Hutchinsia* sect. III. *Hornungia* Prantl in Engler-Prantl Nat. Pfl. fam. III, 2 (1891), 188. — *Buchera* Rchb. Ic. fl. Germ. Helv. II (1837—8), 3 [probab. 1837] sec. Dalla Torre et Harms Gen. Siphonog. fasc. III (1901), 188 — sed *Teesdalia* sect. *Buchera* Rchb. l. c. fide Beck l. c. (1916). — *Hutchinsia* sect. II. *Nasturtium* DC. Syst. II (1821), 388 ex p. — *Nasturtium* (Bobart) S. F. Gray Nat. Arr. Brit. Pl. II (1821), 692 ex p. — non Medikus 1792. — *Hutchinsia* R. Br. in Aiton Hort. Kew. ed. 2, IV (1812), 82 ex p.; Bentham et Hooker f. Gen. pl. I, 1 (1862), 92 — non alior. — *Hutchinsia* a. *Euhutchinsia* Nyman Consp. fl. Europ. I (1878), 65 ex p. — *Lepidium* sect. *Leptophyllum* Gaudin Fl. Helv. IV (1829), 206 ex p. — *Hutchinsia* a. *Petrochamela* Fenzl Pug. pl. Syr. (1842), 14 ex Endlicher Gen. pl. Suppl. III (1843), 87. — *Astylus* Dulac Fl. Hautes-Pyrén. (1867), 188 ex p. — *Teesdalia* Rchb. Fl. Germ. excurs. sect. 3 (1832), 658 ex p. — non R. Br. (1812). — *Capsella* G. F. W. Meyer Chlor.¹⁾ Hanov. (1836), 140! ex p.; Prantl Exk. Fl. Bayern (1884), 239 ex p. — non Medikus.

Für diese Gattung könnte der Name *Nasturtium* S. F. Gray 1821 (non Medikus 1792 = *Coronopus* Boëmer 1760) in Frage kommen, da die einzige Art, die der Autor aufführt, *N. montanum* S. F. Gray, = *Hutchinsia petraea* ist. Indessen ist diese Restriktion gegenüber *Hutchinsia* R. Br. nur eine geographische (bedingt durch die Beschränkung auf das englische Florengebiet, wo von den 3 Rob. Brown'schen *Hutchinsia*-Arten nur *H. petraea* vorkommt), nicht aber eine systematische, da S. F. Gray's Diagnose, deren Kopie wir der Freundlichkeit des Herrn G. Cl. Druce in Oxford verdanken („*Siliculae* elliptic not nicked: valves 2, boat-shaped, wingless: cells 2-seeded: filaments toothless“), eine fast wörtliche Übersetzung der Beschreibung von *Hutchinsia* R. Br. darstellt; es liegt also eine willkürliche Änderung eines bereits bestehenden Namens vor, und *Nasturtium* ist folglich als „totgeborener“ Name ausser Kurs zu setzen, — Von den zwei gleichalterigen²⁾ Namen *Hornungia* und Bu-

¹⁾ «Chloris», nicht «Flora», wie G. Beck (in Glasnik Zem. Muz. Bosn. Herceg. XXVIII [1916], 134) irrtümlich zitiert.

²⁾ Der in der deutschen Ausgabe gebrauchte Name *Hornungia* dürfte eher älter sein, da er nach G. Beck (in Glasnik Zem. Muz. Bosn. Herceg. XXVIII [1916], 153) in der lateinischen Ausgabe S. 27 (1837?) zitiert wird. Unzutreffend ist dagegen die Angabe von Beck's, dass *Hornungia* bei Reichenbach (a. a. O. 1837) „sine descr.“ publiziert sei; die Gattung ist vielmehr mit deutscher Beschreibung veröffentlicht und die einzige Art binär benannt.

chera¹⁾ Rchb. geben wir dem erstern den Vorzug, der weitaus bekannter (Buchera fehlt bei Pfeiffer und im Index Kewensis) und anscheinend allein mit binärem Artnamen eingeführt worden ist.

Hornungia petraea (L.) Rchb. Deutschl. Fl. I. Kreuzblüthler (1837—8), 33! [probab. 1837] et Ic. fl. Germ. Helv. II (1837[—8?]), 27 fide G. Beck l. c. (1916), 154. — *Lepidium petraeum* L. Spec. pl. ed. 1 (1753), 644. — *Nasturtium petraeum* Crantz Class. Crucif. (1769), 80. — *Hutchinsia petraea* R. Br. in Aiton Hort. Kew. ed. 2, IV (1812), 82. — *Teesdalia petraea* Rchb. Fl. Germ. excurs. sect. 3 (1832), 659. — *Capsella petraea* [Fries Herb. norm. fasc. 4, nr. 36 (anno?) fide Beck] G. F. W. Meyer Chlor.¹⁾ Hanov. (1836), 140!; Prantl Exk. fl. Bayern (1884), 239; Caruel in Parlat. Fl. Ital. IX, 3 (1893), 675. — *Astylus petraea* [sic teste Ind. Kew.] Dulac Fl. Hautes-Pyrén. (1867), 188. — *Thlaspi petraeum* Ces., Pass. et Gib. Comp. fl. Ital., 824 (1886). — *Nasturtium montanum* S. F. Gray Nat. Arr. Brit. Pl. II (1821), 692.

P. S. Erst nach Abschluss des Manuskriptes erhielten wir die vorzügliche Bearbeitung der Cruciferen von G. v. Beck in dessen „Flora Bosne, Hercegovine i Novopazarskog Sandžaka“ (Glasnik. Zem. Muz. Bosn. Herceg. XXVIII [1916]). Wir gehen mit dem hochgeschätzten Verfasser in der Aufstellung der Synonymenlisten der 3 obigen Gattungen, die mit unseren eigenen Ermittlungen sich fast völlig decken, durchaus einig, nicht aber mit den daraus gezogenen Konsequenzen für die definitive Wahl der Gattungsnamen. v. Beck hat sich leider bezüglich der Verwendung von *Hutchinsia* (im Sinne von *Hornungia*) und *Noccaea* (für *Hutchinsia* in unserm Sinne) an Bentham u. Hooker angeschlossen, welchem Vorgehen wir aus den oben erläuterten Gründen nicht beizupflichten vermögen. *Hymenolobus* figuriert bei v. Beck als sect. *Hinterhubera* unter *Capsella*, während wir diese beiden Gattungen schon wegen der verschiedenen Beschaffenheit der Haare (einfach bei *Hymenolobus*, teilweise verzweigt bei *Capsella*) getrennt wissen möchten.

Erysimum silvestre (Crantz) Scop. Fl. Carn. ed. 2, II (1772), 28 („*Sylvestre*“)!; Clairv. Man. herb. (1811), 220 („*sylvestre*“): A. Kerner Sched. fl. austro-hungar. II (1883), 92 nr. 583.

Cheiranthus Sylvestris Crantz Stirp. Austr. I (1762), 48. ed. 2, I (1769), 45.

¹⁾ Letzterer nach v. Beck (a. a. O. [1916]) nicht als Gattungs-, sondern als Sektionsname (von *Teesdalia*) aufgestellt.

²⁾ Vrgl. S. 288, Fussn. 1.

ssp. I. *helveticum* (Jacq.) Schinz et Thellung **comb. nov.**

Cheiranthus helveticus Jacq. Hort. Vindob. III (1776), 9 (saltem quoad syn. Hall. et partem descriptionis, excl. tab. 9)¹⁾ et ap. Murray Syst. ed. 14 (1784), 597. — *Erysimum Helveticum* DC. Fl. franç. ed. 3, IV (1805), 658. — *Erysimum Cheiranthus* b. *E. helveticum* Scheele in Flora XXVI, 1 (1843), 317. — *Erysimum longifolium* DC. Subspec. *E. helveticum* Rouy et Fouc. Fl. France II (1895), 33. — *Erysimum silvestre* γ *helveticum* G. Beck in Glasnik. Zem. Muz. Bosn. Herceg. XXVIII (1916), 100. — *Erysimum sylvestre* Scop. l. c. (1772) quoad syn. Hall., Clairv. l. c. (1811) **sens. strict.** — non Kerner.

ssp. II. *Cheiranthus* (Pers.) Schinz et Thellung **comb. nov.**

Cheiranthus Sylvestris Crantz et *Erysimum Sylvestre* Scop. (ex loc. et syn. Morison.), Kerner ll. cc. **sens. strict.** — *Erysimum silvestre* α *silvestre* [sic] G. Beck l. c. (1916), 99. — *Erysimum Cheiranthus* Pers. Encheir. II (1807), 199, emend. Koch Syn. ed. 2, I (1843), 57. — *Erysimum lanceolatum* R. Br. in Aiton Hort. Kew. ed. 2, IV (1812), 116; DC. Syst. II (1821), 502; Koch Syn. ed. 1, I (1835), 52.

Dazu :

var. *minus* (DC.) Schinz et Thellung **comb. nov.**

Erysimum lanceolatum β *minor* DC. Syst. II (1821), 503. — *Cheiranthus pumilus* Scheicher ex Murith Guide bot. Val. (1810), 61; Hornem. Hort. Hafn. II (1815), 613 (pl. cultura mutata). — *Erysimum pumilum* DC. Syst. II (1821), 510; Gaudin Fl. Helv. IV (1829), 365; Rouy et Fouc. Fl. France II (1895), 34. — *Erysimum Cheiranthus* α . *pumilum* Rchb. Ic. pl. crit. II (1824), 37 t. 147 f. 274. — *Erysimum silvestre* α *silvestre* β . *pumilum* G. Beck l. c. (1916), 100.

Der einzige fassbare Unterschied zwischen *E. helveticum* und *E. silvestre* besteht in der Länge des Griffels, einem ziemlich schwankenden Merkmal (vrgl. z. B. Brügger, Zur Flora Tirols in Zeitschr. Ferdinand. Innsbr. III. Folge, 9. Heft [1860], 35), das sicherlich zu einer spezifischen Scheidung nicht ausreicht, umso mehr, da kurzgriffelige, offenbar zu *E. silvestre* s. str. zu stellende Formen auch im Wallis vorzukommen scheinen (vrgl. H. Jaccard Cat. fl. valais. [1895],

¹⁾ Die Abbildung stellt mit ziemlicher Sicherheit das spezifisch verschiedene *E. suffruticosum* Sprengel dar!

XLIII; Hegi Ill. Fl. Mittel-Eur. IV, Lief. 39 [1919], 437); auch *E. Rhaeticum* var. *brevistylum* R. Beyer (in Verh. Bot. Ver. Prov. Brandenb. LV [1913], 47) von Zermatt dürfte hieher zu rechnen sein (vgl. Ber. Schweiz. Bot. Ges. XXIII [1914], 59). Wir folgen daher dem Vorgang von v. Beck, der (l. c. 1916) *E. helveticum* mit *E. silvestre* vereinigt; immerhin möchten wir unserer Schweizerpflanze den Rang einer Unterart zuerkannt wissen. — Hervorzuheben ist noch, dass die Namenskombination *E. silvestre* Scop. (1772) seit ihrer Aufstellung völlig in Vergessenheit geraten zu sein scheint und infolgedessen mehrfach unnötigerweise neu gebildet wurde; sie findet sich indessen richtig im Index Kewensis aufgeführt.

Saxifraga decipiens Ehrh. Beitr. V (1790), 47 (sine descr., sed cum syn. «*S. petraea* Roth. tent. v. I, p. 184»).

Saxifraga caespitosa forme *S. decipiens* Rouy et Camus Fl. France VII (1901), 62. — *Saxifraga caespitosa* subsp. *decipiens* [Rouy et Camus ex Thellung in Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich LII (1907), 450 pro syn.] Engler et Irmscher in Engler's Pfl.-reich IV. 117. I (1916), 359. — *Saxifraga rosacea* Mönch Meth. (1794), 106; Rendle & Britten List Brit. Seed-pl. and Ferns (1907), 12. — *Saxifraga caespitosa* ssp. *rosacea* Thellung in Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich LII (1907), 450. — *Saxifraga petraea* Roth Tent. fl. Germ. I (1788), 184 — non L.

S. decipiens Ehrh. ist, entgegen einer gelegentlich ausgesprochenen Auffassung (vgl. z. B. neuestens E. S. Marshall in Journ. of Bot. LV [1917], 155), nicht ein nomen nudum, sondern durch den Hinweis auf die Roth'sche *S. petraea*, die ihrerseits durch die Fundortsangabe („Habitat in Harcyniae rupibus, prope Elbingrode“) definiert ist, genügend gekennzeichnet. Der Fall verhält sich analog mit denjenigen von *Orchis sulphureus* Link (vgl. Vierteljahrsschr. d. Naturf. Ges. Zürich LX [1915], 348), *Ornithopus sativus* Link (ibid. 357), *Lythrum meoanthum* Link (ibid. 358) und *Anthemis praecox* Link, welche Namen in Rezensionen oder Reiseberichten hauptsächlich auf Grund geographischer Angaben (ohne eigene Beschreibung) aufgestellt worden sind und gleichwohl von nomenklaturkundigen neueren Autoren (Sampaio, Briquet) als gültig anerkannt werden.

Ribes rubrum L. Spec. pl. ed. 1 (1753), 200 (excl. loc. «habitat in Sueciae borealibus»); Rchb. Fl. Germ. exc. sect. 3 (1832), 562 et auct. plur. pro maxima p.; A. J. Wilmott in Journ. of Bot.

LVI, No. 661 (Jan. 1918), 19—23 — non Janczewski nec C. K. Schneider.

Ribes vulgare Lam. Encycl. III (1789), 47 (nomen abortivum!); C. K. Schneider Ill. Handb. I, Lief. 3 (1905), 403; Janczewski in Mém. Soc. Phys. Hist. Nat. Genève XXXV (1907), 276; Schinz et Thellung in Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich LVIII (1913), 68. — *Ribes pendulum* Salisb. Prodr. (1796), 355 (nomen abortivum!). — *Ribes domesticum* Janczewski in Compt. Rend. Acad. Paris CXXX (1900), 589.

Wie neuerdings A. J. Wilmott in einer eingehenden Studie («The Red Currant», l. c. 1918) nachweist, war die von uns (l. c. 1913) auf Grund der Autorität von Janczewski und C. K. Schneider vorgenommene Namensänderung der roten Garten-Johannisbeere nicht genügend gerechtfertigt. Linné's *R. rubrum* schliesst zwar auch die durch nicht hängende Blütenstände gekennzeichnete nordische Art (*R. rubrum* Janczewski 1900, C. K. Schneider 1905 = *R. lithuanicum* Janczewski 1900), die nach Wilmott (l. c. 1918, 22) den Namen *R. spicatum* Robson (1797) emend. Wilmott zu führen hat, ein, was jedoch nur aus dem Fundort («habitat in Sueciae borealibus») hervorgeht, während Linné's Diagnose (racemis pendulis) und die Mehrzahl der angeführten Synonyme (z. B. dasjenige von J. Bauhin) sich auf die als *R. rubrum* bekannte Gartenpflanze beziehen, die also den ältesten und hauptsächlichsten Bestandteil des *R. rubrum* L. ausmacht, und für die nach Art. 47 der Nomenklaturregeln der Name beibehalten werden muss. Wohl sind die Gartenformen grösstenteils hybrider Abstammung (Bastarde von *R. rubrum* var. *silvestre* Richb. mit *R. spicatum* Robson oder mit *R. petraeum* Wulfen); aber in der Praxis ist doch ein Sammelname für ihre Gesamtheit unentbehrlich, und als solcher eignet sich ganz besonders gut *R. rubrum* L. Wollte man diesen Namen als zu wenig klar verwerfen, so käme als Ersatz weder *R. vulgare* Lam. noch *R. pendulum* Salisb. (beides totgeborene Namen, weil ziemlich vollinhaltlich identisch mit *R. rubrum* L.!) in Frage, sondern nur *R. domesticum* Jancz. 1900, da *R. vulgare* Lam. em. C. K. Schneider erst von 1905 datiert.

Laburnum alpinum (Miller) Presl var. *insubricum* (Gaudin) Ascherson et Graebner Synopsis VI, 2, 276 (1907).

Cytisus Laburnum? β Gaudin! Fl. Helv. IV (1829), 459. — *Cytisus Laburnum*? β *insubrica* Gaudin! Syn. Fl. Helv. ed. Monnard (1836), 594. — *Cytisus Insubricus* (Gaud.)

Wettstein in Oesterr. Bot. Zeitschr. XLI (1891), 171. — *Cytisus alpinus* var. *Insubrica* Wettst. *ibid.* (1891), 173. — *Cytisus Laburnum* β *Weissmanni* Ducommun Taschenb. Schweiz. Bot. (1869), 160. — *Cytisus alpinus* 3. *pilosa* Wettst. in Oesterr. Bot. Zeitschr. XLI (1891), 171. — *Laburnum alpinum* c) *pilosum* Koehne Deutsche Dendrol. (1893), 326.

Gaudin's Pflanze aus der Gipfelregion des Monte Generoso (leg. Weissmann), die der Autor „racemis brevibus erectiusculis subovatis, pedunculis, pedicellis petiolisque tomentoso-pilosis, foliolis parvis ovatis notis dignoscitur indicatis, foliis praeterea multo minoribus, foliolis basi minus angustatis et fere aequalibus, dorso magis villosa et racemo 3—4-unciali, erectiusculo, denique pedicellis affatim pilosis squamulaque plane destitutis. Legumina ignoro Jul. et Aug.“ charakterisiert, ist nach dem Originalexemplar, dessen Einsichtnahme wir der freundlichen Übermittlung des Herrn Prof. Wilczek in Lausanne verdanken, im Wesentlichen lediglich eine stark behaarte Form von *L. alpinum* und fällt, wie schon Ascherson und Graebner (l. c.) mit Recht annehmen, mit der var. *pilosum* (Wettst.) Koehne des *L. alpinum* zusammen; das mehr rauhaarig zottige (statt kurz-seidene) Indument der Blättchen und der Blütenstandsachse (der Ausdruck „tomentoso-pilosis“ in Gaudin's Diagnose ist nicht sehr gut gewählt) und der völlig kahle Fruchtknoten schliessen die Zugehörigkeit zu *L. anagyroides* (= *Cytisus Laburnum*) aus. Die Kleinheit der Blättchen dürfte auf den hochgelegenen Standort zurückzuführen sein; ebenso teilweise der verkürzte (halb aufrechte?) Blütenstand, dessen abnorme Form sich auch daraus erklärt, dass es sich um einen (im Juli und August blühenden) Spättrieb handelt. (Vrgl. auch v. Wettstein in Oesterr. Bot. Zeitschr. XLI [1891], 171—173, der über die Identität der Varietäten *insubricum* und *pilosum* Bedenken äussert.)

Ailant[h]us altissima (Miller) Swingle in Journ. Wash. Acad. Sci. VI (1916), 495; L. H. Bailey in „Gentes Herbarum“ I, fasc. 1 (1920), 34.

Toxicodendron altissimum Miller Gard. Dict. ed. 8 (1768), nr. 10. — *Rhus Cacodendron* Ehrh. 1783. — *Ailanthus Cacodendron* Schinz et Thellung 1912. — *Ailanthus glandulosa* Desf. 1788.

Vrgl. Vierteljahrsschr. d. Naturf. Ges. Zürich LVIII (1913), 73 (hier ist das Publikationsdatum von *A. glandulosa* „1789“ in 1788 zu korrigieren) und Ascherson u. Graebner Synopsis VII, Lief. 89

(1915), 300. Auf die Verwendung des Namens *A. altissima* Swingle (ohne weitem Zusatz) durch L. H. Bailey (l. c. 1920) sind wir durch Herrn A. Becherer-Basel aufmerksam gemacht worden; das genaue Zitat der im Index Kewensis zurzeit noch nicht nachgetragenen Swingle'schen Kombination und das Miller'sche Synonym verdanken wir einer freundlichen brieflichen Mitteilung von Professor L. H. Bailey in Ithaca (N. Y.). Miller's *Toxicodendron altissimum* (aus China) ist zwar, gerade wie auch *Rhus Cacodendron* Ehrh., nach einem nichtblühenden Exemplar nur unvollständig beschrieben; doch passt die Diagnose recht gut auf *Ailanthus glandulosa* (jedenfalls viel besser als auf *Rhus succedanea* L., mit welcher Art der Index Kewensis die Miller'sche Pflanze — irrtümlich — identifiziert), so dass wohl nichts anderes übrig bleibt, als der Götterbaum, dessen Synonymie in der Literatur bisher nur unvollständig verzeichnet war, abermals umzutaufen.

Polygala serpyllifolia J. A. C. Hose in Usteri Ann. d. Bot. 21. Stück (1797), 39!; Freiberg in Verh. Nat. Ver. Preuss. Rheinl. Westf. LXVII (1910), 419 (1911) pro Subsp. *P. vulgaris*; Ascherson et Graebner Synopsis VII, 369 (1916).

Polygala serpyllacea Weihe in Flora IX 1826, 745!¹⁾. —
Polygala depressa Wender. in Schr. Ges. Förd. ges. Naturw. Marburg II (1831), 239.

Abutilon Theophrasti Medikus Malvenfam. (1787), 28 (fide Ind. Kew.).

Sida Abutilon L. Spec. pl. (1753), 685. — *Abutilon Avicennae* Gaertner Fruct. sem. II (1791), 251 t. 135 fig. 1 et auct.

Viola montana L. Spec. pl. ed. 1 (1753), 935 pro parte (excl. syn.) et Fl. Suec. ed. 2 (1755), 305; emend. Wahlenb. Fl. Lapp. (1812), 213; W. Becker in Ber. Bayer. Bot. Ges. VIII, 2 (1902), 271 et Die Violen der Schweiz (1910), 47; Burnat et Briquet in Ann. Cons. et Jard. bot. Genève VI (1902), 143—153 et Fl. Alpes Marit. IV (1906), 264; Schinz u. Keller Fl. d. Schweiz 2. Aufl. (1905) I, 336, II, 157, 3. Aufl., I (1909), 365, II (1914), 251 — non auct. veter. plur. ante a. 1812.

Viola canina γ *montana* Fries Novit. fl. Suec. ed. 2 (1828),

¹⁾ Nicht 743, wie Ascherson und Graebner (l. c. 370) irrig zitieren.

273. — *Viola canina* subsp. *montana* Blytt Handb. Norges Fl. (1906), 507, sec. W. Becker in Beih. Bot. Centralbl. XXXIV, 2. Abt., Heft 3 (1917), 386; W. Becker l. c. (1917), 379, 386; J. Braun in Ann. Cons. et Jard. bot. Genève XXI, 40 (1919). — *Viola Ruppil* All. Auct. ad syn. meth. stirp. hort. Taur., 84 in Misc. Taur. V., 1770—3 (1774) et Fl. Pedem. II (1785), 99 t. 26 f. 6 et herb. pro parte; A. J. Wilmott in Journ. of Bot. LIV (1916), 261. — *Viola montana* [ssp.] III. *Ruppil* Gaudin Fl. Helv. II (1828), 206 pro parte [ex altera parte etiam ad *V. stagninam* spectat sec. W. Becker Die Violen der Schweiz (1910). 50]. — *Viola stricta* Fries Novit. fl. Suec. Mant. II (1838), 52, III (1842), 124; Koch Syn. Fl. Germ. Helv. ed. 2, I (1843), 93; Gremler Excursionsfl. Schweiz ed. 1 (1867), 98 et ed. seq. et auct. mult. — non Hornem. — *Viola canina* Subspec. III. *V. stricta* Rouy et Fouc. Fl. France III (1896), 8.

A. J. Wilmott weist in einer sehr gründlichen Studie: „What is *Viola montana* L.“ (Journ. of Bot. LIV [1916], 257—62) nach, dass Linné's *Viola montana* in der ersten Fassung (1753) in der Hauptsache (nach Synonymen und Herbarexemplar) der spätern *V. elatior* Fr. (1828) entspricht und auch von Linné's Zeitgenossen¹⁾ allgemein in diesem Sinne aufgefasst wurde, und will die von Linné selbst 1755 (Fl. Suec.) vorgenommene geographische Restriktion — die Lappländische Pflanze ist *V. stricta* auct., d. h. unsere *V. montana* — nicht als gültige Aufteilung der komplexen Sammelart *V. montana* L. gelten lassen. Der Verf. schlägt vielmehr vor, den Namen *V. montana* L. für *V. elatior* Fr. und *V. Ruppil* All. für *V. montana* auct. rec. einzusetzen. Ohne die Richtigkeit der von Wilmott vorgebrachten Gründe bezweifeln zu wollen, können wir uns doch den von diesem Autor gezogenen Schlussfolgerungen nicht anschliessen. Wir halten mit Becker und Burnat u. Briquet (l. c.) dafür, dass der Name *V. montana*, wenn überhaupt, zur Vermeidung unheilvoller Konfusionen nur für *V. Ruppil* (*V. stricta* auct.) beibehalten werden kann. Mit ein Grund, um den zweifellos mehrdeutigen und auch verschieden interpretierten Namen *V. montana* nicht völlig fallen zu lassen, ist, wie Burnat und Briquet (l. c. 145) mit Recht hervorheben, der Umstand, dass von den nächst ältesten Namen *V. Ruppil* All. (1774) teilweise auch *V. stagnina* umfasst und auch schon in diesem Sinne gebraucht worden ist, während der mehrfach für unsere *V. montana* angewendete Name *V. stricta* ursprünglich

¹⁾ Vrgl. auch W. Becker in Beih. Bot. Centralbl. XXXIV., 2. Abt., Heft 3 (1917), 394.

(bei Hornemann, 1815) die *V. stagnina* Kit. (1814) bezeichnet. Wir können uns umsoweniger zu einer Änderung der in der Schweizerflora gebrauchten Nomenklatur entschliessen, als sich *V. montana* mit Rücksicht auf die zahlreich existierenden nicht-hybriden Übergangsformen zu *V. canina* doch nicht als Art aufrecht erhalten lässt, sondern früher oder später zu einer Unterart der letztern wird degradiert werden müssen. Wir schlagen für diesen Fall (nach Art 49 der internationalen Nomenklaturregeln) die Kombination *V. canina* L. ssp. *Ruppii* (All. pro. spec. pro parte, Gaudin sub *V. montana* pro parte) Schinz et Thellung comb. nov. vor, da Fries (l. c. 1828), entgegen der Angabe von W. Becker (l. c. 1917), nicht eine *V. canina* ssp. *montana*, sondern eine var. γ *montana* aufgestellt hat. Den Typus der *V. canina* bezeichnet Jos. Braun-Blanquet in Ann. Cons. et Jard. bot. Genève XXI, 39 (1919) als ssp. *eu-canina*.

Circaea canadensis Hill Veg. Syst. X (1765), 21 t. 21, fig. 2!; Fernald in Rhodora XIX (1917), 85—88 — [non Mühlenb. Cat. pl. Am. sept. (1813), 2 nec *C. lutetiana* β *canadensis* L. Spec. pl. (1753), 9].

Circaea intermedia Ehrh. Beitr. IV (1789), 42.

Nach Fernald (l. c. 85) ist die nordamerikanische *C. canadensis* Hill mit der europäischen *C. intermedia* identisch; bei der Vereinigung der beiden Arten muss aus Prioritätsgründen der um 24 Jahre ältere Name *C. canadensis* als gültig beibehalten werden. Da uns die amerikanische Pflanze nicht vorliegt, können wir uns über die Frage ihrer Identität kein eigenes Urteil erlauben; wir wollten es jedoch nicht unterlassen, mit allen Vorbehalten die Fachgenossen auf die von Fernald vorgeschlagene Namensänderung aufmerksam zu machen. Bemerkenswert ist noch, dass die angenommene Identität sehr entschieden gegen die Auffassung von *C. intermedia* als *C. alpina* \times *lutetiana* sprechen würde, da nach Fernald (l. c.) *C. lutetiana* in Nordamerika nicht vorkommt.

Ludvigia L. Spec. plant. ed. 1 (1753), 118, Gen. pl. ed. 5 (1754), 55 („*Ludwigia*“); sens. ampl., emend. Baillon Hist. pl. VI (1877), 462.

Jussiaea L. Spec. plant. ed. 1 (1753), 388, Gen. pl. ed. 5 (1754), 183; sens. ampl., emend. F. Gagnepain in Bull. Soc. bot. France LXIII (1915), Nos 1—4 (1917), 104.

Vgl. Bull. Herb. Boiss. 2^e sér. VII (1907), 496, wo wir gezeigt haben, dass bei der Vereinigung von *Ludvigia* L. (1753/4) und *Isnardia* L. (1753/4) nach dem Vorgang von Elliott (1817) der erstere Name als gültig verwendet werden muss. Nun schlägt neuerdings F. Gagnepain (l. c. 1917) vor, nach dem Vorgange Baillon's (l. c.) auch *Jussiaea* mit *Ludvigia* zu vereinigen, und zwar unter dem Namen *Jussiaea*,

welch' letzteres Vorhergehen jedoch Art. 46 der Internationalen Nomenklaturregeln zuwiderläuft und daher nicht akzeptiert werden kann. Der Name *Ludvigia palustris* (L.) Elliott bleibt daher unserer früher als *Isnardia palustris* L. bekannten Schweizerpflanze unter allen Umständen erhalten, auch wenn *Jussiaea* mit *Ludvigia* vereinigt wird.

Oenanthe Lachenalii C. C. Gmelin Fl. Bad. Als. I (1805), 678.

In der Synonymie dieser Art zitiert *Bubani* (Fl. Pyren. II [ed. Penzig 1900], 368) *Oe. chaerophylloides* Pourret Chlor. Narb. nr. 800 in Mém. Acad. Toulouse III (1788), 323. Wenn diese Identifikation richtig wäre, so hätte der ältere *Pourret'sche* Name an die Stelle des jüngern *Gmelin'schen* zu treten. Über diese *Oe. chaerophylloides* *Pourret* herrscht nun in der Literatur grosse Unklarheit und Meinungsverschiedenheit. *A. Pyr. De Candolle* zieht sie anfänglich (Fl. franç. IV [1805], 738) als var. β zu *Oe. pimpinelloides* L., sodann (Fl. franç. Suppl. [1815], 507) stellt er sie als eigene Art wieder her, worin ihm auch *Duby* (Bot. Gall. I [1828], 237) folgt, im Prodrusus endlich (IV [1830], 137) figuriert sie als var. α *chaerophylloides* der *Oe. pimpinelloides*, was auch die Mehrzahl der neueren Autoren akzeptiert. *Timbal-Lagrange* dagegen (Mém. Acad. Toulouse ser. 1 III, 30 vel Bull. Soc. Hist. nat. Toul. II, 100, zitiert nach *Bubani* l. c. 370) erklärt *Pourret's* Species für *Oe. silaifolia* auct. (*Oe. media* Griseb.), *Bubani* endlich, wie bemerkt, für *Oe. Lachenalii*. Diese Meinungsverschiedenheit wird erklärlicher, wenn man sich den äusserst dürftigen Originaltext *Pourret's* vor Augen hält. Derselbe lautet nach freundlicher Mitteilung von Herrn Professor *G. Nicolas* (durch die Vermittlung der Herren Prof. *Flahault* und *J. Daveau* in Montpellier) folgendermassen: «*Oenanthe chaerophylloides*. *Filipendula tenuifolia* Tabern. ic. 441. — *A. Fontlaurier*, *Donos*, etc. — Cette espèce diffère par son port, ses feuilles et ses semences de l'*Oenanthe pimpinelloides* L.» Offenbar haben nun *Timbal-Lagrange* und *Bubani* die *Pourret'schen* Originalexemplare nicht gesehen, sondern die Art nach dem zitierten Synonym von *Tabernaemontanus* und nach den angegebenen Fundorten zu identifizieren versucht. *Filipendula tenuifolia* Tabern. Neuw Kreuterbuch I (ed. Franckfurt 1588), 522 (mit Abbildung S. 521), die von *Kirschleger* (Fl. d'Als. I [1852], 325) und *Bubani* (l. c.) für *Oe. Lachenalii* erkärt wird, halten wir nach der Abbildung mit Rücksicht auf die lang- und dünngestielten, eiförmig länglichen Wurzelknollen und die ausgeprägte Heterophyllie durchaus für *Oe. pimpinelloides*. Ganz in Übereinstimmung damit stellen auch die *Pourret'schen* Originalexemplare im Herbar du Muséum in Paris

nach einer uns von Herrn Professor H. Lecomte gütigst überlassenen Photographie die typische *Oe. pimpinelloides* dar,¹⁾ so dass die DeCandolle'sche Auffassung von 1830 (*Oe. chaerophylloides* = *pimpinelloides* α) zu Recht bestehen bleibt. Rätselhaft ist zunächst nur noch, wie Pourret, sowie De Candolle (1805, 1815) und Duby, die *Oe. pimpinelloides* L. verkennen und als neue, besondere Spezies beschreiben konnten. Da ist zur Erklärung hervorzuheben, dass zu jener Zeit unter dem Namen *Oe. pimpinelloides* „L.“ nicht nur die in engerer Fassung heute darunter verstandene mediterrane Art,²⁾ sondern auch die verwandten, damals von den französischen Botanikern nicht klar erkannten Species *Oe. peucedanifolia* Pollich, *Oe. Lachenalii* und *Oe. silaifolia* (media) vermengt und zusammengefasst wurden, und dass bei manchen Schriftstellern die Neigung bestand, den Namen *Oe. pimpinelloides* vorzugsweise für eine oder mehrere der letztgenannten Arten zu verwenden; so besonders bei den genannten Autoren (vor 1830), die *Oe. chaerophylloides* als besondere Art neben *Oe. pimpinelloides* „L.“ führten.

Laserpitium Halleri Crantz Class. Umbell. emend. (1767), 67!;
All. Fl. Pedem. II (1785), 11.

Laserpitium Panax Gouan Ill. et obs. bot. (1773), 13.

Laserpitium Halleri wird in der Literatur fast allgemein (so auch vom Index Kewensis) Allioni (1785) zugeschrieben und folglich aus Prioritätsgründen als Synonym zu dem als gültig angenommenen *L. Panax* Gouan (1773) gestellt. Indessen ist der Name schon 1767 von Crantz rechtsgültig publiziert worden, und zwar unter Bezugnahme auf *Laserpitium alpinum extremis lobulis breviter multifidis* Haller Enum. meth. stirp. Helv. indig. (1742), 441 t. XI!, welche Pflanze nach der Beschreibung und der vorzüglichen Abbildung zweifellos dem *L. Panax* Gouan entspricht; übrigens ist auch Gouan's Spezies auf die gleiche Haller'sche Art begründet.

Androsace multiflora (Vandelli) Moretti Intorno alla Fl. Veron. del Pollini (1822), 30 [cit. sec. E. Chiovenda in N. Giorn. Bot. Ital. N. S. XXVI (1919), 27] et in Bibl. Ital. XXVIII (1822), 344—non Lam. 1779 (quae = *A. septentrionalis* L. 1753).

¹⁾ Sie trugen ursprünglich auch tatsächlich die Bezeichnung *Oe. pimpinelloides* L.

²⁾ Die heute übliche Restriktion der Linné'schen Art ist dadurch gerechtfertigt, dass Linné's Diagnose und der zuerst angegebene Fundort „Monspelii“, sowie das an erster Stelle genannte Bauhin'sche Synonym (dieses mindestens zum grössten Teil) deutlich auf die *Oe. pimpinelloides* auct. rec. weisen.

Aretia multiflora Vandelli 1771. — *Aretia Vandeli* Turra Fl. Ital. Prodr. (1780), 63 n. 7 sec. Chiovenda l. c. (1919). — *Androsace Vandellii* Chiovenda l. c. (1919). — *Andr. imbricata* Lam. Encycl. I (1783), 162 n. 7 et auct. — non Lam. Fl. franç. II (1779), 253 (quae = *A. helvetica* [L. 1753 sub *Diapensia*] All.).

In einer sehr gründlichen historischen Studie: «L'Androsace Vandellii (Turra) Chiov.» (l. c. 1919, 21—29) zieht E. Chiovenda den fast allgemein übergangenen Namen *Aretia Vandellii* Turra (1780) wieder ans Tageslicht und begründet auf ihn die neue Kombination *Androsace Vandellii*. Den von uns früher (Vierteljahrsschr. d. Naturf. Ges. Zürich LX [1915], 360 und LXI [1916], 422) vorgeschlagenen Namen *A. multiflora* (Vand.) Moretti (1822) verwirft der Verf. (l. c. 27) mit der Begründung, dass in *A. multiflora* Lam. (1779) ein älteres Homonym existiere, und dass der Vandelli-Moretti'sche Name die Charakteristik einer besonderen, aberranten Varietät der Art in sich schliesse und folglich zur Bezeichnung der ganzen Spezies ungeeignet sei. Wir glauben indessen, dass diese Gründe nicht stichhaltig sind, und dass es sich um eine reine Prioritätsfrage handelt; denn nach den Internationalen Nomenklaturregeln (Art. 50) kann weder die Existenz eines ältern, gegenstandslosen Homonyms, noch die unpassende Wahl eines Namens die gültige Verwendung desselben hindern.

Lomatogonium A. Braun in Flora XIII (1830), I, 221; «v. Braune» ex Rchb. Fl. Germ. excurs. sect. 2 (1831), 421.

Pleurogyna Eschsch. ap. Cham. et Schlechtend. in Linnaea I (1826), 187 pro syn.; G. Don Gen. Syst. IV (1837), 188. — *Pleurogyne* Eschsch. ex Griseb. Obs. Gent. (1836), 31 et Gen. et spec. Gent. (1839), 309. — *Narketis* Rafin. Fl. Tellur. III (1836), 26.

Wie neuerdings M. L. Fernald (*Rhodora* vol. 21, No. 251 [Nov. 1919], 193—198) mit Recht hervorhebt, kann der bekannte Gattungsname *Pleurogyna* leider nicht beibehalten werden, da er ursprünglich als blosses Synonym einer (nicht benannten) Sektion von *Gentiana* publiziert wurde in folgender Form: „**** Corolla rotata 4—5 fida, faux breviter fimbriata Genus *Pleurogyna* Eschsch. in litt.“, was nach Art. 37 der Internationalen Nomenklaturregeln keiner rechtsgültigen Publikation entspricht, eine Auffassung, der auch Briquet (briefl. an Fernald, l. c. 194) beipflichtet. Es hat vielmehr, da der Name *Pleurogyna* unseres Wissens vor 1830 nirgends als gültiger

Gattungsname verwendet worden ist, der Name *Lomatogonium* R. Br. (1830) an seine Stelle zu treten.

Unsere Art hat somit zu heissen:

Lomatogonium carinthiacum (Wulfen) Rechb. Fl. Germ. excurs. sect. 2 (1831), 421; cf. A. Braun l. c. (1830), 221.

Swertia carinthiaca Wulfen in Jacq. Misc. II (1781), 53 t. 6. —
Gentiana carinthiaca Fröel. De Gent. (1796), 103. —
Pleurogyna carinthiaca G. Don Gen. Syst. IV (1837), 188. —
Pleurogyne carinthiaca Griseb. Gen. et spec. Gent. (1839), 310 et auct. plur.

Galeopsis dubia Leers Fl. Herborn. (1775), 133.

Galeopsis villosa Hudson Fl. Angl. ed. 2 (1778), 256. —

Galeopsis ochroleuca Lam. Encycl. II (1786—...), 600.

In der Synonymie dieser Art zitieren Beckhaus-Hasse Fl. v. Westfalen (1893), 704 (unter «*G. Ladanum* c. *ochroleuca*»): „*G. villosa*, Martyn 1763“, worauf uns Dr. H. Gams aufmerksam macht. Das einzige uns bekannte, von 1763 datierende Werk von Thomas Martyn: «*Plantae cantabrigienses*» ist uns hier nicht zugänglich. Wie uns Dr. G. Cl. Druce-Oxford auf Anfrage freundlichst mitteilt, enthält dieses Werk nicht nur keine binäre Nomenklatur, sondern es findet sich darin auch keine zufällig binär benannte *Galeopsis villosa*, so dass das Zitat bei Beckhaus-Hasse offenbar auf einem Irrtum beruhen muss. Wir verbleiben also bei dem Namen *G. dubia* Leers. — Wenn Briquet (Lab. Alp. Marit. I [1891], 162, 163) den Namen *G. villosa* Huds. (ohne Zitat) als gültig verwendet, so geschieht dies offenbar in der Annahme, dass die Art schon in der 1. Auflage (1762) von Hudson's *Flora Anglica* publiziert sei; wir konnten uns jedoch durch die Autopsie des letztgenannten Werkes überzeugen, dass dies nicht der Fall ist.

Petunia integrifolia (Hooker) Schinz et Thellung in Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich LX (1915), 361.

Als Autor der Kombination *P. integrifolia* zitiert S. A. Skan (Bot. Magaz. 4th ser. vol. XIV [1918], sub t. 8749): Hort. ex Harrison Floricult. Cab. I (1833), 144. Indessen findet sich, wie der genannte Herr uns auf Anfrage freundlichst mitteilt (22. IV. 1918), der Name *P. integrifolia* a. a. O. lediglich in der Synonymie von *Nierembergia phoenicea* erwähnt („It was first named *Salpiglossis integrifolia*, afterwards *Petunia integrifolia*, but is now called *Nierembergia phoenicea*“),

was nach Art. 37 der Internationalen Nomenklaturregeln nicht einer rechtsgültigen Publikation entspricht, so dass — vorbehaltlich allfällig noch zu machender Ausgrabungen aus der ältern Literatur — bis auf weiteres unsere Autorschaft für die Kombination *P. integrifolia* bestehen bleibt.

Veronica Tournefortii Gmelin (1805); *V. persica* Poiret (1808);
V. Buxbaumii Ten. (1811).

Vrgl. Bull. Herb. Boiss. 2^o sér. VII (1907), 518.

C. C. Lacaita (Journ. of Bot. LV [1917], 271) verwirft, wie schon früher F. N. Williams (ebenda XLII [1904], 253)¹⁾, den Namen *V. Tournefortii* Gmelin und zwar mit der Begründung, dass diese Art ein Gemenge aus heterogenen Bestandteilen darstelle und der Name folglich nach Art. 51, Al. 4 unzulässig sei. Wir halten nach wie vor dafür, dass keine genügenden Gründe vorliegen, um den ältesten für unsere Art in Frage kommenden Namen fallen zu lassen. Wenn auch die von C. C. Gmelin zitierten Synonyme sich auf *V. filiformis* Sm. beziehen, so gehört doch die von dem Autor in concreto im Auge gehabte Pflanze nach dem Fundorte (Karlsruhe) zweifellos zu *V. Tournefortii* auct.; und zudem sind die beiden Buxbaum'schen Figuren (Cent. I [1727]²⁾, t. XL) 1 (= *V. filiformis*) und 2 (= *V. Tournefortii*) einander dermassen ähnlich, dass nur ein Spezialist sie zu unterscheiden vermag und ein Unkundiger sehr wohl die eine für die andere nehmen konnte, wie dies Gmelin tatsächlich getan hat. Wollte man alle Namen, die mit falschen Synonymen behaftet sind, ausmerzen, dann würde wohl die Hälfte der von Linné aufgestellten und allgemein anerkannten Namen diesem Schicksal verfallen.

Euphrasia Odontites L. Spec. pl. (1753), 604 ex p., sensu auct. rec.

Euphrasia verna Bell. App. ad Fl. Pedem. (1791), 33 in Mem.
Acad. Turin V, 1790—91 (1793), 239 tab. 5. — *Odontites verna* Dumort. Fl. Belg. (1827), 32.

Euphrasia serotina Lam. Fl. franç. II («1778» [1779]), 350 sensu auct. rec.

Euphrasia Odontites L. l. c. (1753) pro parte. — *Odontites serotina* Dumort. Fl. Belg. (1827), 32. — *Odontites rubra* ssp. *O. serotina* Wettst. in Denkschr. Akad. Wiss. Wien LXX

¹⁾ Auch O. A. Farwell (Rhodora vol. 21 No. 245 [1919], 101—2) gibt dem Namen *V. persica* den Vorzug.

²⁾ 1727 nach Lacaita a. a. O. Das uns vorliegende Exemplar trägt die Jahreszahl 1728, die z. B. auch A. Pyr. de Candolle Syst. I (1818), 30 angibt.

(1901), 321. — *Odontites serotina* ssp. *serotina* Hayek Fl. Steierm. II, 181 (1912). — *Euphrasia Odontites* ssp. *serotina* Hayek ex Braun-Blanquet Sched. fl. raet. exsicc. III (1920), 88 nr. 284 in LX. Jahresber. Naturf. Ges. Graub. 1920/21. — *Odontites rubra* Gilib. Fl. lituan. II (1781), 126 sensu Janchen (v. infra).

Neuerdings hat E. Janchen (Beitrag zur Floristik von Ost-Montenegro S. 48—49 in Oesterr. bot. Zeitschr. 1919) die Kombination *Odontites serotina* (Lam.) Dumort. verworfen und durch *O. rubra* Gilib. ersetzt mit der Begründung, dass *E. serotina* Lam. eine blosse Umbenennung von *E. Odontites* L., also ein totgeborener Name sei. Dieser Auffassung vermögen wir uns nicht vollinhaltlich anzuschliessen.

Linné's *Euphrasia Odontites* wird beschrieben: „foliis linearibus: omnibus serratis Habitat in Europae arvis pascuisque sterilibus.“ Als erstes Synonym figuriert *E. foliis lanceolatis* Hort. Cliff. (1737), 326 (!) [nicht 346, wie Linné selbst irrtümlich zitiert], als zweites die (im Hort. Cliff. gleichfalls schon angeführte) *E. pratensis rubra* C. Bauhin Pinax (1623), 234. Zu dieser Art zitiert C. Bauhin diejenige Pflanze, die dem Namen nach den Typus der Linné'schen Spezies repräsentiert: *Odontites* I. Tabern. Neuw Kreuterb. I (1588), 681 mit Abbildung, die wir wegen der ziemlich breiten, wenig abstehenden Stengelblätter und der bis zur Spitze des Blütenstandes langen Tragblätter für *E. verna* halten. Auch die im Hortus Cliffortianus im Anschluss an das Zitat von C. Bauhin aufgeführte Morison'sche Abbildung («*E. pratensis rubra* C. B.» Morison Hist. pl. univ. Oxon. III (1699), 431 sect. 11 t. 24 fig. 10) scheint uns aus den gleichen Gründen zu *E. verna* zu gehören, desgleichen nach dem Standort die *E. parva purpurea* J. Bauhin Hist. III (1651), 433 («Montbelgardi [= Montbéliard] abundat in agris florens Julio, Augusto, & Septembri»). Es ist mithin die frühblühende Ackerform der Gesamtart, *E. verna* (= *E. Odontites* auct. rec.), mindestens als wesentlicher Bestandteil der Linné'schen *E. Odontites* nachzuweisen. Ganz anders verhält es sich bei *E. serotina* Lam.: wenn schon als Synonyme *Pedicularis serotina purpurascens* flore Tournef. Inst. (1700), 172 (= *E. pratensis rubra* C. Bauhin) und *E. odontites* L. angegeben werden, so beweist doch die Notiz auf S. 351: «Cette plante croît dans les lieux stériles & incultes; elle fleurit en automne», dass der Verfasser in concreto die spätblühende Sippe der halbnatürlichen Standorte im Auge gehabt hat. Wir sind daher der Ansicht, da sich *E. serotina* Lam. offenkundig nicht vollinhaltlich mit *E. Odontites* L. deckt, dass der erstere Name nicht als totgeborenen fallen zu lassen ist, sondern dass er so gut

als gültig bestehen bleiben kann wie etwa *Equisetum maximum* Lam., *Cerastium caespitosum* Gilib., *Sedum mite* Gilib. oder *Scrophularia alata* Gilib., bei deren Aufstellung die betr. Autoren gleichfalls einen bereits bestehenden (unklar gefassten) Linné'schen Namen durch einen bessern zu ersetzen beabsichtigten. Wir glauben von einer Änderung des bestehenden Gebrauches (*E. Odontites* L. für die frühblühende Ackerform, *E. serotina* Lam. für die spätblühende Sippe des unkultivierten Landes) umso eher absehen zu sollen, als der gegenwärtige Zustand ja doch nur ein Provisorium darstellt; denn die beiden Sippen sind bekanntlich als Arten unhaltbar und werden früher oder später in irgend einer Form als *E. Odontites* L. (im ursprünglichen weiten Sinne) oder *Odontites rubra* Gilib.¹⁾ vereinigt werden müssen.

***Valerianella dentata* (L.) Pollich**

Valerianella Morisonii (Sprengel) DC.

Vrgl. Vierteljahrsschr. d. Naturf. Ges. Zürich LXI (1916), 423. Neuerdings hat sich auch E. Janchen (Beitrag zur Floristik von Ost-Montenegro S. 63 in Österr. bot. Zeitschr. 1919), unabhängig von unseren Ausführungen (a. a. O. 1916), sehr entschieden für die Beibehaltung des Namens *V. dentata* ausgesprochen.

***Scabiosa canescens* Waldst. et Kit. Pl. rar. Hung. I, „1802“ (1799—1800), 50 et auct. mult.**

Scabiosa suaveolens Desf. [Tabl. ed. 1 (1804), 110 (nomen nudum!)] ex Lam. et DC. Fl. franç. ed. 3, IV (1805), 229. —

Scabiosa Virga-pastoris Druce in Rep. Bot. Exch. Club Brit. Isl. for 1916, vol. IV, part V (1917), 416 — non Miller.

Nach dem Index Kewensis wäre *Scabiosa Virga-pastoris* Miller Gard. Dict. ed. 8 (1768), n. 9 [— *S. Virgae-Pastoris* (sic!) Chazelles Dict. Jard. VI (1785), 500!] = *S. suaveolens*, und auch Druce verwendet (l. c.) den Miller'schen Namen für die in Frage stehende Art. Ein Blick in das Miller'sche Werk zeigt jedoch sofort, dass von der angenommenen Identität keine Rede sein kann. In der zitierten französischen Ausgabe von Miller's Dictionary wird die Spezies beschrieben: „corollulis quinquefidis, aequalibus, caule erecto, hispido, foliis lanceolatis, denticulatis, hirsutis, semiamplexicanlibus croît naturellement sur les Alpes ses fleurs naissent au sommet des tiges, comme celles de la première espèce²⁾, et sont de la même forme“. Als

¹⁾ Sobald die Wiedervereinigung stattfindet, dann sinkt tatsächlich *E. serotina* Lam. zum totgeborenen Synonym herab.

²⁾ *Sc. arvensis* = *Knautia arvensis* (L.) Duby.

Synonym führt Miller (wenigstens in der französischen Ausgabe!) die *Scabiosa Virgae pastoris folio* C. Bauhin Pinax (ed. 1671!), 270 an, zu welcher C. Bauhin seinerseits die *Sc. latifolia peregrina* Tabern. Neuw. Kreuterb. I (1588), 547, 550 No. VIII (!) zitiert; letzteres ist eine Gartenpflanze, die nach der Abbildung in der Tracht der *Knautia silvatica* oder *integrifolia* ähnelt. Wie dem auch sei — in allen diesen Fällen handelt es sich um Pflanzen mit ungeteilten Stengelblättern, die von der durch feinzerteilte Laubblätter ausgezeichneten *Sc. canescens* (*suaveolens*) so verschieden sind wie nur möglich.

Chrysanthemum maritimum (L.) Pers. Encheir. II (1807), 462 sens. ampl.

Matricaria maritima L. spec. pl. ed. 1 (1753), 891. — *Tripleurospermum maritimum* Koch Syn. fl. Germ. Helv. ed. 2, III (1845), 1026; em. Briq. et Cavill. in Burnat Fl. Alpes Marit. VI, 1 (1916), 132. — *Matricaria inodora* L. Fl. Suec. ed. 2 (1755), 297. — *Chrysanthemum inodorum* L. Spec. pl. ed. 2, II (1763) 1253.

Wie Briquet u. Cavillier (l. c. 133) mit Recht hervorheben, muss bei der — von den neueren Floristen allgemein angenommenen — Vereinigung von *Matricaria maritima* L. (1753) und *M. inodora* L. (1755) nach Art. 46 der Internationalen Nomenklaturregeln, entgegen der eingebürgerten Gepflogenheit, das Epitheton *maritima* als das ältere als gültig verwendet und auch bei der Übertragung in die Gattung *Chrysanthemum* beibehalten werden. Die bei uns allein vorkommende, nicht-halophile Rasse der Art hat zu heissen:

var. ***agreste*** (Knaf) A. Becherer in Verh. Naturf. Ges. Basel XXXII (1921), 198.

Matricaria inodora et *Chrysanthemum inodorum* L. ll. cc. sens. strict. — *Dibothrospermum agreste* Knaf in Flora XXIX (1846), 299. — *Matricaria inodora* a. *agrestis* Weiss in Hallier et Wohlf. Koch's Syn. ed. 3, 1424 (1895). — *Tripleurospermum maritimum* Var. *agreste* Briq. et Cavill. in Burnat l. c. (1916), 134.

Senecio capitatus (Wahlenb.) Steudel var. ***tomentosus*** (DC.) Schinz et Thellung **comb. nov.**

Cineraria aurantiaca β *Tomentosa* DC. in Lam. et DC. Fl. franç. ed. 3, IV (1805), 170. — *Senecio aurantiacus* γ *tomentosus* DC. Prodr. VI (1837), 362. — *Cineraria capitata*

β radiata Rchb. Ic. Pl. crit. II (1824), 16 t. CXXVIII fig. 243. —
Cineraria aurantiaca flocculosa „Rchb. Pl. crit. II
 n. 243, 244“¹⁾ sec. DC. l. c. (1837). — *Cineraria aurantiaca*
 β lanata Koch Syn. ed. 2, I (1843), 425. — *Tephroseris*
fuscata Jordan et Fourreau mscr. in litt. ad J. B. Verlot
 (7 mars 1870) in sched. Soc. Dauph. 1878 Nr. 1689 (in syn.,
 sine descr.). — *Senecio fuscatus* A. v. Hayek in Allg. bot.
 Zeitschr. XXIII (1917), 4. — *Senecio capitatus* var.
fuscatus A. v. Hayek ibid. — *Cineraria aurantiaca*
 Gaudin Fl. Helv. V (1829), 308 — non Hoppe. — *Senecio*
aurantiacus auct. Helv. — non (Hoppe) DC. sec. A. v. Hayek
 l. c. 1—2. — *Senecio campestris* (Retz.) DC. forme
S. aurantiacus Rouy Fl. France VIII (1903), 318 (excl.
 var. α glabratus). — *Cineraria capitata* Koch Syn. fl.
 Germ. Helv. ed. 1, II (1837), 385 — non Wahlenb. sens. strict.

Wie A. v. Hayek (l. c. 1917, 1—6) ausführt, ist die von den
 schweizerischen und französischen Autoren als *S. auranticus* bezeichnete
 Pflanze von dem echten, auf die tieferen Lagen der osteuropäischen
 Gebirge beschränkten (und dann wieder in Nord-Asien auftretenden),
 dem *S. integrifolius* (L.) Clairv. (= *S. campestris* [Retz.] DC.) zunächst
 stehenden *S. aurantiacus* (Hoppe) DC. (var. glabratus „Rchb.“ DC.)
 nicht unerheblich — namentlich durch die Behaarung — verschieden
 und dem in den Karpathen beheimateten *S. capitatus* (Wahlenb.) Steudel
 (= *S. aurantiacus* δ capitatus DC.) sehr nahe verwandt, so dass sie am
 richtigsten dieser letztern Art als Rasse angegliedert werden dürfte;
 in dieser Rangstufe muss sie — was v. Hayek entgangen ist — den
 Namen var. tomentosus (nicht var. fuscatus) führen.

Inula Halleri Vill. Fl. Delphin. (1785), 97; Rouy Fl. France VIII
 (1903), 201; Briquet et Cavill. in Burnat Fl. Alpes Marit. VI, 2
 (1917), 231.

Aster Vaillantii All. Fl. Pedem. I (1785), 196 n° 710. —

Inula Vaillantii Vill. Hist. pl. Dauph. III (1789), 216 et
 auct. fere omn.

Obwohl die beiden spezifischen Epitheta Halleri und Vaillantii
 vom gleichen Jahr (1785) datieren, war Villars, als er (1789) die
 -Vereinigung der beiden Spezies vornahm, doch nicht frei in der Wahl
 des als gültig beizubehaltenden Namens, da Art. 51, Al. 1 der Inter-
 nationalen Nomenklaturregeln ausdrücklich besagt, dass ein Name (in

¹⁾ Ist a. a. O. nicht zu finden!

unserm Fall *I. Vaillantii* Vill. 1789) nicht anerkannt werden soll, wenn für die betreffende Gruppe bereits ein älterer gültiger Name (*I. Halleri* All. 1785) vorhanden ist. Die allbekannte Kombination *I. Vaillantii* wäre nur dann berechtigt, wenn sich etwa nachweisen liesse, dass *Aster Vaillantii* innerhalb des Jahres 1785 die Priorität vor *Inula Halleri* besässe.

Inula squarrosa (L.) Bernh. ex Steudel Nomencl. bot. ed. 1, I (1821), 223, 433 et ex DC. Prodr. V (1836), 464 [pro syn.]; Schinz et Keller Fl. d. Schweiz ed. 2, I (1905), 507; Schinz et Thellung in Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich LI (1906), 498 et in Bull. Herb. Boiss. 2^e sér. VIII (1907), 516 — non L. Spec. pl. ed. 2, II (1763), 1240 (quae = *I. spiraeifolia* L. 1759).

Conyza squarrosa L. Spec. pl. ed. 1 (1753), 861. — *Inula Conyza* DC. Prodr. V (1836), 464; Briquet et Cavillier in Burnat Fl. Alpes Marit. VI, 2 (1917), 242.

Weitere Synonyme siehe bei Schinz u. Thellung a. a. O. Neuerdings haben Briquet u. Cavillier (a. a. O. 1917) den von uns vorgeschlagenen Namen *I. squarrosa* (L.) Bernh. verworfen mit der Begründung, dass zur Zeit, da Bernhardi seine Kombination an Steudel übermittelte (1821), *I. squarrosa* L. und *I. spiraeifolia* L. allgemein von den Botanikern als zwei verschiedene Arten angesehen wurden und *I. squarrosa* L. als ein gültiger Name betrachtet werden musste; *I. squarrosa* Bernh. war also — damals — ein unanwendbares Homonym zu einem als gültig bestehenden, ältern Namen und der Name *I. Conyza* DC. (1836) als der älteste gültige unanfechtbar. Dagegen ist hervorzuheben, dass, wie Briquet u. Cavillier selbst angeben, schon 1813 Poiret (Encycl. méth. Suppl. III, 152) die Anschauung ausgesprochen hatte, dass *I. spiraeifolia* L. nur eine Varietät der *I. squarrosa* L. sei; und nichts beweist, dass nicht auch Bernhardi für sich diese Auffassung geteilt hat. Zudem vertreten wir, wie schon früher (Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich LIII [1908], Heft IV [1909], 509) dargelegt, in derartigen Fällen die Meinung, dass bezüglich der Gültigkeit oder Ungültigkeit eines Namens nicht der damalige, sondern der heutige Stand unserer Kenntnisse über spezifische Identität bzw. Verschiedenheit massgebend ist (beispielsweise glaubten bei der Aufstellung von *Equisetum maximum* Lam., *Sedum mite* Gilib. und *Scrophularia alata* Gilib. die betreffenden Autoren einen Linné'schen Namen, den sie als Synonym aufführen [*Equisetum fluviatile* L., *Sedum sexangulare* L., *Scrophularia aquatica* L.], durch einen neuen zu ersetzen;

gleichwohl werden diese neueren Namen von den meisten Autoren mit Recht als gültig anerkannt, da wir heute wissen, dass die betreffenden Lamarck- bzw. Gilibert'schen Arten mit den entsprechenden Linné'schen nicht identisch sind). Die Kombination *Inula Conyza* DC. war also nur gültig unter der Voraussetzung der spezifischen Verschiedenheit von *I. squarrosa* L. und *I. spiraeifolia* L.; nachdem diese Voraussetzung als unhaltbar und irrtümlich erkannt worden ist, unterliegt unser Fall den mit rückwirkender Kraft begabten Vorschriften des Art. 48 der Nomenklaturregeln, der besagt, dass bei der Überführung einer Art in eine andere Gattung das erste spezifische Epitheton beibehalten oder wieder eingesetzt¹⁾ werden muss, falls in der neuen Stellung sich kein Hindernis ergibt. Wir halten also dafür, dass, wenn auch vielleicht die Berechtigung des Autornamens *Bernhardi* in Zweifel gezogen werden könnte, doch unter allen Umständen die Kombination *I. squarrosa* (L.) der einzig gültige Name für die in Frage stehende Art ist. und dass, wenn diese Kombination nicht schon existierte, sie heute neu gebildet werden müsste. — Der einzige Einwand, der gegen die Verwendung des Namens *I. squarrosa* (L.) Bernh. erhoben werden kann, ist, dass noch in neueren Florenwerken (z. B. bei Rouy Fl. France VIII [1903], 204) *I. spiraeifolia* L. (1759) unter dem unrichtigen (jüngern) Namen *I. squarrosa* L. (1763) figuriert, wodurch die Gefahr von Verwechslungen hervorgerufen wird, so dass es rätlicher erscheinen könnte, den Namen *I. squarrosa* (L.) Bernh. vorläufig (bis zum Verschwinden des störenden Homonyms aus der floristischen Literatur) ausser Kurs zu setzen. Für die Schweizerflora besteht jedoch diese Gefahr nicht, da alle neuern Schweizerflora (Gremli, Schinz u. Keller) den richtigen Namen *I. spiraeifolia* gebrauchen.

Buphthalmum salicifolium L. var. ***grandiflorum*** (L.) Mutel Fl. franç. Suppl. (1838), 163 sec. J. Briquet in litt.; Babey Fl. Jurass. II (1845), 345.

Buphthalmum grandiflorum L. Spec. pl. ed. 1 (1753), 904. — *Buphthalmum salicifolium* β DC. in Lam. et DC. Fl. franç. ed. 3, IV (1805), 218; Koch Syn. ed. 1, II (1837), 357. — *Buphthalmum salicifolium* β *angustifolium* Koch Syn. ed. 2, I (1843), 391, ed. 3, I (1857), 306.

Helianthus diffusus Sims Bot. Mag. XLV (1818), t. 2020!

Harpalium rigidum Cass. in Dict. sc. nat. XXV (1821), 300.

¹⁾ Von uns gesperrt.

— *Helianthus rigidus* Desf. Cat. hort. Paris ed. 3 (1829), 184 (cum syn. Bot. Mag. et Cass.); Thell. in Allg. bot. Zeitschr. XIX (1913), 137. — *Helianthus scaberrimus* Ell. Bot. Sketch (1824), 423 (non Bentham 1844).

Die schon von Desfontaines (l. c.) vermutete Identität des in der neueren amerikanischen Literatur meist übergangenen *H. diffusus* Sims, die aus der Originalpublikation nicht mit aller Sicherheit hervorgeht (die Abbildung zeigt den Kopf nur von oben, ohne Ansicht der Hülle; die Scheibenblüten wären nach der Beschreibung gelb, nach der Abbildung jedoch braunrötlich), mit *H. rigidus* wird durch A. S. Gray (Synopt. Fl. N. Am. I, 2 [1884], 274) bestätigt.

Helianthus laetiflorus Pers! Encheir. II (1807), 476; Thell. in Allg. bot. Zeitschr. XIX (1913), 138.

Helianthus serotinus Tausch in Flora XI (1828), 504; Thell. l. c. (1913), 138. — *Helianthus atrorubens* Lam. Encycl. III (1789—...), 86 et Hort. Paris.! (teste Pers. l. c.), non L.

Die Identität des *H. laetiflorus* Pers. mit der neuerdings (seit 1913) als *H. serotinus* bestimmten Zierpflanze geht aus der Einsicht der Persoon'schen Original Exemplare (im Herbarium des Reichsmuseum in Leyden), deren Übermittlung wir der Freundlichkeit des Herrn A. W. Kloos in Dordrecht verdanken, zur Evidenz hervor. Die äusseren Hüllblätter sind bei kräftigen Kulturexemplaren (so auch bei den meisten Pflanzen des Persoon'schen Herbar's) so lang oder etwas länger als die inneren, bei mageren wilden oder verwilderten Exemplaren (oder auch an den seitlichen, kleineren Köpfen der Kulturform) dagegen etwas bis merklich kürzer, ohne dass sich jedoch eine irgendwie scharfe Grenze ziehen liesse.

Leontodon nudicaulis (L.) Banks (em. Porter).

Crepis nudicaulis L. (1753). — *Leontodon hirtum* L. 1763 ex p. — vix 1759. — *Thrinicia hirta* Roth (1797). — *Leontodon taraxacoides* (Vill.) Mérat (1831)? em. Acherson et Graebner Fl. Nordostd. Flachl. Lief. 5 (1899), 760.

Zu der viel diskutierten Frage der Nomenklatur von *Thrinicia hirta* Roth äussert sich neuerdings C. C. Lacaita in einer sehr gründlichen Studie („*Crepis nudicaulis* L. and *Leontodon hirtus* L.“, Journ. of Bot. LVI No. 664 [IV. 1918], 97—105) mit der Schlussfolgerung, dass 1.) *Crepis nudicaulis* L. entweder dem *Leontodon Villarsii* Loisel. oder dem *L. crispus* Vill. oder einem Gemenge aus beiden Arten ent-

spreche, dass 2.) *Leontodon hirtus* L. nicht mit *Thrincia hirta* Roth, sondern mit *L. Villarsii* Loisel. identisch sei und folglich für die letztere Art als gültig einzutreten habe und dass 3.) der richtige Name für *Thrincia hirta*: *Thr. taraxacoides* (Vill.) Lacaita l. c. 97 comb. nov. (non Gaudin Fl. Helv. V [1829], 49, quae ex descr. et syn. plur. = *Th. hispida* Roth) sei. Wir halten demgegenüber an unseren früher (Bull. Herb. Boiss 2^e sér. VII [1907], 387—390) gegebenen, dem Verf. offenbar unbekannt gebliebenen Ausführungen fest; neu ist nur die unsere Nomenklaturfrage nicht direkt berührende, definitive Feststellung, dass *Leontodon hirtus* L. 1759, was wir selbst schon (l. c. 388 Fussn.) auf Grund der Literatur als möglich anerkannt, nach dem Befunde in Linné's Herbar (*Lacaita* l. c. 98) dem *L. Villarsii* Loisel. entspricht, und dass erst 1763 in Form des Synonyms *Crepis nudicaulis* die *Thrincia hirta* als weiterer Bestandteil hinzukommt.

Gegenüber *Lacaita* ist folgendes festzuhalten: *Crepis nudicaulis* L., die in Linné's Herbar fehlt (*Lacaita* l. c. 97), ist offenbar lediglich auf das Bauhin'sche Synonym begründet, das etwas konfus (vgl. *Lacaita* l. c. 100, Fussn.), und dessen einzig positiv sicher eruierbarer Bestandteil die Abbildung in C. Bauhin's Prodomus ist (leider fehlt die Pflanze in Bauhin's Herbar, wie aus der Darstellung von A. Pyr. de Candolle [Bull. Herb. Boiss. 2^e sér. IV (1904), 299] hervorgeht, und wie uns auch Herr Konservator Dr. A. Binz in Basel auf Anfrage freundlichst bestätigt). In dieser Abbildung können wir, wie schon früher (l. c. 347 Fussn.), nur *Thrincia hirta* erkennen. *L. Villarsii* ist durch die relativ kurzen Stengel der abgebildeten Pflanze und den Schnitt der Laubblätter ausgeschlossen, *L. crispus* (zu dem nach *Lacaita* l. c. 99 die Abbildung gehören sollte) durch den Schnitt der Laubblätter, durch die fast einreihige Hülle und durch den kurzen Pappus. Allerdings scheinen zunächst die als einfach dargestellten Haare der Abbildung (und die darauf beruhende Angabe „setis subulatis“ in der Beschreibung der *Crepis nudicaulis*) gegen unsere Auffassung zu sprechen; doch ergibt sich für die von *Lacaita* vorgeschlagene Identifikation von Bauhin's Pflanze mit *L. crispus* die gleiche Schwierigkeit, da bekanntlich auch *L. crispus*, wie *Thr. hirta* (im Gegensatz zu *L. Villarsii*), gabelig verzweigte Haare besitzt. Die Angabe von *Lacaita* (l. c. 97), dass die von Linné (nach Bauhin!) namhaft gemachte Verbreitung der *Cr. nudicaulis* für *L. crispus* und *Villarsii*, aber kaum für *Thr. hirta* zutrefte, ist völlig unhaltbar, da *Thr. hirta* um Montpellier weitaus die häufigste der hier in Frage kommenden *Leontodon*-Arten ist, wie wir schon früher (l. c. 347/8

Fussn.) hervorgehoben haben. Wir schlagen also den Fachgenossen vor, bei der Benennung *Leontodon nudicaulis* (L.) Banks em. Porter¹⁾ für *Thrincia hirta* Roth zu verbleiben.

Was noch die von *Lacaita* l. c. 104 Fussn. erwähnte neue Kombination *Leontodon taraxacoides* betrifft, so ist zu bemerken, dass dieselbe, abgesehen von der Mérat'schen von 1831 (von deren Ungültigkeit — nach *Lacaita* — wir nicht überzeugt sind), schon 1899 von Ascherson u. Graebner (l. c.) in dem von *Lacaita* vorgeschlagenen Sinne gebildet worden ist. Und für diejenigen Botaniker, die, wie wir, *Thrincia hirta* und *Th. hispida* Roth nicht spezifisch trennen, wäre auch die Kombination *Thr. taraxacoides* (*Lacaita* l. c. 97, 104) nicht neu, sondern es wäre *Th. taraxacoides* Gaudin (1829) sens. ampl. (incl. *Thr. taraxacoides* *Lacaita*) zu verwenden.

¹⁾ Dass *L. nudicaulis* Mérat in *Ann. sc. nat.* XXII (1831), 109, welchen Williams (*Prodr. fl. Brit.* I [1901], 70) als Synonym zu *Thr. hirta* zitiert, ein „nomen delendum“ ist, weist *Lacaita* (l. c. 97/8) mit überzeugenden Gründen nach.

Bemerkungen zu dem Artikel

«Plant nomenclature: some suggestions» von F.A. Sprague

(Journ. of Bot. LIX, No. 702 [June, 1921], 153—160).

Der genannte Aufsatz enthält nach einigen kritischen Bemerkungen über die Prinzipien und Wirkungen der Internationalen Nomenklaturregeln (1906; 2. Aufl. 1912) verglichen mit denjenigen des American Code (1907), eine Reihe von Vorschlägen für Änderungen und Zusätze zu den Internationalen Regeln.

So berechtigt die Kritik des Verfassers an einzelnen, auch unserer Ansicht nach verfehlten und unglücklichen Bestimmungen der Internationalen Nomenklaturregeln ist, so halten wir doch dafür, dass im Interesse der Stabilität der Nomenklatur und der Vermeidung der Wiederkehr anarchischer Zustände an folgenden Grundsätzen festgehalten werden muss:

1. Keine klar und eindeutig gefasste Bestimmung der Internationalen Regeln darf wieder umgestossen werden.

2. Änderungen an den Regeln können nur in Zusätzen bestehen und betreffen:

a) Erläuternde Zusätze zu unklaren und mehrdeutigen Stellen der Regeln, die erfahrungsgemäss zu Meinungsverschiedenheiten hinsichtlich der Interpretation Anlass geben. (Beispiel: die erst in der 2. Auflage der Regeln eingefügte Erläuterung des Ausdruckes „gültiger Name“ in Artikel 56, mit Rücksicht auf die Frage der „totgeborenen Namen“);

b) Die Entscheidung über neuerdings aufgetauchte, in den Regeln noch gar nicht behandelte Fragen (z. B. über die zufällig binären Namen in Werken mit nicht konsequent durchgeführter binärer Nomenklatur);

c) Weitere Empfehlungen;

d) Erweiterung der Liste der *Nomina generica conservanda*.

Bemerkungen und Stellungnahme zu den in dem erwähnten Artikel enthaltenen Vorschlägen (die hier selbstredend nicht in extenso wiederholt werden können, sondern im Original nachgelesen werden müssen):

Ad 1 (Aufhebung des Obligatoriums lateinischer Diagnosen für neu aufgestellte Gruppen): Unannehmbar, weil Art. 36 zuwiderlaufend. Wo soll übrigens eine Grenze gezogen werden zwischen zugelassenen und nicht zugelassenen modernen Sprachen?

Ad 2 A (Verwerfung von Doppelnamen wie *Linaria Linaria*): Zustimmung, in Übereinstimmung mit Art. 55, 2. — **Ad 2 B** und **2 C** (Verwerfung von Namen wie *Silaum Silaus* oder *Cerastium cerastioides*): nicht annehmbar, weil Art. 48 und 57 widersprechend. Eine scharfe Grenze zwischen widersinnigen und sinngemässen Namen dürfte schwer zu ziehen sein (klar fassbar ist nur die Bestimmung des Art. 55, 2: unveränderte Wiederholung des Gattungsnamens). „*Narcissus Pseudonarcissus*“ ist ebenso ein Nonsens und gleichwohl unseres Wissens bisher von keinem noch so extremen Reformen beanstandet worden. Schon Linné hat die Kombinationen *Agrimonia Agrimonoides* und *Alyssum Alyssoides* gebildet.

Ad 3 (Verwerfung von Artnamen, die schwere geographische Irrtümer enthalten): Unannehmbar, weil Art. 16, 17 und 50 zuwiderlaufend. Eine scharfe Scheidung zwischen „schweren“ und „leichten“ geographischen Irrtümern ist nicht durchführbar, es würde daher der subjektiven Willkür ein allzu grosser Spielraum gelassen und in vielen Fällen keine Einigung zu erzielen sein.

Ad 4 (Verwerfung von Artnamen, die von einem andern ähnlichen nur durch die Endung abweichen): Der Vorschlag ist einer ernstlichen Erwägung wert. Die Regeln selbst widersprechen sich! Art. 57 und Empf. IX erklären Namen wie *Lysimachia Hemsleyi* und *Hemsleyana*, *Carex Halleri* und *Halleriana* für genügend verschieden, um neben einander bestehen zu können, während Art. 51, 4 und Empf. XXXI die Verwerfung der jüngeren der beiden allzu ähnlichen Namen verlangen bzw. empfehlen.

Ad 5 (Nicht-Gültigkeit zufällig-binärer Artnamen von Garsault, Hill u. A.): Zustimmung! Betrifft einen in den Regeln nicht behandelten Fall, der als Zusatz zu Art. 55 im vorgeschlagenen Sinne reguliert werden könnte. Die Zahl der nach 1753 publizierten, zufällig binären Namen ist grösser, als gewöhnlich angenommen wird; vgl. z. B. Sampaio, *Lista das espécies . . . Herbário Português* (1913) mit Supplementen (1914) und andere Arbeiten dieses Verfassers.¹⁾ Selbst bei Haller, der doch ein erklärter Gegner der binären Nomenklatur war, liess sich ein binärer Name entdecken: *Dorycnium*

¹⁾ Zufällig binäre Namen aus Werken von Hill (1754, 1756), Scopoli (1760), Petiver f. (1764), Ortega (1784) u. a.

hispanicum (1769; = *D. pentaphyllum* Scop. 1772). — Andererseits dürfen Werke mit binärer Nomenklatur, in welche zufällig und versehentlich oder sonst nur ganz vereinzelt nicht-binäre Namen hineingeraten sind, nicht von der Berücksichtigung für die Nomenklatur der Arten ausgeschlossen werden (z. B. Crantz 1762—7: *Papaver album & nigrum* Offic., *Fragaria Tormentilla* Officinarum, *F. subtus argentea*, *Selinum carvifolium* Gmelini, *S. carvifolium* Chabraei; Miller 1758: *Eruca bellidis-folia*, *Digitalis magno flore*, *Herniaria Alsines folia*, *Aloe perfoliata humilis*, *A. perfoliata caulescens*, *A. perfoliata glauca*, *A. pumila arachnoides*, *A. perfoliata, brevioribus foliis*; Gilibert 1781: *Trientalis Alsines flore*).

Ad 6 (Verwerfung jüngerer Homonyme unter allen Umständen): Unannehmbar, weil Art. 50 zuwiderlaufend.

Ad 7 (Behandlung von neuen Namenskombinationen, die teils auf ein älteres Synonym, teils auf zu einer andern Spezies gehöriges Material begründet sind, als „nomina delenda“): Ein neuer, sehr empfehlenswerter Vorschlag, der vielleicht in erweiterter Fassung bei Art. 51, 4 Anschluss finden könnte: Ein Name soll nicht als gültig (oder zur Bildung neuer Kombinationen prioritätsberechtigt) anerkannt werden, wenn er sich auf die unrichtige Verwendung eines bereits bestehenden, für die Nomenklatur der betreffenden Gruppe massgebenden Namens bzw. auf eine falsche Bestimmung gründet, selbst wenn jener ältere homonyme Name heute nicht mehr als gültig verwendet wird. So halten wir für ungültig: *Panicum filiforme* Krocker non L.; *Sedum rubens* Mattuschka non L.; *Dianthus glaucus* Hudson non L.; *Alyssum minimum* Willd. non L.; *Anthemis Pyrethrum* Gouan 1762 [non L. 1753 = *Anacyclus Pyrethrum* DC.] = *A. montana* L. 1763; *Hieracium praemorsum* Gouan 1762 [non L. 1753 = *Crepis praemorsa* Tausch] = *H. florentinum* All. 1774; *Equisetum fluviatile* Gouan 1762 (non L. 1753) = *E. maximum* Lam. 1779. — Dergleichen auf Falschbestimmung beruhende Namen sind aber nicht nur selbst als ungültig zu betrachten, sondern auch nicht prioritätsberechtigt zur Bildung neuer Kombinationen: *Antirrhinum molle* L. 1755 (non L. 1753) wäre der älteste (aber nicht gültige!) Name für *Linaria glauca* (L. 1759 sub *Antirrhino*) R. Br.; *Cheiranthus lacerus* Gouan 1773 (non L. 1753 = *Malcomia lacera* DC.) für *Sisymbrium nanum* DC. 1821 (= *Malcomia nana* Boiss. = *Maresia nana* Batt. et Trab.); *Turritis Raji* Gouan 1796 (non Vill. 1789) für *Arabis muralis* Bertol. 1806; *Hesperis inodora* Gouan 1765 (non L. 1763) für

Arabis cebennensis DC. 1821; *Crocus sativus* Gouan 1765 (non L. 1753) für *Romulea parviflora* (Salisb. 1796 sub *Ixia*) Bubani (= *R. Columnae* Seb. et Mauri 1818). Es erscheint daher notwendig, im Interesse der Vermeidung jeglicher Missverständnisse den Art. 48 durch die Einfügung des Begriffes „gültig“ sinngemäss zu ergänzen: „Wird eine Unterabteilung einer Gattung . . . in eine andere Gattung gestellt . . . , so muss der ursprüngliche Name der Gattungsunterabteilung, das erste spezifische Epitheton oder die ursprüngliche Bezeichnung der Unterabteilung der Art beibehalten oder wieder eingesetzt werden, sofern diese ältesten Namen im Einklang mit den Regeln rechtsgültig publiziert sind und falls nicht in der neuen Stellung . . . die Aufnahme des Namens verbietet.“ Damit soll auch vermieden werden, dass (was nach der bisherigen Fassung von Art. 48 wohl möglich wäre) z. B. auch *Nomina nuda*, sofern sie nur die Priorität besitzen, zur Bildung neuer Kombinationen herangezogen werden; oder Namen wie *Laserpitium peucedanoides* Desf. 1798 [= *Bunium spec.*] (spec. nov., ohne Bezugnahme auf die ältere gültige homonyme Linné'sche Art aufgestellt), die nach Art. 27 ungültig sind.

Namenskombinationen, die auf irrtümlicher Synonymie beruhen, sind nun nicht nur, wie Sprague hervorhebt, selbst als ungültig zu betrachten (Beispiel: *Maerua nervosa* Oliver [non *Niebuhrria nervosa* Hochst.]), sondern auch nicht ihrerseits weiterhin zur Bildung gültiger Kombinationen zu verwenden: In der Synonymie von *Cnidium venosum* (Hoffm. 1800 sub *Seseli*) Koch wird *Athamanta carvifolia* Weber (1780) zitiert, ein nach unserer Auffassung ungültiger Name, weil auf der irrtümlichen Voraussetzung der Identität mit *Selinum Carvifolia* L. beruhend, daher nicht zur Bildung einer Kombination *Cnidium carvifolium* berechtigend.

Wie soll man sich nun gegenüber den bereits bestehenden komplexen Namen, die also, nach den für die Nomenklatur massgebenden Synonymen einerseits und nach der Eigenbeschreibung des Autors andererseits, heterogene Bestandteile umfassen, verhalten? Sprague ist geneigt, sie in Anlehnung an Art. 51, 4 als *Nomina delenda* zu betrachten und die betreffende Kombination nötigenfalls im richtigen Sinne neu zu bilden (*Merua nervosa* [Hochst.] Gilg et Benedict nec Oliver). Die amerikanischen Autoren vertreten einen gänzlich abweichenden Standpunkt: „A species transferred without change of name from one genus to another retains the original type even though the description under the new genus was drawn from a dif-

ferent species“¹⁾); sie verwenden also z. B. *Pennisetum glaucum* (L.) R. Br. im Sinne des Pearl Millet (*P. americanum* = *typhoideum* = *spicatum*), obgleich Rob. Brown selbst unter seinem Namen die als *Setaria glauca* bekannte Pflanze meinte. Wir glauben, dass sich die Meinungsverschiedenheit durch einen Kompromiss beheben liesse: Beibehaltung der beiden in Frage kommenden Autoren in geeigneter Kombination, also *Maerua nervosa* (Hochst.) Oliver (pro p., ex syn.) em. Gilg. et Bened.; *Pennisetum glaucum* (L.) R. Br. (pro p., ex syn.) em. Stuntz 1914.

Andererseits können unrichtige, aber für die Nomenklatur nicht unmittelbar massgebliche Synonyme die Gültigkeit eines Namens nicht beeinträchtigen. Z. B. haben als Synonyme zitierte Varietätennamen oder nicht-binäre Bezeichnungen keinen Einfluss auf die Gültigkeit eines Artnamens: *Valerianella dentata* Pollich (1776) bleibt zu Recht bestehen, unbekümmert darum, ob *Valeriana Locusta* δ *dentata* L. (1753) die gleiche Pflanze bezeichnet oder nicht; *Salix appendiculata* Vill. (1789) ist gültig unabhängig von der Zugehörigkeit der *S. caprea* δ *appendiculata* La Tour. (1785); *Selinum Carvifolia* L. wird als gültig angenommen, obgleich die *Carvifolia* der vor-linné'schen Schriftsteller einer andern Art (dem *Peucedanum carvifolium*) entspricht; daher die Einführung des Begriffes des „für die Nomenklatur der betreffenden Gruppe massgebenden Namens“ in unserm oben gemachten Vorschlage.

Ad 8 (Namen, die in Zukunft als „nomina generica conservanda“ vorgeschlagen werden, sollen von einer Darstellung der Geschichte der betreffenden Gattung begleitet sein): Die Bestimmung erscheint ziemlich gegenstandslos. Ob ein Gattungsname auf die Liste der *Nomina conservanda* gesetzt werden soll oder nicht, ist nicht eine Frage seiner nomenklatorischen Geschichte, sondern eine Zweckmässigkeitsfrage: ein Name soll entgegen dem Prioritätsprinzip beibehalten werden, wenn dadurch eine mehr oder weniger grosse Zahl bekannter Namen gerettet werden kann. Von diesem Standpunkt aus konnte sehr wohl *Alsine* Wahlenb. 1812 (non L. 1753) gegenüber *Minuartia* L. (1753) zur Beibehaltung vorgeschlagen werden.

Ad 9 (betreffend das Geschlecht der botanischen Gattungsnamen): Als Empfehlung sehr nützlich.

Ad 10 (Orthographische Korrektur von etymologisch falsch gebildeten Gattungsnamen): Bringt nichts wesentlich Neues gegenüber

¹⁾ Type-basis Code of Botanical Nomenclature; « Science » N. S. vol. LIII. No. 1370 (April 1, 1921), 313.

Art. 57 und Empf. XXX. Der subjektiven Anschauung bleibt in solchen philologischen Streitfragen ein weiter Spielraum gelassen; streng bindende und alle Fälle erschöpfende Vorschriften zu erlassen, erscheint unmöglich. Die Änderung von *Tetrapteris* in *Tetrapteryx* erscheint uns unzulässig, da es sich nicht um einen (in Art. 57 vorgesehenen) typographischen oder orthographischen, sondern um einen etymologischen Irrtum handelt. Briquet ist sogar, fussend auf Art. 57, ein Gegner der Korrektur grammatikalischer Irrtümer und behält das ursprünglich von dem Autor angewandte Geschlecht eines Gattungsnamens entgegen allen philologischen Rücksichten bei (z. B. *Potamogeton* und *Erigeron* als neutrum, wie bei Linné), worin wir ihm freilich nicht zu folgen vermögen.

Ad 11 (Schreibung aller Artnamen mit kleinen Anfangsbuchstaben): Der Vorschlag erscheint uns nicht sehr zweckmässig und Empf. X den Vorzug zu verdienen. Namen wie *Lythrum hyssopifolia*, *Galium cruciata* oder *Selinum carvifolia* erwecken den Verdacht philologischer Unwissenheit und stehen daher im Widerspruch mit der These No. 9 von Sprague (Vermeidung falscher Konkordanz zwischen Gattungs- und Artnamen und der Beleidigung des altphilologischen Sprachgefühls).

Ad 12 (Weglassung des -- in der englischen Literatur gebräuchlichen — Kommas zwischen dem Namen der Pflanze und dem des Autors): Zustimmung. Als Zusatz zu Art. 40 nützlich, allenfalls auch als besondere, neue Empfehlung.

Was den bereits zitierten neuen amerikanischen « Type-basis Code of Botanical Nomenclature » (vrgl. neuestens A. S. Hitchcock in « Science » N. S. vol. LIII, No. 1370 [April 1, 1921] 312—314) betrifft, so ist zu sagen, dass derselbe als Empfehlung für die Zukunft zur Ermittlung des nomenklatorischen Typus aufzuteilender Gattungen und Arten vorzügliche Dienste leisten kann, dass er aber, als Regel mit rückwirkender Kraft durchgeführt, zu umfangreichen, verhängnisvollen und unzweckmässigen Umwälzungen führen müsste.

Endlich sei bei dieser Gelegenheit noch ein nomenklatorisches Problem zur Sprache gebracht, das am besten als Zusatzbestimmung zu Art. 46 untergebracht und erledigt werden könnte:

Die Auswahl zwischen Namen gleichen Datums trifft der Autor, der die Vereinigung vornimmt, und ihm haben sich die folgenden Autoren anzuschliessen, sofern jene Vereinigung im Einklang mit den Bestimmungen des Art. 51, 1 erfolgt ist.

Art. 46 und Art. 51, 1 stehen sich in einzelnen Fällen antagonistisch gegenüber und führen zu verschiedenen Resultaten. *Aster Vaillantii* All. (1785) und *Inula Halleri* Vill. (1785) sind zwei gleichalterige, synonyme Bezeichnungen. Sie wurden von Villars (1789) unter dem Namen *I. Vaillantii* vereinigt, welches Vorgehen nach Art. 46 für die Zukunft massgebend sein sollte. Dem steht jedoch Art. 51, 1 gegenüber, der besagt, dass ein Name (*Inula Vaillantii* [All. 1785 sub *Astere*] Vill. 1789) nicht anerkannt werden darf, wenn für die betreffende Gruppe bereits ein älterer gültiger Name (*Inula Halleri* Vill. 1785) vorhanden ist. — *Laserpitium simplex* L. (1767) und *L. mutellinoides* Crantz (1767), zwei gleichalterige und synonyme Namen, wurden von Allioni (1785) unter *Ligusticum simplex* vereinigt; dieser Name kann nach Art. 51, 1 jedoch nicht beibehalten werden, da schon 1779 von Villars die rechtsgültige Kombination *Ligusticum mutellinoides* gebildet worden war. In diesen Fällen der gegensätzlichen Wirkung zweier Regeln empfiehlt es sich zweifellos, der Bestimmung allgemeinen Inhaltes (Art. 51, 1) die Suprematie über eine Spezialbestimmung (Art. 46) einzuräumen und im Interesse der Vermeidung jeglicher Missverständnisse und Meinungsverschiedenheiten den Art. 46 mit der erwähnten, einschränkenden Zusatzbestimmung zu versehen.

Eine Projektionsaufgabe und eine Kugelaufgabe.

Von

A. KIEFER (Zürich).

(Als Manuskript eingegangen am 1. September 1921.)

I.

Gesucht im Raum der Ort eines Punktes O , von dem aus die Zentralprojektion eines Kegelschnittes \mathcal{K} auf eine Ebene \mathcal{E} einen gegebenen Brennpunkt U hat.

Sind i_1 und i_2 die Geraden von dem Brennpunkt U nach den unendlich fernen imaginären Kreispunkten der Ebene \mathcal{E} , so ist O ein gesuchter Punkt, wenn zwei Tangenten des Kegelschnittes \mathcal{K} sich von O aus in die Geraden i_1, i_2 projizieren. Die Ebenen von O nach i_1, i_2 sind also Tangentialebenen des Kegelschnittes. D. h.:

Der gesuchte Ort wird von den vier Geraden gebildet, in denen die zwei Tangentialebenen durch i_1 an den Kegelschnitt von den zwei Tangentialebenen durch i_2 an den Kegelschnitt geschnitten werden.

Trotzdem die Geraden i_1, i_2 imaginär sind, brauchen von den vier Geraden des Ortes nicht alle imaginär zu sein; im Gegenteil sind im allgemeinen zwei derselben reell und es soll sich darum handeln, dieselben zu konstruieren. Die Geraden i_1, i_2 schneiden die Schnittlinie der Kegelschnittebene und der gegebenen Ebene in zwei Punkten A, B . Man stelle sich dieselben zunächst als reell vor; von A, B aus gehen an den Kegelschnitt vier Tangenten, die ein vollständiges Viereck mit den Gegenecken C, D und E, F bilden, wobei die Geraden von U nach den Punkten C, D, E, F die gesuchten Geraden sind. Das Diagonaldreieck PQR des Vierecks ist ein Dreieck harmonischer Pole für den Kegelschnitt. P ist der Pol der Geraden AB in bezug auf den Kegelschnitt und Q, R teilen die Punkte A, B und die Schnittpunkte des Kegelschnittes mit der Geraden AB harmonisch. Bekanntlich liegt der Mittelpunkt M des Kegelschnittes mit den Mitten m_1, m_2 von CD und EF und mit der Mitte m von AB auf einer Geraden; das Viereck bestimmt nämlich eine Kegelschnittschar und die Mittelpunkte ihrer Kegelschnitte liegen auf einer Ge-

raden, aber die Punktepaare C, D und E, F und A, B sind spezielle Kegelschnitte der Schar. Da die Ecken des Diagonaldreieckes die Diagonalen des Vierseits harmonisch trennen, so ist

$$\begin{aligned} \overline{m_1 C}^2 &= \overline{m_1 D}^2 = m_1 P \cdot m_1 Q, \\ \overline{m_2 E}^2 &= \overline{m_2 F}^2 = m_2 P \cdot m_2 R; \end{aligned}$$

aus diesen zwei Gleichungen sind die Punktepaare C, D und E, F zu konstruieren und die Geraden von U nach C, D, E, F sind die gesuchten. Die Konstruktion geht auch dann, wenn A, B imaginär sind und macht sich folgendermassen:

Die imaginären Geraden i_1, i_2 sind als Doppelstrahlen der Rechtwinkelinvolution mit dem Scheitelpunkt U bestimmt. Die Involution schneidet die Schnittlinie der Kegelschnittebene und der gegebenen Ebene in einer Punktinvolution, deren Mittelpunkt m der Fusspunkt des Lotes $U m$ von U auf die Schnittlinie ist; die Potenz der Involution ist $-\overline{m U}^2$ und die imaginären Doppelpunkte sind A, B . Das gemeinsame Paar dieser Involution mit der Involution harmonischer Pole des Kegelschnittes auf der Schnittlinie ist das Punktepaar Q, R . Der Punkt P ist der Pol der Schnittlinie in bezug auf den Kegelschnitt. Die Gerade vom Mittelpunkt M des Kegelschnittes nach dem Punkte m schneidet PQ und PR in m_1, m_2 und nun sind C, D und E, F als Doppelpunkte von Involutionen bestimmt mit den Mittelpunkten m_1, m_2 und je einem Punktepaar P, Q , beziehungsweise P, R , oder mit den Potenzen $m_1 P \cdot m_1 Q$ und $m_2 P \cdot m_2 R$; die Doppelpunkte C, D und E, F werden reell oder imaginär, je nachdem die beiden Potenzen positiv oder negativ sind, oder anders gesagt, je nachdem m_1, m_2 ausserhalb oder innerhalb von P, Q beziehungsweise P, R liegen. Der Punkt m liegt, als Mittelpunkt einer elliptischen Involution, zwischen Q, R ; die Gerade von m nach dem Mittelpunkt M des gegebenen Kegelschnittes schneidet daher von den zwei Linien PR, PQ die eine direkt und die andere auf der Verlängerung, d. h. von den zwei Punktepaaren C, D und E, F wird das eine reell und das andere imaginär.

Die auseinandergesetzte Konstruktion ist auch anwendbar, wenn der gegebene Kegelschnitt imaginär ist. Ein imaginärer Kegel-

schnitt kann durch ein Polarsystem oder als imaginärer Schnitt einer Ebene mit einer Fläche zweiten Grades gegeben werden. Die Punkte Q, R auf der Schnittlinie von \mathcal{G} mit der Kegelschnittebene sind das gemeinsame Paar der durch die Rechtwinkelinvolution mit dem Scheitel U auf der Schnittlinie herausgeschnittenen Punktinvolution mit der Involution harmonischer Pole, die durch die Fläche zweiten Grades auf der Schnittlinie bestimmt ist. Der Punkt P ist der Schnittpunkt der Kegelschnittebene mit der konjugierten Geraden zur Schnittlinie in bezug auf die Fläche zweiten Grades und der Punkt M ist der Schnittpunkt der gleichen Ebene mit der konjugierten Geraden zu ihrer unendlich fernen Geraden in bezug auf die Fläche. Alles übrige wie vorhin.

Wenn man die Ebene \mathcal{G} mit dem Punkte U um die Schnittlinie mit der Ebene des gegebenen Kegelschnittes dreht, so bleiben die Punkte C, D, E, F unverändert.

Bemerkung. Soll die Zentralprojektion eines gegebenen reellen Kegelschnittes von einem Punkte O aus auf eine gegebene Ebene \mathcal{G} ein Kreis werden, so ist der Ort von O der reelle Kegelschnitt, in welchem sich die zwei imaginären Zylinder durchdringen, welche durch den gegebenen Kegelschnitt nach je einem der unendlich fernen imaginären Kreispunkte der Ebene \mathcal{G} gehen. Irgend eine Parallelebene zur Ebene \mathcal{G} möge den gegebenen Kegelschnitt in zwei imaginären Punkten schneiden, welche die Doppelpunkte einer Involution mit der negativen Potenz $-c^2$ sind. Betrachtet man diese Punkte als imaginäre Brennpunkte eines Kegelschnittes in jener Parallelebene, so liegen seine reellen Brennpunkte auf der Mittelsenkrechten und sind bekanntlich bestimmt als Doppelpunkte einer Involution mit derselben Mitte und der Potenz $+c^2$. Diese Brennpunkte sind zwei reelle Punkte des gesuchten Kegelschnittes, von dem in dieser Weise beliebig viele Punkte gefunden werden können. (Vierteljahrsschrift der Naturf. Ges. in Zürich. LXV, S. 466.)

II.

Gesucht im Raum die Gesamtheit aller Ebenen, die aus zwei, oder drei, oder vier gegebenen Kugeln gleich grosse Kreise heraus-schneiden.

Zwei Kugeln mit den Mittelpunkten M_1, M_2 und den Radien r_1, r_2 mögen von einer Ebene in gleich grossen Kreisen geschnitten werden; bezeichnet man die Lote von M_1, M_2 auf die Ebene mit d_1, d_2 , so muss sein

$$r_1^2 - d_1^2 = r_2^2 - d_2^2 ; \text{ also}$$

$$d_1^2 - d_2^2 = r_1^2 - r_2^2 .$$

Beschreibt man um M_1, M_2 als Mittelpunkte Kugeln mit den bezüglichen Radien d_1, d_2 , so müssen sich die zwei Kugeln auf der Potenzebene der ursprünglichen Kugeln schneiden. Die beiden Kugelpaare haben die gleiche Potenzebene und der Fusspunkt des Lotes von der Mitte von M_1, M_2 auf die Schnittebene muss ebenfalls auf der Potenzebene liegen; denn er halbiert die gemeinsame Kugeltangente, deren Berührungspunkte die Fusspunkte der Lote von M_1, M_2 auf die Ebene sind. Nimmt man umgekehrt den Fusspunkt beliebig in der Potenzebene an, verbindet ihn mit der Mitte von M_1, M_2 und errichtet im Fusspunkt auf diese Linie die senkrechte Ebene, so muss sie eine gesuchte Ebene sein. D. h.:

Die Gesamtheit aller Ebenen, die aus zwei Kugeln gleich grosse Kreise heraus schneiden, umhüllt ein Rotationsparaboloid, das die Potenzebene der zwei Kugeln zur Scheiteltangentialebene hat und dessen Brennpunkt die Mitte der beiden Kugelmittelpunkte ist.

Dieses Paraboloid berührt auch die zwei gemeinsamen Tangentialkegel der zwei Kugeln; die Potenzebene liegt in der Mitte zwischen Spitze und zugehörigem Berührungskreis. Das Paraboloid schneidet irgend eine durch die zwei Kugelmittelpunkte gelegte Ebene in einer Parabel, deren Tangenten gleich lange Sehnen der aus den Kugeln herausgeschnittenen Grosskreise enthalten. Sind die zwei Kugeln gleich gross, so reduziert sich das Paraboloid auf ein Punktepaar, von dem der eine Punkt die Mitte der Zentralen und der andere Punkt ihr unendlich ferner Punkt ist. Wird die eine Kugel zu einem Punkt, so berührt das Paraboloid die andere Kugel längs des Kreises, der in der Polarebene des Punktes in bezug auf die Kugel liegt.

Umgekehrt: Nimmt man bei einem Rotationsparaboloid auf der Achse irgend zwei zum Brennpunkt symmetrisch gelegene Punkte und legt um sie als Mittelpunkte irgend zwei Kugeln, deren Potenzebene die Scheiteltangentialebene des Paraboloids ist, so schneidet jede Tangentialebene des Paraboloids die zwei Kugeln in gleich grossen Kreisen.

Eine Tangentialebene des Paraboloids, welche die eine Kugel berührt, muss auch die andere berühren. Von den zwei Kugelradien ist der eine beliebig wählbar; er kann also auch null sein.

Hat man drei Kugeln, so umhüllen die Ebenen, welche die erste und zweite Kugel in gleich grossen Kreisen schneiden, ein Paraboloid; ebenso umhüllen die Ebenen, welche die zweite und dritte Kugel in gleich grossen Kreisen schneiden, ein Paraboloid. Die gemeinsamen Tangentialebenen beider Paraboloiden schneiden alle drei Kugeln in gleich grossen Kreisen und berühren auch das Paraboloid, das die erste und dritte Kugel bestimmen. D. h.:

Die Gesamtheit der Ebenen, welche aus drei Kugeln gleich grosse Kreise herauschneiden, bildet eine developpable Fläche vierter Klasse, welche den drei Paraboloiden gemeinsam umschrieben ist, die zu je zwei von den drei Kugeln gehören; die developpable Fläche hat auch die unendlich ferne Ebene zur Tangentialebene und ebenso jede der acht gemeinsamen Berührungsebenen der drei Kugeln.

Die drei Tangentialebenen, die auf der Mittelpunktsebene der drei Kugeln senkrecht stehen, schneiden die drei Grosskreise der Mittelpunktsebene in gleich langen Sehnen. Wenn von den drei Kugeln zwei einander gleich werden, so besteht die developpable Fläche vierter Klasse aus einer Kegelfläche zweiter Klasse und einer parabolischen Zylinderfläche; die Spitze der Kegelfläche halbiert die Zentrale der zwei gleich grossen Kugeln und die Tangentialebenen der Zylinderfläche laufen zu jener Zentralen parallel. Kegel und Zylinderfläche berühren jedes der zwei Paraboloiden, die zur dritten Kugel und je einer der zwei gleich grossen Kugeln gehören. Sind alle drei Kugeln gleich gross, so zerfällt die developpable Fläche vierter Klasse in vier Ebenenbüschel; die Scheitelkanten von dreien sind die drei Geraden, welche die Mitten von je zwei der drei Kugelmittelpunkte verbinden und die vierte Scheitelkante ist die unendlich ferne Gerade der Mittelpunktsebene.

Hat man vier Kugeln im Raum, so gibt es sechs Paraboloiden, die zu je zweien von den Kugeln gehören. Die drei Paraboloiden, die zur ersten und zweiten, zur ersten und dritten und zur ersten und vierten Kugel gehören, haben ausser der unendlich fernen Ebene sieben Tangentialebenen gemeinsam, die alle sechs Paraboloiden berühren. D. h.:

Zu vier Kugeln im Raum gibt es sieben Ebenen, von denen jede alle vier Kugeln in gleich grossen Kreisen schneidet.

Sind zwei von den vier Kugeln gleich gross, so gehen vier von den sieben Ebenen durch die Mitte der Zentralen der zwei Kugeln; die drei

andern Ebenen sind zur Zentralen parallel. Die Ebenen selber sind durch die angegebenen besonderen Punkte und je zwei von den fünf nicht zerfallenden Paraboloiden bestimmt. Werden drei von den vier Kugeln gleich gross, so gehen sechs von den sieben Ebenen zu zweien durch die drei Geraden, welche je zwei der Zentralen der drei gleichen Kugeln halbieren und die siebente Ebene ist zur Zentralebene der drei Kugeln parallel; die Ebenen selber sind durch die angegebenen besonderen Geraden und je eines der drei nicht zerfallenden Paraboloiden bestimmt. Sind alle vier Kugeln einander gleich, so sind vier der sieben Ebenen die Ebenen, welche je drei von den Zentralen halbieren, die vom gleichen Mittelpunkt ausgehen und die drei andern Ebenen halbieren je vier von den Zentralen, welche von je zweien der Mittelpunkte nach den zwei andern laufen. Dabei können die Radien der gleichen Kugeln auch null sein.

Die arktisch-subarktischen Arten der Gattung *Phyllodoce* Salisb.

Von

M. RIKLI.

(Als Manuskript eingegangen am 12. Oktober 1921.)

A. Krone offen-glockig nicht gegen die Mündung zusammengeschnürt, nur im vordern Drittel oder Viertel kurz fünflappig, Kelch auf der Aussenseite drüsenlos, Zipfel öfters \pm spitz und am Rande sehr fein und dicht kurzwimperig, Antheren kurz, in der Krone eingeschlossen. Blüten meist 4—15, Blätter stark eingerollt; Mittelrippe der Blattunterseite spärlich drüsig bis kahl, Rillen dicht drüsig-behaart.

1. *Ph. empetriformis* (Smith) Don

B. Krone \pm krugförmig gegen die Mündung verengt, Kelch drüsenhaarig.

a) Blätter nicht drüsig-behaart, am Rande deutlich aber fein scharf gezähzelt. (Zähne mit je 1. sitzenden Punktdrüse.) Blüten zu 7—12. Krone kahl, gelblich grün, kaum doppelt so lang als der Kelch. Blütenstiele die Blätter kaum überragend.

2. *Ph. aleutica* (Spreng.) D. et G. Don

b) Blätter \pm reichlich drüsig-behaart.

I. Staubfäden dicht feinhaarig. Ganze Pflanze stark drüsig-behaart. Krone gelblich, kurz krugförmig. Blüten zu 4—12.

3. *Ph. glanduliflora* (Hook.) Howell

II. Staubfäden kahl. Pflanze leicht drüsenhaarig, später verkahlend. Krone rötlich-violett, Blüten zu 4—8.

4. *Ph. coerulea* (L.) Bab.

Phyllodoce aleutica (Spreng.) D. et G. Don

= *Ph. Pallasiana* D. et G. Don.

Von *Ph. coerulea* (L.) Bab. weicht diese Art ab durch kürzer gestielte gelblich-grüne Blüten, die auf der Aussenseite

nahezu oder völlig kahl sind. Die Kelchblätter erreichen reichlich halbe Kronenlänge; diese ist ziemlich plötzlich verengt, daher von mehr kugeligem Form. Der Blütenstand ist reichblütiger (7—12). Sehr stark wechselt die Nadellänge, bald hat dieselbe nur 5—7 mm, bald bis 12 mm.

Die vorwiegend nordasiatische Art ist von den Gebirgen Zentral-Japans von etwa 36° n an (U. Faurie, T. Makino, R. Yatabe, c. 1200—2500 m) über Kamtschatka bis ins Tschuktschenland und nach Alaska verbreitet. Die Lütkeexpedition sammelte sie an der Senjawinbucht (c. 64'' 55' n). Auch F. R. Kjellman sah sie in den Küstengebieten des Tschuktschenlandes, Chamisso und Eschscholtz auf Unalaska. Als südlichste Fundstelle Nordwest-Amerikas wird die Insel Sitka (Bongard) angegeben, doch bemerkt dazu Camillo Karl Schneider: „Was ich von Sitka sah, war *glanduliflora*.“

1. *Phyllodoce coerulea* (L.) Bab.

Andromeda coerulea L. (1753); *Bryanthus coeruleus* (L.) Dippel;
Phyllodoce taxifolia Salisb. (1806).

In dem dicht ineinander verflochtenen Kleingewächs der arktischen Zwergstrauchheide hat die dem Alpenbotaniker fremde, äußerst zierliche *Phyllodoce* öfters eine führende Rolle. Zur Zeit ihrer Vollblüte, Anfang Juli, breitet sie herrliche, rotviolette Teppiche aus und bildet alsdann kleine zierliche Miniaturgärtchen von seltener Anmut und Frische. Doch ihre Pracht ist von kurzer Dauer, kaum 80 m tiefer hat sie schon verblüht, und wenige Tage werden genügen, um auch hier am Berghang die Zauberkünste Floras zu zerstören.

In der Heide bevorzugt die *Phyllodoce* tiefgründigere, etwas feuchtere Stellen. Zur schönsten Entfaltung kommt sie in Südlagen, an mehr oder weniger geneigten, windgeschützten Berglehnen und am Fuß senkrechter Felswände. Im nördlichen Grenzgebiet ihres Verbreitungsareals meidet sie die Küstennähe, jedenfalls zeigt sie schon wenige Kilometer mehr land- beziehungsweise fjordeinwärts eine üppigere Entfaltung als an der Aussenküste. Als Humuspflanze hält sie sich vorzugsweise an die Zwergstrauchheiden, kommt jedoch auch unter Saliceten vor; gelegentlich trifft man sie, jedoch stets nur in spärlichen, kümmerlichen Exemplaren, auf Rundhöckern und Flechtenfeldern, oder als Bestandteil der Geröll- und Gratflora an. Im Winter verlangt sie Schneeschutz.

Kräftige Exemplare werden 20—25 cm, gelegentlich wohl auch 35—40 cm hoch, doch werden diese Maximalmasse nur in den südlichen Gebirgsstationen (Japan) erreicht. Die kahlen Zweiglein sind hin und her gebogen (Fig. 1), in windoffenen Lagen \pm spalierartig dem



Phyllodoce coerulea (L.) Bab.

Fig. 1. Unterer Teil eines Zweiges. Natürl. Gr.

Fig. 2. Zweigachse mitsich entwickelnder Blattknospe. Vergr. 2, nach E. Warming.

Fig. 3. Blütenzweig. Nat. Grösse.

Fig. 4. Blütenzweig. Vergr. 1,5.

Boden angepresst; unter günstigeren Verhältnissen aufsteigend bis aufrecht. Starke Ästchen erreichen einen Durchmesser bis zu 4 mm. Ein von mir am 7. Juli 1908 bei Aumarutigsat an der Südküste von Disko gesammeltes Zweigstück zeigte einen schwach exzentrischen Holzkörper von 2,8 mm Durchmesser. Ich zählte reichlich 20 Jahresringe. Die ersten Jahrringe waren äusserst schmal und kaum von einander zu unterscheiden. Es ergibt sich für diesen Fall somit eine mittlere Jahrringbreite von 0,07 mm. Am Kingawafjord auf Baffin-Land beobachtete Ambronn an einem al-

ten Stämmchen mit ziemlich deutlichen Jahresringen einen grössten Radius von 1,8 mm. Die Zählung ergab ein Alter von 28—30 Jahren, dies entspricht einer mittleren Jahrringbreite von nur 0,06 mm. Übrigens wechseln die Jahresringe mit dem Alter. Vom 1.—3. Jahr sind sie ungefähr 0,06 mm breit, von 4.—6. Jahr c. 0,1 mm, sie erreichen in den folgenden Jahren sogar eine Breite von 0,12 mm. Die

späteren Zuwachsstreifen werden aldann wieder schmaler, um vom 12. Jahr an höchstens noch 0,04 mm zu betragen. Nach O. Kihlman wird das Zwergsträuchlein auf Kola bis über 37 Jahre alt, und zeigt je nach Standort und Höhenlage eine mittlere Jahrringweite von 0,8 bis 0,15 mm.

Die dicht stehenden, sich mehr oder weniger dachziegelig deckenden, derb-lederigen, kurz gestielten, glänzenden, 1,8—1 cm langen und 1—3 mm breiten, nadelartigen, an der Spitze stumpf abgerundeten Blättchen (Fig. 2 u. 4) erinnern an kleine Eibenblättchen, weshalb die Pflanze in der Literatur vielfach auch unter dem Namen *Ph. taxifolia* Salisb. aufgeführt wird. Der Rand zeigt eine feine, mehr oder weniger regelmässige, kurzdrüsige Bewimperung. Auch diese Ericacee besitzt „Rollblätter“, doch ist die Zurückbiegung der Blattränder weniger ausgesprochen als bei *Empetrum*, der „Spalt“ somit weiter offen, d. h. die windstillen mit Hackenhaaren und vereinzelt Drüsen ausgestatteten Rillen sind nicht so tief, also weniger von der Aussenwelt abgeschlossen, als dies bei *Empetrum* oder gar bei *Cassiope* der Fall ist. Als Anpassung an die physiologische Trockenheit ihrer Standorte finden sich die etwas vortretenden Spaltöffnungen nur unter der zottigen Haarbedeckung der Blattunterseite. Aus den Zuwachsverhältnissen ergibt sich, dass die Nadeln wenigstens drei Jahre, öfters aber auch fünf Jahre assimilationsfähig bleiben, um alsdann zwischen dem vierten und sechsten Jahre abgestossen zu werden.

Aber nicht nur die Microphyllie und Ericoïdie ist bei der Moorheide weniger typisch als bei den meisten andern arktischen und subarktischen Ericaceen, auch die Blattanatomie lässt erkennen, dass wir es mit einem verhältnismässig wenig ausgeprägten Typus zu tun haben. Dafür sprechen: die verhältnismässig schwach entwickelte Cuticula, das Fehlen einer Hypodermis, das Sklerenchym ist auf wenige Zellen in der Nähe der Gefässbündel beschränkt und das Schwammparenchym reichlich von Lufträumen durchsetzt. Auch ist das ein- bis dreischichtige Palissadengewebe wenig ausgeprägt, jedenfalls dürftiger entwickelt als das lockere Schwammparenchym. Auffallend ist endlich die spärliche Entfaltung des Leitungssystems. Neben dem unbedeutenden Mittelnerv finden sich jederseits nur noch ein bis zwei sehr kleine, aus wenigen Zellen bestehende, seitliche Gefässbündel. So zeigt das Blatt einen ausgeprägt dorsiventralen Aufbau.

Die am Ende der Sprosse doldenartig zu drei bis acht auftretenden Blüten (Fig. 3 u. 4) entspringen aus vorjährigen Knospen der oberen Blattachsen (Fig. 11 u. 12); sie erheben sich einzeln auf ver-

hältnismässig langen (2 bis 3,5 cm) steifen, purpurroten und reichlich rot-drüsigen Stielen. Auch die bleibenden, tief fünfteiligen Kelche

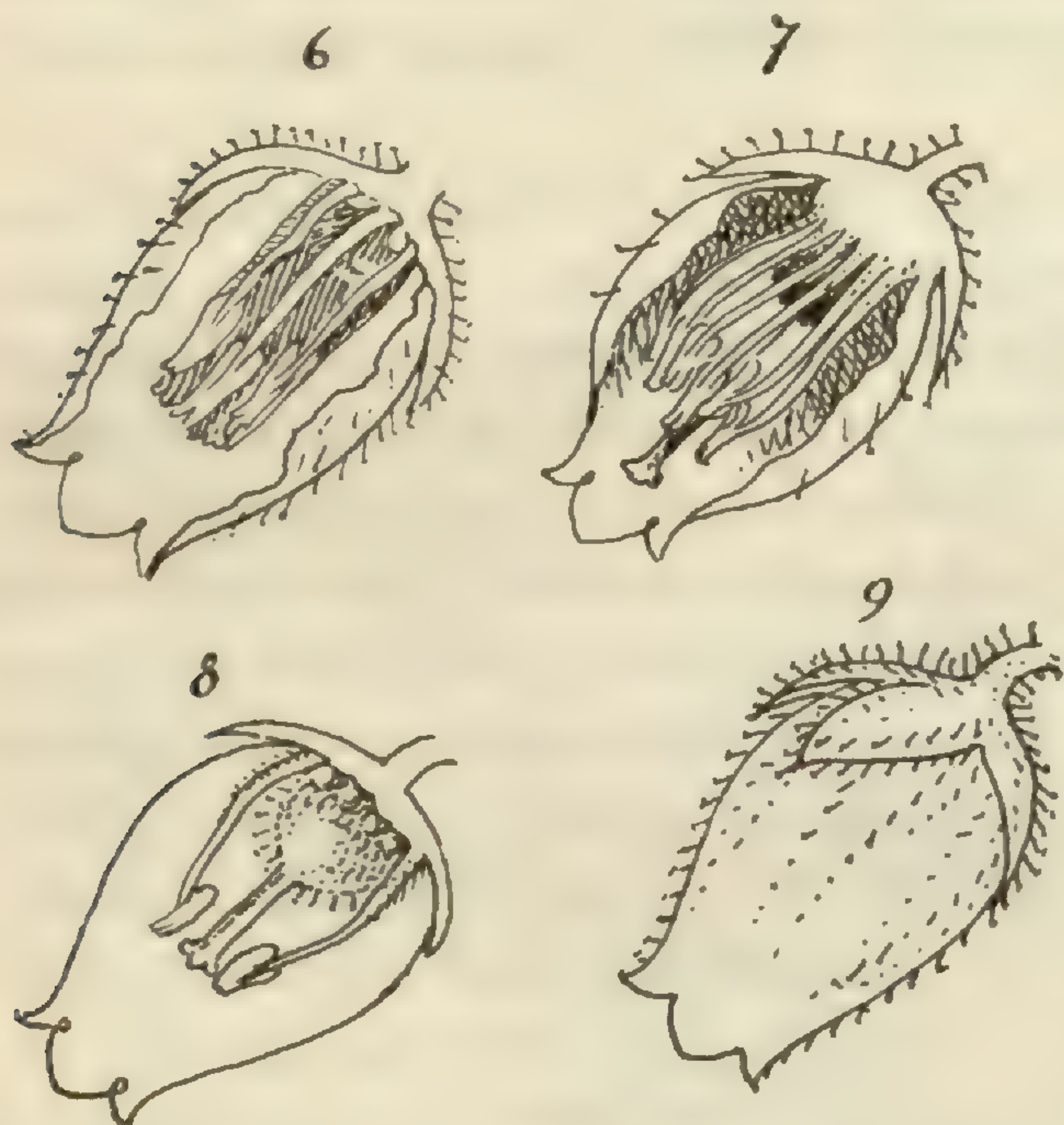


Fig. 6—8. Längsschnitte durch die Blüte von *Phyllodoce coerulea*.

Fig. 9. Blüte von aussen, nach Warming. Vergr. 3fach.

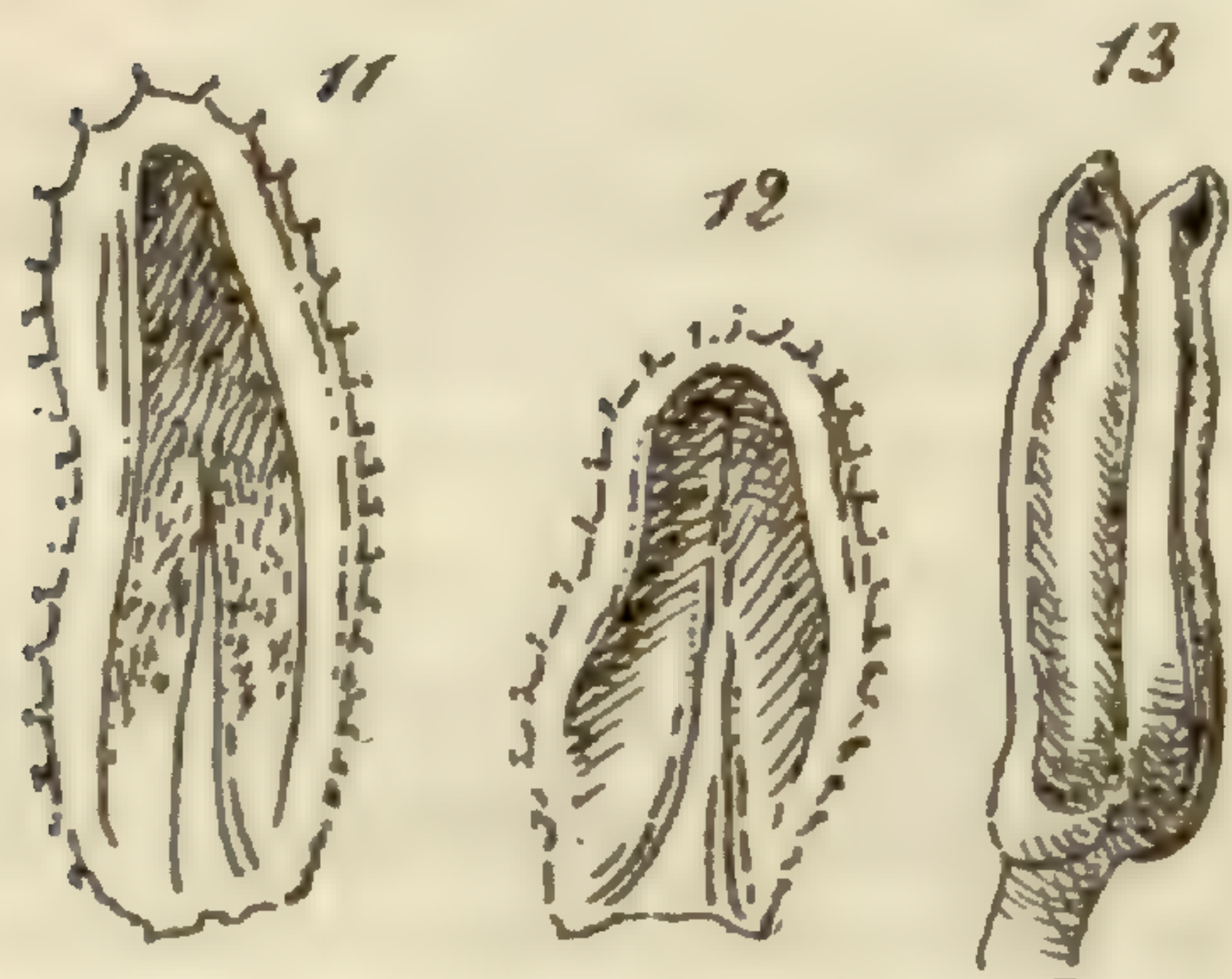


Fig. 11 u. 12. Blätter aus der Blütenregion. Vergr. 3fach.

Fig. 13. Staubgefäss mit den Längspalten. Vergr. 7fach, nach Warming.

sind dunkelrot und drüsenhaarig, deren lanzettlich-zugespitzte Zipfel erreichen etwa ein Drittel bis halbe Kronenlänge. Die lebhaft rotvioletten, 1 cm langen, an ihrer Spitze kurz fünfklappigen und etwas krugförmig verengten Blütenglocken (Fig. 9) sind überhängend, ihre Aussenseite kahl oder zerstreut behaart. Die Staubbeutel öffnen sich mit zwei endständigen, länglichen Poren (Fig. 12), und sind zwei- bis dreimal kürzer als deren kahle Filamente. Die schildförmige Narbe ist deutlich fünfklappig. Honig wird auf der ganzen Ovarialfläche absondert.

Im nördlichen Teil von Dänisch West-Grönland steht die Pflanze Anfang Juli in Vollblüte, doch kann man in günstigen Lagen die Blütenglocken oft schon mehrere Wochen früher entfaltet sehen. Bei Sukkertoppen sammelte de Quervain schon am 19. Mai 1909 blühende *Phyllodoce* auf Rundhöckern, etwa 50—100 m über Meer. Auf Disko beobachtete ich 1908 an verschiedenen Stellen eine zweite Blütenperiode; doch zeigen die Korollen der Herbstblüte öfters eine anormale Ausbildung, indem sie bis auf den Grund unregelmässig zerteilt sind.

Nach der Anthese fällt die Krone ab. Der zuerst in der Korolle eingeschlossene, glatte, zarte Griffel wird nun fester, er verlängert sich bis zur doppelten oder selbst dreifachen Länge der röt-

lichen, borstig behaarten, an der Spitze öfters schwach eingebuchteten Kapsel. Die 3—4 mm lange, aufgerichtete, fünflappige, wandspaltige Kapsel wird zunächst vom Kelch umschlossen, zur Reifezeit sind jedoch die Kelchzähne zurückgeschlagen. Die zahlreichen, ovalen glänzenden Samen besitzen einen schmalen Flügelrand. Die Entleerung der Kapsel erfolgt durch Xerochaspie.

Blütenbiologisch verhält sich unsere Pflanze innerhalb ihres nördlichen Areals nicht überall gleich. Nach Ekstam ist sie im schwedischen Hochgebirge protogynisch-homogam; auch in Grönland beobachtete E. Warming Protogynie. Die Narbe ist daselbst vielfach schon in der Knospenlage klebrig. Wichtig ist die Veränderlichkeit der Griffellänge. Auf dem Dovrefjeld sah Lindman eine Form, bei welcher der Griffel nur 2 mm lang war, so dass die Antheren die Narbe überragten und bei der hängenden Stellung der Blüten mithin spontane Selbstbestäubung nicht erfolgen konnte. Anders in Grönland. Hier sind die Blüten meist kurzgriffelig; Narben und Antheren stehen annähernd in gleicher Höhe, daher ist spontane Selbstbestäubung unvermeidlich (Fig. 6 u. 8). Auch an meinem von Disko mitgebrachten Material fand ich diesen Befund bestätigt. Verhältnisse, durch welche eine Selbstbestäubung zur Notwendigkeit wird, finden sich in Grönland entschieden häufiger als bei Pflanzen südlicherer Provenienz.

Die enge Kronenöffnung und die meist hängende Stellung der Blüten lassen nach P. Knuth auf Befruchtung durch Bienen schlies-



Fig. 5. Zweig mit jungen Fruchtkapseln.
Vergr. 2fach.

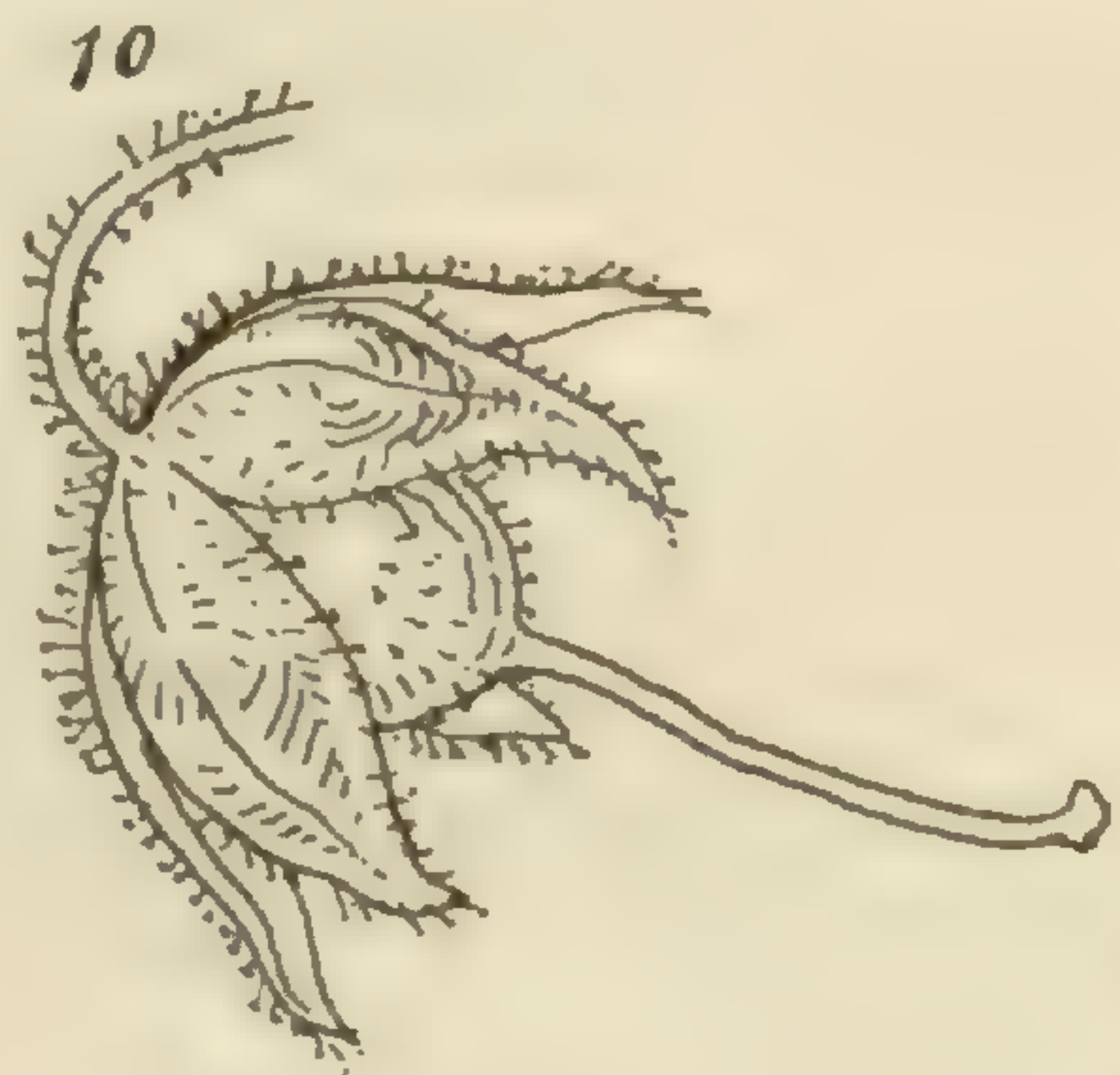


Fig. 10. Ältere Fruchtkapsel.
Vergr. 3fach.

sen, doch sind solche als Besucher bisher nicht beobachtet worden, wohl aber nach Bessel der Falter *Colias boothii* H. Sch. Da die 10 Staubgefässe gerade den Kroneneingang versperren, muss der Insektenrüssel beim Suchen des Nektars an die Antheren stossen und sich so mit Pollen beladen.

Wenn einzelne Autoren *Phyllodoce coerulea* als eine circumpolare Pflanze bezeichnen, so trifft dies nicht ganz zu; sie ist im hohen Norden fast ausschliesslich von arktisch-atlantischer Verbreitung. Ihr Massenzentrum scheint in Westgrönland und Skandinavien zu liegen. In Norwegen wird sie von $58^{\circ} 40' n$ (Schübeler) im Süden durch das ganze skandinavische Hochland

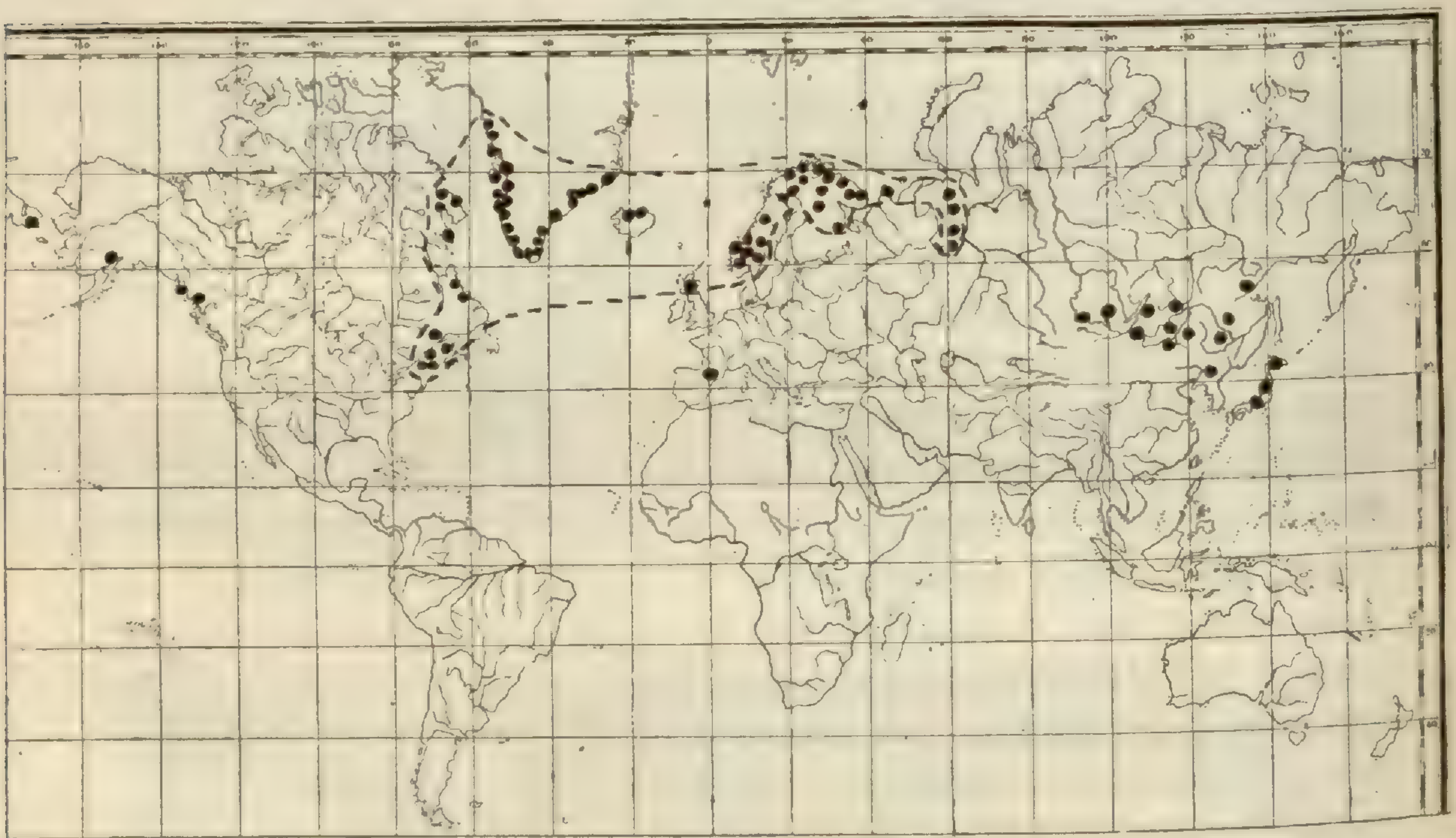


Fig. 14. Verbreitungskarte von *Phyllodoce coerulea* (L.) G. G.

---- Nordatlantisches Hauptverbreitungsgebiet. •

und die Kjölen angetroffen. Sie geht in den Gebirgsgegenden von der oberen Coniferenstufe, d. h. von ca. 800 m bis über 1600 m, im Norden erreicht sie bei Hammerfest und bei Alten am Kaafjord (*M. Martins*) sowie auf Magerö ($71^{\circ} 7' n$) und am Vardangerfjord das Meeresniveau. Auch den Gebirgen von Dalarne und Jemtland fehlt sie nicht. Ihr Verbreitungsgebiet umfasst in Schweden die Breitenlage von $61-68^{\circ} 30' n$. Nach F. Buhse findet sie sich in Russisch-Lappland auch noch sparsam in Unterholz der Fichten- (*Picea obovata*) und Kieferwaldungen, so z. B. bis Kuusamo und Keret Karelien. Auf der Halbinsel Kola dringt sie durch die Tundra bis zur

murmanischen Küste (O. Kihlman), ebenso wird sie nach N. J. Fehلمان am Imandrasee, auf den Chibiny-Alpen und bei der Stadt Kola angetroffen; auf der Bergkuppe Ounastunturi ($68^{\circ} 20' n$) sammelte sie Sandman mit *Loiseleuria*, *Diapensia*, *Dryas*, *Arctostaphylos alpina* (L.) Spreng. Ihre Südgrenze scheint nach Hjelt und Hult bereits in Kemi-Lappmark bei $67^{\circ} 20'$ zu liegen, wo sie in der Umgebung von Kolari am Tornea Elf schon äusserst selten angetroffen wird (Köppen); Grewingk brachte sie vom nördlichen Teil der Halbinsel Kanin mit.

Auch vom Ural wird die Moorheide angegeben, doch nur südlich vom $67^{\circ} n$ (Ruprecht) bis zu $61^{\circ} 45' n$, woselbst sie von der Hoffmann'schen Expedition auf dem Pori-mongitur gesammelt worden ist. Auf dem Ssishup wächst sie nach Krylow nur unterhalb der Baumgrenze.

Auf Island ist sie nur im Norden der Insel nachgewiesen, sie wurde daselbst erst 1890 von Stefan Stefansson in der Gegend der Eyjafjorden entdeckt. Auf der Färör fehlt die Pflanze, dagegen treffen wir sie als Seltenheit wieder auf Heidemooren der Gram-pian Mts. Schottlands, unter $56^{\circ} 50' n$, nordwestlich von Dundee in Perthshire bei 785 m (J. D. Hooker).

Von Spitzbergen und Nowaja Semlja ist die *Phyllodoce coerulea* nicht bekannt, ebenso fehlt sie auf allen Pflanzenlisten der nord-sibirischen Küste, und ausser auf Baffin-Land ($63-67^{\circ} 20' n$) auch im arktisch-amerikanischen Archipel, sowie an der amerikanischen Eismeerküste. Wie weit sie von der Küstenlinie der arktischen Meere entfernt im subarktischen Gebiet der beiden nordischen Kontinente sich wieder einstellt, ist nicht näher bekannt.

Ein zweites, offenbar sehr lückenhaftes Verbreitungsgebiet liegt in den südlichen Gebirgslandschaften. In N.-Amerika tritt sie in den Gebirgen der atlantischen Staaten der Union, von den White-Mountains New Hampshires durch Maine, Ontario, Quebec bis Labrador, so noch in der Umgebung von Ramah (c. $59^{\circ} n$) auf; im Süden ist sie jedoch auf die Gebirgsregion der höheren Berge beschränkt. Ein weiteres Verbreitungszentrum liegt in den Gebirgen des nördlichen Ostasiens: am Jenissei (Ledebour), im Altai, in Baikalien (Gmelin), Dahurien (Turcz.), Ost-sibirien (Ajan, Orchotsk), Kamtschatka (Steller). Die Südgrenze liegt in der nördlichen Mandschurei (höchste Gipfel des Burejagebirges) und in Nordkorea. Von diesem Gebiet strahlt die Moorheide einerseits nach der Tschuktschenhalbinsel (Konyam Bai, spärlich: Kjellman) und bis nach Alaska (Fjelde des Sitkabezirkes

bei 1050 m, Cook-Inlet bis N. Vancouver-Insel; Harshberger) aus, andererseits folgt sie dem japanischen Inselgebirge bis ins südliche Nippon, H. Faurie hat sie auf den Bergen Yezos bis c. 1500 m gesammelt, und nach J. Rein erreicht sie sogar noch die höchsten Gipfel der Gebirge der Provinz Shinano. Auf der Spitze des Ontaké (3004 m) und des Komagatake (N. Ono) ist die Moorheide mit *Coptis trifolia*, *Anemone narcissiflora*, *Viola biflora*, *Diapensia lapponica*, *Rhododendron chrysanthemum*, *Cassiope lycopodioides* vergesellschaftet.

Nicht ganz so südlich, aber ein entschieden isolierterer Standort liegt bei $42^{\circ} 40' n$, in den zentralen Pyrenäen. Die Pflanze tritt daselbst als grosse Seltenheit auf Felsen und im Kies des Quellgebietes der Garonne, oberhalb Bagnères de Luchon auf. Die sechs bekannten Standorte liegen bei c. 1700—1800 m auf der Nordseite der Maladettagruppe.

Es ergibt sich somit, dass der absolute Nordpunkt des Verbreitungsareals der Moorheide bei Kangerdluarsukkingua (c. $74^{\circ} 18' n$) an der Westküste Grönlands zu suchen ist, indessen der absolute Südpunkt im südlichen Nippon bei $35^{\circ} 50' n$ liegt. Im Herbarium des botanischen Gartens von Genf liegt eine Belegpflanze von Chamar; sollte es sich um die Chamar-Bagoda in Westtibet handeln, so würde dies der Breite von $31^{\circ} 10' n$ entsprechen. In Ost-Grönland erreicht *Phyllodoce coerulea* noch die südlichen Verzweigungen des Scoresby-Sundes ($69^{\circ} 25' n$); doch scheint sie nur zwischen 60 und $66^{\circ} n$ häufiger zu sein. Im Süden ausgesprochene Gebirgspflanze, kommt sie im Norden in unmittelbarer Meeresnähe vor. Nach E. Warming erreicht sie in Grönland eine Meereshöhe von 630 m.

Das Massenzentrum der Gattung *Phyllodoce* liegt im nördlichen pazifischen Gebiet. Von den sechs Arten dieses Genus sind drei auf das pazifische Nord-Amerika beschränkt (*Ph. Breweri* [A. Gray] Heller, *Ph. empetrifomis* [Smith] Don, und *Ph. glanduliflora* [Hook.] Coville); *Ph. nipponica* Mak. ist in Zentral-Japan endemisch. Das Verbreitungsareal von *Ph. aleutica* (Spreng.) D. et G. Don, erstreckt sich vom südlichen Alaska über die Aleuten nach Kamtschatka bis ins nördliche Japan. Da in Ost-Asien und in Nordwest-Amerika auch noch *Ph. coerulea* (L.) Bab. auftritt, besitzt das pazifische Nordamerika mithin fünf, das pazifische Ostasien drei verschiedene *Phyllodoce*-arten. Im orchotskischen Küstengebiet und auf Kamtschatka kommt dazu noch das nahverwandte monotypische Genus *Bryanthus* Stell. Einzig *Phyllodoce coerulea* besitzt eine grössere, über das pazifische Gebiet weit hinausgehende Verbreitung.

Man wird daher wohl nicht fehl gehen, wenn man das Bil-

dungszentrum der Gattung *Phyllodoce* in das nördliche pazifische Gebiet verlegt. Von hier aus ist die *Ph. coerulea* wohl schon in spät tertiärer Zeit, ja möglicherweise noch früher, nach Norden ausgewandert. In der Glazialzeit ist einerseits ihr einst zusammenhängendes nordisches Areal zerstückelt worden, andererseits hat sie in dieser Periode in Europa (Pyrenäen) und in N.-Amerika (Alleghanies) ihre südlichen Gebirgsstationen erreicht. Ihr heutiges Massenzentrum im nördlichen atlantischen Gebiet dürfte demnach nicht dem



Fig. 15. Verbreitungskarte der Gattung *Phyllodoce*.

I—V Artenzahl der einzelnen Gebiete.

- *Ph. aleutica* Mak.
- o o o *Ph. empetriformis* Don
- *Ph. glanduliflora* Howell.
- × × *Ph. nipponica* Mak.
- *Ph. Breweri* A. A. Keller

ursprünglichen Bildungsherd der Art entsprechen, sondern erst präglazialen Ursprungs sein.

Phyllodoce empetriformis (Smith) Don

Aus dem Gewirr von Kleinsträuchern erhebt sich vor uns ein etwa 10—25 cm hohes, niederliegend-aufsteigendes, immergrünes Holzgewächs mit offenglockiger Krone und nur am Rande dicht kurzwimperigem, sonst kahlem Kelch. Die langgestielten (1,5 bis 2 cm) blassroten oder rotpurpuren Blüten entspringen zu 4—15 aus den Achseln der dicht gedrängten, obersten, fast nadelartigen Laub-

blätter. Sie erwecken so den Eindruck einer den Trieb abschließenden Blütendolde. Zwischen der kurzen flaumigen Behaarung tragen die Blütenstiele kleine, gelbliche Stieldrüsen.

Ph. empetriformis ist eine Gebirgspflanze des pazifischen Nordamerika. Sie bewohnt das Küsten- und Kaskadengebirge, die Rocky Mts. nördlich von 42° n (Wyoming, Idaho, Montana) und die Gipfelregion der Selkirks Mts., um von diesem Verbreitungszentrum bis ins subarktische Alaska auszustrahlen. Gern hält sie sich an etwas feuchte Stellen der subalpinen Stufe, folgt öfters den Bächen oder tritt selbst in Sphagneten auf. Am Mt. Shasta ist sie gemein (Harsberger); in einer Meereshöhe von 1500—2700 m blüht sie bereits Anfang Juni. Im Vaccinietum des Mt. Rainier bei Tacoma bildet sie nach C. Schröter bei 2300 m tundraartige Vegetationen. Sie tritt ferner in der Fjeldformation der Sitkaregion von der Vancouver-Insel bis zum Cook Inlet (c. 62° n) auf. Harsberger erwähnt sie vom Krumholzgürtel des White-Passes.

***Phyllodoce glanduliflora* (Hook.) Howell**

Die drüsige Moorheide hat ihren Namen reichlich verdient, zeichnet sie sich doch von allen *Phyllodoce*-Arten durch die sehr reiche, feindrüsige Behaarung aller Teile aus, selbst die Staubgefäße sind dicht feinhaarig und auch die Aussenseite der gelblichen, kurz krugförmigen Blüten ist deutlich behaart. Auf den Nadeln hält sich die Behaarung ebenfalls länger als bei den andern Moorheiden.

Ph. glanduliflora ist eine wirklich alpine Spezies der höheren Lagen der Selkirks Mts., wo sie kaum unter 2000 m auftritt. In den Rocky Mts. findet sie bereits bei etwa 49° n ihre Südgrenze (Harsberger). In den pazifischen Küstenketten reicht ihr Areal von Oregon und Washington bis Sitka und Alaska (Harriman, D. W. Cullertson). Am White Pass (Harsberger) im Mt. Eliasgebirge (c. 61° n) und in der Disenchantment Bay (c. 60° n) gehört sie dem baumlosen Gürtel an und geht kaum unter 800 m.

Über Bau und Lebensweise der tetrabranchiaten Cephalopoden.

Von

DR. ADOLF NAEF (Zürich).

(Als Manuskript eingegangen am 16. Oktober 1921.)

Dass das Studium der rezenten Formen einer Gruppe die Voraussetzung für die biologische Beurteilung ihrer stets unvollständig bekannten fossilen Vertreter bilde, und dass diese Beurteilung nach Massgabe der „Homologien“ erfolgen müsse (Cuviers, Korrelationsprinzip), ist ein längst anerkannter Grundsatz, über dessen Anwendung im Einzelnen ich an anderer Stelle handeln will. (Vgl. Palaeobiologie und Phylogenetik in: Abh. z. theoret. Biologie, herausgegeben von J. Schaxel, Berlin 1922.) Dies erscheint um so notwendiger, als die neuere Palaeontologie (besonders G. Steinmann, aber auch O. Abel u. a.) seine absolut zentrale Bedeutung immer wieder zu vergessen scheint, in Überschätzung der „Analogien“ und unter Verkennung des prinzipiellen Gegensatzes zwischen typischen und atypischen Ähnlichkeiten. (Vgl. darüber zunächst Naef 1919: Idealist. Morphologie und Phylogenetik, G. Fischer, Jena, sowie Naef 1921: Cephalopoden, Bd. 1, p. 8—10 und 25 in Fauna und Flora des Golfes von Neapel, 35. Monographie. R. Friedländer, Berlin.) Man hat, z. T. infolge der unglücklichen Arbeitsteilung, welche die Palaeontologie der systematischen Morphologie zunehmend entfremdete, versäumt, die methodischen Gesichtspunkte der letzteren weiter zu pflegen und zu vertiefen. Die von mir als „naive Phylogenetik“ bezeichnete Strömung innerhalb der Morphologie hat diese Entwicklung in hohem Masse gefördert und die Fundamente der zu Unrecht auseinander gerissenen Disziplinen untergraben.

Dass auch das Korrelationsprinzip nicht alles leisten kann, was die Palaeobiologie von ihr erwarten möchte, ist eine betrübende Tatsache. Es versagt notwendig, wenn nähere rezente Verwandte zur Deutung eines Petrefakts überhaupt nicht herangezogen werden können, sei es, dass sie lebend nicht zugänglich, sei es, dass sie ausgestorben sind. Denn offenbar nimmt die Berechtigung zu Schluss-

folgerungen aus dem Verhalten einer Art für das der andern ab mit dem Grade der systematischen (phylogenetischen, morphologischen) Verwandtschaft. Für die Betrachtung der fossilen Tetrabranchiaten, einer palaeozoologisch und geologisch ganz besonders wichtigen Tiergruppe, ist der Vergleich mit den rezenten *Nautilus*arten in erster Linie massgebend. Erst in zweiter Linie dürfen fernerstehende Verwandte herangezogen werden. Dies erscheint z. B. als völlig unberechtigt bei den streng nautiloiden Typen, etwa den ältesten Ammonoidea (d. h. den devonischen Goniatiten) und den Nautilidae s. str. Nichts veranlasst uns, wesentliche Abweichungen derselben vom lebenden *Nautilus* im ganzen Bau und Verhalten anzunehmen. *Nautilus* ist selbst ein necto-beuthonisches Tier, das in einiger Ufernähe 1—600 m Tiefe an den Grund gebunden ist, sich aber mehr schwimmend als kriechend bewegt und sich von mehr oder weniger wehrloser tierischer Beute nährt (Krebse, Fische, Würmer, Weichtiere, besonders Aas). Über das lebende Tier berichtet Dean 1901 (*Americ. Naturalist*, v. 25). Der ökologische Charakter der Gattung steht unverkennbar zwischen dem eines typischen Gastropoden und dem eines dibranchiaten Cephalopoden oder „Tintenfisches“. Über seinen morphologischen Aufbau vergleiche man die Arbeiten von Griffin 1898 (*Mem. Nat. Acad. Sc.* v. 8) und Willey 1902 (*Zool. Results*, Cambridge), sowie Naef, 1921, *Cephalopoden*, Bd. 1, p. 55—76. Eine zusammenfassende Darstellung ist vorbereitet. Auch den weiter abstehenden Typen der Tetrabranchiaten müssen im Prinzip die Eigenschaften von *Nautilus* zugeschrieben werden, Abweichungen von dieser Gattung sind nur insoweit anzunehmen, als die beobachteten Tatsachen, d. h. die in Form und Vorkommen der Schalen ausgesprochenen Besonderheiten dies verlangen. Dabei wird in erster Linie berücksichtigt werden müssen, was sich sozusagen als mechanische Konsequenz aus solchen Merkmalen ergibt. Denn natürlich muss die Form des Weichkörpers der der Schale (Wohnkammer) angepasst werden. — Erst in zweiter Linie werden wir untersuchen, was aus dem Vergleich ferner stehender Verwandter mit teilweise ähnlichen Eigenschaften, d. h. auf Grund von „Analogien“ erschlossen werden darf. Dabei kommen wesentlich zwei Gruppen in Betracht: die Schnecken als „niedere“, die Dibranchiaten als „höhere“ Verwandte. Mit den ersteren werden wir z. B. die asymmetrischen Ammonoiden (*Turrilites*, *Cochloceras*), vergleichen, bei denen eine sekundäre Anpassung an kriechende Lebensweise angenommen werden muss, oder auch die älteren Typen der gewundenen Nautiloiden, deren Planorbis-artige Schalenform ebenfalls eine entsprechende Bewegung be-

dingt (wenngleich nicht mit derselben Ausschliesslichkeit). (s. unten!) Dagegen werden wir bei den Nautiloiden und Ammonoiden mit gestreckten Schalen die Analogie mit den moderneren Decapodentypen bevorzugen, wobei wir den systematischen Stufen folgen müssen, indem wir von den lebenden Teuthoiden und Sepioiden zunächst auf die fossilen Belemnoiden und von diesen erst auf die gestreckten Tetrabranchiaten schliessen. Das muss z. B. zu der Annahme führen, die Orthoceren seien mehr Schwimmer als Kriecher gewesen, wie denn schon das Verhältnis von Luft und Schalensubstanz, besonders bei den jungen Tieren ein Leben an der Oberfläche und eine wagerechte Schwimmhaltung mechanisch bedingt. Besondere Einrichtungen finden sich, um diese auch in der Ruhe zu sichern (Ascoceras, stabförmig verlängerte Typen) oder die Drehung um die Längsaxe mühelos zu vermeiden. (Dorsales Vorgreifen der Septen, ventrale Lage eines starken Siphos.)

Ein besonderes Interesse verlangt der Mündungsrand. Bei den nautiloiden Schalen ist derselbe ventral kahnartig vorgezogen (ähnlich dem Mantel nektonischer Sepioliden!) und deutet auf schwimmende Bewegung, indem er die kriechende behindert und den Trichter stützt. Bei den planorboiden schneidet er ziemlich quer ab, tritt ventral sogar etwas zurück, in geradezu auffallender Übereinstimmung mit dem rechtsseitigen Mündungsrand von *Planorbis corneus*. — Die Entwicklung seitlicher Ohren oder eines ventralen Kiels deutet ebenfalls auf schwimmende Bewegung.

Eine eigene Deutung verlangen die Verengungen des Mündungsrandes bei vielen ausgewachsenen Tetrabranchiatenschalen, weil mit ihnen offenbar das Leben der Träger abschloss. Abel hat darin ein Zeichen für mikrophage Ernährung gesehen, was auf den ersten Blick einleuchten mag. (Handb. d. biol. Arbeitsmethoden [Abderhalden] 1921, p. 209.) Wenn man aber bedenkt, dass das ganze Jugendleben hindurch eine normale Mündung vorhanden war, wie die Zuwachslinien deutlich zeigen, wird diese Auffassung unbefriedigend: Denn warum sollte am Ende der Wachstumsperiode eine besondere Betonung von Ernährungseinrichtungen eintreten? Wir sehen hier vielmehr die Zeichen der Fortpflanzungsart und erinnern uns dabei an das Verhalten lebender Cephalopoden: Die von mir beobachteten mediterranen *Octopus*-Arten z. B. brüten nur ein einziges Mal und es sterben wenigstens die Weibchen nachher ab. Mit Beginn des Laichens stellen sie die Nahrungsaufnahme ein und erschöpfen alle Kräfte und materiellen Reserven in der Erzeugung einer Unmasse von Eiern (*Octopus vulgaris*: ca. 100,000!) und deren Pflege. In den verengten Wohn-

kammern von Gomphoceras und Phragmoceras sehe ich die Bruthälter der reifen Weibchen, in denen die jungen Tiere, vielleicht sogar nach dem Absterben der Mutter oder nach Aufzehrung ihrer Überreste, Schutz fanden.

In derselben Weise deute ich auch die Pfeifenkopf-artigen Endteile ausgewachsener Scaphiten, Macroscaphiten, Hamiten und Crioceren. Solche Bildungen mussten der kriechenden und schwimmenden Lebensweise in gleichem Masse hinderlich sein und konnten erst da einen Sinn haben, wo das Leben des Individuums dem der Gattung zum Opfer gebracht wurde. Ein Crioceras (Ancyloceras) Matheronianum d'Orb z. B. muss, die lufthaltige Spirale nach oben, den Pfeifenkopf nach unten, in der Schwebe gehalten worden sein und mag vor und nach dem Absterben der Mutter den Jungen als schützende Arche gedient haben.

Die wissenschaftliche Ausarbeitung und Illustration solcher Betrachtungen findet man später in meinen „Studien über fossile Cephalopoden“.

Die Reservestoffe bei einigen anemophilen Pollenarten.

Vorläufige Mitteilung

von

HELEN BODMER.

(Als Manuskript eingegangen am 20. Oktober 1921.)

Molisch¹⁾, Lidforss²⁾, Sterner³⁾, Tischler⁴⁾ und Kylin⁵⁾ untersuchten eine grössere Anzahl Pollenarten auf ihren Reservestoffgehalt. Sie unterscheiden zwischen Stärke- und Fettpollen. Beim Fettpollen konstatierte Tischler⁶⁾ meist ein Stärkestadium vor der Anthese. Lidforss²⁾ glaubte festgestellt zu haben, dass der anemophile Pollen im Gegensatz zum entomophilen vorwiegend stärkeführend ist. Lidforss sah hierin eine Energieersparnis der Windblütler, die sich wegen ihrer reichlichen Pollenproduktion gleichsam den „Luxus“ der Stärkeumwandlung nicht leisten könnten. Er stellte auch die Vermutung auf, dass in klimatisch weniger günstigen Gegenden meist Stärkepollen vorkommen müsste. Von Tischler⁴⁾ und Kylin⁵⁾ wurde die Lidforss'sche Hypothese widerlegt. Die Qualität der Pollenreserven ist nach ihnen für jede Pflanzenart, oft auch für ganze Familien charakteristisch, unabhängig von Standortsfaktoren.

Kylin unterscheidet fünf Gruppen von Pollenarten, je nach dem Zeitpunkt der Stärkelösung. Als Stärkepollen bezeichnet er solchen, bei dem, z. Z. des Stäubens, die Stärke nur teilweise oder nicht gelöst ist (⁵⁾, S. 5).

¹⁾ Zur Physiologie des Pollens mit bes. Rücksicht auf die chemotropischen Bewegungen der Pollenschläuche. Sitzungsber. Wien. Ak. d. Wiss. **102** I, 1893. S. 423—447.

²⁾ Weitere Beiträge zur Biologie des Pollens. Jahrb. f. wiss. Bot. **29**, 1899. S. 1—38.

³⁾ Pollenbiolog. Studien im nördlichsten Skandinavien. Arkiv f. Bot. **12**, Nr. 12, 1913.

⁴⁾ Pollenbiolog. Studien. Ztschrift f. Bot. **9**, 1917. S. 418—488.

⁵⁾ Pollenbiolog. Studien im nördlichsten Schweden. Arkiv f. Bot. **15**, Nr. 17, 1918/19.

⁶⁾ Untersuchungen über den Stärkegehalt des Pollens tropischer Gewächse. Jahrb. f. wiss. Bot. **47**, 1910. S. 219—242.

Bei den obigen Untersuchungen ist nicht berücksichtigt, dass die Antherenentwicklung nicht den gleichen Bedingungen unterliegt, wie die Stoffspeicherung und -wandlung im Pollenkorn. Grosse Luftfeuchtigkeit kann die Dehiscenz der Antheren verzögern, wie Hannig's Versuche⁷⁾ zeigen. Im dampfgesättigten Raum kann man gestreckte, „reife“ Antheren tagelang geschlossen erhalten, wenn die Sonne nicht darauf scheint. (In der Natur wird es sich natürlich um geringere Zeitspannen handeln.)

An *Fraxinus* und *Populus* konnte ich zahlreiche diesbezügliche Beobachtungen machen, die deutlich die Unabhängigkeit von Reservewandlung im Pollenkorn und Antherendehiscenz zeigen.

Populus tremula.

Ein Bäumchen auf der Terrasse des Institutes (ca. 500 m ü. M.) stäubte seine ersten Kätzchen am 21. II. aus. Die Blüten öffneten sich nicht in Spiralfolge von der Basis gegen die Spitze, sondern die ganze Südhälfte des Kätzchens war aufgeblüht, die Nordhälfte nicht. Ins Zimmer genommen und der Sonne zugewendet, öffneten sich auch die Nordblüten nach wenigen Minuten, infolge der geringeren relativen Feuchtigkeit. 60% dieser Pollenkörner enthielten Stärke in allen Stadien der Lösung, daneben Fett. Einige noch völlig geschlossene Kätzchen wurden am 21. II. in den dampfgesättigten Raum gebracht, am 22. II. war der Pollen völlig stärkefrei. An den unteren Ästen auf der Nordseite des Baumes blühten einige Kätzchen erst am 28. II. auf, ihre Pollenkörner erhielten keine Stärke mehr. Vom Ütliberg bei Zürich (800 m ü. M.) wurden am 21. II. Zweige mit noch geschlossenen Kätzchen gebracht (deren Pollenkörner alle noch Stärke enthielten). Ein Zweig davon blühte am 22. II. im Zimmer auf (bei 50% relativer Luftfeuchtigkeit). Mehr als 50% der Pollenkörner enthielten Stärke. Ein anderer Zweig blieb bis zum 25. II. im dampfgesättigten Raum: alle Pollenkörner waren jetzt stärkefrei.

Fraxinus excelsior.

1. Vom Zürichberg (600 m), im Zimmer am 25. III. aufgeblüht: 60% mit Stärke, im dampfgesättigten Raum bis 28. III.: stärkefrei.
2. Vom Ufer der Sihl in Zürich (400 m): keine Stärke.
3. Von einem Waldsüdrand aus der Umgebung Zürichs (500 m): 10% mit Stärke.

⁷⁾ Über den Öffnungsmechanismus der Antheren. Jahrb. f. wiss. Bot. 47, 1910. S. 186.

4. Im Zimmer „forcierte“ Blüten (an der Sonne, hinter Fensterscheiben): 100 % mit Stärke.

5. Zweige mit geschlossenen Antheren lagen über Nacht auf dem Tisch (ohne Wasser). Die dem Tisch direkt aufliegenden Antheren öffneten sich über Nacht (infolge ihrer Atmungswärme, offenbar): 90 % mit Stärke.

Sowohl stärkehaltige wie stärkefreie Pollenkörner von *Fraxinus* keimen gleich gut auf dem Objektträger im dampfgesättigten Raum (Schläuche im Maximum 700 μ lang).

Nach vierzehntägigem Liegen enthalten die lufttrockenen Pollenkörner von No. 5 immer noch Stärke (Lebensdauer ca. 20 Tage). (Lufttrockene Pollenkörner sind sehr wasserarm.)

Bei *Corylus avellana* und *Ulmus montana* fand ich ein analoges Verhalten. Die Differenzen in den Befunden der verschiedenen Autoren (s. oben) beruhen gewiss z. T. auf ähnlichen Verschiedenheiten der Aussenbedingungen wie bei *Populus* und *Fraxinus*.

Der sogenannte Stärkepollen enthält meist neben der Stärke noch Öl. Tischler⁴⁾ S. 450 beobachtete bei *Alnus viridis*, Renner⁸⁾ S. 328 bei *Oenotheren*, dass die Stärke [des ausgestäubten Pollens nachträglich noch in Fett umgesetzt wird, dieser Prozess wird nach Renner durch Wasserzusatz (s. oben bei *Fraxinus* No. 5), und hohe Temperatur (36 °) beschleunigt. Dieser sekundäre Fettpollen soll nach Tischler⁴⁾ S. 481 und Renner⁸⁾ S. 331 nicht schlechter keimen als der stärkehaltige. Bei *Typha latifolia* beobachtete ich nach dem Stäuben ebenfalls Fettbildung (Tropfen). Während der frische Pollen gut im dampfgesättigten Raum keimte, tat dies der ältere nur in Zuckerlösungen. Auch *Corylus*-Pollen mit Öltropfen keimte nicht mehr im dampfgesättigten Raum. Diese Öltropfen sind möglicherweise nicht mehr mobilisierbar.

Bei *Luzula pilosa* und *campestris* z. B. befindet sich das Öl in Emulsion. (Im toten Korn [Lebensdauer ca. 5 Tage] ist [das Öl zu Tropfen zusammengelaufen). Martin⁹⁾ S. 114 gibt auch für *Trifolium*arten emulgiertes Fett an, und ich konnte dasselbe bei den meisten untersuchten Fett- und Stärke-Fettpollen konstatieren.

Durch Verminderung der Stoffzufuhr kann Fettpollen künstlich erzeugt werden. Hungernde Inflorescenzen von *Plantago lanceolata* und *media* und von *Gramineen* stäuben nach einem Tag schon Fett-

⁸⁾ Zur Biologie und Morphologie der männlichen Haplonten einiger *Oenotheren*. Ztsft. f. Bot. **11**, 1919. S. 305—380.

⁹⁾ The Physiology of the Pollen of *Trifolium pratense*. Bot. Gaz. **56**, 1913. S. 112—126.

pollen, von *Carex montana*, *Rumex scutatus* nach 2—3 Tagen. Die zugeführten Reserven sind hier geringer als normal, so dass bis zum Zeitpunkt der Antherendehiscenz sämtliche Stärke in Fett übergeführt werden kann.

Die Stoffzufuhr zu den Pollenkörnern erfolgt bei den untersuchten Arten sehr spät, in schon weit entwickelten Blüten. Bei Pflanzen von *Schoenoplectus lacustris*, die sofort nach dem Pflücken untersucht wurden, ist zu Beginn des weiblichen Stadiums noch keine Stärke in den Pollenkörnern abgelagert. Bei *Secale* können noch kurz vor dem Ausstrecken der Filamente grosse Vacuolen in den Pollenkörnern beobachtet werden.

Gehemmtten Pollen werden wir im Freien nur antreffen, wenn Pflanzen nach Anlegen der Inflorescenzen unter schlechtere Bedingungen geraten. Im allgemeinen scheint die Pflanze im gegebenen Milieu soviel Blüten anzulegen, als sie normal ausbilden kann. Ich habe z. B. bei *Plantago lanceolata* von ca. 10 verschiedenen Standorten nie stärkefreien Pollen gefunden. — Unter normalen Bedingungen stärkefreien Pollen kann man nicht ohne weiteres als reservearm bezeichnen, überhaupt dürfen Pollenarten verschiedener Gattungen oder gar Familien nicht miteinander verglichen werden. Jede Spezies stellt offenbar normal ihrem Pollen ein gewisses Quantum Reservestoffe zur Verfügung und von der spezifischen Intensität der enzymatischen Prozesse und der Menge der zugeführten Reserven hängt es ab, ob noch vor der Anthese alle Stärke in Fett übergeführt werden kann. (Es ist natürlich auch möglich, dass es Arten gibt, deren Pollen kein Stärke stadium passiert). Dass der Zeitpunkt der Antherendehiscenz dazu noch verschiebbar ist, habe ich oben gezeigt.

Interessanter als die Qualität der Pollenreserven ist die Frage nach ihrer Quantität und ihrer Verwertung beim Auskeimen.

In der Literatur wird meist von den qualitativen Reserveverhältnissen gesprochen. Es ist auch fraglich, ob quantitative Untersuchungen ein einwandfreies Bild geben (v. Planta¹⁰), Kresling¹¹), Braconnot¹²)

Erstens ist das Material selten völlig homogen, da bei längerem

¹⁰) Über die chem. Zusammensetzung des Blütenstaubes der Haselstaude. Die landwirtschaftl. Versuchsstationen. **31**, 1885. S. 97—114.

¹¹) Über die chem. Zusammensetzung des Blütenstaubes der gemeinen Kiefer. Ebenda **32**, 1886. S. 215—230.

¹²) Beiträge zur Chemie des Blütenstaubes von *Pinus silvestris*. Archiv f. Pharmacie. **229**, 1891. S. 389—425.

Liegen des Pollens Wandlungen stattfinden und ein Teil der Reserven veratmet wird; zweitens wird von zwei Pollenarten mit z. B. gleichem Durchmesser und gleicher Membranmasse, der reserveärmere Pollen einen grösseren Prozentsatz an Membranstoffen ergeben.

Mit den Schlagwörtern „Stärke“- und „Fettpollen“ ist aber, wie wir oben sahen, auch nichts über quantitative Verhältnisse ausgesagt. *Cannabis sativa* z. B. zeigt im normalen, reifen Pollen noch grosse Vacuolen, ist also sehr reservearm. (Blüten von *Plantago* nach zwei Tagen in der Vase aufgeblüht stäuben im *Cannabis*-Stadium, mit grossen Vacuolen.) An einem Standort enthielt *Cannabis*pollen noch etwas Stärke, an einem andern nur Fett. Von Molisch¹⁾ wird für *Cannabis* Stärkepollen angegeben, von Lidforss²⁾ Fettpollen. Kann nun dieser Stärke- oder Fettpollen von *Cannabis* mit dem Stärkepollen von *Typha* z. B., oder dem Fettpollen von *Luzula* verglichen werden, welche beide mit Reserven vollgestopft sind?

Das Vermögen der Reservespeicherung hört übrigens mit dem Verlassen der Antheren bei gewissen Arten noch nicht auf. Bei *Pinus* und *Picea* wurde von Tischler⁽⁴⁾ S. 453) Stärkebildung in den sehr langsam auskeimenden Pollenkörnern auf zuckerhaltigem Nährsubstrat beobachtet. — Gelänge es, andere Pollenarten unter ähnliche Bedingungen zu bringen, wie sie innerhalb der Anthere herrschen, z. B. durch hohe Konzentration des Mediums, um das Auskeimen zu verhindern oder zu verzögern, so müsste auch hier wie bei *Pinus* weitere Speicherung möglich sein. Diesbezügliche Versuche sind mir bis jetzt noch nicht gelungen. Aber vergleichende Kulturen im dampfgesättigten Raum einerseits, in Glukoselösungen andererseits, ergaben unzweifelhaft, dass aus dem Substrat Nährstoffe aufgenommen werden: In Glukoselösung (5 %) trieb der Pollen von *Plantago lanceolata* in 24 Stunden Schläuche von 1200 μ Länge, die noch viel Stärke enthielten, von *Rumex scutatus* Schläuche von 1500 μ , solche von 900 μ noch mit Stärke. Im dampfgesättigten Raum dagegen, ohne Substrat, waren bei *Plantago* Schläuche von 100 μ , bei *Rumex* von 60 μ schon stärkefrei. Bei *Plantago* werden ohne Substrat die Schläuche im Maximum nur 700 μ lang, bei *Rumex* 650 μ . Die Reserven des Pollenkornes dienen offenbar bei der Keimung zur Aufrechterhaltung eines osmotischen Überschusses, während die Ernährung von aussen erfolgt, in der Natur vom Griffelgewebe aus. Bei *Plantago* ist der Griffel 3 mm lang, bei *Rumex* die Narbenäste bis 1,5 mm, hier würden also die Pollenreserven allein nicht ausreichen bis zur Fruchtknotenöhle. (Renner erwähnt bei *Oenotheren*⁸⁾ S. 331, dass Schläuche, die die Fruchtknotenöhle schon erreicht haben, noch stärkehaltig

sind! Bei *Epilobium angustifolium* enthält der Pollen, wie bei Renner's *Oenotheren*, neben Fett viel Stärke, die bei Dampftraumschläuchen von 1000 μ Länge schon völlig gelöst ist!

Um zu beurteilen, wie weit die eigenen Reservestoffe der Pollenkörner reichen, scheinen mir Kulturen im dampfgesättigten Raum am geeignetsten. (In Wasserkulturen könnte Exosmose stattfinden). Hier einige maximale Schlauchlängen:

		Pollen- durchmesser
<i>Luzula campestris</i> , <i>Juncus articulatus</i> (Fettpollen)	bis 1000 μ	25 μ
<i>Plantago lanceolata</i> (Stärke und Fett)	„ 700 μ	30 μ
<i>Rumex acetosa</i> (vorwieg. Stärke)	„ 650 μ	20 μ
<i>Fraxinus excelsior</i> (Fett und Stärke)	„ 720 μ	25 μ
<i>Molinia coerulea</i> (Stärke und Fett)	„ 300 μ	30 μ
<i>Cannabis sativa</i> (wenig Fett)	„ 100 μ	30 μ

Am Platzen der Schlauchspitzen, bei vorhergehendem regelmässigen Wachstum, wurde das Ende der Zellulosebildung erkannt. Nach höchstens 40 Stunden (Temperatur ca. 20° C) waren diese Maxima erreicht. Der Fettpollen scheint gegenüber dem „Stärke“-Pollen nicht benachteiligt zu sein. Wohl in den meisten Fällen dringen die Schläuche in das Narbengewebe ein, bevor sie die durch eigene Ernährung mögliche Länge erreicht haben. Beobachtungen an *Typha latifolia* zeigen jedoch, dass die Pollenreserven unter Umständen recht weit reichen müssen. Hier sieht man, wie von einer Tetrade aus, die an irgend einer Narbe haftet, meist alle vier Schläuche durch die Luft nach andern Narben hinüberwachsen und eine Strecke weit an den Narben entlangkriechen, bevor sie in dieselben eindringen. Solche Brückenschläuche erreichen bis 1000 μ Länge, häufig 600 μ . Es wäre natürlich möglich, dass die Pollenkörner und Schläuche schon bevor sie eindringen, der Narbe Nährstoffe entnahmen. Doch die grossen Reservemengen des Typhapollens, vorwiegend Stärke, sowie das starke Schwinden der Stärke in den längeren Brückenschläuchen sprechen für selbständige Ernährung. Vergleichende Kulturen im dampfgesättigten Raum ergaben in 24 Stunden Schläuche von 500 μ , deren Spitzen mit Stärke noch vollgefropft waren: leider wurde das Wachstum dieser Schläuche nicht weiter verfolgt.

Bei gewissen Pollenarten, die grössere Reservemengen besitzen, gelingt es nicht, regelmässige Keimungen ohne Substrat im dampfgesättigten Raum zu erzielen. Diese bedürfen offenbar entweder eines Reizmittels oder eines bestimmten Dampfdruckes zu ihrem Schlauch-

wachstum (s. Jost¹⁴) und Renner⁸) S. 336). *Carex*arten z. B. trieben keine regelmässigen Schläuche von derjenigen Länge, die ihrer Reservemenge (Stärke und Fett) entsprechen würde. Während *Anthoxanthum* und *Molinia* regelmässig keimen, benimmt sich *Secale* höchst „launisch“ (s. Jost¹⁴). Im dampfges. Raum ist die Wasserzufuhr schon zu stark, die Diastasewirkung ist derart intensiv, dass bei der Mehrzahl der Pollenkörner in weniger als 24 Stunden sämtliche Stärke aufgelöst wird, ohne oder mit geringem Schlauchwachstum.

Die Pollenkörner besitzen im lufttrockenen Zustande ausserordentlich hohe Saugkräfte, so dass es verständlich wird, wie z. B. Windpollen auf den oft feinzerteilten, luftumspülten Narben keimen kann. Der Wassergehalt der lufttrockenen Pollenkörner muss sehr gering sein. Auch sehr grosse (Durchmesser: 80—90 μ) (*Zea*, *Larix*) werden in Xylol vollkommen durchsichtig, so dass ich Kanadabalsam-Präparate davon herstellen konnte, die sich bis jetzt (6 Monate alt) nicht verändert haben. (Planta¹⁰) fand bei *Corylus*-Pollen 4,95% Wasser.) Um die Saugkraft zu ermitteln, werden die lufttrockenen Pollenkörner in ein Plasmolyticum gebracht und diejenige Konzentration als der der Saugkraft entsprechende osmotische Wert angesehen, bei welcher die Polleninhalte ihre Trockenform z. T. beibehalten, z. T. infolge Wasseraufnahme anschwellen. Es wurde nämlich nie bei allen Pollenkörnern einer Anthere der gleiche osmotische Wert beobachtet. Als Plasmolytica wurden KNO_3 und NaCl verwendet. Die Permeabilität dieser Stoffe bestimmte ich nicht. Die Beobachtungen wurden je 10—15 Min. nach Versuchsbeginn notiert. (Meist quillt die Pollenmembran auch bei denjenigen Körnern zu Kugelform, deren Inhalt dem Plasmolyticum kein Wasser mehr zu entziehen vermag.)

<i>Potamogeton perfoliatus</i>	< 1 GM KNO_3
„ <i>lucens</i>	ca. 1 GM KNO_3
<i>Cannabis sativa</i>	ca. 1 GM KNO_3
<i>Typha latifolia</i>	1,5 GM KNO_3
<i>Urtica dioeca</i>	2,5 GM KNO_3
<i>Rumex obtusifolius</i>	3 GM KNO_3
<i>Holcus lanatus</i>	3 GM KNO_3
<i>Juncus articulatus</i>	> 3 GM KNO_3 < 4 GM NaCl
<i>Secale cereale</i>	bis 4 GM NaCl
<i>Plantago lanceolata</i>	„ 4 GM NaCl
(<i>Lythrum Salicaria</i> [grün und gelb])	bis 4 GM NaCl

¹⁴) Zur Physiologie des Pollens. Ber. d. D. Bot. Ges. **23**, 1905. S. 504.

Zusammenfassung.

1. Bei *Fraxinus excelsior* und *Populus tremula* wurde gezeigt, dass der Zeitpunkt der Antherendehiscenz nicht immer mit dem gleichen Stadium der Reservewandlung im Pollenkorn zusammentrifft.

2. Die Umwandlung der Stärke in Fett verläuft bei *Fraxinus* im wasserhaltigen Pollenkorn (innerhalb der Anthere) viel schneller als nachher im lufttrockenen Pollen.

3. Bei *Fraxinus* keimt der stärkehaltige ebensogut wie der stärkefreie Pollen im dampfgesättigten Raum.

4. Der Fettpollen von *Luzula campestris* und *Juncus articulatus* bildet aus eigenen Reserven längere Schläuche, als der Stärkepollen von *Plantago lanceolata* und *Rumex acetosa*.

5. Bei hungernden Inflorescenzen von *Plantago lanceolata* und *Gramineen* stäuben die Antheren frisch geöffneter Blüten nach einem Tag „Fettpollen“ (der normale, sog. Stärkepollen von *Plantago*, *Gramineen*, *Carex*, *Rumex* enthält neben Stärke auch noch beträchtliche Fettmengen), bei *Rumex scutatus*, *Carex montana* und *Schoenoplectus lacustris* nach 2—3 Tagen. Bei längerem Hungern (*Plantago* z. B. nach 2—3 Tagen) entlassen die Antheren den Pollen in noch reserveärmerem Stadium, mit grossen Vacuolen. — Bei *Cannabis sativa* stäubt der normale Pollen in einem Zustand starker Vacuolisierung bei geringem Fett- und Stärkegehalt.

6. Aus 3., 4. und 5. geht hervor, dass die Quantitäten verwertbarer Pollenreserven grösseres Interesse beanspruchen, als die Qualität derselben (ob Stärke oder Fett).

7. Aufnahme von Nährstoffen aus dem Substrat wurde bei *Plantago lanceolata* und *Rumex scutatus* festgestellt, durch vergleichende Kulturen in 5% Glukoselösung und ohne Nährmedium frei auf dem Objektträger im dampfgesättigten Raum. In der gleichen Zeit wurden die Schläuche in der Glukoselösung doppelt so lang als im dampfgesättigten Raum, und das „Abschmelzen“ der Stärke vollzog sich viel langsamer.

8. Der Wassergehalt lufttrockener Pollenkörner ist ausserordentlich gering, so dass sie in Xylol vollkommen durchsichtig werden.

9. Bei einer Anzahl anemophiler Arten entwickelt der lufttrockene Pollen Saugkräfte, die einem osmotischen Wert von 3—4 GM NaCl entsprechen (*Juncus*, *Secale*, *Plantago*).

27. August 1921.

Pflanzenphysiologisches Institut
der Eidgenöss. Techn. Hochschule.

Notizen zur schweizerischen Kulturgeschichte.

Von

FERDINAND RUDIO und CARL SCHRÖTER.

53. Die Eulerausgabe (Fortsetzung¹).

Zum letztjährigen Berichte ist noch nachzutragen, dass für den leider allzu früh dahingegangenen PAUL STÄCKEL in die Redaktion der Eulerausgabe gewählt worden sind die Herren Prof. Dr. L. G. DU PASQUIER in Neuenburg und Prof. Dr. A. SPEISER in Zürich.

Im Laufe des Jahres 1921 konnte endlich wieder der Versand der fertig gestellten Bände an die Abonnenten aufgenommen werden, der wegen der Kriegsverhältnisse gänzlich eingestellt worden war. Einem Beschlusse der Euler-Kommission zufolge wurden die schon längst versandbereiten Bände I_2 und I_3 (herausg. von F. RUDIO), I_{13} (herausg. von F. ENGEL und L. SCHLESINGER) und I_{17} (herausg. von A. GUTZMER) den Abonnenten als Geschenk überreicht. Ihnen folgten (im Abonnement) die Bände I_{18} (herausg. von A. GUTZMER und A. LIAPOUNOFF) und I_6 (herausg. von A. KRAZER, F. RUDIO und P. STÄCKEL), von denen schon im letzten Berichte die Rede war. Versandt sind also jetzt 16 Bände.

Im Laufe des Jahres sind nun auch die Bände II_{14} (herausg. von F. R. SCHERRER) und I_8 (herausg. von A. KRAZER und F. RUDIO) dem Abschlusse so nahe gebracht worden, dass sie mit Beginn des neuen Jahres herausgegeben werden können. Der Druckerei übergeben wurde ferner Band I_7 , der zweite der *Commentationes algebraicae* (herausg. von L. G. DU PASQUIER). Weitere Bände sind in Arbeit, die Eulerausgabe schreitet wieder rüstig voran.

¹) Siehe die Notizen 51 (1920), 49 (1919), 47 (1918), 45 (1917), 43 (1916), 41 (1915) 38 (1914), 36 (1913), 34 (1912), 32 (1911), 29 (1910), 26 (1909), 24 (1908), 22 (1907).

54. Nekrologe.

Hans Kronauer (1850–1920, Mitglied der Gesellschaft seit 1883, Quästor von 1887 bis 1914).

Am 2. Oktober des vergangenen Jahres fand sich im Zunfthaus „zur Zimmerleuten“ ein kleiner Kreis von Beamten der Schweizerischen Lebensversicherungs- und Rentenanstalt zusammen zu einer bescheidenen Abschiedsfeier für zwei Angestellte, die, nach einer langen Reihe von Jahren in den Dienst der Anstalt gestellter Arbeit, in den wohlverdienten Ruhestand traten. Sechs Wochen später, am 14. November, schloss der eine dieser beiden Pensionierten, Herr Dr. Hans Kronauer, kurz nach Vollendung seines 70. Altersjahres, die Augen für immer; das ihm von seinen Kollegen mitgegebene „Ad multos annos“ hatte sich nicht erfüllt. —

Hans Kronauer wurde am 28. Oktober 1850 in Winterthur als erster Sohn des Zeichenlehrers und spätern Professors Johann Heinrich Kronauer (1822 bis 1873) geboren. Im Sommer 1855 siedelte die Familie nach Zürich über, wo der Vater eine Professur für darstellende und praktische Geometrie, sowie für technisches Zeichnen an der kantonalen Industrieschule als Nachfolger Deschwandens (1819–1866) erhalten hatte, um dann 1856 die Professur für mechanische Technologie am Eidgenössischen Polytechnikum zu übernehmen.

Der zartbesaitete, schüchterne Knabe verlebte im Elternhause eine wohl behütete Jugendzeit und genoss eine sorgfältige Erziehung, besonders wurde im Hause die Musik eifrig gepflegt, und dieser Kunst ist er denn auch sein ganzes Leben lang ein Freund und Verehrer geblieben.

Nach den an der Beustschen Privatschule verbrachten Primarschuljahren trat er 1862 zunächst ins untere Gymnasium, von wo er 1866 an die obere Industrieschule überging. Grund zu diesem Wechsel waren verschiedene längere, durch seine damals etwas zarte Gesundheit verursachte Schulabsenzen, sowie die Erkenntnis, dass seine Begabung mehr auf dem mathematischen Gebiete liege; doch hat er sich vom Gymnasium her noch bis ins Alter eine Vorliebe für gediegene belletristische Lektüre sowie eine sorgfältige und gewählte Schreibweise bewahrt.

Vom Jahre 1868 an hörte er als Schüler des Eidgenössischen Polytechnikums Kollegien an der Abteilung für Maschinen-Ingenieure. Es mögen erwähnt werden:

Theoretische Mechanik bei Prof. Zeuner, theoretische Physik bei Prof. Heinrich Weber, Differential- und Integralrechnung bei Prof. H. A. Schwarz. Diese Studien wurden 1872 durch die Erwerbung des Maschineningenieur-Diploms abgeschlossen.

Es folgt eine Zeit verschiedenartiger Studien an der Universität Zürich sowie von Studienreisen, die ihn u. a. nach Paris führten. Auch eine Beschäftigung bei Gebr. Sulzer in Winterthur und eine kurze Stellvertretung an der Kantonsschule Zürich fallen in diese Zeit, alles mit nebenhergehender Vorbereitung auf die Doktorpromotion. Diese fand im Jahre 1880 unter Prof. W. Weith als Dekan statt auf Grund der Dissertation: „Das innere Wärmeleitungsvermögen von Blei, Wismuth und Wood's Metall“. Die Dissertation war begutachtet von den Professoren A. Kleiner, Arnold Meyer und R. Hofmeister.

Im Jahre 1882 trat er als Versicherungsmathematiker in die Rentenanstalt, der seine Arbeitskraft bis fast zu seinem Tode gewidmet sein sollte. Bei seiner an Selbstentäusserung grenzenden Bescheidenheit und seiner steten Hintansetzung der eigenen Person zu gunsten der Sache, kann es nicht wundernehmen, wenn er sofort seine ganze Kraft in den Dienst der Anstalt stellte. Niemals hielt er es für unter seiner Würde, eine Arbeit, und wäre es die untergeordnetste gewesen, selbst zu tun, sobald die Umstände es erforderten, und frei von allem persönlichen Ehrgeiz hat er das mächtige Aufblühen der Anstalt miterlebt, ohne für seine Person dabei mehr zu beanspruchen, als den Titel eines Beamten. Bei seinen Kollegen war er als ein wirklich selbstloser und edler Charakter geschätzt, und — es klingt für einen, der die übliche Art des Verkehrs eines Bureaupersonals unter sich kennt, beinahe unglaublich — während all der langen Jahre hatte Dr. Kronauer keinen einzigen Feind unter seinen Kollegen! Der Erfolg eines Mitarbeiters fand bei ihm, der von Eifersüchtelei und Strebertum vollständig frei war, stets neidlose Freude und Anerkennung.

Bei diesem Aufgehen im Geschäft konnte denn freilich für wissenschaftliche Arbeiten kein Raum mehr bleiben, und so ist seine oben erwähnte Dissertation die einzige Veröffentlichung wissenschaftlicher Art geblieben. Seine Tätigkeit in diesem Gebiete beschränkte sich darauf, bald nach seiner Festsetzung im Beruf, nämlich 1883, der Naturforschenden Gesellschaft Zürich beizutreten und mit der Entwicklung der Naturwissenschaften durch Lektüre und Anhören von Vorträgen Schritt zu halten. 1887 fand er sich bereit, als Nachfolger von J. C. Escher-Hess (1831—1911) das Amt eines Quästors in der Gesellschaft zu übernehmen, und er hat dieses Amt mit vorbildlicher Treue und Gewissenhaftigkeit geführt bis 1914, wo er wegen hohen Alters und häufiger Krankheit zurücktrat.

Auch im häuslichen Leben bewährte sich seine Selbstlosigkeit. Hat er doch, um seiner von ihm kindlich verehrten Mutter und seinen früh des Ernährers beraubten Nichten stets ein treuer Helfer und Berater sein zu können, auf eigenes Familienglück verzichtet; er ist unverheiratet geblieben.

In der Politik trat er nie aktiv hervor, doch verfolgte er die politischen Vorgänge mit warmer Anteilnahme und erfüllte gewissenhaft seine Bürgerpflichten. Besonders wenn es sich um wohltätige Werke oder Spenden handelte, fand man bei ihm stets eine offene Hand.

So ist mit Dr. Kronauer ein Mann von uns geschieden, der den Lebenszweck nicht im äussern Erfolg sah (dieser blieb ihm denn auch versagt), sondern der den bessern Teil, Arbeit für seine Mitmenschen, erwählt hatte. Er war ein „Unzeitgemässer“, und doch war seine Lebensaufgabe schön und er hat sie treulich erfüllt.

Paul Adrian.

Herbert Haviland Field (1868—1921, Mitglied der Gesellschaft seit 1899).

Am frühen Morgen¹⁾ des 5. April verschied in Zürich an einer Herzlähmung, erst 53 Jahre alt, Herr Dr. Herbert Haviland Field, Direktor des

¹⁾ Mit gütiger Erlaubnis von Verfasser und Redaktion abgedruckt aus Nr. 541 der „Neuen Zürcher Zeitung“ vom 13. April 1921.

Concilium bibliographicum. Noch heute leiden seine Freunde unter dem Eindrucke des plötzlich eingetretenen Ereignisses, das ihnen den hochgeschätzten und lieben Mann mitten aus rastloser Tätigkeit heraus entriss. Wohl wussten die Eingeweihten, dass Field überarbeitet war, hatte ihn doch um die letzte Jahreswende eine starke Erschöpfung seiner Kräfte befallen, aber die stattliche und kräftige Erscheinung des jetzt Dahingeshiedenen liess den Gedanken an das Schlimmste nicht aufkommen.

Das ganze reiche Leben von Herbert Field ist aufs engste verknüpft mit dem Werke, das seine ureigenste und alleinige Schöpfung ist, dem Concilium bibliographicum; ihm hat er sein Alles aufgeopfert, für dieses Werk ist er buchstäblich in den Tod gegangen.

Herbert Haviland Field, 1868 in Brooklin bei New York geboren, absolvierte in seinem Vaterlande, den Vereinigten Staaten, seine Studien; an der ersten Universität des Landes, der Harvard University in Cambridge Mass., bildete er sich unter Leitung seines Lehrers Prof. E. L. Mark, mit dem ihn bis heute enge Freundschaft verband, zum Zoologen aus. In den Jahren 1890 bis 94 erwarb er sich durch umfassende Arbeiten auf dem Gebiete der Embryologie der Wirbeltiere bald einen angesehenen wissenschaftlichen Namen. Als Mitarbeiter seines Lehrers Mark empfand er mit diesem das Bedürfnis nach einer Reorganisation der Orientierung über die wissenschaftlichen Publikationen. Ganz besonders erschien eine solche in der Zoologie und verwandten Disziplinen notwendig, auf denen die Arbeiten in hunderten von Zeitschriften zerstreut erscheinen. Wenn man bedenkt, dass allein auf dem Gebiete der Zoologie die Weltliteratur jährlich etwa 10,000 kleinere und grössere Abhandlungen produziert (so wenigstens vor dem Kriege), und dass diese Arbeiten in vielen hundert (mindestens 1500) Zeit- und Gesellschaftsschriften der verschiedensten Sprachen erscheinen, so erhält man einen ungefähren Begriff, welche Unsumme Zeit einem Forscher verloren geht, der sich umsehen muss, was über irgend einen Gegenstand bereits publiziert wurde. Es war aber kein blosser Zufall, dass gerade in Nordamerika das Projekt für eine solche Reorganisation heranreifte. Ist doch besonders in den Vereinigten Staaten die Bedeutung einer ausgebauten Bibliographie je und je erkannt worden, wie ja dort gerade auch das Bibliothekwesen die höchste Entwicklung erlangte. So fasste Field den Plan, diese Reorganisation der Bibliographie für die zoologischen und verwandte Wissenschaften durchzuführen. Der glückliche Grundgedanke dabei war, dass er das von dem Amerikaner Melvil Dewey ausgedachte Dezimalsystem zur Registrierung und Katalogisierung annahm, ferner, dass er die bisher übliche Buchform der Literaturregister durch einen analytischen Zettelkatalog ersetzte. Die Vorteile des Dezimalsystems und des Zettelkataloges sind den wissenschaftlich Arbeitenden bekannt. Die Gliederung aller geistigen Produktion nach dem Dezimalsystem dient einer raschen, rein mechanisch durchzuführenden Ordnung des Produzierten bis ins Einzelste hinein. Das Zettelsystem der Katalogisierung aber ermöglicht, alles, was über irgend einen Gegenstand (z. B. über die Bestimmung und Vererbung des Geschlechts oder über die Entwicklung der Gefässe beim Hühnchen) geschrieben worden ist, und seien es noch so viele Arbeiten, über so und so viele Jahre verteilt, nebeneinander in der Literaturnummernsammlung einzureihen, während die früher übliche Buchform des Kataloges das Nachschlagen in so und so vielen Jahrgängen erfordert.

Der Zettelkatalog veraltet nie, er bleibt bis zum heutigen Tage auf dem Laufenden.

Diese Einrichtungen haben heute einen durchschlagenden Erfolg zu verzeichnen und sind von der ganzen wissenschaftlichen Welt akzeptiert worden. Field aber war der erste, der sie auf biologischem Gebiet in die Praxis umsetzte. Er war auch der für sein Unternehmen geeignete, man darf vielleicht sagen der einzige Mann, der diese Reformideen in fruchtbringender Weise verwirklichen konnte. Seine hervorragenden Geistesgaben, seine Tatkraft und Ausdauer, sein Organisationstalent, Kenntnisse und Begabung zur Erwerbung der verschiedensten Sprachen, dazu vor allem eine bis zur Begeisterung sich steigernde Freude an bibliographischen Dingen: alles dies vereinte sich, ihn zum Schöpfer eines solchen grossartigen Lebenswerkes zu prädestinieren.

Seine ersten Anregungen fanden auch lebhaften Widerhall und freudige Aufnahme bei vielen Zoologen der alten Welt: der Leiter der zoologischen Station in Neapel, Prof. Anton Dohrn, ganz besonders die französischen Zoologen, sodann der Nestor und Herausgeber der bisherigen zoologischen Bibliographie, Prof. Victor Carus in Leipzig, liehen den Fieldschen Reformvorschlägen weitgehende Unterstützung. Field trat dann in direkte Verbindung mit dem Institut international de Bibliographie in Brüssel, das auf Grundlage der Dewey'schen Vorschläge die Bibliographie für sämtliche Produktion des menschlichen Geistes zu regeln bestrebt ist. Entscheidend aber war der Beschluss des 3. internationalen Zoologenkongresses in Leyden, 1895, der einstimmig nach Antrag des Delegierten der französischen zoologischen Gesellschaft, Prof. E. L. Bouvier, die Gründung des Concilium bibliographicum — so wurde das Lebenswerk Fields genannt — guthiess und unter sein Protektorat nahm. Als Sitz wurde Zürich bezeichnet. Es ist das besondere Verdienst des von uns allen verehrten verstorbenen Prof. Arnold Lang, der die hohe Bedeutung und Tragweite des Fieldschen Unternehmens erkannte und ihm alle Förderung zukommen liess, dass die Schweiz zum Sitze dieses bedeutsamen internationalen Institutes erkoren wurde. Dank dem weitsichtigen, verständnisvollen Entgegenkommen der schweizerischen Bundesbehörden, der Behörden des Kantons Zürich und der Stadt Zürich, die durch wichtige Subventionen die für die Entwicklung des Unternehmens nötigen Sicherheiten boten, konnte Dr. Field seit Herbst 1895 seine segensreiche Tätigkeit in Zürich entfalten. Ganz besonders kamen ihm die bibliothekarischen Verhältnisse der Stadt zugute, und er fand von seiten der hiesigen Bibliothek-Institute stets das allergrösste Entgegenkommen und weitgehende Unterstützung; bei diesem Hinweis ist in erster Linie der grossen Verdienste des jetzigen Direktors der Zentralbibliothek, Herrn Dr. Hermann Escher, zu gedenken.

Mit aller Aufopferung, deren er fähig war, widmete sich nun unser Freund dem Ausbau des Concilium. Keine Schwierigkeiten konnten ihn abschrecken, kein Gang war ihm zu viel, keine Reise zu weit, wenn es galt, eine Behörde, eine Persönlichkeit über die Bedeutung des Unternehmens, über die Notwendigkeit einer Verbesserung, einer Unterstützung aufzuklären. So war Field bald in fast allen Kulturländern ein angesehener und hochgeschätzter Vertreter der biologischen Wissenschaften, so dass die grosszügige Förderung, die seinem Werke schweizerische Behörden angedeihen liessen, wiederum durch die Anerkennung des Auslandes schweizerischen wissenschaftlichen Anstalten zugute kam.

Wir müssen uns versagen, den weiteren Gang der Entwicklung des Concilium zu verfolgen. Field fand hervorragende und eifrige Mitarbeiter; eine getreue Hilfe lieb ihm durch viele Jahre hindurch seine Mitarbeiterin Frl. Marie Rühl, die auch während der schweren Zeiten der Kriegsjahre alle Lasten mit ihm trug. Von einschneidender Bedeutung für das Unternehmen war die Unterstützung, die Field von seiten der Schweiz. Naturforschenden Gesellschaft seit 1900 erhielt, auf deren Veranlassung, gestützt durch ein ausführliches Gutachten von Prof. Arnold Lang, die schweizerische Eidgenossenschaft Jahr für Jahr eine Subvention von 5000 Franken dem Unternehmen zukommen liess. Bald konnte sich das Concilium in einem eigenen Heim einrichten und eine eigene Druckerei darin in Gang setzen. Die Zoologen der ganzen Welt erkannten allmählich, nicht ohne dass allerdings zuerst bedeutende Widerstände aus dem Wege geräumt werden mussten, den hohen Wert des Fieldschen Werkes, das heute mit vollem Recht als Zentralpunkt aller zoologischen Bibliographie bezeichnet werden darf. Trauernd standen die Fachgenossen an der Bahre des Mannes, dem sie wegen seiner selbstlosen, aufopfernden Tätigkeit so vieles zu verdanken haben. Diese Grundeigenschaften von Fields Charakter in Selbstlosigkeit und Aufopferungsfähigkeit zeigten sich nicht nur in seiner literarischen und organisatorischen Tätigkeit, sondern kamen besonders auch darin zum Ausdruck, dass er nie gezögert hat, wenn es galt, durch Einsetzung eigener Vermögenswerte seinem Unternehmen durch eine Schwierigkeit, durch eine Krise hindurchzuhelfen; und doch wusste er ja selbst am besten, dass sein Werk nie einen grössern finanziellen Gewinn bringen konnte, aber auch als ideales Unternehmen dies nie beabsichtigte. Am klarsten offenbarten sich die edlen Charakterzüge unseres Freundes in der bösen Zeit der Kriegsjahre, die so mancher internationalen Institution idealer Natur den Todestoss versetzten. Nur der fast unerschöpflichen Energie des Leiters des Conciliums, seinem Glauben an den innern Wert und das geistige Gut, das in seiner Schöpfung ruht, ist es zu verdanken, dass das Institut vor dem Zusammenbruch gerettet wurde. Mit grosser Genugtuung erlebten es Fields Freunde, wie er auf einer Reise nach den Vereinigten Staaten im Jahre 1920 in seinem Heimatlande von seiten der ersten wissenschaftlichen Körperschaften alle Anerkennung und auch tatkräftige Unterstützung fand, wie die hochherzige Spende eines amerikanischen Freundes ihn von der Sorge um die angewachsenen finanziellen Lasten befreite. Mit frohem Mut gedachte er an den neuen Ausbau des Werkes zu gehen. Tragisch ist des Menschen Schicksal: Jäh durchschnitt die Parze den Lebensfaden dieses edlen Mannes, zu einer Zeit, da er nötiger war als je.

Es entsprach ganz dem Charakter Fields, der in selbstloser Weise für andere arbeitete, dass er an den Werken zur Linderung der Kriegsnot sich lebhaft betätigte. Der Schweiz, dem Kanton und der Stadt Zürich konnte er seinen Dank für die wichtigen Dienste, die sie seinem Unternehmen erwiesen hatten, dadurch abstaten, dass er in bedeutsamer Weise zu gunsten der Lebensmittelversorgung der Schweiz durch die Vereinigten Staaten während der letzten Kriegsjahre einwirkte; in Deutschland, in Oesterreich hat er sich im Auftrage amerikanischer Institutionen für Liebeswerke betätigt.

Herbert Field hatte das Glück, eine hochgesinnte, ihm im Charakter ebenbürtige und seinen Ideen alles Verständnis entgegenbringende Gattin zu finden. Sie schuf ihm ein trautes Heim, in dem zwei Söhne und zwei Töchter

zur Freude ihrer Eltern aufwachsen. Möge den Hinterbliebenen in ihrem schweren Leide das leuchtende Vorbild des edlen Gatten und Vaters, das im Andenken so vieler unauslöschlich fortleben wird, Trost und Stütze gewähren!

Unser Freund hat sich geopfert für sein Werk. Unermüdlich war er tätig; alle seine Gedanken waren auf stete Förderung und Verbesserung seines Conciliums gerichtet. Selbstlos, wie er war, hat er seine Kräfte nicht gespart, nicht an sich gedacht und nicht für sich gesorgt, bis das Schicksal Halt gebot. So hegen wir denn auch die zuversichtliche Hoffnung, dass seine Lebensarbeit fortgeführt und das Werk ein bleibendes Denkmal seines Gründers sein werde. *aere perennius.*

Prof. Karl Hescheler.

Haruthiun Tigran Abeljanz (1849—1921, Mitglied der Gesellschaft seit 1880).

Gestern Donnerstagnachmittag nahmen die Familie, die Universität und die Freunde Abschied von Professor Dr. Haruthiun Tigran Abeljanz, der in der Nacht vom Montag auf den Dienstag im 73. Altersjahr aus dem Leben schied.¹⁾ Eine stille Bestattung war vorgesehen, aber doch fanden sich gegen 100 Personen im neuen Krematorium ein, darunter eine grosse Anzahl von Professoren der Universität, einstige Assistenten und Schüler des Verstorbenen und alte Freunde, die dem Senior der 2. Sektion der philosophischen Fakultät das Ehrengeläute gaben. In schlichten Worten entwarf im Namen der Familie Regierungsrat Dr. O. Wettstein ein treffend gezeichnetes Lebensbild seines Schwiegervaters und der Werdegang eines Mannes wurde damit lebendig, der vor einem langen Menschenalter aus Armeniens Hochland²⁾ in die Schweiz kam, um hier seine zweite Heimat zu finden, der er vom ersten Semester seines Studiums bis zu seinem Todestage treu blieb. Mit einem Stipendium seiner Regierung versehen, zog er, in die malerische Tracht eines Kaukasiers gekleidet, damals nach Europa, um in Heidelberg Geschichte und Sprachwissenschaften zu studieren; er wollte Lehrer in seiner Heimat werden, aber die russischen Zustände, durch die seine Heimat aufs entsetzlichste misshandelt wurde, machten ihm die Rückkehr unmöglich und wiesen ihn, hier in Zürich, besonders durch Professor Wislicenus angeregt, zur Naturwissenschaft. Mit der Zähigkeit, die ihm sein Lebenlang blieb, arbeitete er sich in das neue Gebiet hinein, promovierte als Dreiundzwanzigjähriger und schon ein Jahr darauf las er an der Zürcher Universität als Privatdozent und gab daneben Unterricht in Chemie an der höheren Töchterschule und an der Kantonsschule, wozu noch 1877, nachdem er Schweizerbürger geworden war, die neugeschaffene Stellung als Kantonschemiker kam. Reinhold Rüegg, sein alter Freund, der verehrte Senior der Zürcher Journalisten, hat bei Anlass des 70. Geburtstages seines Freundes mit dem ihm eigenen feinen Humor dessen Jugendzeit wieder heraufbeschworen und daran anknüpfend gab Dr. Wettstein ein treffendes Bild dieses seltsamen Mannes, der, mit dem Herzen längst Schweizer geworden und guter Schweizer geblieben, in der Seele doch Armenier war. Denn als glü-

¹⁾ Abgedruckt aus Nr. 1473 und 1488 der „Neuen Zürcher Zeitung“ vom 14. und 18. Oktober 1921.

²⁾ Abeljanz wurde am 13. April 1849 in Wardablur in Armenien geboren.

hender Freiheitsfreund musste er sich in der Schweiz wohl fühlen und es war für ihn eine Selbstverständlichkeit, republikanischer Bürger zu werden. An der öffentlichen Politik beteiligte er sich in vornehmer Zurückhaltung nicht, aber er schenkte doch den Tagesfragen Zeit seines Lebens volles Interesse und bis zu seinem Scheiden hing er auch an dem fernen Hochland seiner Jugend, dessen wechselvolles Schicksal ihn tief bewegte und ihn anspornte, der hiesigen armenischen Kolonie stets ein Führer, Freund und Helfer zu sein. Abeljanz war eine gerade und ehrliche Natur, mit einem leisen Zug ins Zurückhaltende, erzeugt durch die Leidensgeschichte seines Volkes; er hasste alles Eitle und Oberflächliche, blieb rücksichtslos in dem von ihm als recht Erkannten, ein unbestechlicher Beamter, schroff und stark, wo es sein musste und doch unendlich bescheiden, besonders dann, wenn es sich um die Geltendmachung eigener Ansprüche handelte. An den Freunden, die er ins Herz geschlossen hatte, hing er unerschütterlich, aber doch war er seinem ganzen Wesen nach ein stiller, einsamer Mann, der seine Herzenswärme und Güte nicht jedem zeigte und der nach vollen 50 Jahren fruchtbringender Arbeit schon in den ersten Monaten seiner verdienten Ruhe sterben musste.

Rektor F u e t e r nahm im Namen der Universitätsbehörden und als Sprecher der Fakultät Abschied von dem Kollegen, für seine vieljährigen hohen Verdienste um die Wissenschaft und die akademische Jugend dankend. Abeljanz' Lebensarbeit reicht in eine weit zurückliegende Zeit zurück, da die damals noch junge Universität einen mächtigen Aufschwung nahm und der Verstorbene hat durch seine äusserste Pflichttreue und seine Liebe zu seinem Fach ein gut Anteil daran. Einer der letzten aus jener Zeit geht mit ihm dahin.

Prof. K a r r e r, der Nachfolger¹⁾ des Verstorbenen, zeichnete als dritter Redner dessen wissenschaftliche Arbeiten; wir werden noch Gelegenheit haben, die Ansprache im Wortlaut zu bringen. Als letzter nahm ein Vertreter der hiesigen armenischen Kolonie von ihrem Senior Abschied, mit bewegten Worten für alle Liebe und Hilfe dankend, die Abeljanz seinen jungen Freunden je erwies, die in ihm fern von der Heimat ihren Vater und besten Kameraden verlieren.

Dann setzten Geigenklang und Orgelspiel ein. Die Studentenfahnen senkten sich und langsam verschwand der blumengeschmückte Sarg hinter der ehernen Türe, die zur Flamme führt. Draussen erwartete die strahlende Herbstsonne die Trauernden, just an dem Tage, da vor mehr als 40 Jahren der junge Gelehrte seine Hochzeit feierte.

Die Rede von Prof. Dr. P. K a r r e r hatte folgenden Wortlaut:

In Prof. Abeljanz hat die philosophische Fakultät II der Universität Zürich ihr ältestes Mitglied verloren. Als Mitte der sechziger Jahre des vorigen Jahrhunderts der verstorbene Kollege aus Deutschland nach Zürich kam, brachte er von Heidelberg eine für die damalige Zeit sehr moderne naturwissenschaftliche Bildung mit: ein B u n s e n, ein H e l m h o l t z, ein K i r c h h o f f sind seine Lehrer gewesen. Wunderbar scheint der Gedanke, dass ein Schüler von Bunsen, dem Altmeister der Chemie, bis in die allerjüngste Zeit hinein in der Heranbildung der Jugend tätig sein durfte. Aus einer fernen

¹⁾ Diese Angabe ist unrichtig: Prof. K a r r e r ist Nachfolger des verstorbenen Prof. A. W e r n e r, neben dem Abeljanz gewirkt hatte.

Zeit kommend, wo die Grundlagen unserer Wissenschaft erst gelegt, die Methoden der Analyse, die heute zum Rüstzeug des Anfängers zählen, erst geschaffen wurden, wo klare chemische Begriffe erst zu kristallisieren begannen, hat Abeljanz der Chemie bis in seine letzten Tage hinein gedient. Aus diesem Gesichtspunkt heraus müssen sein wissenschaftliches Leben und seine Lehrtätigkeit gewürdigt werden. Wir jüngern machen uns heute kaum eine rechte Vorstellung davon, in wie rascher Folge und in wie tiefgreifender Art sich die Methoden und Auffassungen innerhalb der letzten sechs Dezennien in der Chemie gewandelt haben. Die anorganische Forschung blüht erst unter Bunsens geistiger Initiative auf, die organische Chemie reichlich später. Prof. Abeljanz ist dieser Entwicklung bis in die neueste Zeit hinein mit gleichbleibendem Interesse gefolgt und mit der Energie, die ihm eigen war, hat er sich immer wieder in neuerschlossene Gebiete eingearbeitet.

Einen Teil seiner chemischen Studien machte er während der Jahre 1869 bis 72 in Zürich bei dem bedeutenden Organiker Prof. Wislicenus. Der hier mit der organischen Chemie gepflogenen Berührung verdanken mehrere spätere wissenschaftliche Abhandlungen ihre Entstehung: so über Bichloräther, über höhere Kohlenwasserstoffe u. a. Das eigentliche Arbeitsfeld von Abeljanz lag aber vornehmlich im Gebiet der analytischen Chemie, für welche er von Bunsen her eine besondere Vorliebe mitgebracht zu haben scheint. Als Kantonschemiker in Zürich (1877–84), später als Lehrer für analytische Chemie an der Universität hatte er Gelegenheit, sich diesem besonderen Arbeitsgebiet zu widmen. Eine Umarbeitung des Leitfadens der qualitativen chemischen Analyse von Städeler-Kolbe, aus seiner Feder, erlebte eine grosse Zahl von Auflagen — die letzte im vergangenen Frühjahr — seine Untersuchungen über die Entflammungstemperatur des Petroleums führten zur Konstruktion eines Petrolprüfungsapparates, und sein umfassendes Wissen in der Untersuchung von Nahrungs- und Genussmitteln wurde von weiten Kreisen durch die Übertragung zahlreicher Gutachten gewürdigt.

In erster Linie war Prof. Abeljanz aber Lehrer. Über 40 Jahre lang hat er an unserer Hochschule vorgetragen, Tausende von jungen Studierenden haben seine Vorlesungen oder Laboratorien besucht und die Familien sind zahlreich, in denen Vater und Söhne von ihm im Examen geprüft worden sind. Mit grösster Gewissenhaftigkeit hat er persönlich den Laboratoriumsunterricht erteilt und überwacht, der ihm in späteren Jahren, als sich Alters- und Krankheitssymptome einstellten, häufig Beschwerden gebracht haben mag. Nur wer beobachten konnte, wie er selbst unter körperlichen Schmerzen und in hochfieberndem Zustand seinen Laboratoriumsunterricht ohne Klage leitete, begreift, wie lieb ihm seine Lehrtätigkeit gewesen sein muss. Mit der Zähigkeit eines Jungen ist er bis zuletzt seinen Verpflichtungen nachgegangen. Er hat daher auch mit schwerem Herzen im vergangenen Frühjahr von seinem Lehramt Abschied genommen; immer noch geistig frisch und regsam, bis zuletzt sein ausgezeichnetes Gedächtnis bewahrend, trug er sich mit der Absicht, die ihm noch verbleibenden Lebensjahre mit kleineren wissenschaftlichen Untersuchungen auszufüllen. Die Stunden der wohlverdienten Musse waren zu kurz dazu.

Auch der verstorbene Kollege hat in der langen Zeit seiner akademischen Lehrtätigkeit, wie dies natürlich scheint, nicht immer ebene Wege gefunden und manche Widerstände sich aufürmen sehen. Aber nie habe ich, so lange wir uns kannten, gehört, dass er über Andersdenkende ein hartes Urteil gefällt,

ein scharfes Wort gesprochen hätte. Es war ein Grundzug seines Wesens, sich wenig um des Nachbarn Dinge zu kümmern, jeder Sache die beste Seite abzugewinnen. So bleibt er denn im Gedächtnis seiner Schüler und seiner Kollegen als ein Mann, der bescheiden und offen mit seltenem Pflichter und grosser Liebe seinem Lehrberuf oblag, der im stillen wirkte und hier Korn um Korn von der Erkenntnis der Wissenschaft in die Herzen seiner Schüler pflanzte.

P. Karrer.

Rudolf Escher (1848—1921, Mitglied der Gesellschaft seit 1874).

In der Nacht vom Donnerstag auf den Freitag (10./11. November 1921) erlag Professor Rudolf Escher-Zehnder im 74. Altersjahr einem Herzschlag.¹⁾ Ein alter, angesehener Zürcher und Spross einer Familie, die Stadt, Kanton und Staat eine Reihe bedeutender Männer schenkte, geht mit ihm dahin, eine bekannte Persönlichkeit, die Zeit ihres Lebens in Zürich wirkte und die an unserer Eidgenössischen Technischen Hochschule und in den Musikkreisen Zürichs unvergesslich bleiben wird. Wir müssen uns für die Stunde versagen, dem Leben und Wirken des Toten ausführlich gerecht zu werden und uns mit ein paar kurzen Angaben begnügen.

Rudolf Escher wurde am 10. Juni 1848 als Glied einer süditalienischen Kolonistenfamilie in Salerno geboren, wo die sämtlichen Kinder des Fabrikanten Escher, mit Ausnahme des jüngsten Sohnes Hermann Escher das Licht der Welt erblickten. Seine Schulbildung erhielt der Verstorbene durch einen Hauslehrer in Salerno, der durch lange Jahre hindurch mit der Familie eng verwachsen blieb und dem die Familie auch heute noch ein herzliches Andenken bewahrt. Er brachte seinen Zöglingen eine ausgiebige naturkundliche Beobachtung bei und förderte sie vor allen Dingen in der Handfertigkeit; da der Vater als Spinner ein Techniker war, so war es begreiflich, dass auch bei den älteren Söhnen das technische Moment vorherrschte. Mit 14 Jahren kam Rudolf Escher in die französische Schweiz, nach Neuenburg, zur Erlernung der französischen Sprache und ein Jahr später trat er in die obere Industrieschule in Zürich ein, wo er nach drei Jahren das Maturitätsexamen ablegte. Drei Jahre lang absolvierte er alsdann im Glarnerland eine Lehrzeit in einem technischen Etablissement und alsdann bezog er das Polytechnikum zum Studium der Maschinentechnik und einige Jahre später, nach errungenem Diplom, ging er eine Zeitlang ins väterliche Geschäft nach Salerno zurück, wo er sich speziell in der Konstruktionswerkstätte betätigte. Zur weiteren Ausbildung folgte 1874 noch ein weiteres Studienjahr in Dresden und nachher trat er in den Lehrkörper des eidgenössischen Polytechnikums ein, wo er als Assistent von Professor Veith arbeitete. Erst 28 Jahre alt, wurde Rudolf Escher 1876 Professor der Technologie am Eidgenössischen Polytechnikum und volle 45 Jahre lang wirkte er bis zu seinem Tode seither an der Anstalt, wobei er noch jahrelang in hervorragender Weise Professor Veith bei seinen technischen Konstruktionen half. Professor Escher las über Technologie, speziell auch über Müllerei, Papierfabrikation und Weberei. Er publizierte eine Reihe klei-

¹⁾ Abgedruckt aus Nr. 1613 und 1631 der „Neuen Zürcher Zeitung“ vom 12. und 15. November 1921.

nerer, viel gelesener und weit verbreiteter Handbücher über Technologie und Turbinenbau.¹⁾

1874 verehelichte er sich mit der Tochter Agnes des aus der Cholerazeit bekannten zürcherischen Bezirksarztes Dr. C. Zehnder, deren Bekanntschaft er als damaliges Vorstandsmitglied des Gemischten Chores machte.

Dem musikalischen Leben von Zürich brachte Professor Rudolf Escher Zeit seines Lebens grosses Interesse entgegen. Er gehörte jahrzehntelang dem Tonhallevorstand an und ebenfalls jahrzehntelang dem Direktorium des Zürcher Konservatoriums; der erstere verliert in ihm den Vizepräsidenten, das letztere seinen Präsidenten. Seinen 70. Geburtstag feierte Professor Escher vor drei Jahren in voller Rüstigkeit, letztes Jahr aber nahm die körperliche Widerstandskraft ab; doch blieb er seiner Arbeit treu und erledigte erst noch in den letzten Wochen eine strenge Examensperiode an der Eidgenössischen Technischen Hochschule. Ein energischer, temperamentvoller Mann, eine aktive Persönlichkeit ist mit ihm geschieden, ein wahrhafter, ehrlicher, aufrechter Mensch mit einem warmen Herzen für seine Mitmenschen und seine Vaterstadt, ein treuer, gediegener Zürcher.

Kremation von Professor Rudolf Escher.

Eine grosse Trauergemeinde versammelte sich Montagnachmittag 3 Uhr im neuen Krematorium zur Feuerbestattung von Prof. Rud. Escher, die Organist Ernst Isler an der Orgel mit den Klängen des f-Moll-Andantes von Mozart einleitete. Zu beiden Seiten des mit zahlreichen Kranzspenden geschmückten Sarges hatte eine Delegation des Ingenieurvereins und der Studentenschaft der Technischen Hochschule mit umflorten Fahnen Aufstellung genommen. Die Abdankungsrede hielt Pfarrer Fueter von der Kirche Fluntern, der zunächst in einem kurzen Rückblick den Lebensgang des Verstorbenen schilderte und im Anschluss daran warme Worte des Trostes für die Hinterbliebenen und Freunde des Toten fand und betonte, dass er es weiteren, noch folgenden Rednern überlassen wolle, die vielen Verdienste, die sich Prof. Escher auf verschiedenen Gebieten erworben habe, gebührend hervorzuheben. Dies geschah zunächst im Namen der Eidgenössischen Technischen Hochschule durch Prof. Dr. Grossmann, der seine Ansprache mit der Feststellung einleitete, dass eigentlich ein Stück Geschichte der Eidgenössischen Technischen Hochschule mit dem Tode des Mannes seinen Abschluss fände, der mehr als vier Dezennien dem Lehrkörper des Polytechnikums angehörte und sich bei Kollegen und Schülern Anspruch auf grösste Verehrung durch eine musterhafte Pflichttreue zu erwerben wusste. Der Redner gedachte der hervorragenden

¹⁾ Unter den Schriften von Rudolf Escher seien erwähnt:

- Mechanische Technologie. Nach Vorträgen Wintersem. 1880/81. Autographie.
 Erfinden und Erfinder (Vortrag gehalten im Rathaus zu Zürich 1899.) (S. A. aus
 Zeitschrift für Sozialwissenschaft II. 3 p., 161—175.) Berl. 1899.
 Maschinen und Verfahren der Spinnerei und Seilerei (Weltausstellung Paris 1900.
 Berichte der schweiz. Delegierten.) Bern 1901.
 Die Theorie der Wasserturbinen. Ein kurzes Lehrbuch. Berlin 1908. 2. A. Berl. 1921.
 Mechanische Technologie der Maschinenbaustoffe. Leipzig 1918. 2. A. Leipzig 1921.
 Mitteilungen aus dem Gebiete des Maschinenwesens (Weltausstellung Chicago 1893;
 Berichterstatter Rud. Escher und Aug. Vuilleumier-Schetty). Bern 1894.

Tätigkeit des Toten auf dem Gebiete der Technologie, im speziellen des Turbinenbaus, der Müllerei, der Weberei und der Papierfabrikation, und betonte seine Verdienste um die Gründung¹⁾ des Dozentenvereins, eines Zusammenschlusses der Dozenten beider Hochschulen, sowie um die Rathausvorträge, die für das geistige Leben unserer Stadt von so grosser Bedeutung waren. Mit der dankbaren Feststellung, dass der Dahingeschiedene sich seinen Kollegen gegenüber stets als treuer Freund und Berater erwiesen habe und mit dem Hinweis, dass mit Prof. Eschers Tod ein Leben reich an Arbeit, aber auch reich an Erfolgen sein Ende erreicht habe, schloss Prof. Grossmann seine Ansprache. Ihm folgte Studiosus Weber, der im Namen der Studentenschaft dem dahingegangenen verdienten Lehrer warme Worte des Dankes widmete und die Versicherung abgab, dass in den Kreisen aller derer, die das Glück hatten, seine Schüler gewesen zu sein, die dankbare Erinnerung an Prof. Rud. Escher für alle Zeiten lebendig bleiben werde.

Oberst Steinbuch ergriff sodann das Wort im Namen der Gesellschaft Constaffel, um die sich der Verstorbene ebenfalls unvergessliche Verdienste in langen Jahren, während welcher er als Mitglied und als Vize-Constaffel-Herr der altangesehenen Gesellschaft angehörte, erworben hat. Endlich würdigte Adolf Hug des Toten hingebende, mehr als vierzigjährige Tätigkeit für die Tonhallegesellschaft und für das Wohl des Konservatoriums, zu der ihn ein reges Interesse für die Musikpflege in Zürich begeisterte. Der Mann, den eigene Liebe zur Musik in freundschaftliche Beziehungen zu verdienten Männern auf diesem Gebiete, wie Attenhofer, Gustav Weber, Gerold Eberhard, Friedrich Hegar u. a., brachte, liess sich durch seine starke berufliche Inanspruchnahme nicht abhalten, von Anfang der achtziger Jahre an unendlich viel Zeit und Arbeit aufzuwenden, um der Tonhallegesellschaft und dem Konservatorium, der früheren Musikschule, nach besten Kräften zu dienen. Was Prof. Escher als Vizepräsident des Vorstandes der Tonhallegesellschaft, als Präsident ihrer Musik-Kommission und Konzertdirektion und nicht zuletzt als Präsident der Verwaltungs-Kommission der Hilfs- und Pensionskasse der Kapelle der Tonhallegesellschaft geleistet hat, müsse ebenso unvergessen bleiben, wie das Verdienst um den Aufschwung des Zürcher Konservatoriums, dem er mit nie erlahmender Hingabe seine Tätigkeit, ganz besonders in jener Zeit widmete, als es galt, der alten Musikschule im heutigen Konservatoriumsgebäude ein neues Heim zu schaffen. Herr Hug gedachte auch noch in herzlich anerkennenden Worten der ruhigen und gewissenhaften Art, mit der Prof. Escher auf jedes ihm vorgetragene Anliegen, eintrat, und wie er gerade damit sich die Verehrung aller, die mit ihm in Berührung kamen, zu sichern wusste.

Mit dem Orgelchoral „Wenn ich einmal soll scheiden“ entschwand sodann der Sarg den Blicken der trauernd Versammelten und nach kurzem Gebet fand mit dem Orgelvortrag des G-Dur-Largos von Bach die Trauerfeier ihren Abschluss, die in zwei von Herrn Nada, Frl. Stierlin und Herrn Isler empfindungstief gespielten Sätzen aus einem Trio für Flöte, Violine und Orgel von Händel ihr besonders erhebendes Moment erhielt.

Diese Angabe ist unrichtig: Der Dozentenverein bestand schon seit 1855 und die „Rathausvorträge“ hatten bereits 1851 ihren Anfang genommen.

Hermann Amandus Schwarz (1843—1921, Mitglied der Gesellschaft seit 1869, Ehrenmitglied seit 1896).

Aus Berlin kommt die Kunde, dass unser Ehrenmitglied Schwarz am 1. Dezember im Alter von fast 79 Jahren gestorben ist. Der hervorragende Mathematiker verdient wohl, dass seiner auch an dieser Stelle gedacht werde. Hat er doch, als eine Zierde unserer technischen Hochschule, mehrere Jahre in Zürich gewirkt und hier Hunderte von Schülern herangebildet, die sich des trefflichen, für sie sich aufopfernden Lehrers stets mit Dankbarkeit und Verehrung erinnern haben.

Als im Jahre 1894 die Gesellschaft ehemaliger Polytechniker ihr 25jähriges Jubiläum feierte und hierzu eine Festschrift herausgab, verfasste Schwarz auf Wunsch des Vorstandes eine Selbstbiographie; von der damals ein Auszug aufgenommen wurde und die nun hier im Wortlaut folgen möge.

„Hermann Amandus Schwarz, geb. am 25. Januar 1843 in Hermsdorf unterm Kynast (Provinz Schlesien), bestand im Jahre 1860 die Reifeprüfung am Gymnasium zu Dortmund, studierte in den Jahren 1860—66 an dem Königlichen Gewerbeinstitut und an der Universität zu Berlin Mathematik und Naturwissenschaften, war während eines Theiles dieser Zeit Assistent des Physikers Dove und Mitglied des von den Professoren Kummer und Weierstrass geleiteten wissenschaftlichen mathematischen Seminars. Am 6. August 1864 erhielt er von der philosophischen Fakultät der Universität Berlin die Doktorwürde und legte im Mai 1866 vor der wissenschaftlichen Prüfungskommission in Berlin die Prüfung pro facultate docendi ab. An dem Feldzuge des Jahres 1866 nahm er als Kombattant in der Mainarmee Theil. Während des Wintersemesters 1866—67 war er Mitglied des von Professor Schellbach geleiteten mathematisch-pädagogischen Seminars. Zu Ostern 1867 wurde er als ausserordentlicher Professor an die Universität zu Halle a. S. berufen, verheiratete sich im folgenden Jahre mit einer Tochter des Professor Kummer und folgte im Frühjahr 1869 einem Rufe als Professor der höheren Mathematik an die Eidgenössische polytechnische Schule in Zürich, in welcher Stellung er sechs und ein halbes Jahr thätig war. An die Zeit, welche er an der Eidgenössischen polytechnischen Schule zugebracht hat, während der er zu einer ausgebreiteten Lehrthätigkeit Gelegenheit erhielt, denkt er gern zurück. Im Herbst des Jahres 1875 wurde ihm von dem Preussischen Unterrichtsministerium eine ordentliche Professur der Mathematik an der Universität in Göttingen angeboten. Diese Berufung führte ihn in sein Vaterland zurück. Nachdem er der Universität und der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften in Göttingen sechzehn und ein halbes Jahr lang angehört hatte, wurde er im Frühjahr 1892 an die Universität Berlin versetzt. Im Dezember desselben Jahres wurde er in die Königlich Preussische Akademie der Wissenschaften als ordentliches Mitglied der physikalisch-mathematischen Classe aufgenommen.

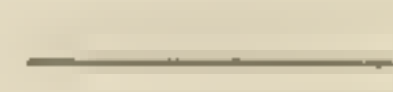
Seine Gesammelten mathematischen Abhandlungen sind in zwei Bänden im Jahre 1890 erschienen.“

Nicht nur die Eidgenössische Technische Hochschule, deren Ehrendoktor Schwarz war, auch unsere Naturforschende Gesellschaft wird dem Verstorbenen ein treues Andenken bewahren. Schon am 26. April 1869, unmittelbar nach seiner Übersiedelung nach Zürich, war Schwarz ihr beigetreten und nahm sofort

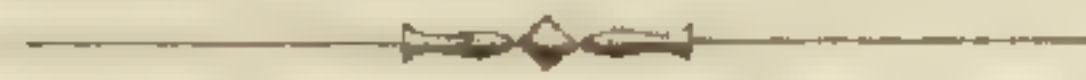
lebhaften Anteil an ihren wissenschaftlichen Arbeiten, was auch mehrere in unserer Vierteljahrsschrift erschienene Abhandlungen aus seiner Feder bezeugen. Als Schwarz Zürich verliess, war er Vizepräsident der Gesellschaft.

Im Jahre 1871 war Schwarz auch in die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft aufgenommen worden und er erfreute sie 1874 in Schaffhausen durch einen Vortrag über ein neues Beispiel einer stetigen nicht differentiierbaren Funktion. Seit 1908 gehörte er ihr als Ehrenmitglied an.

Zweiter Teil



Sitzungsberichte



Sitzungsberichte von 1921.

Protokoll der Sitzung vom 17. Januar 1921

abends 8 Uhr auf der Schmidstube.

Vorsitzender: Prof. Dr. W. Frei.

Anwesend 133 Personen.

Traktanden:

1. Das Protokoll der Sitzung vom 6. Dezember 1920 wird unter Verdankung an Autoreferent und Sekretär genehmigt.
2. Die Anwesenden ehren das Andenken an das verstorbene Mitglied Herrn Rud. Glauser, dipl. Chemiker, in Dornach, durch Erheben.
3. Als neue Mitglieder werden aufgenommen:
Herr Dr. Anton Stieger, Kulmannstr. 57, Zürich 6, eingeführt durch Herrn Prof. Dr. R. Eder.
Herr Dr. Leopold Ruzicka, Privatdozent für organ. Chemie an beiden Hochschulen, Winterthurerstr. 40, Zürich 6, eingeführt durch Herrn Prof. Dr. Staudinger.
Herr Ernst Schwarz, Ingenieur, Florhofgasse 3, Zürich 1, eingeführt durch Herrn Dr. med. H. R. Schinz.
Herr Dr. Raoul Viollier, Professor an der höheren Töchterschule, Forchstrasse 145, Zürich 7, eingeführt durch Herrn Dr. A. Trümpler.
Herr Ernst Wegmann, Dipl. agr., Aemtlerstr. 15, Zürich 3, eingeführt durch Herrn Prof. Dr. M. Düggeli.

4. Vortrag des Herrn Prof. Dr. Eleutheropulos:

Was ist Naturgesetz?

Das Charakteristische der Denkweise des Naturforschers ist die Entdeckung und Formulierung von Naturgesetzen. In der Tat ist die ganze Naturwissenschaft in allen ihren Zweigen letzten Endes eine Wissenschaft von (den) Gesetzen in der Natur (im Sinne der Gesetze der sinnlichen Welt). Es ist nur Schein, als ob der Naturforscher auch von Wesenheiten (z. B. Sauerstoff usw.) spräche; er fragt immer nach den Verhältnissen der Dinge, der Erscheinungen zu einander. Die Naturgesetze werden auf Grund der Erfahrung und des Experimentes entdeckt, besser gesagt: aufgestellt; selbst die Axiome der Naturforschung sind indirekt durch die Erfahrung veranlasste Sätze, die nur logisch als Voraussetzungen angesehen werden. Ein Naturgesetz, das durch philosophische Deduktionen aufgestellt wird, kann nur die Bedeutung eines heuristischen Prinzips haben (zunächst wenigstens). Die Gültigkeit der aufgestellten Naturgesetze ist beschränkt, zunächst innerhalb der gegebenen Welt und zweitens selbst hierin haben sie nur eine hypothetische Bedeutung; nicht sie müssen auch für die Fälle gelten, die bei ihrer Aufstellung nicht gegeben

waren, sondern wir sehen zu, ob sie gelten; wenn man gewöhnlich glaubt, neueintretende Fälle aus dem Gesetz zu erklären, so ist das eine Täuschung; man prüft vielmehr eigentlich am neueintretenden Fall, ob das Gesetz aufrecht zu halten ist. Die Naturgesetze, die der Naturforscher aufstellt, sind also auch nicht notwendig (für immer); sie sind gültig und notwendig für uns für die Fälle, aus denen wir sie gewinnen, bis sie eventuell umgestossen werden. Nun scheint jedes Naturgesetz dennoch der Form nach allgemein gültig und notwendig zu sein; wir sagen z. B.: die Körper fallen usw. und das bedeutet: es muss so sein. Aber diese Notwendigkeit und Allgemeingültigkeit ist nicht in dem empirischen Gesetze vorhanden, sondern sie wird ihnen von unserm Bewusstsein, von unserer Logizität verliehen; unsere Logizität ist ein Mechanismus und somit ein bestimmter Zwang in uns, und so formulieren wir auch die Naturgesetze nach diesen logischen Gesetzen, nach dem Zwange in uns ($A = A$, oder A ist, und wenn A , so B). Dieser Zwang in uns ist der logische Mechanismus als (biologische) Anpassungserscheinung an die Umgebung bei der Entstehung der Logizität. Somit müssen wir das Naturgesetz definieren als einen Satz, der hypothetisch die (oder eine) bestimmte Abhängigkeit der Dinge von einander angibt, dessen Gesetzesform aber von uns, von unserer Logizität stammt. Der Naturforscher bemüht sich, um solche Sätze aus dem Erkenntnis-triebe um die Umgebung, in der wir uns befinden, zu erklären; hier zeigt sich aber auch, dass Erklärung der Erscheinungen durch ein Naturgesetz eigentlich nichts anderes ist, als kurze und bündige Beschreibung derselben, mit Betonung des Gemeinsamen in ihnen. Die Frage, ob die Naturgesetze, die der Naturforscher aufstellt, wirklich existieren, d. h. in den Dingen selbst existieren, muss bejaht werden; denn sie sind keine allgemeinen Begriffe, sondern Sätze, die die Abhängigkeit der Dinge von einander angeben. Ob es allerdings Dinge ausserhalb des Subjektes gibt, ist eine Weltanschauungsfrage und das richtige ist wohl, anzunehmen, es gibt solche Dinge, obschon sie freilich dem Wesen nach nicht demjenigen gleich sind, was von ihnen in das Subjekt gelangt. Eine letzte Frage, ob unserer Logizität und den Naturgesetzen doch eine Notwendigkeit an und für sich entsprechen mag (Metaphysik der Naturgesetze) darf bejaht werden: wir dürfen annehmen, dass es ein «Uretwas» gibt, das Träger aller Erscheinungen ist, und dass dieses Uretwas in sich eine Notwendigkeit bildet und nach Notwendigkeit gestaltet. Hätten wir also in diesem Falle den nötigen Geist, um diesen Weltgrund, das Uretwas zu erkennen, so würden wir alles, alle Naturgesetze, mathematisch logisch daraus ableiten können, als die einzige Möglichkeit aus der einzigen Prämisse. (Autoreferat.)

Dem mit vielem Beifall aufgenommenen Vortrag folgte eine rege Diskussion an der sich vor allem die Herren Prof. Dr. G. Lipps und Prof. Dr. Edgar Meyer und ausserdem die Herren Dr. Cattani, Prof. Dr. Freytag und Prof. Dr. de Quervain beteiligten.

Nachdem der Präsident dem Vortragenden und den Diskussionsrednern gedankt, bringt er das im Dezember ergangene Zirkular in Erinnerung und bittet diejenigen Mitglieder, die noch keine Antwort eingesandt, dies noch möglichst bald zu tun. Schluss 11 Uhr.

Der Sekretär: Prof. Dr. Schlaginhaufen.

Protokoll der Sitzung vom 31. Januar 1921

abends 8 Uhr auf der Schmidstube.

Vorsitzender: Prof. Dr. W. Frei.

Anwesend 136 Personen.

Traktanden:

1. Das Protokoll der Sitzung vom 17. Januar 1921 wird unter Verdankung an Autoreferent und Sekretär genehmigt.
2. Als neue Mitglieder werden aufgenommen:
Herr Jakob Kowner, Elektro-Ingenieur, Zollikon, Witellikerstr. 8, eingeführt durch Herrn Prof. Dr. W. Frei.
Herr Dr. ing. Paul Engi, Vermessungsingenieur, Schipfe 4, Zürich 1, eingeführt durch Herrn Prof. Dr. W. Frei.
Herr Armin Oehrli, Apotheker, Rosengasse 9, Zürich 1, eingeführt durch Herrn Prof. Dr. Eder.
3. Vortrag des Herrn Dr. R. Billwiler, Adjunkt an der eidg. meteorologischen Zentralanstalt:

Der gegenwärtige Gletschervorstoss u. seine meteorologischen Bedingungen.

Der Vorstoss begann sich 1909 und 1910 an den kleinen Gl. zu manifestieren, wurde dann zwar durch den ganz ausserordentlich warmen Sommer 1911 aufgehalten, nachher aber immer allgemeiner. 1912 u. 1913 kamen schon grössere Gl. — namentlich solche mit grossem Sammelgebiet oder mit grossem Gefälle — wie der Stein-, der Rhone-, die Grindelwaldergl. etc. zum Wachsen und dieser Vorstoss geht gegenwärtig noch weiter. Nur die langen Talgletscher — Gorner-, Ferpècle-, Arolla-, Aletsch-, Morteratsch- und Fornogletscher — sind übereinstimmend mit den bei frühern Gletschervorstössen gemachten Erfahrungen vom Vorstoss noch nicht ergriffen, sondern bis jetzt noch im Zurückweichen.

Der Nachweis der den Gletscherschwankungen zugrunde liegenden Schwankungen der meteorolog. Elemente war für die beiden Hochstände der Gl. von 1820 und 1855 bei dem noch spärlichen meteorolog. Material nur teilweise geglückt. Für den sich gegenwärtig anbahnenden Hochstand ergibt sich bezüglich der Temperatur, dass die Sommertemperatur auf dem Säntis im Mittel der Jahre 1909—1920 (Wachstumsperiode) trotz einzelner sehr warmer Sommer (1911 und 1917) um 0.6° tiefer lag, als in der vorangegangenen Periode 1888—1908 und zwar waren alle Monate im Mittel kühler (Juni 0.5° , Juli 0.9° , August 0.5° , September 0.6°). Gleich gross ist die negative Temperaturentwicklung in dieser Periode übrigens auch im Mittelland (St. Gallen 0.6°).

Dagegen machen die entsprechenden Niederschlagsmengen es uns verständlicher, warum die Perioden des Vorrückens und des Schwindens der Gl. durch die N.-Messungen nicht recht erfasst werden konnten, solange Messungen von Höhenstationen fehlten. Es betragen die mittleren Jahresmengen in:

	St. Gallen	Zürich	Genf	Sion	Guttannen	Engelberg	Elm	Davos	Bernhardin	Säntis	
1888 1908	131	105	88	57	161	161	150	95	244	244	cm
1909/20	129	106	97	59	181	161	149	98	232	315	„

Während also im Mittelland nur die Westschweiz und von den angeführten alpinen Stationen nur Guttannen eine erhebliche Zunahme des N. aufweisen, beträgt dieselbe auf dem Säntis ca. 30 Prozent. Das scheint um so verwunderlicher, als sonst auf so exponierten Bergstationen der starken Luftbewegung wegen N.-Messungen fast unmöglich sind und viel zu kleine Beträge ergeben.

Auf dem Säntis scheinen aber die örtlichen Verhältnisse für die Aufstellung des Ombrometers ausnahmsweise sehr günstige zu sein. Ein Beweis für die Reellität der ganz erstaunlichen Niederschlags-Steigerung auf dem Säntis ist diejenige einiger Fusstationen. Während St. Gallen noch nichts davon zeigt, verläuft die Kurve der Jahresmengen für das noch näher am Säntis liegende Urnäsch absolut identisch mit der Säntiskurve und der Mehrbetrag der Wachstumsperiode (1909/20) ist hier schon 15 Prozent. — Beinahe alle Monate haben auf dem Säntis 1909/20 mehr N. als 1888/1908, am meisten jedoch die Wintermonate (Dezember + 190, Januar + 130 mm).

Das vorhandene Beobachtungsmaterial erlaubt also die Feststellung, dass mit dem Beginn des Wachstums der Gl. eine Periode mit in den höheren Lagen stark vermehrter N., namentlich im Winter, zusammenfällt; dabei sind die Sommermonate im Mittel wesentlich kühler als in der vorangegangenen Rückzugsperiode.

Die Ergebnisse der Totalisatoren, über deren Konstruktion der Vortragende Ausführlicheres mitteilt, werden in Verbindung mit der von der Gl.-Kommission der Physikalischen Gesellschaft Zürich an die Hand genommenen Firnbohrungen im Clariden- und Silvrettagebiet — zur Ermittlung des jährlichen Firnzuwachses — uns später, wenn wir in die entgegengesetzte Phase der Schwankung eingetreten sind, Schlüsse erlauben über den Anteil der N.-Vermehrung an der gegenwärtigen und an zukünftigen Gl.-Schwankungen. Hierüber zu klaren Vorstellungen zu gelangen, ist um so wichtiger, wenn wir uns an die viel umstrittene Frage erinnern, welchen Anteil die Niederschläge an den viel grösseren Schwankungen der Alpengletscher im Diluvium hatten. (Autoreferat.)

Der mit grossem Beifall aufgenommene Vortrag rief eine lebhafte Aussprache hervor, an der die Herren Prof. Dr. de Quervain, Dr. Rübel, Dr. Maurer, Ing. Rutgers und Prof. Dr. Heim teilnahmen. Schluss 10 Uhr.

Der Sekretär: Prof. Dr. Schlaginhaufen.

Protokoll der Sitzung vom 14. Februar 1921

abends 8 Uhr auf der Schmidstube.

Vorsitzender: Prof. Dr. W. Frei.

Anwesend: 86 Personen.

Traktanden:

1. Das Protokoll der Sitzung vom 31. Januar 1921 wird unter Verdankung an Autoreferent und Sekretär genehmigt.
2. Der Vorsitzende teilt mit, dass unser Mitglied, Herr Daniel Jenny-Tschudy in Glarus sich unter die lebenslänglichen Mitglieder habe eintragen lassen und ausser dem Mitgliederbeitrag von Fr. 400.— der Gesellschaft den Betrag von Fr. 600.— geschenkweise übergeben habe. Im Namen der Gesellschaft spricht der Präsident dem gütigen Geber den herzlichsten Dank aus.
3. Vortrag des Herrn Prof. Dr. Ad. Oswald:

Die Beziehungen zwischen chemischer Konstitution und
Wirkung der Arzneimittel.

Trotz des Vorliegens eines ausserordentlichen Beobachtungsmaterials ist es z. Z. nicht möglich, im Einzelfall aus der chemischen Konstitution allein einen sichern Schluss auf die Wirksamkeit einer Substanz zu ziehen. Wir können nur sagen: eine Substanz kann diese oder jene Wirkung haben, sie muss

sie aber nicht haben. Der Grund hierfür liegt im Bau des lebenden Organismus, der nicht ein rein chemisches System darstellt, sondern ein kolloidales System, in dem sich chemische Reaktionen abspielen. Es müssen daher alle Gesetze, welche die kolloidalen Systeme beherrschen, mitberücksichtigt werden. Die Gegenwart kolloid gelöster Stoffe beeinflusst in hohem Grade die chemischen Reaktionen, wie auch ihrerseits echt gelöste Stoffe den Zustand der Kolloide beeinflussen. Es besteht also in der Zelle eine Verquickung chemischer und physikalisch-chemischer Reaktionen, wozu noch der Einfluss rein physikalischer Faktoren kommt. Alle diese sind mitbestimmend für das Zustandekommen der physiologischen Wirksamkeit. Unter den physikalisch-chemischen und physikalischen Faktoren sind zu nennen: die Wasserlöslichkeit, die Löslichkeit in Fett und fettähnlichen Substanzen (Lipoide), die Diffusionsgeschwindigkeit, die Volatilität, der Haftdruck (Einfluss auf die Oberflächenspannung des Lösungsmittels), die Absorbierbarkeit. Alle diese Eigenschaften sind in hohem Grade massgebend für die Resorbierbarkeit, die Aufnahme einer Substanz in das Zellinnere. Von der Resorbierbarkeit hängt die Wirksamkeit ab, jedoch nur so, dass sie die Quantität, nicht die Qualität derselben bedingt. Letztere dürfte für die Mehrzahl der Stoffe eine Funktion der chemischen Eigenart sein. Trotz der hohen Bedeutung der physikalischen und physikalisch-chemischen Faktoren bestehen darum Beziehungen zwischen chemischer Konstitution und Wirkung.

Der Entfaltung der Wirksamkeit können eine ganze Reihe von Faktoren förderlich oder hinderlich sein, die in morphologischen Momenten begründet oder in der Verschiedenartigkeit der funktionellen Ansprechbarkeit gelegen sind. Daraus erklären sich Unterschiede in der Wirksamkeit gegenüber verschiedenen Tierarten, gegenüber verschiedenen Altersstufen bei gleichen Individuen, gegenüber beiden Geschlechtern usw.

Die Beziehungen zwischen chemischer Konstitution und Wirksamkeit lassen viele Gesetzmässigkeiten erkennen, deren Darlegung sich für ein kurzes Referat nicht eignet. Als oberste Gesetzmässigkeit gilt der Satz, dass, wie alle Kohlenstoffverbindungen sich von einer Anzahl von Grundtypen ableiten lassen, so auch alle pharmakologischen Eigenschaften auf eine Anzahl Grundeigenschaften zurückzuführen sind, und diese Grundeigenschaften sind gerade diejenigen der chemischen Grundtypen. In allen ihren Derivaten sind sie zu erkennen, soweit sie nicht infolge Angliederung besonderer Radikale verdeckt sind. Allen Arzneimitteln liegen diese Primordialeigenschaften zugrunde. Sie sind nur in verschiedener Weise modifiziert und abgestuft: schädliche, unerwünschte Nebenwirkungen abgeschwächt bis zur praktischen Aufhebung usw. Hierbei haben ganz bestimmte Radikale einen abschwächenden, andere einen fördernden Einfluss. Da in neuerer Zeit keine prinzipiell neuen Kohlenstoffverbindungen hergestellt worden sind, und wohl solche, d. h. von einem neuen Grundtypus sich ableitende in absehbarer Zeit nicht hergestellt werden, so sind in jüngerer Zeit auch keine wirklich neuen Arzneimittel gewonnen worden und sind für die nächste Zukunft nicht zu erwarten. Die stets von neuem auf den Markt geworfenen Mittel sind nur Modifikationen schon bekannter. Die chemische Ähnlichkeit im weitesten Sinne, die zwischen ähnlich wirkenden Substanzen besteht, gestattet Schlussfolgerungen auf die Konstitution bisher in ihrem Bau noch nicht ermittelter Stoffe. (Autoreferat.)

Die Anwesenden zollen dem Vortragenden lebhaften Beifall. In der Diskussion sprachen sich die Herren Prof. Dr. W. Frei und Dr. med. Aebly für die Wahrscheinlichkeit physikalischer Wirkungen mancher Arzneimittel aus.
Schluss 9 Uhr 45. Der Sekretär: Prof. Dr. Schlaginhaufen.

Protokoll der Sitzung vom 28. Februar 1921
abends 8 Uhr auf der Schmidstube.

Vorsitzender: Prof. Dr. W. Frei.

Anwesend 159 Personen.

Traktanden:

1. Das Protokoll der Sitzung vom 14. Februar 1921 wird unter Verdankung an Autoreferent und Sekretär genehmigt.
2. Die Jahresversammlung der Schweiz. Nat. Ges. findet vom 25.—28. August 1921 in Schaffhausen statt.
3. Die N. G. Z. hat eine Einladung zum 20. Deutschen Geographentag erhalten, der am 17., 18. und 19. Mai 1921 in Leipzig stattfinden wird.
4. Vortrag des Herrn Prof. Dr. Zietzschmann:
Funktionen des weiblichen Genitals bei Säugetier u. Mensch
(Brunst und Menstruation).

Die normale Funktion der weiblichen Genitalien äussert sich im Auftreten charakteristischer Veränderungen, die in bestimmten Zwischenräumen regelmässig wiederkehren und den sog. Sexualzyklus bedingen, der einerseits am Ovarium, andererseits am Uterus Erscheinungen auslöst. Im Eierstock kommt es normalerweise an den die Geschlechtszellen enthaltenden Grafschen Bläschen oder Follikeln mit zwingender Notwendigkeit zum Sprung und in der Folge durch Wucherung der Follikelepithelien zur Ausbildung eines soliden gelben Körpers. Dieses Corpus luteum verfällt bei Nichtbefruchtung des aus dem Follikel gestossenen Eies nach kurzer Blüte der Rückbildung. Aber dadurch wird der Weg frei zur Ausreifung und Berstung eines neuen Follikels, dem abermals die Entwicklung eines gelben Körpers folgt, usf. Dieser ovariale Zyklus ist bei allen Säugetieren der gleiche, und auch der Mensch macht davon keine Ausnahme. Die Ovulation der Säugetiere ist an einen bestimmten Termin gebunden und läuft mit den leicht wahrnehmbaren Erscheinungen der Brunst einher (Blutandrang nach den Genitalien; lebhaftes Schleimsekretion, bei verschiedenen Tieren auch Blutabgang; nervöse Erregungszustände; Gestatten der Kohabitation). Beim Menschen dagegen ist der Symptomenkomplex der Brunst, als Folge der Kultur, verloren gegangen. Die Ovulation geht demnach ohne wesentliche klinische Erscheinungen und auch ohne Blutung nach aussen von statten.

Die zyklischen Veränderungen am Uterus betreffen dessen Schleimhaut. Sie bestehen darin, dass bereits vor Einsetzen der Ovulation in der Schleimhaut langsam Wucherungsprozesse beginnen, die innerhalb einiger Tage zum Maximum anschwellen. Es handelt sich vor allem um Wucherung der Drüsen, die charakteristische Formen annehmen und lebhaft zu sezernieren beginnen. In die Zeit kurz nach Beginn der Phase fällt bei den Tieren die kürzere oder längere Epoche der Brunst mit ihrem starken Blutandrang zu den Genitalien und eventuellem Blutaustritt in die Uteruslichtung. Das rasche Verklingen dieser Symptome hindert aber nicht, dass die Proliferation der Gebärmutter Schleimhaut weitergeht, so dass bei Mensch und Tier eine Zeit nach der Ovulation erst die

ad maximum gewucherte Mukosa zu finden ist. Ist nun in der Zwischenzeit das bei der Ovulation befreite Ei nicht befruchtet worden, so kommt es in der Folge nach Erreichen des Hochstandes zu einem raschen Abbau der proliferierten Schleimhaut, der beim Menschen und den Primaten eine schnell sich steigernde Haemorrhagie ins muköse Gewebe vorausgeht. Diese Gewebeblutung ist so stark, dass bei der Rückbildung der Schleimhaut der Grossteil derselben zerstört wird, weshalb es zu den ausgiebigen Blutungen der Menstruation kommt, die bei Tieren in dieser Zyklusphase vollständig fehlen. Nach so weitgehendem Gewebsverlust folgt rasch die Überhäutung der Schleimhautwunde, die Regeneration, die beim Tiere den langsameren Rückbildungsvorgängen gegenüber gar nicht ins Auge fällt. Nach kurzer Pause aber beginnen an der verdünnten Schleimhaut Wachstumsprozesse aufs neue und der uterine Zyklus setzt abermals ein, um den gleichen Verlauf zu nehmen, wenn nicht das Ei der neuen Ovulation auf dem Wege zur Gebärmutter diesmal der Imprägnation anheimfällt. Trifft aber ein befruchtetes Ei zur Zeit des Hochstandes der Schleimhaut im Uterus ein, dann erhält sich die gewucherte Mukosa und geht direkt in die der Schwangerschaft über.

Innerhalb des Sexualzyklus treten bei Mensch und Tier äusserlich wahrnehmbare Symptome zutage: beim Menschen die Menstruationsblutung, bei den Tieren die Brunst, die allenfalls auch mit einer Haemorrhagie einhergeht. Da nun aber die Brunst in die Zeit der Anbildung, die Menstruation aber in die des Abbaues der Uterusschleimhaut fällt, so ist es ohne weiteres klar, dass beiderlei Blutungen nichts miteinander zu tun haben.

Die Steuerung der merkwürdig regelmässig ablaufenden zyklischen Veränderungen am weiblichen Genitale geht ohne Zweifel vom Eierstock aus. Und zwar ist es der Follikelapparat im weiteren Sinne des Wortes (die Epithelzellen der Graafschen Bläschen und die des Corpus luteum), der durch Abscheidung von chemischen Stoffen an das Blut nach Art der innersekretorischen Drüsen die Regulierung übernimmt. Das lebende Ei scheint aber darüber hinaus dominierend die Tätigkeit zu beeinflussen. In welchem funktionellen Verhältnis die „interstitielle Drüse“ des Ovarium zum gelben Körper steht, lässt sich heute noch nicht definitiv aussagen, obwohl die Versuche besonders der Steinachschen Schule die Möglichkeit einer Stellvertretung sehr wahrscheinlich machen, zwar nicht bezüglich des hier zu behandelnden Sexualzyklus, aber doch in Rücksicht auf die Intaktheit des Genitales als solchem. Die Frage der sekundären Geschlechtsmerkmale wurde nur gestreift. (Autoreferat.)

In der Diskussion tritt Herr Prof. Zschokke für die Bildung des Corpus luteum aus der Tunica interna ein. Herr Dr. Bühler kann das frühe Auftreten der interstitiellen Drüse nicht bestätigen. Herr Dr. Küpfer berührt den von ihm bei Schafen und Ziegen studierten weiblichen Sexualzyklus und ging auf die Übereinstimmung der Zahl der Früchte im Uterus und der Zahl der Corpora lutea und im Anschluss daran auf die Erscheinung der Eiüberwanderung näher ein. Herr Dr. Krupski lenkte die Aufmerksamkeit auf die zyklischen Veränderungen am Euter und stellte die Bedeutung der Korrelation der Organe in den Vordergrund. In diesem Sinne äusserten sich auch Prof. Dr. W. Frei und Prof. Dr. Busse, wobei der letztere die korrelativen Be-

ziehungen der endokrinen Organe (z. B. auch der Epiphysis) durch Beispiele belegte. Nach einem Schlusswort des Vortragenden dankte der Vorsitzende dem Vortragenden und den Diskussionsrednern auf das wärmste und schloss die Sitzung um 11 Uhr. Der Sekretär: Prof. Dr. Schlaginhaufen.

Protokoll der Sitzung vom 14. März 1921,
abends 8 Uhr auf der Schmidstube.

Vorsitzender: Prof. Dr. W. Frei.

Anwesend: 90 Personen

T r a k t a n d e n :

1. Das Protokoll der Sitzung vom 28. Februar wird unter Verdankung an Autoreferent und Sekretär genehmigt.

2. Als neue Mitglieder werden aufgenommen:

Herr Dr. Walter Hauser, Assistent am Zoolog. Institut der Universität Dreikönigstr. 55, Zürich 2, eingeführt durch Herrn Prof. Dr. Hescheler

Herr Dr. med. H. J. A. van Voornveld, Germaniastr. 58, Zürich 6, eingeführt durch Herrn Dr. A. Kienast.

Herr Dr. Martin Disteli, Prof. der Mathematik an der Universität Zürich, Olten, Steinbruchweg 672, eingeführt durch die Herren Prof. Dr. Hans Schinz und Prof. Dr. Schlaginhaufen.

3. Die Gesellschaft hat durch den Tod verloren: Herrn Arnold Keer, Chemiker, Mitglied seit 1910. Die Anwesenden erheben sich zu Ehren des Verstorbenen.

4. Vortrag des Herrn Ingenieur Wirth (Aarau):

V e r d a m p f u n g o h n e W ä r m e z u f u h r (M i t P r o j e k t i o n e n).

Die heutige Zeit steht deutlich im Zeichen einer Umorientierung von Brennstoff- auf Energiewirtschaft. Auch Länder mit eigenen, grossen Kohlen-schätzen gehen an die Erschliessung neuer und neuartiger Kraftquellen. Man denkt schon im Ernste an die Ausnützung von Ebbe und Flut und an die Nutzbarmachung der Luftpotelektrizität zur Kraftgewinnung.

Die Entwicklung in der Schweiz hat gezeigt, dass in dieser Umorientierung auch der Ersatz der Kohle durch elektrische Energie in reinen Wärmeprozessen ausgeführt wird. Dabei müssen im Grossbetrieb 5—6 kWh aufgewendet werden, um 1 kg Kohle zu ersetzen, so dass nur Abfallenergie in Frage kommen kann und dieses Gebiet sehr begrenzt ist.

Durch Modelle wurde veranschaulicht, wie aus dem Prinzip der direkten Wärmezeugung, wo aus einer Wärmequelle hoher Temperatur dauernd Wärme durch einen gewünschten Prozess, z. B. eine Verdampfung, herunterfliesst, um zuletzt verloren zu gehen, ein anderes Prinzip grundsätzlich sehr einfach abgeleitet werden kann, indem man die bisher verlorene Abwärme aus dem Prozesse auffängt, hochpumpt und so unter Aufwand von Arbeit wieder auf hohe Temperatur regeneriert, so dass sie aufs neue in den Prozess einfliessen kann und eine Wärmezufuhr nicht mehr nötig ist.

In der Schweiz wurde im Jahre 1878 durch den Genfer Ing. Piccard ein erster Anlauf zur Einführung der Wärmepumpe in der Verdampfung unternommen, der in der Salinenindustrie einen lokalen Erfolg hatte. Der Welt-

krieg gab den Anstoss zu einem zweiten Anlaufe, der eine allgemeinere Einführung brachte. Im Jahre 1917 wurde die erste einer Reihe durch die A.-G. Kummler & Matter in Aarau nach den Intentionen des Vortragenden ausgeführten Eindampfanlagen in Betrieb gesetzt, die nach einer Untersuchung von Professor Stodola eine 11—12fache Ausnützung des Wärmewertes der eingeführten elektrischen Energie aufweist, bei Verdampfungsleistungen bis zu 40 kg Verdampfung pro qm Heizfläche und Stunde, wobei letztere Zahl wirtschaftlich eine grosse Rolle spielt.

Es wurden dann Schwierigkeiten in der Verdampfung, besonders durch Verkrustung mit Gips und Salz und deren Untersuchung im Laboratorium an Hand von Lichtbildern erläutert und Bilder über die weiteren Anlagen von 1000 bis 9000 kg Wasserverdampfung pro Stunde gezeigt.

Die Bedeutung des Wärmepumpenprinzipes für die Eindampfung in der Schweiz erhellt aus dem Umfange der bereits erstellten Anlagen, die im Laufe dieses Jahres auf eine Jahresleistung von rund 115 Millionen kg Wasserverdampfung zu schätzen sind, wobei durch 6 Millionen Kilowattstunden ca. 8,5 Millionen kg Kohle erspart werden, was bei einem Kohlenpreis von Fr. 80.—/t und einem Strompreis von Cts. 5/kWh einen Gewinn von rund Fr. 500,000.— ausmacht. Es sind im Durchschnitt nur 0,7 kWh notwendig, um 1 kg Kohle zu ersetzen, gegenüber 5—6 kWh bei direkter Umsetzung in Wärme, und dadurch werden der Energiewirtschaft 40 Millionen kWh erspart, bei der heutigen Knappheit an Energie eine willkommene, bedeutende Zahl. Die mittlere Verdampfungsanzahl beträgt rund 20 kg Wasserverdampfung pro kWh. Damit ist eine Basis gekennzeichnet, auf welcher auch bei billigen Kohlen ein Ersatz durch elektrische Energie sehr wirtschaftlich ist.

Ein Abstecher führte ins Gebiet der Zellstoffbereitung, wo in der ganzen Welt schätzungsweise bei Vollbetrieb im Jahr aus 10 Millionen Tonnen Holz 5 Millionen Tonnen Zellstoff hergestellt werden und die andern 5 Millionen Tonnen Holzsubstanz zur Zeit noch grösstenteils bachab gehen. Darin sind für schätzungsweise 150 Millionen Franken Kohle und für über 300 Millionen Franken Zucker enthalten. Zur Gewinnung ist eine Eindampfung grössten Maßstabes notwendig, die aber nach dem bisherigen Systeme der Vielkörperapparate ca. die Hälfte des gewonnenen Brennstoffes wieder verschlingt, während bei Anwendung der Wärmepumpe nur rund ein Zehntel wieder zur Verdampfung gebraucht wird, wodurch dieses enorme Problem erst wirtschaftlich interessant wird. (Autoreferat.)

Zu dem mit vielem Beifall aufgenommenen Vortrag brachten die Herren Prof. Dr. E. Bosshard und Prof. Dr. Bauer noch ergänzende Bemerkungen, worauf der Vorsitzende dem Vortragenden den Dank der Gesellschaft für seine Darbietung aussprach.

Schluss der Sitzung $\frac{1}{2}$ 11 Uhr.

Der Sekretär: Prof. Dr. Otto Schlaginhausen.

Bericht des Quästors
über die
Rechnung der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich
für das Jahr 1920.

A. Betriebsrechnung.

Einnahmen:

Mitgliederbeiträge	Fr. 9,956. —	
Neujahrsblätter	" 757. 15	
Vierteljahrsschriften	" 660. 80	
Geschenke	" 82. —	
Beiträge von Behörden und Gesellschaften	" 4,800. —	
Zinsen	" 4,708. 45	
Diverse Einnahmen	" 75. 60	
	<u>Fr. 21,040. —</u>	

Ausgaben:

Neujahrsblatt, wissenschaftl. Teil	Fr. 1395. —	
„ Spedition u. Spesen	" 214. 05	Fr. 1,609. 05
Vierteljahrsschrift, wissenschaftlicher Teil	Fr. 20,080. 20	
„ abzüglich Autorenbeiträge	" 6,688. 05	
	<u>Fr. 13,392. 15</u>	
„ Vorträge	" 544. 25	
„ Sitzungsberichte	" 1,235. 95	
„ Spedition und Spesen	" 391. 30	" 15,563. 65
Miete		" 392. —
Personalausgaben		" 1,631. 70
Verwaltung, Bureauaterial	Fr. 211. 05	
„ Kleinere Drucksachen und Inserate	" 285. 75	
„ Sitzungseinladungen und Protokolle	" 938. 80	
„ Porti und Spesen	" 396. 86	
„ Verschiedenes	" 65. 95	" 1,898. 41
Diverse Ausgaben		" 517. 30
		<u>Fr. 21, 612. 11</u>

Abschluss.

Total der Einnahmen	Fr. 21,040. —
Total der Ausgaben	" 21,612. 11
Rückschlag der Betriebsrechnung	<u>Fr. 572. 11</u>

B. Kapitalrechnung.

Einnahmen.

Saldo letzter Rechnung	Fr. 10,577. 99
Zinsen	" 988. 45
Übertrag von Stammgutrechnung	" 3,720. —
Schenkungen und Legate	" 5,500. —
Lebenslängliche Mitglieder	" 1,200. —
	<u>Fr. 21,986. 44</u>

Ausgaben.

Übertrag auf Betriebsrechnung (Zinsen)	Fr. 4,708. 45
Saldo der Betriebsrechnung	„ 572. 11
Übertrag auf Illustrationsfonds	„ 1,000. —
Amortisation	„ 350. —
	<u>Fr. 6,630. 56</u>

Abschluss.

Total der Einnahmen	Fr. 21,986. 44
Total der Ausgaben	„ 6,630. 56
Saldo der Kapitalrechnung	<u>Fr. 15,355. 88</u>
Saldo der Kapitalrechnung am 31. Dez. 1919	Fr. 11,377. 99
Saldo der Kapitalrechnung am 31. Dez. 1920	„ 15,355. 88
Vorschlag der Kapitalrechnung	<u>Fr. 3,977. 89</u>

C. Pensionsfonds.

Saldo letzter Rechnung	Fr. 2,164. 85
Unsere Einzahlung	„ 1,147. 70
Zinsen	„ 18. 05
	<u>Fr. 3,330. 60</u>
Zahlung für Rente H. Koch	„ 3,330. 60
Saldo des Pensionsfonds	<u>Fr. —. —</u>

D. Illustrationsfonds.

Saldo letzter Rechnung	Fr. 2,000. —
Übertrag von Kapitalrechnung	„ 1,000. —
Saldo des Illustrationsfonds	<u>Fr. 3,000. —</u>

E. Stammgutrechnung.

Einnahmen.

Saldo letzter Rechnung	Fr. 70,000. —
Zinsen	„ 3,720. —
	<u>Fr. 73,720. —</u>

Ausgaben.

Übertrag auf Kapitalrechnung	Fr. 3,720. —
Amortisation	„ 17,150. —
	<u>Fr. 20,870. —</u>

Abschluss.

Total der Einnahmen	Fr. 73,720. —
Total der Ausgaben	„ 20,870. —
Saldo der Stammgutrechnung	<u>Fr. 52,850. —</u>
Saldo der Stammgutrechnung am 31. Dez. 1919	Fr. 70,000. —
Saldo der Stammgutrechnung am 31. Dez. 1920	„ 52,850. —
Rückschlag der Stammgutrechnung	<u>Fr. 17,150. —</u>

Vermögen der Gesellschaft.**1. Anlagen und Barschaft.**

Saldo der Stammgutrechnung (unantastbar) .	Fr. 52,850. —
Saldo der Kapitalrechnung (disponibel) .	„ 15,355. 88
Saldo des Pensionsfonds	„ —. —
Saldo des Illustrationsfonds	„ 3,000. —
	<u>Fr. 71,205. 88</u>

2. Erratische Blöcke.

a) Erratischer Block, Speerfindling, in Ringwil-Hinwil, erworben um Fr. 29.— laut Kaufbrief vom 5. Juni 1872.

b) Erratischer Block, Sernifit, Rötelstein genannt, beim Hof Rotenfluh in Oberembrach, erworben um Fr. 36.— laut Auszug aus dem Grundprotokoll Embrach, Notariat Kloten, 22. Juni 1869 und Abtretungsvertrag vom 29. Dezember 1883.

c) Erratischer Block, Alpenschiefer, in Wald, Kt. Zürich, erworben um Fr. 20.— laut Kaufbrief Notariat Wald, 10. Oktober 1872.

d) Erratischer Block in der Wolfsgrube Wald, Kt. Zürich, erworben laut Schenkungsurkunde vom 3. Juli 1869, Notariat Wald.

3. Druckschriften.

Verschiedene Druckschriften in ca. 25,920 Exemplaren, nach Verzeichnis des Herrn Druckschriftenverwalters der Gesellschaft, in Verwahrung der Zentralbibliothek und der Buchhandlung Beer & Co.

Die Betriebsrechnung zeigt gegenüber dem Voranschlag, der einen Rückschlag von Fr. 4000.— voraussah, einen solchen von nur Fr. 572. 11, somit eine Besserstellung von Fr. 3,427. 89. Hieran partizipieren:

Mit Mehreinnahmen:

Neujahrsblätter	Fr. 357. 15	
Vierteljahrsschriften	„ 160. 80	
Geschenke	„ 32. —	
Zinsen	„ 208. 45	
Diverse Einnahmen	„ 25. 60	Fr. 784. —

mit Minderausgaben:

Neujahrsblatt	Fr. 90. 95	
Vierteljahrsschrift	„ 2,336. 35	
Miete	„ 8. —	
Verwaltung	„ 751. 59	
Diverse Ausgaben	„ 32. 70	„ 3,219. 59
		<u>Fr. 4,003. 59</u>

denen gegenüberstehen

mit Mindereinnahmen:

Jahresbeiträge	Fr. 344. —	
Beiträge von Behörden	„ 200. —	Fr. 544. —

mit Mehrausgaben:

Personalausgaben	„ 31. 70	„ 575. 70
		<u>Fr. 3,427. 89</u>

Die grösste Ersparnis wurde beim Posten „Vierteljahrsschrift“ gemacht, und wurde dadurch erreicht, dass einerseits der einzige aufgenommene Vortrag nur Fr. 544.25 beanspruchte, statt Fr. 2000. — und dass anderseits der wissenschaftliche Teil eine Minderausgabe von Fr. 600.— ausweist. Letztere Ersparnis wurde durch die, nicht gerade zur Ehre der Gesellschaft reichende, aber durch bittere Notwendigkeit diktierte Massnahme erreicht, dass die Autoren, mit Einschluss des Redaktors selbst, zu zum Teil recht bedeutenden Barbeiträgen an ihre Publikationen verhalten wurden. Die Hauptersparnis bei der Verwaltung wurde bei den Sitzungsprotokollen erreicht mit gegen Fr. 600.—. Zu unserm eigenen grössten Bedauern müssen wir die Herren Autoren leider bitten, die Autoreferate auf das Allernotwendigste zu beschränken. Mit Bedauern müssen wir noch die Tatsache buchen, dass die Werbetätigkeit unserer Mitglieder für neue Mitglieder bedeutend unter unsern Erwartungen blieb und dass weiter der laut Protokoll des Regierungsrates vom 4. Dezember 1919 in sichere Aussicht gestellte Beitrag der Erziehungsdirektion um Fr. 200.— gekürzt wurde. Es darf wohl darauf hingewiesen werden, dass der Staat mit ungleich höheren Summen einzuspringen hätte, wenn der Tauschverkehr der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich infolge mangelnder Mittel eingeschränkt werden müsste. Der trotz aller Massnahmen resultierende Rückschlag von Fr. 572.11 wurde auf Kapitalrechnung übertragen.

Bei der Kapitalrechnung ist die erfreuliche Tatsache zu buchen, dass uns durch die Witwe unseres hochverehrten verstorbenen Mitglieds Herrn Prof. Dr. Carl Egli sel. ein Legat von Fr. 5000.— und durch unser verstorbenes Ehrenmitglied Herrn Prof. Dr. Paul Léon Choffat sel. in Lissabon ein solches von Fr. 500.— zuing. Beide Legate seien auch an dieser Stelle aufs herzlichste verdankt. Der Posten „Lebenslängliche Mitglieder“ wurde als eigener Rechnungsposten aufgehoben und der Kapitalrechnung zugewiesen. Sämtliche Wertschriften der Kapitalrechnung, mit Ausnahme einer zu Fr. 150 — gewerteten Aktie Leu & Co., sind zu pari eingesetzt.

Der Pensionsfonds wurde infolge Pensionierung unseres ehemaligen Abwartes H. Koch liquidiert.

Dem Illustrationsfonds konnten aus der Kapitalrechnung Fr. 1000.— überwiesen werden.

Einen schweren Schlag erlitt das Stammgut infolge des Kurssturzes der Aktien Leu & Co. Die 49 Stück dieser Aktien, bisher zu pari eingesetzt, wurden auf Fr. 150.— per Stück herabgesetzt, wodurch die Stammgutrechnung um Fr. 17,150 gekürzt wurde und somit noch Fr. 52,850.— beträgt.

Eine Inventur über die in der Verwaltung der Zentralbibliothek sich befindlichen Druckschriften wurde nicht vorgenommen.

Budget für das Jahr 1921.

Einnahmen:

Mitgliederbeiträge	Fr.	9,700. —	
Neujahrsblätter	"	400. —	
Vierteljahrsschriften	"	500. —	
Geschenke	"	50. —	
Beiträge von Behörden und Gesellschaften	"	4,800. —	
Zinsen	"	3,200. —	
Diverse	"	50. —	
		<u>Fr. 18,700. —</u>	
Rückschlag	"	3,800. —	
		<u>Fr. 22,500. —</u>	

Ausgaben:

Neujahrsblatt, wissenschaftlicher Teil	Fr.	1,400. —	
" Spedition und Spesen	"	300. —	Fr. 1,700. —
Vierteljahrsschrift wissenschaftlicher Teil	"	14,000. —	
" Vorträge	"	2,000. —	
" Sitzungsberichte	"	1,200. —	
" Spedition und Spesen	"	500. —	" 17,700. —
Miete			" 400. —
Personalausgaben			" 420. —
Verwaltung Bureauaterial	Fr.	200. —	
" Drucksachen und Inserate	"	200. —	
" Sitzungseinladungen	"	900. —	
" Porti und Spesen	"	400. —	
" Verschiedenes	"	80. —	" 1,780. —
Diverse Ausgaben			" 500. —
			<u>Fr. 22,500. —</u>

Zürich, den 2. Mai 1921.

Der Quästor: Dr. M. Baumann-Naef.

Revisorenbericht.

Zürich, 11. März 1921.

An die Hauptversammlung der Naturforschenden Gesellschaft Zürich.

Sehr geehrte Herren!

Die unterzeichneten Rechnungsrevisoren haben die Rechnung per 31. Dezember 1920 eingehend geprüft und in allen Teilen richtig befunden und deren Übereinstimmung mit den Belegen konstatiert.

Die Betriebsrechnung weist einen bescheidenen Rückschlag auf. Der Kapitalrechnung sind im Laufe des Jahres zwei Legate zugeflossen, die deren Resultat günstig beeinflusst haben. Das Stammgut hatte unter der Ungunst der Zeit zu leiden, indem eine Abschreibung auf dem Besitz von 50 Leu-Aktien notwendig wurde, die Fr. 17,500.— erforderte.

Der Bestand der Wertschriften wurde durch Vorlage des Depotscheines der Zürcher Kantonalbank ausgewiesen, auch überzeugten wir uns von der Übereinstimmung der vorhandenen Guthaben durch Einsichtnahme in die verschiedenen Depositenhefte.

Wir beantragen Ihnen deshalb, die Rechnung abzunehmen, unter bester Verdankung an den Quästor, für die klare und sorgfältige Führung der Rechnung.
Hochachtungsvoll

W. C. Escher.
Alb. Bommer.

Bericht des Sekretärs

über die

wissenschaftliche Tätigkeit und den Bestand der
Naturforschenden Gesellschaft in Zürich 1920/21.

Während des Berichtsjahres veranstaltete die Gesellschaft 11 Sitzungen, in denen folgende Vorträge gehalten wurden:

1. 12. Juli 1920. Herr Dr. P. Wirz (Basel): Aus dem Leben der Eingeborenen von Südwest-Neuguinea.
2. 25. Oktober 1920. Herr Dr. E. Rübel: Die Entwicklung der Pflanzensoziologie.
3. 8. November 1920. Herr Dr. G. Jegen (Wädenswil): Die Ergebnisse meiner Vererbungsversuche an Bienen.
4. 22. November 1920. Herren Prof. Dr. H. Zangger und Prof. Dr. V. Henri: Über Spektroskopie, Spektrophotographie und deren Anwendungen.
5. 6. Dezember 1920: Herr Prof. Dr. H. C. Schellenberg: Die Holzzersetzung als biologisches Problem.
6. 17. Januar 1921. Herr Prof. Dr. Eleutheropulos: Was ist Naturgesetz?
7. 31. Januar 1921. Herr Dr. R. Billwiler: Der gegenwärtige Gletschervorstoß und seine meteorologischen Bedingungen.
8. 14. Februar 1921. Herr Prof. Dr. Ad. Oswald: Die Beziehungen zwischen der chemischen Konstitution und der Wirkung der Arzneimittel.
9. 28. Februar 1921. Herr Prof. Dr. Zietzschmann: Funktionen des weiblichen Genitals bei Säugetier und Mensch (Brunst und Menstruation).
10. 14. März 1921. Herr Ingenieur Wirth (Aarau): Verdampfung ohne Wärmezufuhr.
11. Juni 1921. Herr Prof. Dr. P. Debye: Das elektrische Planetensystem der Moleküle.

Durchschnittlich waren in den Sitzungen 114 Personen anwesend.

Exkursionen:

Der 12. Juni 1920 war einer Besichtigung der Portlandzementfabriken Holderbank-Wildegg und des Schlosses Wildegg gewidmet. Nachdem Herr Prof. Dr. E. Bosshard in einem kurzen Vortrag eine übersichtliche Darstellung vom Verlauf der Vorgänge bei der Zementfabrikation gegeben hatte, fand unter Führung des Herrn Direktor Gygi und seiner Mitarbeiter ein Rundgang durch

die Fabrikanlagen statt. Die Gesellschaft begab sich am Nachmittag zum Schloss Wildegg, wo Herr Landesmuseumsdirektor Prof. Dr. Lehmann zunächst das Wesentliche über die Geschichte von Schloss und Umgebung zusammenfasste und hierauf die Führung durch die Räume des Schlosses übernahm.

Vorstandssitzungen:

Die Geschäfte des Vorstandes wurden in 3 Sitzungen beraten.

Mitgliederbestand:

Die Gesellschaft hat seit dem letzten Bericht folgende Mitglieder durch den Tod verloren:

- Im Mai 1920 Herrn Dr. Otto Amberg, Mitglied seit 1903;
 „ Okt. 1920 Herrn Prof. Dr. Wilhelm Wundt, in Leipzig, im Jahre 1874 in die N. G. Z. eingetreten, seit 1914 freies ausl. Mitglied;
 „ Nov. 1920 Herrn Dr. Hans Kronauer, Mitglied seit 1883, Quästor 1887 bis 1914, Ehrenmitglied seit 1912.
 „ Dez. 1920 Herrn Prof. Dr. Hugo Ribbert, in Bonn, im Jahre 1893 in die N. G. Z. eingetreten, seit 1914 freies ausl. Mitglied.
 „ Jan. 1921 Herrn Rud. Glauser, dipl. Chemiker in Dornach, Mitglied seit 1912;
 „ März 1921 Herrn Arnold Keer, Chemiker in Kilchberg (Zch.), Mitglied seit 1910;
 „ April 1921 Herrn Dr. Herbert Haviland Field, Mitglied seit 1899;
 „ Mai 1921 Herrn Dr. Albert Schoch, Mitglied seit 1919;
 „ „ 1921 Herrn Eduard Escher-Pestalozzi, Mitglied seit 1917.

Den Austritt haben 35 Mitglieder erklärt und eines liess sich auf die Liste der freien ausländischen Mitglieder übertragen. Seit dem letzten Bericht wurden 39 Mitglieder in die Gesellschaft aufgenommen, ferner wurde ein bisheriges freies ausländisches Mitglied wieder ordentliches Mitglied.

Am 31. Dezember 1920 hatte die Gesellschaft folgenden Mitgliederbestand:

Ehrenmitglieder	10
Korrespondierende Mitglieder	4
Ordentliche Mitglieder	547
Freie ausländische Mitglieder	22
	<u>583</u>

Am Tage der Hauptversammlung beträgt die Zahl der ordentlichen Mitglieder (unter Einschluss der in der Hauptversammlung aufgenommenen): 536.

Zürich, Juni 1921.

Der Sekretär: Prof. Dr. Otto Schlaginhaufen.

Bericht des Redaktors.

Der 619 und L Seiten zählende 65. Jahrgang unserer Vierteljahrsschrift ist, wie üblich in Form zweier Doppelhefte erschienen. Heft 1 2 wurde am 13. Juli, Heft 3/4 am 31. Dezember ausgegeben. Der Jahrgang enthält eine Porträttafel (Prof. Dr. U. Grubenmann), 1 Karte, 9 Tafeln und 46 Textfiguren. Die Zahl der Autoren, die Beiträge geliefert haben, beziffert sich auf 20. Die

Publikationen verteilen sich auf die einzelnen Disziplinen wie folgt: Mathematik 2, Physikalische Chemie 1, Geologie und Petrographie 5, Evolutionsgeschichte 1, Medizin 1, Zoologie inkl. vergleichende Anatomie 3, Pfahlbautenfauna 1, Botanik 1, Lebensmittelkunde 1.

Am 15. April des Berichtsjahres feierten Kollegen, Freunde und Schüler den Abschluss des 70. Lebensjahres von Prof. Dr. U. Grubenmann, welchem Festanlasse auch die Vierteljahrsschrift Ausdruck verlieh durch Aufnahme des Porträts und eines Verzeichnisses der Publikationen des gefeierten Gelehrten und Lehrers an unseren beiden Hochschulen, das eingeleitet wurde durch eine die allgemeine Verehrung und Freude widerspiegelnde Huldigung aus der Feder von Grubenmann's ehemaligem Schüler und jetzigem Nachfolger Prof. Dr. P. Niggli. Demselben Anlass sind zwei Arbeiten, die in obenstehenden Ziffern inbegriffen sind, gewidmet, nämlich diejenige Dr. R. Staub's „Über Gesteinsmetamorphosen in Graubünden“ und die in zwei Teilen erschienenen Mitteilungen Dr. Hans Hirschi's über „Radioaktivität einiger Schweizergesteine“.

Der Vollendung des 70. Lebensjahres (am 29. Dezember 1919) von Prof. Dr. Otto Stoll widmeten die Kollegen Prof. Dr. Karl Hescheler und Dr. Max Küpfer ihre in diesem Jahrgang aufgenommenen Publikationen: Prof. Hescheler durch seine „Beiträge zur Kenntnis der Pfahlbautenfauna des Neolithikums“, Dr. Max Küpfer durch seine „Beiträge zur Morphologie der weiblichen Geschlechtsorgane bei den Säugetieren.“

Die „Notizen zur schweizerischen Kulturgeschichte“ von Prof. Dr. F. Rudio und Prof. Dr. C. Schröter schildern den weitem Gang der „Eulerausgabe“ sowie den Lebenslauf der verstorbenen Mitglieder Gustav Huguenin, Arthur Tröndle, Adolf Steiger und bringen als Ergänzung zu dem im letzten Jahrgang erschienenen Nachruf auf Adolf Hurwitz ein Verzeichnis der Publikationen des Verstorbenen.

Den Beschluss bilden die Sitzungsberichte und die Personalverzeichnisse.

Das am 2. Januar l. J. ausgegebene Neujahrsblatt auf das Jahr 1921, 123. Stück, wurde von Herrn Prof. Dr. H. Brockmann-Jerosch verfasst und ist betitelt: „Surampfele und Surchrut. Ein Rest aus der Sammelstufe der Ureinwohner der Schweizeralpen.“ Es umfasst 28 Seiten und enthält 14 Textfiguren.

Die Aufgabe des Redaktors ist in heutiger Zeit eine recht schwierige. Einerseits wächst infolge der Schwierigkeiten, für die Publikation bestimmte Arbeiten im Ausland unterzubringen, die Flut der eingehenden Manuskripte unaufhaltsam, andererseits haben die Satz- und Druckpreise eine Höhe erlangt, die nur schwierig mit dem Budget in ein erträgliches Verhältnis zu bringen ist. Dankend erinnert sich der Redaktor der finanziellen Unterstützung, die er seitens verschiedener Autoren erhalten hat, ohne diese hätte der Jahrgang nie und nimmer diese Stärke erlangt.

Der reiche Zufluss an Manuskripten ist verständlich. Er ist eben eine Folge davon, dass unsere Stadt Sitz zweier Hochschulen und verschiedener Mittelschulen ist, eine natürliche Folge der regen wissenschaftlichen Tätigkeit unserer Lehrerschaft und unserer Mitglieder überhaupt. Das mögen jene bedenken, die sich beklagen, dass die Vierteljahrsschrift allzuvielen Abhandlungen enthalte, die nur für den Fachkollegen geniessbar sein sollen. Bedenken mögen sie auch, dass unsere gesamte zürcherische wissenschaftliche Welt in

der Vierteljahrsschrift ein kostbares Tauschmaterial besitzt, mit dessen Hilfe wir viele Hunderte von Zeitschriften aller Länder und aller Disziplinen der Zentralbibliothek zuführen, allwo sie in weitgehendster Liberalität der gesamten Einwohnerschaft zur Verfügung stehen.

Alle Vorschläge, die hinsichtlich der Ausgestaltung unserer Gesellschafts-schrift gemacht werden, werden von jeher ohne Voreingenommenheit geprüft, meist sind sie aber unausführbar, weil sie nicht jene Entlastung bringen würden, die sich der Antragsteller, in Unkenntnis der Verhältnisse, verspricht, nichtsdestoweniger ist der Redaktor auch fürderhin für Anregungen dieser oder jener Art dankbar.

Es steht in unserer Stadt, unweit des Einganges in den Bleicherweg ein Wohnhaus, dessen Erbauer oder Besitzer also zum Vorbeieilenden, der ihm einen Blick gönnt, spricht:

„Wenn Einer ist auf dieser Erden,
Der allen Leut' gerecht kann werden,
So bitt' ich ihn in allen Ehren,
Er möcht' mich diese Kunst auch lehren.“

Offenbar harrt der launige Besitzer heute noch dieses Lebenskünstlers und der Redaktor der Vierteljahrsschrift muss sich daher begnügen, auch für seine Person dies Sprüchlein weiter zu geben. Es ist der Vierteljahrsschrift zwar nicht vorgedruckt, aber, die Mitglieder der Naturforschenden Gesellschaft mögen es mir glauben, ich gebe es einem jeden Jahrgang, der zur Ausgabe gelangt, gewissermassen als bescheidenes Angebinde mit auf den Weg.

Zürich, im Mai 1921.

Hans Schinz.

Bibliothekbericht.

Laut Schenkungsvertrag vom 31. Mai 1915 ist die Bibliothek der Naturforschenden Gesellschaft mit dem 1. Januar 1916 an die zürcherische Zentralbibliothek übergegangen. Bei diesem Anlass hat Prof. Dr. Hans Schinz, der verdiente langjährige Bibliothekar unserer Gesellschaft, in der „Vierteljahrsschrift“, Jahrgang 61 (1916) p. XVI ff. den letzten Bericht über unsere Bücherei abgestattet.

Im Vorstand unserer Gesellschaft ist nun der Wunsch geäußert worden, dass trotz dieser veränderten Verhältnisse wiederum periodische Berichte über den Stand der Bibliothek erscheinen sollten, durch die einerseits neueintretende Mitglieder auf dieses wertvolle Hilfsmittel naturwissenschaftlicher Forschungen aufmerksam gemacht werden, und in denen andererseits auch über Eingänge von Periodika, beziehungsweise Erweiterungen des Tauschverkehrs berichtet wird. Mit dieser Aufgabe ist der Vertreter unserer Gesellschaft in der Kommission der Zentralbibliothek betraut worden.

Prof. Dr. H. Schinz stellt in seinem letzten Bibliothekbericht fest „Im grossen und ganzen kann gesagt werden, dass der Einfluss der Kriegswirren die Veröffentlichung und den Austausch der wissenschaftlichen Periodika nicht in dem Masse beeinträchtigt hat, wie vielleicht da und dort nach Kriegsausbruch befürchtet worden ist.“ Das war Anfang 1916. Seither haben sich leider die Verhältnisse gründlich geändert. Bereits in den folgenden Kriegsjahren

1917 und 1918 traten mannigfache Störungen ein, ganz besonders steigerte sich jedoch die Unregelmässigkeit als Folge der sozialen und wirtschaftlichen Umwälzungen in den beiden Nachkriegsjahren. Wenn sich auch im Verlauf der letzten Monate eine leichte Besserung geltend gemacht hat, so ist es zur Zeit immerhin noch unmöglich zu überblicken, wie sich der Tauschverkehr gestalten wird und welche Tauschgesellschaften nicht mehr in der Lage sein werden, den Tauschverkehr weiterzuführen. Prinzipiell ist bisher unsererseits der Tauschverkehr mit allen Tauschstellen weiter geführt worden, immerhin so, dass für Länder, nach denen ein geordneter Verkehr unmöglich ist, unsere Veröffentlichungen vorläufig zurückgelegt worden sind. Dies gilt besonders für Russland, die Ukrainische Republik, Polen und Sibirien. Die Zentralbibliothek ist eifrig bestrebt, die entstandenen Lücken zu ergänzen und durch briefliche Anfragen dafür zu sorgen, dass der Tauschverkehr sich wieder in normaler Weise abwickelt.

Definitiv wurde der Tauschverkehr eingestellt mit:

1. Winterthur, Stadtbibliothek. Ihre Publikationen kommen der Zentralbibliothek bereits anderweitig zu.
2. Ottawa: The Ottawa Literary and scientific society (eingegangen).
3. Lyon: Société d'anthropologie.
4. Paris: Bulletin biologique de la France et de la Belgique
Société de biologie.
5. London: British Association for the advancement of science.

Nr. 3—5 sind nicht mehr im Tauschverkehr erhältlich.

Die Fortsetzungen werden nun von der Zentralbibliothek durch Kauf erworben.

Andererseits wurde der Tauschverkehr durch folgende 5 Periodika erweitert:

1. Helsingfors: Forstwissenschaftliche Gesellschaft in Finnland — Acta forestialia Fennica.
2. Paris: Musée d'Histoire Naturelle — Bulletin.
3. Valencia: Instituto General y Técnico — Anales.
4. Riverside (Calif.): Graduate School of tropical agriculture and Citrus Experiment Station.
5. Wellington (New Zealand): Dominion Museum — The New Zealand Journal of science and technology.

Im Mai 1921.

Prof. Martin Rikli.

Ergebnis der Rundfrage betr. Erhöhung des Jahresbeitrages.

Es sind 229 Antworten eingegangen und zwar

gegen Erhöhung	41
für Erhöhung auf 25.— Fr.	15
„ „ „ 30.— „	134
ohne Äusserung bez. Jahresbeitrag	3

Es sprachen sich aus:

für Beschränkung der Vierteljahrsschrift	84	Mitglieder
gegen „ „ „ „	108	„
für „ des Neujahrsblattes	74	„
gegen „ „ „ „	115	„

37 resp. 40 Mitglieder haben sich einer Äusserung bezüglich Vierteljahrsschrift resp. Neujahrsblatt enthalten.

333 Mitglieder haben keine Antworten eingesandt.

In äusserst verdankenswerter Weise haben 38 Mitglieder freiwillige Beiträge in zum Teil bestimmter, zum Teil unbestimmter Höhe zugesagt.

Die zahlreichen Wünsche, Anregungen und Vorschläge die Vierteljahrsschrift und das Neujahrsblatt betreffend wurden vom Vorstand einlässlich geprüft. Es zeigte sich aber, dass eine wesentliche Änderung unserer Publikationen nicht möglich ist. Es muss darauf hingewiesen werden, dass die Vierteljahrsschrift nicht nur ein Unterrichtsorgan für unsere Mitglieder und die Zürcher Gelehrten, sondern zufolge des Tauschverkehrs ein wichtiges Mittel zur Heranziehung einer reichen und vielseitigen Literatur aller Gebiete der Naturwissenschaften aus allen Ländern der Erde darstellt und auf diese Weise zur Leistungsfähigkeit der Zentralbibliothek in hohem Masse beiträgt.

Der Präsident: Prof. Dr. Walter Frei.

Protokoll der Hauptversammlung vom 6. Juni 1921,

abends 6 $\frac{1}{4}$ Uhr, im Casino Zürichhorn.

Vorsitzender: Prof. Dr. W. Frei.

Anwesend: 115 Personen

Traktanden:

1. Das Protokoll der Sitzung vom 14. März 1921 wird unter Verdankung an Autoreferent und Sekretär genehmigt.
2. Als neue Mitglieder werden aufgenommen:
Herr Oskar Mertens, Gartenarchitekt, Bergstr. 162, Zürich 7, eingeführt durch die Herren Walter Mertens und Prof. Dr. W. Frei.
Herr Dr. med. Alfred Naegeli, Kreisspital Samaden, eingeführt durch Herrn Prof. Dr. Schlaginhaufen.
Herr Benno Slotopolsky, Assistent am anatomischen Institut der Universität, Bolleystr. 45, Zürich 6, eingeführt durch Herrn Prof. Dr. Hescheler.
3. Seit der letzten Sitzung hat die Gesellschaft durch den Tod verloren:
Herrn Dr. Herbert Haviland Field, Direktor des Concilium bibliographicum, Mitglied seit 1899.
Herrn Eduard Escher-Pestalozzi, Mitglied seit 1917.
-Herrn Dr. Albert Schoch, Professor an der Kantonsschule, Mitglied seit 1919.

Die Anwesenden erheben sich zu Ehren der Verstorbenen.

4. Rechnungsbericht und Voranschlag des Quästors, Revisorenbericht, Berichte des Sekretärs, des Redaktors und des Vertreters in der Zentralbibliothek werden genehmigt. Zum Ergebnis der Rundfrage betr. Erhöhung des Jahresbeitrages wird kein Antrag gestellt und somit der Jahresbeitrag nicht erhöht.
5. Die 102. Jahresversammlung der Schweiz. Naturforschenden Gesellschaft findet vom 25. bis 28. August 1921 in Schaffhausen statt. Um die Mitgliedschaft bei der Schweiz. Naturforschenden Gesellschaft zu erwerben, wende man sich an den Sekretär der Zürcher Nat. Gesellschaft, der die Anmeldung im Namen dieser Gesellschaft weiter leiten wird.

6. Vortrag des Herrn Prof. Dr. P. Debye:

Das elektrische Planetensystem der Moleküle.

(Autoreferat wird später erscheinen.)

Im Anschluss an den Vortrag gab der Vortragende noch Aufschluss auf einige von Herrn Prof. Scherrer gestellte Fragen. Der Präsident, Herr

Prof. W. Frei, dankte hierauf dem Vortragenden für die glänzenden und reichhaltigen Ausführungen auf das angelegentlichste und sprach die Ansicht aus, dass die vorgetragenen Forschungen für Physiologie und Pharmakologie grosse Bedeutung erlangen werden.

Schluss der Sitzung 8 $\frac{1}{4}$ Uhr.

7. Eine Anzahl Mitglieder fand sich hierauf noch zum gemeinsamen Nachtessen zusammen, bei dem Herr Prof. Dr. W. Frei auf das nunmehr 175jährige Bestehen der N. G. Z. aufmerksam machte und auf das weitere Wachsen und Gedeihen der Gesellschaft sprach.

Der Sekretär: Prof. Dr. Otto Schlaginhaufen.

Protokoll über die Exkursion an den Pfäffikersee

vom 2. Juli 1921.

Vorsitzender: Prof. Dr. W. Frei.

Anwesend: 35 Personen.

Traktanden:

1. Als neue Mitglieder wurden aufgenommen:

Herr Albert Heinrich Hürlimann-Hirzel, Brauereibesitzer, Brand-
schenkestr. 160, Zürich 2, eingeführt durch Herrn Prof. Dr. Schlaginhaufen.

Herr Dr. Paul Scherrer, Professor der Physik an der E. T. H., Gloria-
strasse 35, Zürich 7, eingeführt durch Herrn Prof. Dr. A. de Quervain.

2. Exkursion mit Besichtigungen:

Ankunft in Pfäffikon 10 Uhr. Die Chefs der Rosshaarspinnerei Isler & Co. empfangen die Teilnehmer und führen sie unter Erläuterungen durch die verschiedenen Abteilungen des Etablissements. Die Desinfektionseinrichtung bot Herrn Dr. W. Pfenniger Gelegenheit zu bakteriologischen und hygienischen Mitteilungen über den Milzbrand. Hierauf Besuch des Castells Irgenhausen, wo Herr Dr. Viollier, Vizedirektor des Schweiz. Landesmuseums, eine Darstellung der römischen Befestigungen in der Schweiz unter besonderer Betonung des Castrums Irgenhausen gab und den Plan des letzteren erläuterte. — Nach dem Mittagessen, das im Hotel „Hecht“ eingenommen wurde, führte Herr Dr. J. Hug die Teilnehmer an die nördlich von Pfäffikon liegende Moräne und orientierte über die Eiszeitgeologie des Pfäffiker-, Greifen- und Zürichsees. In stimmungsvoller Fahrt auf zwei vom Hotel „Hecht“ zur Verfügung gestellten Motorbooten gelangte die Gesellschaft ins Ried von Robenhausen. Dort kam die Geologie durch Herrn Dr. Hug nochmals zum Wort; dann entwarf Herr Dr. Viollier unter Vorweisung zahlreicher Photographien und Zeichnungen ein Bild von den Ergebnissen der Pfahlbauforschung in Robenhausen, und schliesslich behandelte Herr Dr. J. Braun die botanische Seite dieses Gebietes. Nachdem noch Herr Dr. Rollier das Wort ergriffen, der die ersten Ausgrabungen in Robenhausen miterlebt hatte, sprach der Präsident Allen, die zum Gelingen der Exkursion beigetragen hatten, den Dank der Gesellschaft aus. — Gang nach Aatal und Rückfahrt von dort um 16.45.

Der Sekretär: Prof. Dr. Schlaginhaufen.

Protokoll der Sitzung vom 18. Juli 1921,

abends 8 Uhr im Technisch-chemischen Hörsaal des Eidg. Chemiegebäudes.

Vorsitzender: Prof. Dr. W. Frei.

Anwesend 109 Personen.

Traktanden:

1. Das Protokoll über die Exkursion an den Pfäffikersee vom 2. Juli 1921 wird unter Verdankung an den Sekretär genehmigt.
2. Die Gesellschaft hat drei ihrer Mitglieder durch den Tod verloren:
Herrn a. Nationalrat Friedrich Fritschi, Mitglied seit 1892.
Herrn Dr. med. Theodor Mende-Ernst, Mitglied seit 1883:
Herrn Dr. sc. nat. Alfred Trümpler, Mitglied seit 1914.

Die Anwesenden erheben sich zu Ehren der Verstorbenen.

3. Der Präsident referiert kurz über die Verhandlungen des Senates der S. N. G. vom 3. Juli 1921. Sie betrafen die Vorbereitungen zur Jahresversammlung der S. N. G., die am 25. — 28. August in Schaffhausen stattfinden wird.

4. Vortrag des Herrn Prof. Dr. H. E. Fierz:

Reisen durch einige Industriegebiete Nordamerikas.

(Mit Projektionen)

Der Vortragende nennt die Gründe, die ihn nach Amerika geführt haben, darunter die Wichtigkeit verschiedener Industrien, welche man in Europa nicht studieren kann. Nach kurzer Schilderung von New York beschreibt er seine Reise nach dem Süden, die ihn bis zum 32. Breitengrade nach dem Baumwollzentrum Savannah (Georgien) geführt hat. Weiter beschreibt er seine Reise über Chicago, Akron, Pittsburgh, Buffalo und Boston, zurück nach New York.

Anschliessend verbreitet er sich eingehend über die Gewinnung des Petroleums, die er in der Bayway Refinery bei New York, einem Werke der Standard Oil Co., genau besichtigte. Verarbeitung des Rohöls und Cracking (Pyrogene-Spaltung) des Mittelöls wurden erklärt. Dann gibt er einige Daten aus wichtigen Teilen der Metallindustrie.

Die Verarbeitung von Kupfererzen und Kupferabfällen auf elektrolytischem Wege wird an Hand des Arbeitsganges in einer grossen Kupferraffinerie erläutert, wobei auch die Gewinnung des als Anodenschlamm abfallenden Silber-Goldschlammes berührt wird.

Zum Schlusse bespricht der Vortragende die Textilindustrie Neuenglands (Woll- und Baumwollfabriken). (Autoreferat.)

Der mit warmem Beifall aufgenommene Vortrag wird vom Vorsitzenden herzlich verdankt.

Schluss der Sitzung 10 Uhr 10.

Der Sekretär: Prof. Dr. Schlaginhaufen.

Protokoll der Sitzung vom 24. Oktober 1921,

abends 8 Uhr, auf der Schmidstube.

Vorsitzender: Prof. Dr. W. Frei.

Anwesend 176 Personen.

Traktanden:

1. Das Protokoll der Sitzung vom 18. Juli 1921 wird unter Verdankung an Autoreferent und Sekretär genehmigt.

2. Als neue Mitglieder werden aufgenommen:

Fräulein Marthe Schwarzenbach, stud. phil., Kilchberg (Zürich), See-
strasse 107, eingeführt durch Herrn Dr. E. Rübel.

Herr Dr. J. H. Ziegler, Chemiker, Talstrasse 29, Zürich, eingeführt durch
Herrn Prof. Dr. H. E. Fierz.

3. Der Präsident referiert über die Jahresversammlung der S. N. G. in Schaff-
hausen und empfiehlt den Mitgliedern der N. G. Z. sich auch als Mitglieder
der S. N. G. anzumelden, was durch den Sekretär unserer Gesellschaft ge-
schehen kann. Nächstes Jahr versammelt sich die S. N. G. in Bern unter
dem Vorsitz von Prof. Dr. Strasser.4. Seit der letzten Sitzung hat die Gesellschaft drei ihrer Mitglieder durch den
Tod verloren:

Herrn H. Abegg-Kriech in Küsnacht, Mitglied seit 1918,

„ Prof. Dr. H. Abeljanz, Mitglied seit 1880,

„ Prof. Dr. A. Rusterholz, Mitglied seit 1910.

Die Anwesenden erheben sich zu Ehren der Verstorbenen.

5. Vortrag des Herrn Prof. Dr. Albert Heim:

Die Mythen.

(Der Vortrag wird als Neujahrsblatt unserer Gesellschaft erscheinen.)

Die Anwesenden zollten dem Vortragenden reichen Beifall und der Prä-
sident sprach ihm den Dank der Gesellschaft für den interessanten und ge-
nussreichen Abend aus.

Schluss der Sitzung 9 Uhr 40.

Der Sekretär: Prof. Dr. Schlaginhaufen.

Protokoll der Sitzung vom 7. November 1921

im Hörsaal des Chemischen Instituts der Universität, Rämistrasse 76.

Vorsitzender: Prof. Dr. W. Frei.

Anwesend: 83 Personen.

Traktanden:

1. Das Protokoll der Sitzung vom 24. Oktober 1921 wird unter Verdankung
an den Sekretär genehmigt.

2. Als neue Mitglieder werden aufgenommen:

Herr Emil Rieter, Stadtchemiker von Zürich, Ausstellungsstrasse 90
Zürich, eingeführt durch Herrn Dr. Baragiola.

Herr Max Hottinger, Ingenieur, Privatdozent a. d. E. T. H., Mühlebach-
strasse 46, Zürich 8, eingeführt durch Herrn Prof. Dr. E. Bosshard.

3. Vortrag des Herrn Privatdozent Dr. Ernst Waser:

Fleischbrühe und Fleischextrakt.

Es wurde zuerst die Herstellung der gewöhnlichen Fleischbrühe besprochen
und dann die Vorgänge, die sich beim Auskochen von reinem Muskelfleisch
abspielen, einer Betrachtung unterzogen. Nach Aufzählung der bisher im
Muskelfleisch aufgefundenen chemischen Individuen, deren Zahl ausserordentlich
gross ist, wurde zur Besprechung der Untersuchungen von Fleischextrakt und
Fleischbrühe übergegangen.

Fleischextrakt wird heute kaum mehr nach dem alten Liebigschen Rezept
hergestellt, namentlich wird die Extraktausbeute durch künstliche Unterstützung
der im toten Muskel sich abspielenden hydrolytischen Vorgänge stark vergrössert.

Es wurde gezeigt, dass mit Ausnahme des Myosins, des Myogens und des Nukleoproteids der Muskeln mit wenigen Ausnahmen alle übrigen, sogenannten Extraktivstoffe des Muskels in die Fleischbrühe und auch in den Fleischextrakt übergehen und sich dort anreichern. Fleischbrühe enthält nur etwa 3%, Fleischextrakt dagegen rund 80% feste Stoffe. An Menge überwiegen die organischen Stoffe (60%), von diesen hauptsächlich die stickstoffhaltigen. Der Aschengehalt ist von 1% im Fleisch auf rund 20% im Extrakt gestiegen.

Fleischbrühe kann nicht als Nahrungsmittel angesprochen werden, da ihr Nährwert minim ist. Ihre Hauptbedeutung liegt darin, dass sie spezifisch und stark erregend auf die Magensaftsekretion einwirkt. Bisher konnte nicht festgestellt werden, ob diese Eigenschaft einem einzelnen Bestandteil oder einem Körpergemisch, wie es im alkoholunlöslichen Teil des Fleischextrakts vorliegt, zukommt.

Es wurden ferner die beiden Arten, Fleischbrühe herzustellen, besprochen. Beim Einlegen von Fleisch in kochendes Wasser erhält man eine sehr wohl-schmeckende, aber extraktarme Brühe, während das Fleisch schmackhaft, saftig und leicht verdaulich bleibt. Beim Erhitzen des Fleisches mit dem Wasser entsteht eine sehr extraktreiche und stark sekretionsbefördernde Brühe, das Fleisch wird aber dabei trocken und schwer verdaulich.

Schliesslich wurde auf Untersuchungen zur Isolierung von Geschmacksstoffen der Fleischbrühe eingegangen. Durch Behandlung eines mit besonderer Vorsicht hergestellten festen Fleischbrühepräparates mit absolutem Alkohol bei 40° und durch Dialyse des alkoholunlöslichen Anteils gelangt man zu einer Fraktion, die relativ einfach zusammengesetzt ist und noch den vollen Fleischbrühegeschmack besitzt. Die quantitative Analyse dieser Fraktion ergibt, dass sie zur Hälfte aus anorganischen Salzen (hauptsächlich Kaliumphosphat) und zur andern Hälfte aus organischen Stoffen besteht. Unter den letztern überwiegen Carnosin, Methylguanidin, Essigsäure, Milchsäure und Glutaminsäure, doch konnte eine restlose Analyse wegen des Fehlens verschiedener Bestimmungsmethoden bisher noch nicht ausgeführt werden. (Autorreferat.)

In der Diskussion machte Herr Prof. Dr. Karrer ergänzende Mitteilungen zur Frage des Auftretens der Milchsäure im Muskel. Herr Prof. Frei erblickt die Ursache der Totenstarre nicht in der Gerinnung des Myosins, sondern in einer Quellung. Nachdem Herr Dr. Baragiola noch Bemerkungen zur Geschichte der Untersuchung der Fleischbrühe und der Herstellung des Fleischextrakts angefügt hatte, sprach der Präsident dem Vortragenden für seine interessanten Ausführungen und dem Direktor des Chemischen Instituts, Prof. Dr. Karrer, für die Überlassung des Hörsaals den wärmsten Dank aus.

Schluss der Sitzung 9¹/₂ Uhr.

Der Sekretär: Prof. Dr. Schlaginhaufen.

Protokoll der Sitzung vom 21. November 1921

abends 8 Uhr, auf der Schmidstube.

Vorsitzender: Prof. Dr. W. Frei.

Anwesend 97 Personen.

Traktanden:

1. Das Protokoll der Sitzung vom 7. November 1921 wird unter Verdankung an Autoreferent und Sekretär genehmigt.

2. Als neues Mitglied wird aufgenommen:

Herr Dr. Erwin Schrödinger, Prof. d. theoret. Physik a. d. Universität, Kurhaus Rigiblick, Zürich 6, eingeführt durch Herrn Prof. Dr. Schlaginhaufen.

3. Die Gesellschaft hat durch den Tod eines seiner ältesten Mitglieder verloren, Herrn Prof. Dr. Rudolf Escher, Mitglied seit 1874. Die Anwesenden erheben sich zu Ehren des Verstorbenen.**4. Vortrag des Herrn Professor Dr. R. Eder:****Natürliche und künstliche Riechstoffe.**

Riechstoffe sind nicht etwa alle riechenden Stoffe, sondern nur jene, die vorwiegend wegen eines mehr oder weniger angenehmen Geruchs von den Menschen verwendet werden. Diese Definition enthält allerdings ein subjektives Moment, insofern die Gerüche, die als „angenehm“ empfunden werden, bei den Menschen sehr variieren.

Die Riechstoffe sind nicht nur in kulturhistorischer, chemischer und physiologischer Hinsicht interessant, sondern spielen auch eine wirtschaftliche Rolle. Viele Länder (z. B. Frankreich) besitzen eine bedeutende Riechstoffindustrie. Der Exportwert von Riechstoffprodukten aus der Schweiz hat sich von 44,000 Fr. im Jahre 1893 auf 23,452,000 Fr. im Jahre 1920 erhöht.

Die Produkte der Riechstoffindustrie sind zum grossen Teil Luxusartikel, immerhin gibt es alle Übergänge zu Bedarfsartikeln: so entspricht z. B. eine dezente Parfümierung der Toiletteseifen und eine Aromatisierung vieler Nahrungsmittel einem ziemlich allgemeinen Bedürfnis.

Die wichtigsten Riechstoffe wurden, der nachstehenden Einteilung folgend, in bezug auf Herkunft, Gewinnung, Zusammensetzung, Eigenschaften, Verwendung besprochen und in vielen Mustern demonstriert.

A. Natürliche Riechstoffe.

I. Animalische Riechstoffe (Ambra, Castoreum, Moschus, Zibet).

II. Vegetabilische Riechstoffe.

1. Aromatische Harze (z. B. Benzoe, Weihrauch, Myrrha).

2. „ Balsame (z. B. Peru- und Tolubalsam, Styrax).

3. Wohlriechende ätherische Öle. Gewinnung durch Wasserdampfdestillation, Extraktion (Eufleurage und Mazeration), Pressung. Einlässlicher wurde besprochen das Rosenöl. Die Zusammensetzung der ätherischen Öle ist meist sehr kompliziert: neben riechenden Stoffen die den verschiedensten chemischen Körperklassen angehören, enthalten sie auch nicht oder wenig riechende, von denen sie befreit werden können (Terpenfreie äth. Öle). Viele sehr verschiedenartig riechende Hauptbestandteile der ätherischen Öle sind genau bekannt und können auf chemischem Wege ineinander verwandelt werden.

B. Künstliche Riechstoffe.

I. Aus Naturstoffen (bes. Hauptbestandteilen von äther. Ölen) gewonnene synthetische Riechstoffe.

II. Aus Kunstprodukten (bes. Teerdestillationsprodukten) gewonnene synthetische Riechstoffe.

Zum Teil sind es Stoffe, die auch in der Natur vorkommen (z. B. Benzaldehyd, Vanillin), zum Teil Stoffe, die ähnlich riechen wie Naturstoffe, aber ganz anders zusammengesetzt sind (z. B. künstl. Moschus, Jonone), zu einem dritten Teil endlich Stoffe, die neue, in der Natur nicht vertretene Düfte repräsentieren (z. B. Phenyllessigsäurebutylester).

In chemischer Hinsicht gehören die synthetischen Riechstoffe verschiedenen Klassen an: Aldehyde, Alkohole, Ester, Ketone, Phenole, Äther, Säuren, Säureanhydride, Kohlenwasserstoffe, Halogen-haltige und Stickstoff-haltige Körper.

C. Riechstoffpräparate.

Es sind Gemische verschiedener, oft künstlicher und natürlicher Riechstoffe, z. B. Synthetische äth. Öle (synthet. Rosenöl), Parfüms etc. Oft enthalten diese Kompositionen auch noch besondere Fixierungsmittel für leicht flüchtige Duftstoffe.

Zum Schlusse wurde noch die Frage der Beziehungen zwischen Konstitution und Geruchseigenschaften der Körper erörtert und darauf hingewiesen, dass zur Zeit nur wenige allgemeine Gesetzmässigkeiten zu erkennen sind.

(Autoreferat.)

An der Diskussion beteiligten sich die Herren Dr. Jaeger, Dr. Ruzicka und Prof. Dr. Frei. Nach dem Schlusswort des Vortragenden sprach der Vorsitzende letzterem den Dank der Gesellschaft für seine interessanten Ausführungen aus.

Schluss der Sitzung 10 Uhr.

Der Sekretär: Prof. Dr. Schlaginhausen.

Protokoll der Sitzung vom 5. Dezember 1921

abends 8 Uhr, im Hörsaal des Physikalischen Instituts der Universität.

Vorsitzender: Prof. Dr. W. Frei.

Anwesend: 87 Personen.

Traktanden:

1. Das Protokoll der Sitzung vom 21. November 1921 wird unter Verdankung an Autoreferent und Sekretär genehmigt.
2. Als neue Mitglieder werden aufgenommen:
 - Herr Dr. D. S. Bruno P. Rell, Zahnarzt, Paradeplatz 1, Zürich 1, eingeführt durch Herrn Dr. W. Pfenniger.
 - Herr Dr. Karl Meissner, Privatdozent für Physik an der Universität, Scheuchzerstrasse 64, Zürich 6, eingeführt durch Herrn Prof. Dr. Schlaginhausen.
3. Die Gesellschaft hat durch den Tod verloren Herrn Prof. Dr. Hermann Amandus Schwarz in Berlin, der auf dem Gebiete der Mathematik eine prominente Persönlichkeit war und das älteste Mitglied unserer Gesellschaft war. Er wurde im Jahre 1869 in die Gesellschaft aufgenommen und gehörte ihr seit 1896 als Ehrenmitglied an. Auch seine Beziehungen zur S. N. G. hat er dauernd aufrecht erhalten. Die Anwesenden erheben sich zu Ehren des Verstorbenen.
2. Vortrag des Herrn Privatdozent Dr. K. Meissner:
 - Die Gesetze der Wärmestrahlung und ihre Anwendung auf die Leuchttechnik. (Mit Demonstrationen.)
 - Jeder Körper sendet infolge seiner Temperatur elektromagnetische Strahlung aus, deren Quantität und Qualität von dem emittierenden Körper abhängt. Als Mass für die Quantität dient die von der Einheit der Fläche während einer Sekunde in den Halbraum emittierte Energie (Emissionsvermögen). Über

die Qualität gibt die spektrale Zerlegung der Strahlung Aufschluss. Für diesen Nachweis diente ein Ultrarotspiegelspektrometer mit Steinsalzprisma in Verbindung mit einem Radiomikrometer nach Rubens.

Fällt strahlende Energie auf irgend einen Körper auf, so wird ein Teil reflektiert, ein anderer absorbiert, ein dritter durchgelassen. Absorptionsvermögen heisst der Quotient aus absorbiertem und einfallender Strahlung. Ein Körper, der nichts reflektiert und nichts durchlässt, heisst vollkommen absorbierend oder absolut schwarz. Emissions- und Absorptionsvermögen sind im allgemeinen Funktion der Temperatur und Wellenlänge. Bei Temperatursteigerung sendet ein Körper schliesslich sichtbares Licht, zuerst rotes, dann auch gelbes, u. s. f., aus.

Von den Strahlungsgesetzen wurden die folgenden behandelt und durch Versuche und Projektionen erläutert.

1. Kirchhoffsches Gesetz: Das Verhältnis von Emissions- und Absorptionsvermögen ist eine für alle Körper gleiche Funktion der Wellenlänge und der absoluten Temperatur, und zwar gleich dem Emissionsvermögen des Schwarzen Körpers.
2. Gesetze für den Schwarzen Körper:
 - a) Gesamtstrahlung: Die Energie der Gesamtstrahlung ist der vierten Potenz der absoluten Temperatur proportional. (Stefan — Boltzmann.)
 - b) Spektralgesetze:
 - α) Trägt man als Abszissen die Wellenlängen, als Ordinaten das zugehörige Emissionsvermögen des Schwarzen Körpers auf, so erhält man für jede Temperatur eine charakteristische Kurve mit ausgeprägtem Maximum. (Das Plancksche Strahlungsgesetz stellt diese Beobachtungen vollkommen dar.)
 - β) Dieses Maximum verschiebt sich mit wachsender Wellenlänge nach kürzeren Wellenlängen (Wiensches Verschiebungsgesetz).

Unter Berücksichtigung der beschränkten Farbenempfindlichkeit unseres Auges ($\lambda = 0,4$ bis $0,8 \mu$) wurden diese Strahlungsgesetze zur Betrachtung der Ökonomie unserer „Temperaturstrahler“ als Lichtquellen verwendet und erläutert, dass man mit Steigerung der Temperatur sich einem Maximum nähert: für den Schwarzen Körper fallen bei 6750° abs. 48% der gesamten Strahlung in das sichtbare Gebiet.

Zum Schlusse wurden mögliche Wege besprochen, die zu einer Verbesserung der Temperaturstrahler als Lichtquellen führen können. (Autoreferat.)

Der Vorsitzende verdankt Herrn Dr. Meissner seinen interessanten Vortrag auf das wärmste und spricht auch Herrn Prof. Dr. Edgar Meier, dem Direktor des Physikalischen Instituts, für die freundliche Überlassung des Hörsaals den Dank der Gesellschaft aus.

Schluss der Sitzung 9 Uhr 40.

Der Sekretär: Prof. Dr. Schlaginhaufen.

Verzeichnis der Mitglieder der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich,

abgeschlossen am 31. Dezember 1921.

I.

Präsidenten der Gesellschaft.¹⁾

- 1746—1790 **Johannes Gessner**, Dr. med., Chorherr, Professor der Physik und Mathematik.
1790—1803 **Hans Caspar Hirzel**, Dr. med., Stadtarzt und Ratsherr.
1803—1812 **Joh. Heinrich Rahn**, Dr. med., Chorherr.
1812—1831 **Paul Usteri**, Dr. med., Arzt, Naturforscher und Staatsmann.
1831—1834 **Joh. Caspar Horner**, Dr. phil., Professor der Mathematik, Forschungsreisender.
1834—1847 **Heinr. Rudolf Schinz**, Dr. med., Arzt und Professor der Naturwissenschaften.
1847—1849 **Albert Mousson**, Dr. phil., Professor der Physik.
1849—1851 **Oswald Heer**, Dr. phil., Professor der Botanik.
1851—1853 **Arnold Escher von der Linth**, Dr. phil., Professor der Geologie.
1853—1855 **Albert Mousson**, Dr. phil., Professor der Physik.
1855—1857 **Heinrich Frey**, Dr. med., Professor der Zoologie.
1857—1859 **Albert Mousson**, Dr. phil., Professor der Physik.
1859—1861 **Rudolf Clausius**, Dr. phil., Professor der Physik.
1861—1863 **Arnold Escher von der Linth**, Dr. phil., Professor der Geologie.
1863—1865 **Oswald Heer**, Dr. phil., Professor der Botanik.
1865—1867 **Albert Mousson**, Dr. phil., Professor der Physik.
1867—1869 **Gustav Zeuner**, Dr. phil., Professor der Mechanik.
1869—1870 **Pompejus Bolley**, Dr. phil., Professor der Chemie.
1870—1872 **Johannes Wislicenus**, Dr. phil., Professor der Chemie.
1872—1874 **Carl Culmann**, Dr. phil., Professor der Ingenieurwissenschaften
1874—1876 **Ludimar Hermann**, Dr. med., Professor der Physiologie.
1876—1878 **Carl Cramer**, Dr. phil., Professor der Botanik.
1878—1880 **Albert Heim**, Dr. phil., Professor der Geologie.
1880—1882 **Heinrich Friedrich Weber**, Dr. phil., Professor der Physik.
1882—1884 **Eduard Schär**, Dr. phil., Professor der Pharmacie.
1884—1886 **Wilhelm Fiedler**, Dr. phil., Professor der darstellenden Geometrie.
1886—1888 **Albert Heim**, Dr. phil., Professor der Geologie.

¹⁾ Die historischen Angaben sind der von Prof. Dr. F. Rudio verfassten Geschichte unserer Gesellschaft entnommen, die den ersten Band der „Festschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich 1746—1896“ (zugleich 41. Jahrgang der „Vierteljahrsschrift“) bildet. Diese Arbeit (274 Seiten und 6 Tafeln) gibt ein getreues Bild der Entwicklung unserer Gesellschaft während der ersten 150 Jahre ihres Bestehens und ist zugleich ein interessantes Stück Zürcher Kulturgeschichte. Sie ist bei der Buchhandlung Beer & Co., Peterhofstatt, Zürich, zum Preise von Fr. 10.— zu beziehen. Der 2. Band der Festschrift, zum selben Preise erhältlich, besteht aus 35 wissenschaftlichen Abhandlungen aus den Gebieten der Mathematik, Geodäsie und Astronomie, Physik, Chemie und Pharmacie, Mineralogie und Geologie, Botanik, Zoologie, Medizin. Er umfasst 598 Seiten und 14 Tafeln.
Der Vorstand.

- 1888—1890 **Carl Schröter**, Dr. phil., Professor der Botanik.
 1890—1892 **Heinrich Friedrich Weber**, Dr. phil., Professor der Physik.
 1892—1894 **Georg Lunge**, Dr. phil., Professor der Chemie.
 1894—1896 **Alfred Kleiner**, Dr. phil., Professor der Physik.
 1896—1898 **Wilhelm Ritter**, Dr. phil., Professor der Ingenieurwissenschaften.
 1898—1900 **Ferdinand Rudio**, Dr. phil., Professor der Mathematik.
 1900—1902 **Jakob Escher-Kündig**, Dr. phil. h. c., Kaufmann und Naturforscher.
 1902—1904 **Arnold Lang**, Dr. phil., Professor der Zoologie.
 1904—1906 **Ulrich Grubenmann**, Dr. phil., Professor der Mineralogie.
 1906—1908 **Alfred Werner**, Dr. phil., Professor der Chemie.
 1908—1910 **Max Standfuss**, Dr. phil., Professor der Zoologie.
 1910—1912 **Carl Schröter**, Dr. phil., Professor der Botanik.
 1912—1914 **Emil Huber-Stockar**, Ingenieur.
 1914—1916 **Martin Rikli**, Dr. phil., Professor der Botanik.
 1916—1918 **Emil Bosshard**, Dr. phil., Professor der Chemie.
 1918—1920 **Eduard Rübel**, Dr. phil., Privatdoz. der Botanik.
 1920—1922 **Walter Frei**, Dr. med. vet., Professor der Veterinärpathologie.

II. Sekretäre.¹⁾

1746—1752 **Hans Ulrich von Blaarer** (ökonomischer Sekretär, auch Notar genannt) und **Hans Conrad Heidegger** (wissenschaftlicher Sekretär).

1752—1759 **Hans Caspar Hirzel**, Dr. med., Stadtarzt. 1759—1778 **Salomon Schinz**, Dr. med., Arzt und Naturforscher. 1778—1790 **Hans Rudolf Schinz**, Pfarrer und Naturforscher. 1790—1796 **Johann Heinrich von Orelli**. 1796—1799 **David Rahn**, Dr. med., Stadtarzt. 1799—1801 **Johann Jakob Cramer**, Pfarrer und Professor. 1801—1823 **Heinrich Rudolf Schinz**, Dr. med., Arzt und Professor der Naturwissenschaften. 1823—1835 **Hans Locher-Balber**, Dr. med., Professor der Medizin. 1835—1843 **Ferdinand Keller**, Dr. phil., Naturforscher und Archäolog. 1843—1847 **Albert Kœlliker**, Dr. med., Professor der Anatomie. 1847—1857 **Rudolf Heinrich Hofmeister**, Dr. phil., Professor der Physik. 1857—1860 **Hermann Pestalozzi-Bodmer**, Dr. med., Arzt. 1860—1870 **Carl Cramer**, Dr. phil., Professor der Botanik. 1870—1880 **August Weilenmann**, Dr. phil., Professor der Physik. 1880—1886 **Robert Billwiller**, Dr. phil., Direktor der meteorologischen Zentralanstalt. 1886—1892 **Adolf Tobler**, Dr. phil., Professor der Physik. 1892—1894 **Carl Fiedler**, Dr. phil., Privatdozent der Zoologie. 1894—1899 **Alfred Werner**, Dr. phil., Professor der Chemie. 1899—1906 **Karl Hescheler**, Dr. phil., Prof. der Zoologie. 1906—1912 **Emil Schoch-Etzensperger**, Dr. phil. 1912—1917 **Eduard Rübel**, Dr. phil., Geobotaniker. 1917—1919 **Alfred Kienast**, Dr. phil., Mathematiker. Von 1920 an **Otto Schlaginhaufen**, Dr. phil., Professor der Anthropologie.

III. Quästoren.²⁾

Quästoren des Lotterie- oder Hauptfonds.

1751—1787 **Caspar Scheuchzer**. 1788—1814 **Hans Conrad Lochmann**. 1814—1826 **Hans Jakob Pestalozzi**. 1826—1832 **Johann Jakob Hess**. 1832—1842 **Salomon Klauser**. 1842—1854 **Otto Rudolf Werdmüller**.

¹⁾ In den ersten Jahren waren in den Statuten zwei Sekretariate vorgesehen, eines für die ökonomischen und eines für die wissenschaftlichen Geschäfte. Das erstere, auch Notariat genannt wurde aber nach Rücktritt **Ulrich von Blaarers**, des ersten und einzigen Notars der Gesellschaft mit dem wissenschaftlichen vereinigt.

²⁾ Bis zum Jahre 1854 besass die Gesellschaft zweierlei Quästoren, die des Brauchfonds (auch Quästor-Ausgeber genannt) und die des Lotteriefonds (auch Quästor-Einnehmer genannt). Den ersteren fiel bis zum Jahre 1833 zugleich das Vizepräsidium zu. Im Jahre 1854 wurden die beiden Quästorate vereinigt. Der erste, der das umgestaltete neue Amt übernahm, war **Meyer-Ahrens**.

Quästoren des Brauchfonds.

1746—1759 **Hans Conrad Meyer**, Staatsmann und Meteorolog. 1759—1790 **Hans Caspar Hirzel**, Dr. med., Stadtarzt. 1790—1803 **Johann Heinrich Rahn**, Dr. med., Chorherr. 1803—1811 **Diethelm Lavater**, Dr. med., Apotheker, Naturforscher und Staatsmann. 1811—1812 **Paul Usteri**, Dr. med., Arzt, Naturforscher und Staatsmann. 1812—1831 **Johann Caspar Horner**, Dr. phil., Professor und Forschungsreisender. 1831—1834 **Heinrich Rudolf Schinz**, Dr. med., Arzt und Professor. 1834—1841 **Leonhard Schulthess**, Kaufmann und Botaniker. 1841—1851 **Johann Jakob Usteri-Usteri**, Kaufmann. 1851—1854 **Adolf Salomon Pestalozzi**, Bankier.

1854—1858 **Conrad Meyer-Ahrens**, Dr. med., Arzt. 1858—1874 **Johann Caspar Escher-Hess**, Kaufmann und Naturforscher. 1874—1876 **Hans Rudolf Schinz-Vögeli**, Kaufmann und Naturforscher. 1876—1887 **Johann Caspar Escher-Hess**, Kaufmann und Naturforscher. 1887—1914 **Hans Kronauer**, Dr. phil., Mathematiker. Seit 1914 **Moritz Baumann-Naef**, Dr. phil.

IV.

Bibliothekare.

1754—1757 **Johann Jakob Köchlin**, Pfarrer. 1757—1764 **Hans Heinrich Schinz**, Kaufmann und Staatsmann. 1764—1774 **Leonhard Usteri**, Chorherr und Professor. 1774—1778 **Hans Conrad Heidegger**, Staatsmann. 1778—1780 **Johann Heinrich Waser**, Pfarrer. 1780—1792 **Heinrich Lavater**, Staatsmann. 1792—1837 **Christoph Salomon Schinz**, Dr. med., Arzt, Chorherr und Professor. 1837—1881 **Johann Jakob Horner**, Bibliothekar und Professor. 1881—1892 **Johann Friedrich Graberg**, Zeichenlehrer. 1881—1892 **Carl Ott**, Physiker. 1892—1915 **Hans Schinz**, Dr. phil., Professor der Botanik.

V.

Redaktoren der Vierteljahrsschrift.

1856—1893 **Rudolf Wolf**, Dr. phil., Professor der Astronomie.
 1894—1912 **Ferdinand Rudio**, Dr. phil., Professor der Mathematik.
 Seit 1912 **Hans Schinz**, Dr. phil., Professor der Botanik.

VI.

Vertreter in der Kommission der Zentralbibliothek.

Seit 1916 **Martin Rikli**, Dr. phil., Professor der Botanik.

VII.

Abgeordneter in den Senat der Schweiz. Naturf. Ges.

1920—1922 **Walter Frei**, Dr. med. vet., Professor der Veterinärpathologie.
 1920—1922 **Otto Schlaginhaufen**, Dr., Professor der Anthropologie. (Stellvertreter)

VIII.

Ehrenmitglieder.¹⁾

	Mitglied seit	Ehren- mitglied seit
s Hr. Eberth, Karl Josef , Dr. med., Prof. an der Universität, Ringbahnstrasse 111 Halensee	1865	1896
» Hantzsch, Arthur , Dr., Prof. der Chemie an der Universität Leipzig	1885	1896
s » Heim, Albert , Dr., a. Prof. d. Geol. beider Hochschulen, Hofstrasse 100 Zürich 7	1870	1914

¹⁾ Die ältesten Mitglieder (16), die der Gesellschaft schon 40 Jahre angehören sind durch fettgedruckte Jahreszahlen ausgezeichnet.
 Mitglieder, deren Namen mit s bezeichnet sind, sind zugleich Mitglieder der Schweiz. Naturforschenden Gesellschaft (247).

		Mitglied seit	Ehren- mitglied seit
s	Hr. Rudio, Ferdinand , Dr., Prof. der Mathematik an der techn. Hochschule, Höhestasse 21 Zollikon b. Z.	1881	1912
s »	Sarasin, Fritz , Dr., Zoologe, Spitalstrasse 22 Basel	—	1915
s »	Sarasin, Paul , Dr., Zoologe, Spitalstrasse 22 Basel	—	1915
s »	Schinz, Hans , Dr., Prof. der Bot. an der Universität, Seefeldstrasse 12 Zürich 8	1889	1915
s »	Schröter, Carl , Dr., Prof. d. Bot. a. d. techn. Hoch- schule, Merkurstrasse 70 Zürich 7	1878	1919
s »	Tschirch, Alexander , Dr., Prof. (Bot., Pharm.) an der Universität Bern, Kollerweg 32	—	1915

IX.

Korrespondierende Mitglieder.

		Mitglied seit	Korresp. seit
s	Hr. Margerie, Emmanuel de , Geologe, Université Strassbourg	—	1883
»	Bredig, Georg , Dr., Prof. für Elektrochemie an der techn. Hochschule Karlsruhe	1910	1911
»	Einstein, Albert , Dr., Prof. Phys., Akademie der Wissenschaften Berlin-Dahlem	1911	1911
»	Willstätter, Richard , Dr., Prof. Chem. an der Universität München	1905	1912

X.

Ordentliche Mitglieder.

		Stadtkr. Zürich	Mitglied seit ¹⁾
Hr.	Abegg, Karl , Kaufmann Schloss Buonas. Kt. Zug		1910
»	Ackerknecht, Eberhard , Dr., Privatdoz., Prosektor a. vet.-anat. Institut Forchstrasse 149	8	1911
s »	Adrian, Paul , Dr., Versicherungs-Math. Stockerstrasse 41	2	1919
»	Aebi, Max , dipl. Ing. Zollikon, alte Landstr. 18		1919
»	Aebly, Jakob , Dr. med. Riedtlstr. 19	6	1918
s »	Aeppli, August , Dr., a. Prof. a. d. kant. Industrieschule Kronenstrasse 24	6	1889
s »	Agthe, Karl , Dr., Dipl.-Ing., Chemiker-Konsulent Küsnacht	—	1916
»	Alder, Max , Dr., Prof. an der höhern Töcherschule Klosbachstrasse 154	7	1913
s »	Ammann-Schwarzer, Albert , Kaufmann Wiedingstr. 14	3	1916
s »	Anderes, Ernst , Dr. med., Privatdoz. f. Gynäkologie Neumünsterallee 15	8	1919
»	Andreae, Carl , Ing., Prof. a. d. E. T. H. Bürglistrasse 30	2	1918
»	Anselmier, Paul , Dr. med., Prakt. Arzt Stauffacherstr. 54	4	1920
s »	Arnold, Stefan , Dr. med., Arzt Limmatstrasse 50	5	1919
s »	Bachmann, Hans , Dr., Prof. an der Kantonschule Luzern, Bambergstr. 5a	—	1897
»	Bachmann, Theodor , Dipl.-Ing. Höschgasse 30	8	1919
s »	Bader-Schneebeli, Hermann , Kaufmann Traubenstr. 5	2	1916
s »	Badoux, Henri , Prof. d. Forstwiss. a. d. Eidg. Techn. Hochschule Gloriamstrasse 68	7	1915
s »	Bäbler, Emil , Dr., Prof. am kant. Gymnasium Seestrasse 41, Zollikon		1911

¹⁾ Die Mitglieder sind gebeten, allfällige Adressenänderungen oder sonstige Korrekturen umgehend dem Quästor, Herrn Dr. M. Baumann-Naef, Tödistrasse 39, Zürich 2, und dem Sekretär Herrn Prof. Dr. O. Schlaginhaufen, Susenbergstrasse 94, Zürich 7, mitzuteilen.

		Stadtkr. Mitglied Zürich seit	
s Hr.	Bänziger, Theodor , Dr. med., Augenarzt	Billrothstrasse 15	8 1889
»	Bær, Julius , Bankier	Bergstrasse 54	7 1910
s »	Bäschlin, Fritz , Ingenieur, Prof. a. d. techn. Hochschule	Zollikon	— 1910
s »	Baragiola, Wilhelm Italo , Dr., Kantonschemiker, Privatdozent a. d. E. T. H.	Voltastrasse 32	7 1911
»	Bareiss, Arthur , Kaufmann	Alpenquai 22	2 1910
»	Barth, Adolf , Dr. med., prakt. Arzt	Uster, Freie Strasse 13	— 1920
s »	Baumann-Naef, Moritz , Dr., Chemiker	Tödistrasse 39	2 1910
Hr.	Baur, Emil , Dr., Prof. Chem. an d. techn. Hochschule	Ottikerstrasse 52	6 1911
s »	Beck, Alexander , Dr., a. Prof. Math.	Schanzenberg-Schönbergg. 7	1 1870
s »	Beck-Barker, Bernh. , Dr. Pfarrer	Dättlikon am Irchel	— 1904
»	Beck, Emil , Dr., Prof. am kant. Gymnasium	Schanzenberg-Schönbergg. 7	1 1907
»	Beck, Karl , Prof. (Phys.) am Kant. Gymnasium	Hegibachstr. 75	7 1917
»	Beer, Robert , Buchhändler	Peterhofstatt 10	1 1905
»	Behn-Eschenburg, Hans , Dr., Direktor	Oerlikon	— 1910
»	Bender, Paul , Lithographische Kunstanstalt	Zollikon	— 1911
»	Benz, Walter , Dr., Prof. Math. a. d. kant. Industrieschule	Scheuchzerstrasse 90	6 1917
»	Bernhard, Hans , Dr., P.-D. d. Geographie a. d. Univ.	Schifflande 22	1 1920
»	Bernheim-Karrer, Jakob , Dr. med., Prof.	Gartenstrasse 36	2 1903
»	Beuttner, Eugen , Dr., Dufourstr. 769	Zollikon	— 1917
s »	Biber, Walter , Sekundarlehrer	Ottikerstrasse 53	6 1910
»	Biber, Werner , Dr. med., Arzt	Kanzleistrasse 2	4 1919
s »	Biedermann, Robert , Fabrikant, Sonnenberg	Winterthur	— 1915
s »	Billwiller, Robert , Dr., Adjunkt d. Eidg. Meteorol. Zentralanstalt	Plattenstr. 44	7 1917
Fr.	Bindschedler-Laufer, Marie , Dr.	Zürichbergstr. 98	7 1919
s Hr.	Bircher, F. Ernst , Dr. jur., Rechtsanwalt	Sophienstrasse 2	7 1902
»	Bircher, Max , Dr. med.	Keltenstrasse 48	7 1902
»	Bitterli, Emil , Ing., 48, rue Chardon-Lagasche,	Paris 16	— 1910
»	Blankart, André , Assistent	Lavaterstr. 56	2 1920
»	Blattmann-Ziegler, Heinrich , Fabrikant	Wädenswil	— 1911
s »	Bleuler, Eugen , Dr. med., Prof. an der Universität	Burghölzli	8 1900
s »	Bloch, Bruno , Dr. med., Prof. Dermatol. a. d. Univers.	Mythenstr. 23	2 1917
s »	Bloch, Isaak Adolf , Dr., Prof. an der Kantonsschule	Solothurn	— 1895
s »	Blumer, Ernst , Dr., Geologe	Zollikon	— 1917
»	Bodmer-Abegg, Henry , Dr. jur.	Bäregasse 18	1 1919
»	Bölleter, Eugen , Dr., Sekundarlehrer	Rotbuchstrasse 24	6 1900
»	Bommer, Albert , Apotheker	Zähringerstrasse 9	1 1889
s Hr.	Boner, Georg , Ing., Verw.-Rats-Delegierter von Brown, Boveri & Co.	Florhofgasse 2	1 1919
»	Borsari-Welti, Eugen , Kaufmann	Seestr. 29, Zollikon	— 1920
s »	Bosshard, Emil , Prof. Chem. a. d. Techn. Hochschule	alte Beckenhofstr. 48	6 1913
s »	Bosshard, Heinrich , Dr., Prof. am kant. Gymnasium	Weinbergstrasse 160	6 1892
s Fr.	Boveri-Boner, Yvonne , Dr.	Baden, Römerstr. 24	— 1917
»	Brandenberger, Anna , Prof.	Brandschenkestr. 55	2 1919
Hr.	Brauchlin, Gottl. , Dr., Jurist, rue d'Huningue 10	St. Louis, Alsace	— 1918
(für Postsendungen: Postfach, Basel)			
s »	Braun, Josias , Dr., Konservat. a. Geobot. Inst. Rübel	Winterthurerstr. 66	6 1916

XXXVI Verzeichnis der Mitglieder der Naturf. Gesellschaft in Zürich.

		Stadtkr. Zürich	Mitgl. seit
Hr. Bremi, Walter , Dr., Chemiker	Hönggerstrasse 148	6	1911
» Brennwald, Paul , Kaufmann	Tödistrasse 65	2	1911
s » Brentano, J. , Dr., Privatdozent d. Phys. a. d. E. T. H.	Orellistr. 70	7	1918
s » Bretscher, Konrad , Dr., Sekundarlehrer	Weinbergstrasse 146	6	1890
» Brettauer, Alfred , Dr. med.	Bahnhofstr. 55	1	1916
s » Brinkmann, Emil , Ingenieur	Rigistrasse 9	6	1917
s » Brockmann-Jerosch, Heinrich , Dr., Privatdoz. Bot. a. d. Univ.	Kapfsteig 44	7	1907
» Bruman, Franz , stud. med.	Sihlstrasse 33	1	1920
» Brunner, Friedrich , Dr. med., Asyl Neumünster	Heliosstrasse 16	7	1896
» Brunner, Otto , Dr., Apotheker	Limmatquai 56	1	1907
» Bruppacher, Heinrich , Kaufmann	Wettingerhaus 1	1	1919
» Bühler, Anton , Dr. med., Privatdoz. a. d. Universität	Bahnhofstr. 5	1	1904
» Bürgi, Oscar , Dr. med. vet., Prof. an der Universität	Sonnenberg Erlenbach (Zürich)	—	1906
» Bützberger, Fritz , Dr., Prof. a. d. kant. Industrieschule	Moussonstrasse 10	7	1911
s » Burri, Robert , Dr., Prof., Abteilungs-Vorst. der eidgen. Versuchsstation	Liebefeld-Bern	—	1896
s » Busse, Otto , Dr. med., Prof. an der Universität	Büchnerstrasse 10	6	1911
» Cadisch, Joos , Dr., Adj. d. Schweiz. Geol. Komm.	Haldenbachstr. 33	6	1920
» Carpentier, Fritz , Fabrikant	Dufourstrasse 5	8	1910
» Cattani, Paul , Dr. med.	Im eisernen Zeit 4	6	1920
» Clairmont, Paul , Dr. med., Prof., Dir. der chirurg. Klinik der Universität	Kantstrasse 12	7	1920
s » Claraz, Georges	Lugano, Via Salvatore 21	—	1894
s » Cloëtta, Max , Dr. med., Prof. an der Universität	Plattenstrasse 58	7	1902
» Corti, Arnold , Dr., Direktor	Dübendorf	—	1918
s » Cramer, Otto Leopold , Dr. med.	Jupiterstr. 14	7	1918
Fr. Cramer-v. Muralt, Olga	Jupiterstrasse 14	7	1919
s Frä. Daiber, Marie , Dr., Pros. u. Assist. a. zool. Inst. beider Hochsch., Privatdoz.	Krähbühlstr. 6	7	1906
Hr. Däniker, Albert Ulrich , stud. phil.	Dillileeweg 5, Küsnacht		1919
s » Debye, Peter , Dr., Prof. der Physik a. d. E. T. H.	Gloriastr. 35	7	1920
» Disteli, Martin , Dr. Prof. der Math. a. d. Univ,	Olten, Steinbruchweg 672	7	1892
Frä. Dübendorfer, Emma , Dr. med., Ärztin	Bahnhofstrasse 88	1	1912
Hr. Dübendorfer, Heinrich , Stadtkassierer	Hottingerstr. 25.	7	1919
» Dubuis, Samuel Ed. , Tierarzt	Letzisteig 1	6	1918
s » Düggeli, Max , Dr., Prof. landw. Bakter. a. d. techn. Hochschule	Hofstrasse 75	7	1912
s » Dumas, Gustav , Dr., Prof. Math. an d. Univers., Plateau de Béthusy	Lausanne	—	1911
s » Du Pasquier, Gustav , Dr., Prof. Math. an der Univ.	Neuchâtel	—	1907
» Dürst, Ulrich , Dr., Prof. Zool. an der Universität	Bern	—	1899
s » Dürsteler, Wilhelm , Dr., Chemiker	Thalwil	—	1910
s » Eder, Rob. , Dr., Prof. f. Pharm. a. d. Techn. Hochschule	Freudenbergstr. 144	6	1915
s Fr. Eder-Schwyzler, Jeanne , Dr. (Chem.)	Freudenbergstr. 144	6	1915
Fr. Egli, Hedwig ,	Haldenbachstr. 33	6	1920
Hr. Egli, Max , Dr., Prof. am kant. Gymnasium	Herrliberg	—	1910
» Ehrhardt, Jakob , Dr. med. vet., Prof. a. d. Universität	Weinbergstr. 74	6	1903

			Städt. Mitgl. Zürich	seit
Hr.	Engel, Emil , Sekundarlehrer	Blümlisalpstr. 66	6	1917
»	Engi, Paul , Dr. ing.	Schöpfe 4	1	1921
»	Engler, Harry , Dr. phil., Chemiker	Hönggerst., Altst. b. Z. —		1918
s	» Erb, Josef , Dr., Geologe, Carel van Bylandtlaan 30	Den Haag (Holland)		1899
s	» Ernsf, Alfred , Dr., Prof. Bot. an der Universität	Zollikon, Höhestr. 66		1901
Frl.	Ernst, Betty	Häldeliweg 35	7	1919
Hr.	Ernst, Heinrich , Dr., a. Regierungsrat	Sonneggstrasse 61	6	1905
s	» Ernst, Julius Walter , Ingenieur	Freiestrasse 21	7	1900
s	» Escher, Berend , Dr. sc. nat., Villa Bryn Alyn, Bilshöven b. Utrecht, Holland	—		1910
s	» Escher-Schindler, Conrad , Oberstlt., Geol.	Seilergraben 1	1	1915
»	Escher, Fritz , Dir. d. städt. Gaswerkes	Schlieren		1919
s	» Escher-Kündig, Jakob Christof , Dr. h. c., Entomolog	Gotthardstrasse 35	2	1883
»	Escher-Lang, J. H. , Kaufmann	Hofackerstrasse 44	7	1919
s	» Escher, Hermann , Dr., Direktor der Zentralbibliothek	St. Urbangasse 6	1	1911
s	» Escher, Heinrich Hermann , Dr., Chem.	Zederstr. 14	7	1918
»	Escher, Konrad , cand. phil.	Sihlstrasse 16	1	1920
s	» Escher, Wilhelm Caspar	Scheideggstrasse 22	2	1911
»	Farner, Ernst , Dr. med., Arzt	Theaterstr. 12	1	1919
s	» Farny, Jean Lucien , Prof. Elektr. a. d. techn. Hochschule	Fehrenstrasse 23	7	1912
s	» Feer, Emil , Dr. med., Prof. an der Universität	Freiestrasse 108	7	1911
s	» Fehlmann, J. Werner , Dr., Privatdozent an der techn. Hochschule	Tellstr. 46, Schaffhausen —		1915
»	Feiz, Richard , Direktor der Petroleum-Import-Co.	Splügenstrasse 10	2	1914
»	Felix, Florian , Dr. med., Arzt	Wädenswil		1910
»	Felix, Otto , Dr., Tierarzt, Dir. d. Ver. Zürch. Molkereien	Stauffacherquai 4	4	1919
s	» Felix, Walter , Dr. med., Prof. Anatomie a. d. Univ.	Köllikerstr. 7	7	1891
s	» Fierz-David, Hans Eduard , Dr., Prof. f. Chem. a. d. E. T. H.	Kilchberg b. Zeh.		1917
»	Fingerhuth, Max , Dr. med.	Feldeggstrasse 80	8	1905
s	» Fischer, Emil , Dr. med., Arzt	Bolleystrasse 19	6	1919
s	» Fischer-Reinau, Ludwig , Dr. phil., Ing.	Bleicherweg 13	1	1918
s	» von Fleischl, Otto , Dr. med.	Stockerstrasse 32	2	1918
»	Fleischmann, Carl , Apotheker	Rigistrasse 52	6	1915
»	Fliegner, Alb. , Dr., a. Prof. Maschinenbau	Via Trevano 9, Lugano —		1870
s	» Flückiger, Otto , Dr., Prof. an der höhern Töchterschule	Zollikerstr. 25, Zollikon —		1910
Fr.	Flury-Habegger, Emma	Junkerngasse 36, Bern —		1915
Hr.	Flury, Philipp , Dr. h. c., Adj. d. eidg. forstl. Vers.-Stat.	Hadlaubstr. 108	6	1888
s	» Franel, Jérôme , Dr., Prof. Math. an d. techn. Hochschule	Klusweg 8	7	1892
»	Frank, Ludwig , Dr. med.	Freudenbergstr. 16	7	1910
s	» Frei, Walter , Dr. med. vet., Prof. an der Universität	Zollikon, Höhestr. 68 —		1912
s	» Frey, Hans , Dr., Prof. am kant. Lehrerseminar	Küsnacht b. Zeh.		1896
s	Frl. Frey, Hedwig , Dr., Prosektor am anat. Institut der Universität	Mommisenstrasse 17	7	1912
Hr.	Frey, Jakob Heinrich , Kaufmann	Zollikerstrasse 152	8	1919
s	» Frick, Theodor , Dr. D. S., Zahnarzt	Titlisstrasse 14	7	1900
»	Friedheim, Ernst , cand. med.	Neumünsterallee 21	8	1920
s	» Friedländer, Immanuel , Geologe, Via Luigia Santefice 60, Napoli-Vomero	—		1915
s	» Fritz, Franz , Dr., Tierarzt	Forchstrasse 151	7	1914
»	Froebel, Robert , Gartenarchitekt	Moussonstr. 15	7	1918
»	Froehner, Julius , Dr. med., Zahnarzt	Peterstrasse 1	1	1911

XXXVIII Verzeichnis der Mitglieder der Naturf. Gesellschaft in Zürich.

		Stadtkr. Zürich	Mitglied seit
	Hr. Froelich, Friedrich , Dr., Chem.	Titlisstr. 28	7 1914
s »	Früh, Jakob , Dr., Prof. Geogr. an der techn. Hochschule	Freiestrasse 6	7 1895
s »	Fueter, Rudolf , Dr., Prof. Math. an der Universität	Rigistrasse 34	6 1917
s »	Furrer, Ernst , Dr., dipl. Fachlehrer f. Naturwissensch.	Winterthurerstr. 146	6 1913
s »	Gampert, Paul , Kaufmann	Gartenstrasse 36	2 1915
s »	Gams, Edmund , Maschineningenieur	Seegartenstrasse 2	8 1917
s »	Gams, Hellmut , Dr., Bot.	Königinstr. 21, München	1912
s »	Ganz, Emil , Kaufmann	Wonnebergstr. 67	8 1905
s »	Gassmann, Theodor , Dr. phil.	Villa l'Oasis, Corseaux/Vevey—	1905
»	Gaule, Georg Justus , Dr. med., a. Prof. a. d. Universität	Zürichbergstrasse 130	7 1887
»	Geilinger, Walter , Dr. med.	Hädeliweg 31	7 1917
s »	Geiser, Karl Friedrich , Dr., a. Prof. Math.	Küsnacht b. Zeh. . . .	— 1883
»	Gerlach, Rudolf , Dr., Prof. am kant. Lehrerseminar	Küsnacht b. Zeh. . . .	— 1905
s »	Giger, Emil , Dr. rer. nat., Prof. höh. Töchtersch.	Asylstr. 17	7 1918
»	Glättli, Hans , Tierarzt	Samstagern	— 1919
s »	Gnehm, Robert , Dr., a. Prof., Präs. d. schw. Schulrates	Eidmattstrasse 26	7 1873
s »	Gogarten, Emil , Dr., Geologe, Villa Philadelphie	Luzern	— 1907
»	von Gonzenbach, Willy , Dr. med., Prof. Hyg. a. d. E.T.H.	Freiestrasse 29	7 1912
»	Graemiger, Benjamin , Ingenieur	Höngg, Zürcherstr. 181	— 1914
»	v. Graffenried, Alfred , dipl. ing. chem.	Englischviertelstr. 21	7 1918
s »	Gramann, August , Dr., Sekundarlehrer	Äussere Schaff- hauserstr. 7, Winterthur	1899
s »	Greinacher, Heinrich , Dr., Prof. Physik	Gladbachstr. 62	7 1915
s »	Greiner, Paul , Kaufmann	Kilchberg b. Zeh. . . .	— 1917
»	Gretler, Heinrich , Apotheker	Rindermarkt 19	1 1919
»	Grisch, Andreas , Dr., Adjunkt d. schweiz. landwirt- schaftlichen Versuchsanstalt	Oerlikon	— 1907
s »	Grossmann, Marcel , Dr., Prof. Math. a. d. techn. Hochschule	Holderstr. 14	7 1908
»	Grubenmann, Ulrich , Dr., Hon.-Prof. Min. a. d. Univ.	Titlisstrasse 60	7 1893
»	Gschwind, Meinrad , Dr. chem., Eidg. Prüfungs-Anstalt f. Brennstoffe	Clausiusstr. 6	6 1918
»	Gugelmann, Paul , stud. forest.	Stapferstrasse 3, 11	6 1920
»	Guggenbühl, Adolf , Ing.	Weinbergstrasse 1	1 1918
s »	Gujer-Berchtold, Julius , a. Nat.-Rat., Fabrikant	Bächtoldstr. 6	7 1916
s »	Guyer, Oskar , Dr., Prof. a. d. kant. Handelsschule	Moussonstrasse 19	7 1915
»	Gyger, Alfred , Kaufmann	Rigistrasse 61	6 1919
»	Gysi, Alfred , Dr. D. S., Prof. a. d. Zahnarzt-Schule der Universität	Obere Zäune 10	1 1893
s Hr.	Haab, Otto , Dr. med., Hon.-Prof. a. d. Universität	Pelikanstrasse 41	1 1880
»	Haab, Otto E. , Dr. med., Augenarzt	Pelikanstr. 41	1 1920
»	Haas, de, Walter , Redaktor d. techn. Monatshefte	Rüschlikon	— 1911
s »	Haffter, Paul J. , per Adr. Herrn H. Nabholz	Mühlebachstr. 82	8 1915
»	Hägler, Karl , Assist. am Anthropol. Inst. d. Univ.	Streulistr. 5	7 1920
»	Halperin, Jakob , Dr. med.	Seebach	— 1910
s »	Hauri, Hans , Dr., Sekundarlehrer	St. Gallen, Florastr. 11	— 1911
»	Hauser, Adolf , Apotheker	Gemeindestr. 7	7 1918
»	Hauser, Walter , Dr., Bezirkslehrer	Brugg (Kt. Aargau)	— 1921
»	Heberlein, Fritz , Dr. Ing., Chemiker	Zollikerstr. 132	8 1916

		Städt. Mitglied Zürich	seit
Hr.	Heberlein, Hugo , Kaufmann	Zollikerstr. 225	8 1918
s »	Hegi, Gust. , Dr., Prof. Bot. an d. Universität	Tengstr. 18. München —	1903
s »	Heim, Arnold , Dr., Geologe	Hofstrasse 100	7 1906
»	Henri, Victor , Dr., Prof. d. phys. Chemie a. d. Univ.	Streulistr. 8, III	7 1920
s »	Henschen, Karl , Dr. med., Prof.	St.Gallen, Bahnhofstr. 11	1910
Frl.	Herder, Hermine , Malerin, Villa Yalta	Seefeldstr. 287	8 1916
Hr.	Herkenrath, Franz , Ingenieur	Höngg, Zürcherstr. 387	— 1912
s »	Herzfeld, Eugen , Dr., Ass. am chem. Lab. d. Kantonssp.	Ekkehardstrasse 16	6 1911
s »	Hescheler, Karl , Dr., Prof. Zoolog. an beid. Hochschulen	Rotstrasse 2	6 1894
»	Hess, Gottfried , Architekt	Nordstrasse 15	6 1911
s »	Hess, Walter, R. , Dr. med. Prof. a. d. Universität	Susenbergrstr. 198	6 1919
»	Heusser, Hans , Dr., Oberassist. a. Kant. Tierspital	Bellariastrasse 74	2 1918
»	Hiller, Eduard , Apotheker, Sonnenapotheke	Rämistrasse 7	1 1911
»	Hirsch, Arthur , Dr., Prof. Math. a. d. techn. Hochschule	Reinacherstrasse 8	7 1903
s »	Hirschi, Hans , Dr., Geologe	Braunwald (Glarus)	— 1915
»	Hirzel, Hermann , Dr. ing., Chemiker	Winkelwiese 5	1 1918
s »	Höhn, Walter , Sekundarlehrer	Kurvenstrasse 40	6 1910
»	Hofer, Hans , Lithographie-Besitzer	Küsnacht	— 1912
s Fr.	Hoffmann-Grobéty, Amélie , Dr. ès sc.	Ennenda, Kt. Glarus —	1919
»	Hofmeister, Eduard	Freigutstr. 16	2 1918
Frl.	Hofmeister, Sara	Hottingerstr. 11	7 1918
Hr.	Hollenweger, Ernst , Ingenieur	Höhenweg 16	7 1920
»	Hottinger, Max , Ingenieur, P.-D. a. d. E. T. H.	Mühlebachstr. 46	8 1921
»	Hottinger, Rudolf , Dr. med., Privatdozent f. Urologie an der Universität	Voltastrasse 27	7 1917
»	Hubacher, Karl , Dr., Kantonsapotheker	Belsitostrasse 20	7 1912
s »	Huber-Stockar, Emil , Ingenieur	Neumünsterallee 12	8 1888
s »	Huber-Pestalozzi, Gottfried , Dr. med. et phil.	Englischviertelstr. 61	7 1915
s »	Huber, Hans , Dr. med., Sanatorium	Kilchberg b. Zch.	— 1910
»	Huber, Max , Dr. jur., Prof. der Rechte an der Univers.	Schloss Wyden b. Ossingen	— 1910
s »	Huber, Robert , Dr., Prof. am kant. Gymnasium	Streulistrasse 16	7 1910
»	Hürlimann, Albert Heinrich , Brauereibesitzer	Brandschenkestr. 160	2 1921
»	Hürlimann, Hans Dr., Chemiker	Brandschenkestr. 160	2 1917
s »	Hug, Jakob , Dr., Sekundarlehrer	Schindlerstrasse 16	6 1910
s »	Hunziker, Edwin , Ing. der Schweiz. Geodät. Komm.	Nordstrasse 175	6 1917
s »	Imhof, Othmar Emil , Dr.	Königsfelden-Brugg	— 1882
»	Jabs, Asmus , techn. Direktor	Alpenstrasse 3	2 1905
s »	Jaccard, Paul , Dr., Prof. Bot. an der techn. Hochschule	Carmenstrasse 46	7 1903
»	Jaeger, Carl , Dr., Chemiker, Schwandenweg 8	Kilchberg b. Z.	— 1915
s »	Jakob, Joh. , Dr., Priv.-Doz. a. d. E. T. H.	Sonneggstr. 5	6 1919
s »	Jeannet, Alphonse , Dr., Geologe d. Schweiz. Geolog. Kommission	Institut géologique Le Mail, Neuchâtel	— 1913
s »	Jegen, G. , Dr., Schweiz. Versuchsanstalt Wädenswil	Wädenswil	1919
»	Jegher, Carl Gaudenz , Ing.	Kilchberg b. Zürich	1919
s »	Jenny-Tschudi, Daniel , Fabrikant	Glarus	— 1911
Frl.	Josephy, Gretel , Dr.	Rütistr. 4	7 1918

			Stadtkr. Zürich	Mitglied seit
s	Hr. Karrer, Paul , Dr., Prof. Chemie a. d. Universität	Landoltstrasse 16	6	1918
s	» Kaufmann, Robert	Belsitostrasse 17.	7	1919
s	» Keller, Konrad , Dr., Prof. Zool. an der techn. Hochschule	Forchstrasse 118	7	1875
	» Keller, Konrad , Landwirt	Guggachstrasse 12	6	1902
s	» Kiefer, Adolf , Dr.	Minervastrasse 149	7	1894
s	» Kienast, Alfred , Dr., Privatdoz. Math. an der techn. Hochschule	Küsnacht b. Zeh.	—	1905
	» Klages, Wilhelm , Hütteningenieur	p. Adr. Frau Dora Klages Mumpf (Aargau)		1912
	» Kleiber, Albert , Dr.	Kirchgasse 13	1	1893
	» Klett, Max , Dr., Chemiker	Lenzburg (Aarau)	—	1911
s	» Knopfli, Walter , Dr. Zoologie	Stauffacherstrasse 9	4	1913
	» Koch, Helmut , dipl. Ing.	Freigutstrasse 9	2	1917
	» Koch, Wilhelm , Optiker	Bahnhofstr. 11	1	1918
	» Koelsch, Adolf , Dr., naturwiss. Schriftsteller	Rüschlikon	—	1910
	» Kollbrunner, Otto , Dr. med.	Rämistr. 24	1	1920
	» Koller, Eugen , Mühlenbesitzer	Zürcherstr. 30, Küsnacht b. Zürich		1919
s	» Kopp, Robert , Dr., Prof. an der Kantonsschule	St. Gallen-Ost, Neptunstr. 5		1896
	» Kowner, Jakob , Elektroingenieur	Zollikon, Witellikerstr. 8		1921
	» Kruck, Carl , Baumeister	Küsnacht	—	1919
s	» Künzli, Emil , Dr., Prof. an der Kantonsschule	Solothurn	—	1901
s	» Küpfer, Max , Dr., Priv.-Doz. Zool. a. d. E. T. H.	Klausstrasse 20	8	1911
	» Kubly, F. Wala , Dr. med.	Bellerivestrasse 38	8	1916
	» Kummer, Walter , Dr., Ing.-Kons., Prof. a. d. techn. Hochschule	Mythenstrasse 15	2	1910
s	» Kummer-Weber, Wilhelm , Pflanze	Villa Verbanella, Locarno	—	1914
	» Kunz, Carl , Dr., Privatlehrer	Chemin Miremont 35, Genf	—	1911
	Hr. Landolt-Locher, Paul , Kaufmann	Scheideggstr. 8	2	1918
	» Lautenbach, Max , Dr. jur.	Auf der Mauer 21	1	1912
s	» Lebedinsky, Nahum, G. , Dr., Prof. a. d. Univ. Riga	Riga, Lettland		1909
s	» Leuzinger, Rud. , Vorst. d. kant. Mädchen-Erz.-Anst.	Mollis	—	1909
s	» Liebmann, Erich , Dr. med., Oberarzt an der med. Klinik	Kantonsspital	7	1912
s	» Locher, Fritz , dipl. Ing.	Aubrigstr. 10	2	1917
	» Looser, Emil , Dr. med., Privatdozent f. Chirurgie	Utoquai 39	8	1920
	» Löwensberg, Paul , Dr. med.	Sissach (Baselland)	—	1912
s	» Lüdin, Emil , Dr., Prof. an der kant. Industrieschule	Stolzestrasse 14	6	1896
s	» Lüthy, Adolf , Dr., Prof. an der höh. Töcherschule	Hofstrasse 22	7	1904
s	» Lunge, Georg , Dr., a. Prof. Chem.	Carmenstrasse 37	7	1876
s	» Maier, Hans W. , Dr. med., Prof., Dozent d. Psychiatrie	Burghölzli	8	1909
	» Mark-Bechtold, André , Dr. med.	Bahnhofstrasse 55	1	1915
s	» Matthias, Eugen , Dr., Prof. a. d. höh. Töcherschule	Plattenstrasse 44	7	1919
s	» Maurer, Julius , Dr., Direkt. d. Meteor. Zentr.-Anst.	Zürichbergstrasse 7	7	1881
	» Medicus, Fritz , Dr., Prof. Philos. a. d. techn. Hochschule	Rüschlikon, Glämischstr. 13		1911
	» Meierhofer, Hans , Dr., Prof. a. d. höhern Töcherschule	Reinacherstrasse 18	7	1908
s	» Meissner, Ernst , Dr., Prof. Mech. an der techn. Hochschule	Zollikon	—	1910
	» Meissner, Karl , Dr., P.-D. f. Physik a. d. Univers.	Scheuchzerstr. 64	6	1921
	» Menzi, Jakob , Dr., Sekundarlehrer	Birmensdorferstr. 271	3	1919
	» Mertens, Oskar , Gartenarchitekt	Bergstr. 162	7	1921

		Stadtkr. Zürich	Mitglied seit
s	Hr. Messikommer, Heinrich , Antiquar	Hechtplatz 1	1 1910
s	» v. Meyenburg, Hanns , Dr. med., Prof. Universität Lausanne Institut pathologique	Lausanne	— 1916
	» Meyer, Alfred , Dr. med. Arzt	Zollikon	— 1919
	Fr. Meyer-Landolt, Bertha	Zollikon, Haus Traubenberg	1920
s	Hr. Meyer, Edgar , Dr., Prof. d. Physik a. d. Universität .	Freudenbergstr. 12	7 1907
	» Meyer, Franz , Dr. jur.	Utoquai 31	8 1919
s	Frl. Meyer, Frieda , Dr.	Weiningerstrasse 322, Dietikon	— 1912
s	Hr. Meyer-Rüegg, Hans , Prof., Dr. med., Priv.-Doz. a. d. Univ.	Freiestrasse 116	7 1910
	» Meyer, Heinrich , Dr., Chemiker	Plattenstr. 34	7 1918
	» Meyer-Hürlimann, Karl , Dr. med.	Hottingerstrasse 20	7 1901
	Frl. Meyer, Martha , Lehrerin.	Minervastrasse 128	7 1917
s	Hr. Minder, Leo , Dr.	Schaffhauserstr. 76	6 1918
s	» Minkowski, Mieczyslaw , Dr. med., P.-D. f. Hirnanatomie a. d. Univ.	Physikstrasse 6	7 1917
s	» Misslin, Emil , Dr., Chemiker, Privatdoz. E. T. H.	Arterstrasse 26	7 1919
s	» Monakow, Konstantin von , Dr. med., Prof. a. d. Universität .	Dufourstrasse 116	8 1887
s	» Monnier, Eduard , Dr. med., Priv.-Doz. f. Chirurgie a. d. Univers.	Pestalozzistr. 58	7 1917
	» Mühleder, Hans , Masch.-Ing.	Wallisellen, Schwarzaeckerstr. 374	— 1918
	» Müller, Albert , Buchhändler	Nägelistrasse 9	7 1905
s	Frl. Müller, Charlotte , Dr. med., Ärztin	Göthestrasse 10	1 1911
	» Müller, Gertrud	Hirschengraben 48	1 1919
	Hr. Müller, Hans	Zollikerstrasse 45	8 1919
	» Müller, Heinrich , a. Chemiker	Bergstrasse 132	7 1912
s	» Müller-Thurgau, Hermann , Dr., Direkt. d. Schw. Ver- suchsanstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau	Wädenswil	— 1891
	» Müller, Marcus , Lehrer	Witikon	— 1913
	» Muralt, Wilhelm von , Dr. med.	Rämistrasse 18	7 1883
s	» Naef, Adolf , Dr., Priv.-Doz. f. Zoologie a. d. Universität	Treichlerstr. 3	7 1916
	» Naef-Werner, Paul , a. Oberförster und Pflanze	Dolderstrasse 57	7 1918
	» Naegeli, Alfred , Dr. med.	Samaden, Kreisspital	— 1921
s	» Naegeli, Otto , Dr. med., Prof., Dir. d. med. Klin. der Universität	Voltastr. 55	7 1918
	» Nänni, Jakob , Dr., dipl. Fachlehrer f. Naturwissensch.	Trogen	— 1913
s	» Nager, Felix Rudolf , Prof. Dr. med., Dozent für Oto-, Rhino- u. Laryngologie an der Universität	Freiestrasse 20	7 1917
	» Narutowicz, Gabr. , Ing., Prof. an der techn. Hochsch.	Tobelhofstrasse 34	7 1912
s	» Niggli, Paul , Dr., Prof. für Mineralogie a. d. E. T. H.	Rigistr. 40	— 1913
	» Oehrli, Armin , Apotheker	Rosengasse 9	1 1921
	» Ogushi, Kikutaro , Dr., Prof. der Anatomie	Osaka (Japan)	— 1913
s	» Oppliger, Fritz , Dr., Prof. am kant. Lehrerseminar .	Küsnacht b. Zeh.	— 1893
s	» Oswald, Adolf , Dr. med., Prof. an der Universität .	Hofstrasse 78	7 1903
	» Ott, Emil , Dr. ès sciences, Chemiker	Schlieren, Industriestrasse	— 1918
s	» Ott, Hans , Direktor der Ott-Toblerschen Privatschule	Neumünsterallee 1	8 1910
	» Ott, Carl , Reallehrer	Hochstrasse 109, Schaffhansen	— 1919
	» Panchaud de Bottens, Adalbert , Dr. phil. u. med.	Seefeldstrasse 33	8 1911
	» Pestalozzi-Bürkli, Anton , Dr.	Löwenstrasse 21	1 1903

		Stadt- Mitglied Zürich	seit
s Frl.	Peter, Margarethe , dipl. Fachlehrerin	Sophienstr. 12	7 1911
s Hr.	Peyer, Bernh. , Dr., Privatdozent Zool. a. d. Univers.	Schaffhausen, Steigstr.	1918
s »	Pfenninger, W. , Dr. med. vet., Ass. a. vet.-pat. Institut	Freigutstrasse 31	2 1918
»	Pfister, Gottfried , Dir. Allg. Maggi-Ges.	Kemptthal	— 1918
»	Pfister, Johann , Ingenieur	Küsnacht b. Zeh.	— 1915
s Frl.	Pfister, Martha , Lehrerin	Oerlikon	— 1911
Hr.	Pfleghard, Otto , Architekt	Zollikerstr. 245	8 1918
s »	Piccard, Aug. , Dr., Prof. f. Physik a. d. techn. Hochschule	Gladbachstr. 45	7 1912
»	Platter, Bruno , Assist. d. Schweiz. Agr.-chem. Anstalt	Asylstr. 98	7 1916
»	Pólya, Georg , Dr., Prof. Mathem. E. T. H.	Büchnerstr. 1	6 1920
s »	Prášil, Franz , Dr., Prof. Masch. a. d. techn. Hochschule	Heuelstrasse 51	7 1894
s »	Quervain, Alfred August de , Dr., Prof. Met., Adjunkt der meteorologischen Zentral-Anstalt	Gloriastrasse 68	7 1907
»	Rahn, Viktor C. , Banquier	Lavaterstrasse 50	2 1919
»	Rascher, Max , Buchhändler	Rathausquai 20	1 1905
»	Raths, Jakob , Sekundarlehrer	Streulistrasse 31	7 1897
Frl.	Rauch, Aline , Lehrerin	Weststr. 60	3 1918
Hr.	Reber, Theodor , Prof. a. d. Industrieschule	Münchhaldenstr. 15	— 1920
s »	Redeker, August , Apotheker	Bremen-Hemelingen	— 1913
s »	Rehsteiner, Hugo , Dr.	St. Gallen, Eschenstr. 1	— 1918
»	Reitz, Wilhelm , Oberingenieur	Schöpfe 29	1 1904
»	Rell, Bruno P. , Dr. D. S., Zahnarzt	Paradeplatz 1	1 1921
Frl.	Renner, Sophie , Dipl. Fachlehrerin, Töchterinstitut Fetan,	Engadin	1918
s Hr.	Resch, Alfred , Dr. med.	Fraumünsterstr. 8	1 1916
»	Riese, Heinrich , Ingenieur	Bahnhofstrasse 78	1 1915
»	Rieter, Emil , Stadchemiker	Ausstellungsstr. 90	5 1921
s »	Rikli, Martin , Dr., Prof. Bot. an d. techn. Hochschule	Gladbachstr. 44	6 1894
s »	Ris, Friedrich , Dr. med., Direktor der Pflegeanstalt	Rheinau	— 1892
»	Ritzmann, Emil , Dr. med.	Bahnhofstrasse 58	1 1889
»	Rohn, Arthur , Prof. Masch. an der techn. Hochschule	Blümlisalpstrasse 11	6 1912
s »	Rollier, Louis , Dr., Prof. Geol. a. d. techn. Hochschule	Sonneggstr. 5	6 1905
»	Roothaan, Hans Philipp , Geologe, pr. Adr. Frau M. Roothaan,	Gossau, Kl. St. Gall.	1917
»	Roth, Conrad , Ing., Direktor	Zollikerstr. 10, Zollikon	1919
s »	Roth, Otto , Dr. med., a. Prof. Bakt. a. d. techn. Hochsch.	Engl. Viertelstr. 54	7 1891
»	Roth, Wilhelm , Dr. med.	Plattenstrasse 34	7 1910
»	Rothpletz, Gottlieb Friedrich , Garteninspektor	Belvoirpark	2 1903
s Hr.	Ruckstuhl, Werner , Dr., Chemiker	z. Homberg, Kemptthal	1917
»	Rudolph-Schwarzenbach, Eduard , Kaufmann	Scheidggstrasse 45	2 1912
s Frl.	Rübel, Cecile	Zürichbergstr. 35	7 1918
s Hr.	Rübel, Eduard , Dr., Geobotaniker, Priv.-Doz. E. T. H.	Zürichbergstrasse 30	7 1903
s Frl.	Rübel, Helene	Zürichbergstr. 35	7 1918
Hr.	Rüeger, Armin , Apotheker, z. Rebstock	Bischofszell	— 1911
s »	Rüst, Ernst , Dr., Prof. an der kant. Handelsschule	Hadlaubstrasse 106	6 1910
s »	Rutgers, Fritz , Ingenieur, Zürichstrasse 11	Oerlikon	— 1915
»	Rutgers, Joh. , Dr. med., Arzt	Wilhelmsdijk 21, Lochem (Holland)	1919
»	Rutishauser, Friedrich , Sekundarlehrer	Winterthurerstr. 58	6 1916
»	Rütschi, Alfred	Theaterstr. 12	1 1920

			Städt. Mitgl. Zürich	seit
Hr.	Ruzicka, Leopold , Dr., P.-D. d. Chemie an beiden Hochschulen	Winterthurerstr. 40	6	1921
s »	Salis, Theophil , Apotheker	Werdstrasse 5	4	1917
»	Sammet, Otto , Dr., Apotheker	Neue Beckenhofstr. 42	6	1912
s »	Sandmeyer, Traugott , Dr. phil. et Dr. techn. h. c.	Forchstr. 22 - Zollikon		1919
Frl.	Schaefer, Margrit , cand. med.	Zeltweg 62	7	1920
s Hr.	Schäppi, Theodor , Dr. med. et phil.	Sprensenbühlstr. 7	7	1904
s »	Schärtlin, Georg Gottfried , Dr., Direkt. d. Rentenanst.	Mythenstr. 1	2	1894
s »	Schardt, Hans , Dr., Prof. Geol. an beiden Hochschulen	Voltastrasse 18	7	1911
»	Schaufelberger, Wilhelm , Dr.	Riedtlstrasse 72	6	1902
s »	Schellenberg, Hans , Dr., Prof. Ldw. an der techn. Hochschule	Hofstrasse 63	7	1895
»	Schellenberg, Kaspar , Dr., Tierarzt	Hofstrasse 65	7	1896
»	Scherrer, Paul , Dr., Prof. d. Physik a. d. E. T. H.	Gloriastr. 35	7	1921
»	Schindler-Stockar, Dietrich , Dr. jur., Rechtsanwalt .	Rämistrasse 2	1	1911
»	Schindler, Konrad , Dr. med.	Seegartenstrasse 2	8	1907
s »	Schinz, Hans Rudolf , Dr. med., Leiter d. Röntgen- Inst. a. Kantonsspital	Seefeldstrasse 12	8	1920
s »	Schlaginhaufen, Otto , Dr., Prof. Anthropol. a. d. Univ.	Susenbergrasse 94	7	1904
s »	Schläpfer, Paul , Dr., Dir. d. Eidg. Prüfungsanst. f. Brennst. a. d. E. T. H.	Gladbachstrasse 62	6	1917
s »	Schleich, Karl , Dr., Chemiker	Kemptthal	—	1918
»	Schmid, Ed. , Dr., Prof. an der kant. Industrieschule	a. Landstr. 42, Kilchberg		1905
»	Schmidlin-Lindt, L. Laurent , Fabrikdirektor	Thalgarten, Richterswil		1920
»	Schmidt, Oscar , Dr., Direkt. d. Akkumul.-Fabr. Oerlikon	Scheideggstrasse 35	2	1900
s »	Schnorf, Carl , Dr. med. vet.	Bergstr. 3	7	1918
s »	Schoch-Etzensperger, Emil , Dr.	Zollikerstr. 136	—	1898
»	Schöller, Fried. Arthur , Kaufmann	Parkring 53	2	1919
»	Schöller, Walter , cand. chem.	Hohenbühlstr. 16	7	1910
»	Schöllhorn, Fritz , Brauereileiter, Brauerei Haldengut, Winterthur	. . . . .	—	1917
»	Schönenberger, Friedrich , Ing.	Allenmoosstrasse II, Oerlikon	—	1919
»	Schoop, Max Ulrich , Physiker	Hardturmstrasse 82	5	1912
»	Schrödinger, Erwin , Dr., Prof. f. theor. Physik a. d. Universität	Pension Schmelzberg	7	1921
s »	von Schulthess-Schindler, Anton , Dr. med.	Wasserwerkstr. 53	6	1889
»	Schulthess-Hünerwadel, Hans , Verlags-Buechhändler .	Rämistrasse 52	7	1910
»	Schulthess, Willy , Dr. jur., Vize-Dir.	Guggerstr. 26, Zollikon		1919
»	Schultz, Gustav , Kaufmann	Konkordiastr. 22	7	1918
»	Schuppli, Hans , cand. phil.	Blumenweg 15	8	1918
»	Schwarz, Emil , Dr. med., Bezirksarzt	Seidengasse 9	1	1910
s »	Schwarz, Ernst , Ingenieur	Schindlerstr. 7	6	1921
s »	Schwarz, Heinrich , Dr., Chemiker	Kernstrasse 4	4	1920
s »	Schwarzenbach-Fürst, Arnold	Kilchberg b. Z., Seewart	—	1916
s »	Schwarzenbach, Ernst , Dr. med.	Stockerstrasse 32	2	1907
Frl.	Schwarzenbach, Marthe , stud. phil.	Kilchberg b. Z., Seestr. 107		1921
Hr.	Schweizer, Armin , Dr. jur., Rechtsanwalt	Rüschlikon, alte Landstrasse		1919
s »	Schweizer, Robert , Dr. med.	Stadelhoferstrasse 15	1	1910
s »	Schwyzler, Fritz , Dr. med.	Kastanienbaum b. Luzern	—	1912
»	Schwyzler-Ellsworth, Fritz , Kaufmann	Dolderstrasse 104	7	1913

		Stadtkr. Zürich	Mitglied seit
Hr.	Seeberger, Xaver , Dr. med. vet.	Trottestr. 11	6 1918
»	Seelig, Paul , Dr., Chemiker	Kastanienbaum b. Luz.	1919
»	Seiferle, Eugen , stud., Villa Forst	Kemptthal	— 1918
s »	Seiler, Ulrich , Dr., Prof. am kant. Gymnasium	Pestalozzistrasse 29	7 1901
»	Seitz, Johann , Dr. med.	Plattenstrasse 86	7 1874
»	Sidler, Ernst , Dr. med., Prof. f. Augenheilk. a. d. Univ.	Glärnischstrasse 40	2 1917
s »	Sigerist, Henry E. , Dr. med.	Ebelstrasse 7	7 1918
»	Sigg, Hermann Otto , Kaufmann, alte Landstr. 110	Küsnacht (Zürich)	— 1918
Fr.	Sigg, Martha , alte Landstrasse 110	Küsnacht (Zürich)	— 1918
s Hr.	Silberschmidt, William , Dr. med., Prof. an der Univ.	Zürichbergstrasse 54	7 1903
»	Slotopolsky, Benno , Dr., Assistent am Anatom. In- stitut der Universität	Bolleystrasse 45	6 1921
»	Sonder, Richard , stud. geol.	Herrliberg	— 1920
s »	Speiser, Andreas , Dr., Prof. Math. a. d. Universität	Talacker 40	1 1918
»	Sponagel, Paul , Dr., Chemiker	Bellariastr. 69	2 1914
Frl.	Stadtmann, Doris , cand. med.	Bergstr. 5	7 1918
»	Staelin, Markus , Dr., Ass. à la station fédérale d'essais viticoles	Lausanne	— 1919
»	Stähli, Jean , Dr. med., Priv.-Doz. f. Augenheilkunde a. d. Universität	Hadlaubstrasse 7	6 1917
»	Staub, Hans , cand. chem.	Gladbachstr. 54	7 1917
Fr.	Staub-Elmenhorst, Mary Ellen	Hauptpostlagernd Zürich	1919
Hr.	Staub, Paul , dipl. Chemiker	Rue Bergalonne 8, Genf	— 1919
s »	Staub, Rudolf , Dr., Geologe	Rieslingstr. 8	7 1911
s Fr.	Staub-Wagopoff, Sara , cand. geol.	Rieslingstr. 8	7 1911
s Hr.	Staub, Walter , Dr. sc. nat., Geologe, Pr.-Doz. a. d. Univ.	Grüner Weg 9, Bern	— 1911
s »	Staudinger, Herm. , Dr., Prof. der Chemie an der techn. Hochschule	Hadlaubstrasse 81	6 1912
»	Steiger, Karl , Kunstmaler	Kilchberg b. Zeh.	— 1910
s »	Steiner, Gotthold , Dr., Priv.-Doz.	Bern-Bümpliz, Heimstr. 15	— 1911
»	Steiner, Hans , Dr. phil.	Universitätstr. 65	6 1912
»	Steiner, Hans , Dr., Seminarlehrer	Kinkelstrasse 56	6 1919
»	Stieger, Anton , Dr.	Culmannstrasse 57	6 1921
s »	Stierlin, Hans , Dr., Prof. am kant. Gymnasium	Frohburgstrasse 63	6 1910
s »	Stodola, Aurel , Dr., Prof. Masch. a. d. techn. Hochschule	Freiestrasse 62	7 1894
s »	Stoll, Hermann , Dr. jur., Industrieller	Lavaterstr. 15	2 1918
s »	Stoll, Otto , Dr. med., a. Prof. der Geogr. a. d. Univ.	Klosbachstrasse 75	7 1875
»	Stoppani, Giovanni Ambrosio , Dr. med., Prof. an der Zahnarztschule der Universität	Bahnhofstrasse 30	1 1903
»	Straessle, Anton , Kaufmann	Alpenstr. 33	2 1918
s »	Strohl, Hans , Dr., Prof. Zool. a. d. Universität	Kapfsteig 50	7 1907
»	Stünzi, Walter , Fabrikant	Alpenstrasse 1	1 1920
»	Suter, Heinrich , Dr., a. Prof. am kant. Gymnasium	Dornach	— 1871
s »	Täuber, Karl Paul , Ingenieur	Rotbuchstrasse 32	6 1910
s »	Tank, Franz , Dr. Privatdoz., Ass. f. Physik	Sprensenbühlstr. 8	7 1919
s »	Thellung, Albert , Dr., Priv.-Doz. Bot. a. d. Univ.	Hegibachstrasse 42	7 1911
»	Tièche, Max , Dr. med., Priv.-Doz. a. d. Univ.	Bahnhofstr. 82	1 1920
s »	Tobler, Adolf , Dr., Prof. Elektr. a. d. techn. Hochschule	Winkelwiese 4	1 1873
s »	Treadwell, William D. , Dr. Prof. d. Chem. a. d. E. T. H.	Freudenbergstr. 146	6 1916
»	Trueb, Reinhold , Ingenieur, Fabrikant	Hombrechtikon	— 1911

		Stadtkr. Zürich	Mitglied seit
s Hr.	Tschulok, Sinai , Dr., Fachlehrer für Naturwissensch. und Privatdozent an der Universität	Gloriastrasse 68	7 1909
s »	Uehlinger, Arthur , stud. forest.	Stapferstrasse 3 II	6 1920
»	Ulrich, Alfred , Dr. med., Leiter der Epilept. Anstalt	Südstrasse 150	8 1903
»	Ulrich, Konrad , Dr. med.	Börsenstrasse 16	1 1912
»	Usteri-Pestalozzi, Eduard , Oberst	Thalacker 5	1 1918
s »	Veraguth, Otto , Dr. med., Prof. a. d. Universität	Gladbachstrasse 90	7 1903
»	Vetter, Hans J. , med. pract., Ass. am pathol. Inst. d. Univ.	Zürich	— 1920
»	Viollier, Raoul , Dr., Prof. a. d. höh. Töchterschule	Forchstrasse 145	7 1921
»	Vogel, Theodor , Apotheker	Seefeldstrasse 81	8 1916
Frl.	Vogel, Vera , cand. med.	Zürichbergstr. 6	7 1919
s Hr.	Volkart, Albert , Dr., Vorstand d. Schweiz. land- wirtschaftlichen Versuchsanstalt Oerlikon	Frohburgstrasse 67	6 1900
s »	Vonwiller, Paul , Dr. med. et phil., Anatom. Institut	Zürich	— 1919
»	Voorneveld, H. J. A. van , Dr. med.	Germaniastr. 58	6 1921
»	Walter, Theodor , Dr. med., prakt. Arzt	Wetzikon	— 1920
»	Walthard, Max , Dr. med. Prof. d. Gynäkologie a. d. Univ.	Voltastr. 16	7 1920
s »	Waser, Ernst , Dr., Chemiker. Priv.-Doz. a. d. Univ.	Büchnerstrasse 22	6 1915
»	Weber, Emil , Dr., Sekundarlehrer	Hotzestrasse 48	6 1911
»	de Weck, Alphonse , Dr. phil.	Hottingerstrasse 35	7 1920
»	Wegmann, Ernst , Dipl. agr.	Ämtlerstr. 15	3 1921
»	Wegmann, Gustav , Ingenieur	Hofstrasse 132	7 1898
s »	Wehrli, Hans , Dr., Prof. Geogr. an der Universität	Kurhausstrasse 11	7 1903
s »	Wehrli, Leo , Dr., Prof. Geol. a. d. höh. Töchterschule	Hochstrasse 60	7 1895
»	Wehrlin, Kurt , Dr. med.	Steinwiesstr. 17	7 1917
s »	Weiss, Pierre , Dr., Directeur de l'Inst. de Phys. de l'Univ. Strasbourg	—	1902
s »	Wettstein, Ernst , Dr., Prof. an der kant. Industrieschule	Attenhoferstrasse 34	7 1904
»	Weyl, Hermann , Dr., Prof. Math. a. d. techn. Hochschule	Tobelhofstrasse 20	7 1915
»	Widmer, Adolf , Dr. med.	Freigutstrasse 5	2 1916
»	Wiederkehr, Rudolf , Sekundarlehrer	Oberrieden b. Zeh.	— 1910
s »	Wiegner, Georg , Dr., Prof. Agr. Chem. a. d. techn. Hochschule	Neptunstr. 14	7 1913
»	Wiesmann, Theodor , Sekundarlehrer	Dreiwiesenstr. 9	7 1907
s »	Wild, Oscar , Dr. med., Privatdoz. a. d. Universität	Steinwiesstrasse 31	7 1911
s »	Winterstein, Ernst , Dr., Prof. Agr. Chem. a. d. techn. Hochschule	Physikstrasse 4	7 1893
»	Witzig, August , Stadtammann	Seewartstrasse 21	2 1919
s »	Wolfer, Alfred , Dr., Prof. Astron. an beiden Hochsch.	Sternwarte	6 1880
s »	Wolfer, Paul , Dr. med.	Weinplatz 7	1 1916
s »	Wünsche, Fritz , Dr., Assistent am pharmakol. Inst. d. Universität	Voltastrasse 59	7 1911
»	Wyss, Franz Jos. , Dr. med.	Haldeneggsteig 5	6 1920
»	v. Wyss, Georg , stud. chem.	Bärenegasse 19	1 1918
s »	Wyss, Hans Osk. , Dr. med., prakt. Arzt	Steinwiesstr. 37	7 1918
s »	Wyss, Max Oskar , Dr. med., Privatdoz. a. d. Univ.	Häldeliweg 17	7 1910
»	v. Wyss-Schindler, Wilhelm , Dr., Prof., Rektor der höhern Töchterschule (ält. Abt.)	Winkelwiese 5	1 1911

			Stadtkr. Mitgl. Zürich seit
Hr.	Wyssling, Walter , Dr., Prof. Elektr. an der techn. Hochschule	Wädenswil	— 1893
»	Yamasaki, Haruo , Dr. med., bei Hrn. Z. Matsuura, Miogadani, Koishikawa Tokyo, Japan		1920
s »	Zangger, Heinrich , Dr. med., Prof. an der Universität	Bergstrasse 25	7 1904
»	Zeller-Williger, Erwin , Ingenieur	Rütistrasse 10	7 1915
»	Ziegler, J. H. , Dr., Chemiker	Talstrasse 29	1 1921
»	Zietzschmann, Otto , Dr., Prof. Vet. Med. a. d. Universität	Seefeldstrasse 115	8 1907
»	Zölly-Veillon, Heinrich , Ingenieur, Dr. h. c.	Brunaustrasse 42	2 1910
s Frl.	Zollikofer, Clara , Dr. Assist. Bot. a. d. Universität	Obere Zäune 4	1 1919
Hr.	Zollinger-Jenny, Ernst , Fabrikant	Bellariastrasse 57	2 1884
»	Zschokke, Erwin , Dr. med., Prof. an der Universität	Selnaustrasse 36	1 1889
»	Zschokke, Theod. , Obstbautechniker a. d. eidg. Versuchsanstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau	Wädenswil	— 1912
s »	Zuppinger, Emil , Fabrikant	Wallisellen	— 1892
»	Zürcher, Ernst , Buchdrucker	Brunngasse 2	1 1906
s »	Zürcher, Joh. Friedr.	Bühler, Appenzell	— 1910
»	Zweifel, Fritz , Dipl.-Ing.	alle Landstrasse 398, Rüslikon	— 1918

XI.

Freie ausländische Mitglieder.

			Mitglied seit	Frei ausl. Mitgl.
s Hr.	Bluntschli, Hans , Dr. med., Prof. Anat. a. d. Univers., Gärtnerweg 54	Frankfurt a. M.	1904	1916
»	Driesch, Hans , Dr., Uferstrasse 52	Heidelberg	1892	1914
»	v. Eggeling, Heinrich , Dr. med., Prof. an d. Universität	Jena	1888	1914
s »	Emden, Rob. , Dr., Prof. an d. techn. Hochsch. (Phys.), Habsburgerstr. 4	München	1888	1914
s »	Ernst, Paul , Dr. med., Prof. an d. Univers., Graimbergw. 8	Heidelberg	1901	1914
»	v. Frey, Max , Dr. med., Prof. an der Universität	Würzburg	1898	1914
»	Goldschmidt, Heinrich , Dr., Prof. Chem. a. d. Univers.	Christiania	1881	1914
»	Höber, Rudolf , Dr. med., Prof. an d. Univers. (Physiol. Inst.)	Kiel	1889	1914
Hr.	Jordan, Hermann , Dr., Prof. Physiol., Frans Halsstraat 19	Utrecht	1903	1914
»	v. Laue, Max , Dr., Prof. Phys., Inst. für theor. Physik d. Univ.	Berlin	1912	1914
»	Lifschitz, Israel , Dr., Anorg. chem. Laborat. der Reichsuniversität	Groningen, Holland	1917	1921
»	Lorenz, Richard , Dr., Prof. Elektrochem. an der Univ.	Frankfurt a. M.	1897	1914
»	Martin, Paul , Dr., Prof. Anat. a. d. Univers., Johannesstr. 15	Giessen	1889	1914
»	Martin, Rudolf , Dr., Prof. Anthrop., Laplacestr. 24	München O. 27	1890	1916
s »	Maurizio, Adam , Dr., Prof. Bot. a. d. Hochschule	Lemberg	1902	1914
»	Mollison, Theod. , Dr., Prof.	Breslau, Anatomie	1905	1914
»	Morton, Friedrich , Dr., Universität, Wien I		1915	1920
»	Sauerbruch, F. , Geh.-Rat, Prof., Dr., Chirurg. Klinik, München		1911	1920
s »	Schall, Karl , Dr., Prof. Chem. an der Universität, Sternwartenstr. 79	Leipzig	1889	1914
»	Stix, Oswald , Dr. ing., Ingenieur, Seidlgasse 14	Wien III	1908	1914
»	Weber, Friedr. , Dr., Geologe, Nederlandsche Coloniale Petroleum Maatschappy, Koningsplein W 20	Batavia-Weltevreden	1904	1914
»	Zschokke, Markus , Dr. med., vet., Tierarzt	Pretoria (S.-Afr.)	1917	1920

XII.

A. Vorstand.

	Antritts- jahr
Präsident: Hr. Frei, W. , Dr., Prof., Zollikon, Höhestr. 68	1920-1922
Vizepräsident: » Quervain, Alfred A. de , Dr., Prof., Gloristr. 68	1920-1922
Sekretär: » Schlaginhaufen, O. , Dr., Prof., Susenbergstrasse 94	1920-1924
Quästor: » Baumann-Naef, M. , Dr., Tödistrasse 39	1920-1926
Redaktor: » Schinz, Hans , Dr., Prof., Seefeldstr. 12	1918-1924
Vertreter in der Kommission der Zentralbibliothek:	
Hr. Rikli, M. , Dr., Prof., Gladbachstrasse 44	1916-1922
Vertreter im Senat der S. N. G.:	
Hr. Frei, W. , Dr. Prof.	1919-1922
» Schlaginhaufen, Otto , Dr., Prof. (Stellvertreter)	1919-1922
Beisitzer: » Bosshard, E. , Dr., Prof., alte Beckenhofstr. 48	1920-1922
» Kienast, A. , Dr., Küsnacht (Zürich)	1920-1922
» Rübel, E. , Dr., Zürichbergstrasse 30	1920-1922

B. Rechnungsrevisoren 1920-1922.

Hr. **Escher, Wilhelm Caspar**
 » **Bommer, Albert**, Apotheker

Abwart: Hr. **Zeller, Adolf**, Maler, Zürich 3, Stationsstr. 19.

Mitgliederbestand.

	Auf 31. Dezember 1921
I. Ehrenmitglieder	9
II. Korrespondierende Mitglieder	4
III. Ordentliche Mitglieder	517
IV. Freie ausländische Mitglieder	22
	552



Preise für Separata aus der Vierteljahrsschrift.

Der Autor erhält von der Gesellschaft 50 Freiexemplare ohne Umschlag geheftet, weitere Exemplare ohne Umschlag sind zu nachstehenden Preisen erhältlich:

	25 Exempl.	50 Exempl.	75 Exempl.	100 Exempl.	125 Exempl.	150 Exempl.	175 Exempl.	200 Exempl.	225 Exempl.	250 Exempl.	275 Exempl.	300 Exempl.
	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.
$\frac{1}{8}$ Bogen = 2 Seiten	1.50	3. —	4.50	6. —	7.25	8.70	10.15	11.60	12.60	14. —	15.40	16.80
$\frac{1}{4}$ „ = 4 „	2.30	4.60	6.90	9.20	11. —	13.20	15.40	17.60	18.90	21. —	23.10	25.20
$\frac{1}{2}$ „ = 8 „	3.85	7.70	11.55	15.40	18.25	21.90	25.55	29.20	31.95	34.50	37.95	41.40
$\frac{1}{1}$ „ = 16 „	6.95	13.90	20.85	27.80	32.75	39.30	45.85	52.60	55.35	61.50	67.65	72.70
Umschläge mit dem Titel der Abhandlung	16.—	18. —	20. —	22. —	24. —	26. —	28. —	30. —	32. —	34. —	36. —	38. —

Die Kosten für Heften und Beschneiden sind in diesen Preisen inbegriffen, nicht aber diejenigen für allfällige Tafeln.

Die „**Vierteljahrsschrift**“ der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich — in Kommission bei Beer & Co. — kann durch jede Buchhandlung bezogen werden. Bis jetzt sind erschienen Jahrgang 1—65 (1856—1920) als Fortsetzung der in 4 Bänden (1847—1855) veröffentlichten „Mitteilungen“ der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich. Der Verkaufspreis der Jahrgänge 51—61 beträgt Fr. 12.—, Jahrgang 62 und 63 je Fr. 22.—. Ältere Jahrgänge sind, soweit noch vorhanden, zu reduzierten Preisen erhältlich. Der 41. Jahrgang — Festschrift der Naturforschenden Gesellschaft zur Feier ihres 150jährigen Bestehens — kostet 20 Fr., der 64. Jahrgang (1919) Fr. 40.—, der 65. (1920) Fr. 34.—.

Die seit 1799 in ununterbrochener Folge von der Gesellschaft herausgegebenen „**Neujahrsblätter**“ sind ebenfalls durch die Buchhandlung Beer & Co. zu beziehen.

Seit 1875 sind erschienen:

P. Arbenz: Über Karrenbildungen. 1913. G. Asper: Wenig bekannte Gesellschaften kleiner Tiere. 1881. R. Billwiler: Kepler als Reformator der Astronomie. 1878. Die meteorologische Station auf dem Säntis. 1888. Ernst Blumer: Geschichte des Erdöls. Bilder aus der Vergangenheit unseres Planeten. 1920. K. Bretscher: Zur Geschichte des Wolfes in der Schweiz. 1906. H. Brockmann-Jerosch: Surampfele und Surchrut. 1921. C. Cramer: Bau und Wachstum des Getreidehalmes. 1889. M. Dügge: Die Schwefelbakterien. 1919. A. Forel: Die Nester der Ameisen. 1893. H. Fritz: Aus der kosmischen Physik. 1875. Die Sonne. 1885. U. Grubenmann: Ueber die Rutilnadeln einschliessenden Bergkrystalle vom Piz Aul im Bündneroberland. 1899. Dr. David Friedrich Wiser (1802—1878). Lebensbild eines Zürcher Mineralogen. 1918. C. Hartwich: Das Opium als Genussmittel. 1898. Alb. Heim: Einiges über die Verwitterungsformen der Berge. 1874. Ueber Bergstürze. 1882. Geschichte des Zürichsees. 1891. Die Gletscherlawine an der Altels am 11. September 1895 (unter Mitwirkung von L. Du Pasquier und F. A. Forel). 1896. Neuseeland. 1905. Der Bau der Schweizeralpen. 1908. Arn. Heim: Über Grönlands Eisberge. 1911. Auf dem Vulkan Smeru auf Java. 1916. Th. Herzog: Reisebilder aus Ostbolivia. 1910. K. Hescheler: *Sepia officinalis* L. Der gemeine Tintenfisch. 1902. Der Riesenhirsch. 1909. J. Jaggi: Die Wassernuss und der Tribulus der Alten. 1884. Die Blutbuche zu Buch am Irchel. 1894. C. Keller: Über Farbenschutz in der Tierwelt. 1879. A. Lang: Geschichte der Mammutfunde (mit Bericht über den Fund in Niederweningen). 1892. G. Lunge: Beleuchtung sonst, jetzt und einst. 1900. C. Moesch: Wohin und warum ziehen unsere Vögel. 1877. Der japanische Riesensalamander und der fossile Salamander von Oeningen. 1887. J. Pernet: Hermann v. Helmholtz. 1895. A. de Quervain: Aus der Wolkenwelt. 1912. M. Rikli: Kultur und Naturbilder von der spanischen Riviera. 1907. Eine Frühlingsfahrt nach Kreta 1917. F. Rudio: Zum hundertsten Neujahrsblatt der Naturforschenden Gesellschaft. 1898. E. Schär: Das Zuckerrohr. 1890. H. Schinz: Schweizerische Afrika-Reisende und der Anteil der Schweiz an der Erschliessung und Erforschung Afrikas überhaupt. 1904. Otto Schlaginhaufen: Die wichtigsten fossilen Reste des Menschengeschlechts. 1914. Die Technik der künstlichen Fischzucht. Tabelle zur leichten Bestimmung der Fische der Schweiz. Fischfauna des Kantons Zürich. 1880. C. Schröter: Die Flora der Eiszeit. 1883. Der Bambus. 1886. Die Schwebeflora unserer Seen (das Phytoplankton). 1897. Die Palmen und ihre Bedeutung für die Tropenbewohner. 1901. Leo Wehrli: Der versteinerte Wald zu Chemnitz. 1915. A. Weilenmann: Über die Luftströmungen, insbesondere die Stürme Europas. 1876. Die elektrischen Wellen und ihre Anwendung zur drahtlosen Strahlentelegraphie nach Marconi. 1903.

Zur Beachtung.

Die Bücherbestände der Naturforschenden Gesellschaft, die mit dem 1. Januar 1916 in den Besitz und damit auch in die Verwaltung der Zentralbibliothek übergegangen sind, stehen den Mitgliedern unserer Gesellschaft nach Massgabe der Benutzungsordnung der Zentralbibliothek zur Verfügung.

118 x 6 1/2

22.049.4

Vierteljahrsschrift
der
Naturforschenden Gesellschaft
in
Zürich.

Herausgegeben

von

Prof. Dr. HANS SCHINZ

Direktor des Botanischen Gartens und Museums der Universität Zürich.

Siebenundsechzigster Jahrgang. 1922.

Mit 3 Porträts und 28 Abbildungen.

22.049

Zürich,
in Kommission bei **Beer & Co.** in **Zürich**
1922.

Gründungsjahr der Gesellschaft 1746.

S. 1—176

ausgegeben am 30. Juni 1922.

S 177—429 und I—LIII

ausgegeben am 31. Dezember 1922.

Inhalt.

Erster Teil:

Abhandlungen.

	Seite
Dr. R. Billwiller. Der Firnzuwachs pro 1920/21 in einigen schweizerischen Firngebieten. VIII. Bericht der Gletscherkommission der Physikalischen Gesellschaft Zürich	20
Ausgegeben als Separatabdruck am 20. März 1922.	
R. Billwiller. Der Firnzuwachs pro 1921/22 in einigen schweizerischen Firngebieten. IX. Bericht der Gletscherkommission der Physikalischen Gesellschaft Zürich	388
Ausgegeben als Separatabdruck am 23. Dezember 1922.	
Alfred Ernst. Chromosomenzahl und Rassenbildung	75
Ausgegeben als Separatabdruck am 30. Juni 1922.	
Jakob Früh zum 70. Geburtstag	167
(Phot. Aufnahme von C. Ruf, Zürich.)	
Ausgegeben als Separatabdruck am 22. Juni 1922.	
Ernst Furrer. Begriff und System der Pflanzensukzession	132
Ausgegeben als Separatabdruck am 30. Juni 1922.	
August Hayek. <i>Cerastium uniflorum</i> Clairv. var. <i>Hegelmaieri</i> Correns, die Kalkrasse des <i>C. uniflorum</i>	67
Ausgegeben als Separatabdruck am 30. Juni 1922.	
Albert Heim. Geologische Nachlese	45
Ausgegeben als Separatabdruck am 30. Juni 1922.	
Karl Hescheler. Über <i>Leucochloridium</i>	157
Ausgegeben als Separatabdruck am 30. Juni 1922.	
Karl Hescheler. Moschusochsenreste aus dem Kanton Schaffhausen	372
Ausgegeben als Separatabdruck am 23. Dezember 1922.	
A. Kiefer. Eine Tetraederaufgabe	15
Ausgegeben als Separatabdruck am 20. März 1922.	
A. Kiefer. Über Regelflächen zweiten Grades	381
Ausgegeben als Separatabdruck am 23. Dezember 1922.	
A. Kienast. Erweiterungen des Abelschen Satzes für Potenzreihen und ihre Umkehrungen	209
Ausgegeben als Separatabdruck am 25. November 1922.	
Ernst Meissner. Elastische Oberflächenwellen bei Mitschwingen einer trägen Rindenschicht	1
Ausgegeben als Separatabdruck am 20. März 1922.	
Joh. Jakob Menzi. Referat über die Untersuchung von A. Bychowsky zur Entwicklungsgeschichte, insbesondere der Nephridien von <i>Clepsine sexoculata</i> Bergmann	9
Ausgegeben als Separatabdruck am 20. März 1922.	

	Seite
Gunnar Samuelsson. Zur Kenntnis der Schweizer Flora	224
Ausgegeben als Separatabdruck am 23. Dezember 1922.	
Hans Schinz. Der Pilzmarkt der Städte Zürich und Winterthur der Jahre 1920 und 1921 im Lichte der städtischen Kontrolle	109
Ausgegeben als Separatabdruck am 30. Juni 1922.	
Hans Schinz und Henry Sigerist. Notizen zur schweizerischen Kulturgeschichte	394
55. Ferdinand Rudio: Die Eulerausgabe (Fortsetzung)	396
56. A. de Quervain: Aufstellung des grossen Universalseismographen in der Erdbebenwarte Zürich	399
57. A. de Quervain: Beginn regelmässiger meteorologischer Beobachtungen auf dem Jungfrauoch in 3454 m Höhe	400
58. Nekrologe: Otto Busse, Heinrich Suter, Traugott Sandmeyer, Otto Stoll, Eugen Bolleter, Konrad Escher-Schindler, Fritz Bützberger, Ernst Sidler-Huguenin, Gabriel Narutowicz	401
Ausgegeben als Separatabdruck am 31. Dezember 1922.	
A. Schnyder. Botanische Beobachtungen in Wädenswil und Umgebung. 1920/21	70
Ausgegeben als Separatabdruck am 30. Juni 1922.	
Dr. A. v. Schulthess Rechberg. Zur Kenntnis äthiopischer Vespiden (Hym.)	30
Ausgegeben als Separatabdruck am 20. März 1922.	
H. Schwarz und G. Laupper. Von der Heukohle zur Naturkohle. Eine kritisch-vergleichende Studie über die Genesis beider Kohlen	268
Ausgegeben als Separatabdruck am 23. Dezember 1922.	
Richard A. Sonder. Über die Ursachen der Erdkontraktion	177
Ausgegeben als Separatabdruck am 31. Juli 1922.	
Dr. F. G. Stebler zum 11. August 1922	199
(Phot. Aufnahme von C. Ruf, Zürich.)	
Ausgegeben als Separatabdruck am 11. August 1922.	

NB. Die Separatabdrucke sind nicht im Buchhandel zu haben.

Zweiter Teil: Sitzungsberichte.

	Seite
Prof. Dr. Otto Schlaginhaufen. Sitzungsberichte von 1922	I
Darin sind folgende Autoreferate enthalten:	
Prof. Dr. Eugen Bleuler: Über die naturwissenschaftliche Auf- fassung des Bewusstseins	XXVI
Dr. med. Paul Cattani: Über die Psychologie des Tätowierens	XXVIII
Dr. ing. Walter Dällenbach: Der Grossgleichrichter und die Zusammenarbeit von Wissenschaft und Technik in der Industrie	XXIV
Prof. Dr. Alfred Ernst: Chromosomenzahl und Rassenbildung	V
Dr. Arnold Heim: Über Vogelstimmen und Tonschrift	XXXIV
Prof. Dr. Walter Hess: Über Zahnkaries	XI
Dr. J. Hug: Allerhand Neues aus der Geologie von Zürich	XXXIII
Prof. Dr. Paul Niggli: Die Struktur der Kristalle und ihre Er- forschung	XXII
Priv.-Doz. Dr. med. Rothlin: Die Kolloide und ihre Bedeutung für die Biologie	VIII
Prof. Dr. P. Scherrer: Die gegenwärtigen Anschauungen über den genetischen Zusammenhang der chemischen Elemente	XXXIII
Dr. Paul Schläpfer: Über Fortschritte auf dem Gebiete der Brennstoffforschung	IX
Prof. Dr. W. Silberschmid: Vererbung und Krankheit	III
—————	
Exkursionen:	
Prof. Dr. Schlaginhaufen. Exkursion nach Baden-Teufelskeller- Wettingen	XXIV
—————	
M. Baumann-Naef. Bericht des Quästors über die Rechnung der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich für das Jahr 1921	XIII
Otto Schlaginhaufen. Bericht des Sekretärs über die wis- senschaftliche Tätigkeit und den Bestand der Naturforschen- den Gesellschaft in Zürich 1921/22	XVII
Hans Schinz. Bericht des Redaktors	XIX
M. Rikli: Bibliothekbericht	XX
—————	
Verzeichnis der Mitglieder der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich auf den 31. Dezember 1922	XXXVII

Die Separatabdrucke sind nicht im Buchhandel zu haben.

Erster Teil



Abhandlungen



1922. 114. 4

Vierteljahrsschrift
der
Naturforschenden Gesellschaft
in
Zürich.

Herausgegeben

von

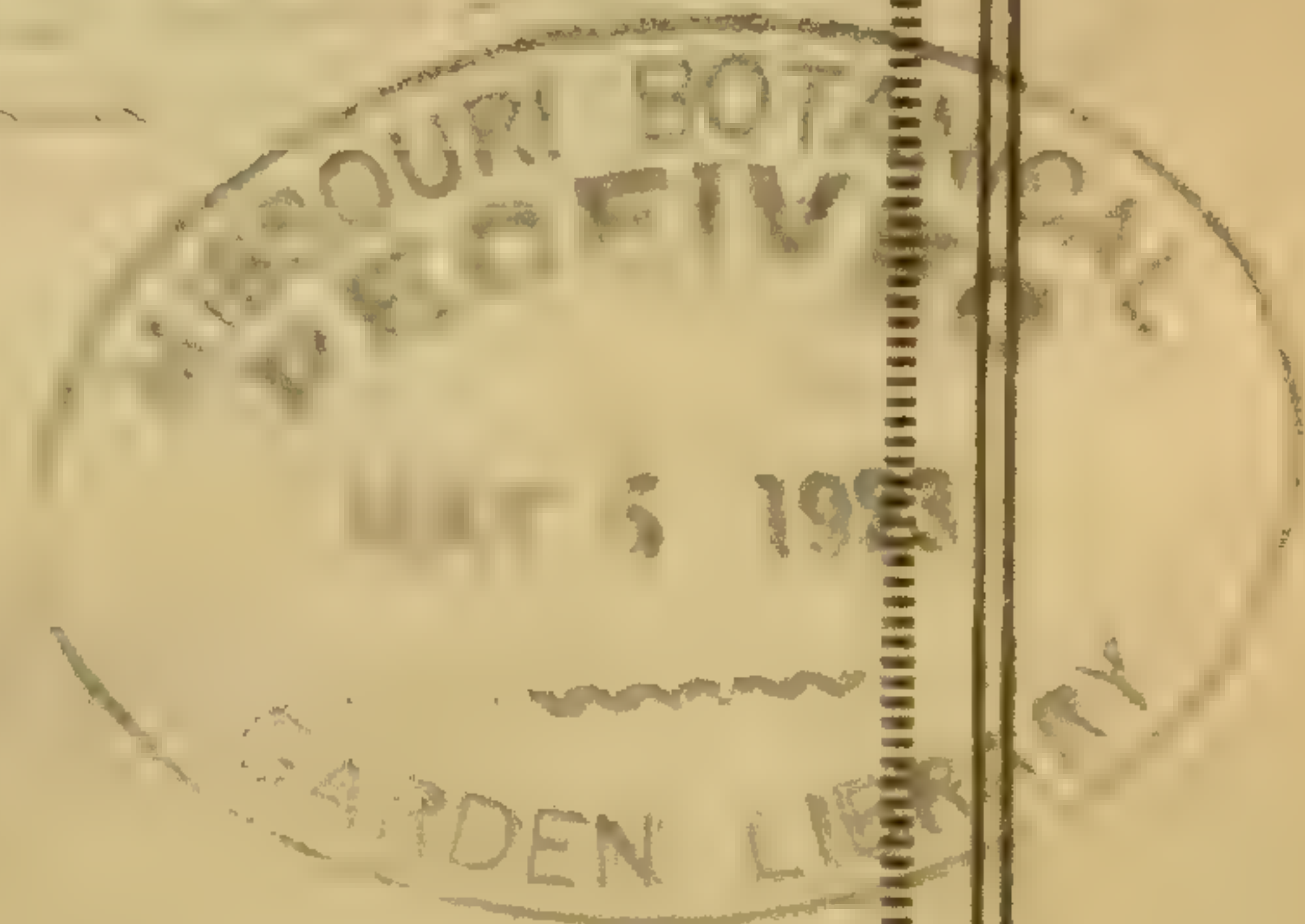
Prof. Dr. **Hans Schinz**

Direktor des Botanischen Gartens und Museums der Universität Zürich.

Siebenundsechzigster Jahrgang. 1922. Erstes und Zweites Heft.

Ausgegeben am 30. Juni 1922.

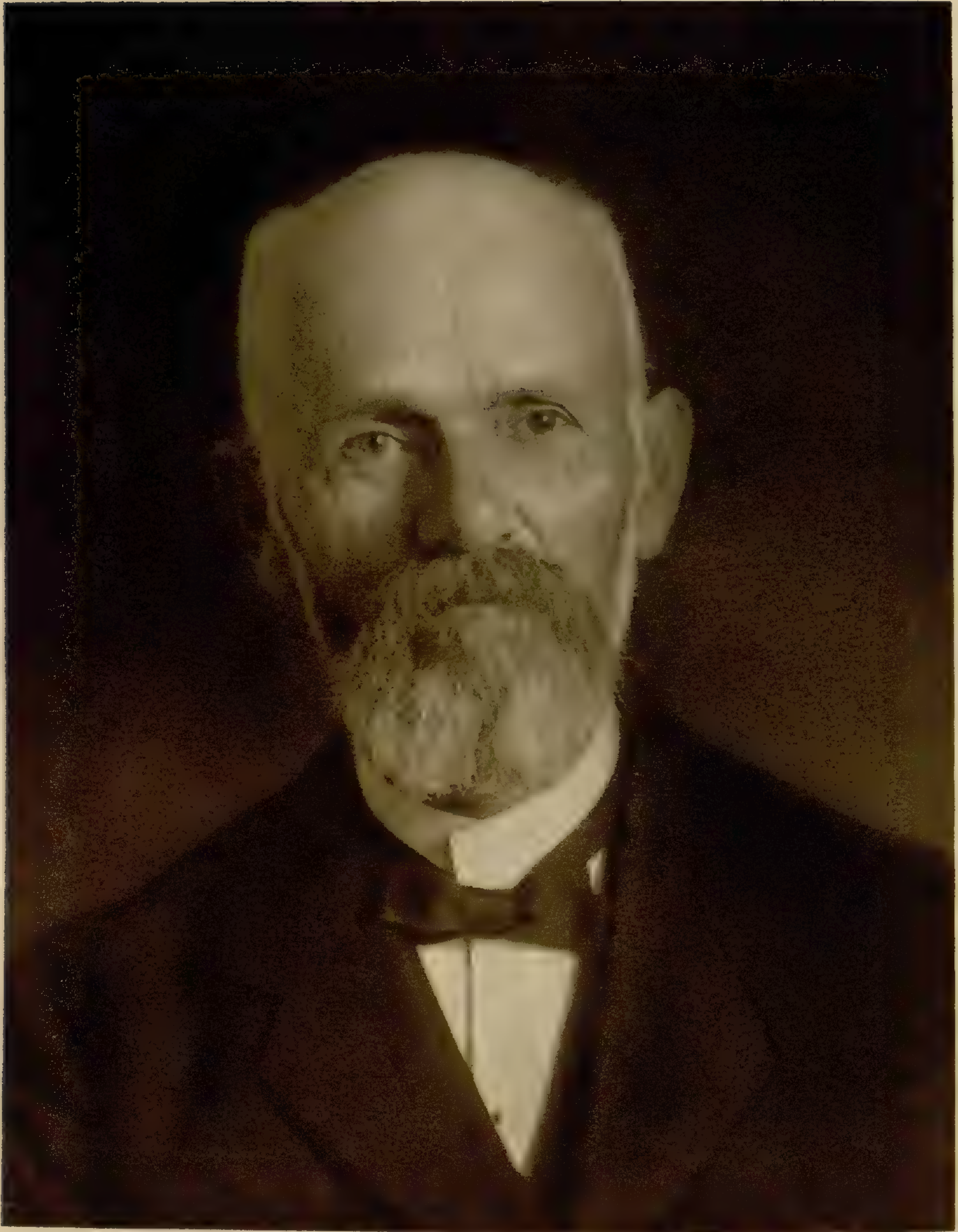
Zürich,
in Kommission bei Beer & Co.
1922.



Inhalt.

	Seite
Ernst Meissner. Elastische Oberflächenwellen bei Mitschwingen einer trägen Rindenschicht	1
Ausgegeben als Separatabdruck am 20. März 1922.	
Joh. Jakob Menzi. Referat über die Untersuchung von A. Bychowsky zur Entwicklungsgeschichte, insbesondere der Nephridien von <i>Clepsine sexoculata</i> Bergmann	9
Ausgegeben als Separatabdruck am 20. März 1922.	
A. Kiefer. Eine Tetraederaufgabe	15
Ausgegeben als Separatabdruck am 20. März 1922.	
Dr. R. Billwiller. Der Firnzuwachs pro 1920/21 in einigen schweizerischen Firngebieten. VIII. Bericht der Gletscherkommission der Physikalischen Gesellschaft Zürich	20
Ausgegeben als Separatabdruck am 20. März 1922.	
Dr. A. v. Schulthess Rechberg. Zur Kenntnis äthiopischer Vespiden (Hym.)	30
Ausgegeben als Separatabdruck am 20. März 1922.	
Albert Heim. Geologische Nachlese	45
Ausgegeben als Separatabdruck am 30. Juni 1922.	
August Hayeck. <i>Cerastium uniflorum</i> Clairv. var. <i>Hegelmaieri</i> Correns, die Kalkrasse des <i>C. uniflorum</i>	67
Ausgegeben als Separatabdruck am 30. Juni 1922.	
A. Schnyder. Botanische Beobachtungen in Wädenswil und Umgebung. 1920/21	70
Ausgegeben als Separatabdruck am 30. Juni 1922.	
Alfred Ernst. Chromosomenzahl und Rassenbildung	75
Ausgegeben als Separatabdruck am 30. Juni 1922.	
Hans Schinz. Der Pilzmarkt der Städte Zürich und Winterthur der Jahre 1920 und 1921 im Lichte der städtischen Kontrolle	109
Ausgegeben als Separatabdruck am 30. Juni 1922.	
Ernst Furrer. Begriff und System der Pflanzensukzession	32
Ausgegeben als Separatabdruck am 30. Juni 1922.	
Karl Hescheler. Über <i>Leucochloridium</i>	157
Ausgegeben als Separatabdruck am 30. Juni 1922.	
Jakob Früh zum 70. Geburtstag	167
Ausgegeben als Separatabdruck am 22. Juni 1922.	

NB. Die Separatabdrücke sind nicht im Buchhandel zu haben.



STUDIO & OF A. A. HUGH

T. Frick

Elastische Oberflächenwellen bei Mitschwingen einer trägen Rindenschicht.

Von
ERNST MEISSNER.

(Als Manuskript eingegangen am 22. Dezember 1921.)

Solange die seismologische Praxis nicht imstande ist, die Bewegungsvorgänge bei der Ausbreitung elastischer Bebenwellen genau festzustellen, können die verwickelten Bebenaufzeichnungen nur an Hand theoretischer Einsichten gedeutet werden. Was etwa zu erwarten ist, wird man in den grössten Zügen erfassen, wenn man über das Erdinnere einfachere, der Rechnung zugängliche Annahmen macht, wie rein elastisches Verhalten, Isotropie usw. So fusst die Theorie der 1. und 2. Vorläufer auf der Annahme einer isotropen elastischen Erdkugel, die in konzentrischen Kugelflächen homogen ist. So gründet sich die Theorie des Hauptbebens auf die RAYLEIGHschen Oberflächenwellen in einem homogenen Halbraum. Will man mehr als die grössten Züge der Erscheinung erfassen, so muss man die Voraussetzungen der Wirklichkeit besser anpassen. Schon die Oszillationen der Bodenbewegung werden ja durch die erwähnten Annahmen nicht erklärt. Jede Verfeinerung der Theorie wird vor allem die Einflüsse der Erdrinde berücksichtigen müssen. Diese Einflüsse sind zahlreich, und es ist schwer zu sagen, welche von ihnen unter gegebenen Verhältnissen vorwiegen. Dass die geologische Struktur eine Rolle spielt ist klar und ist neuerdings im grossen für den Rand der nordrussischen Platte festgestellt worden. Indessen sind gerade diese lokalen Einflüsse theoretisch schwer zu fassen. So wichtig sie an sich sind, wird man vorerst versuchen, allgemeinere Einwirkungen der Rindenschicht klar zu legen. A. E. H. LOVE¹⁾ hat damit einen Anfang gemacht, dass er über dem homogenen Erdkern eine homogene Rindenschicht von anderer elastischen Beschaffenheit annahm und nachwies, dass dann Dispersion der Hauptwellen eintritt. Ich habe für Querwellen seine Untersuchungen ausgedehnt auf eine Erdrinde, deren Beschaffenheit

¹⁾ Some Problems of Geodynamics. Cambridge 1912.

unserm heutigen Wissen darüber entspricht.²⁾ In dem vorliegenden Aufsatz wird eine andere Einwirkung der Rindenschicht behandelt. Man kann sich vorstellen (und es ist diese Auffassung schon in Fachkreisen vertreten worden), dass gewisse lose Gesteine der äussersten Erdrinde überhaupt nicht mehr an der elastischen Kraftübertragung teilnehmen. Sie wirken alsdann auf den Untergrund nur noch als träge Belastungen, die seine elastischen Bewegungen mitmachen, mitbeschleunigt werden, ohne jedoch gegenseitig auf einander Spannungen zu übertragen. Es wird im folgenden diese Einwirkung dadurch zum Ausdruck gebracht, dass an der Oberfläche eines homogenen elastischen Halbraums eine homogene Massenbelegung angenommen wird. Die ganze nicht elastische Rindenschicht wird also in die Begrenzungsebene des elastischen Untergrundes kondensiert, was wegen ihrer unbedeutenden Dicke zulässig sein dürfte.

Das Resultat der Untersuchung ist folgendes:

Es existieren Querwellen Q , d. h. Oberflächenwellen, die horizontal und quer zur Fortpflanzungsgeschwindigkeit schwingen. Sie zeigen Dispersion. Die ganz langen laufen annähernd mit der Geschwindigkeit der 2. Vorläufer, kürzere laufen wesentlich langsamer.

Es existieren ferner Wellen, die wie die RAYLEIGHschen in einer Vertikalebene durch die Fortpflanzungsrichtung schwingen. Sie zerfallen in zwei Gruppen, die regulären R_1 -Wellen und die irregulären R_2 -Wellen. Beide zeigen Dispersion. Lange R_1 -Wellen verhalten sich nahezu wie eigentliche RAYLEIGH-Wellen, kurze laufen langsamer. Die Vertikalbewegung überwiegt die horizontale. Lange R_2 -Wellen laufen dagegen annähernd mit der Geschwindigkeit der 2. Vorläufer, kurze wieder wesentlich langsamer. Bei dieser Wellenart herrscht die Horizontalbewegung vor. Die Wellenlänge dieser Gruppe hat ein Maximum L_2 . Wellen von annähernd dieser Länge dringen tief ins Innere des Erdkörpers ein. Sie werden also bei geringen Herdtiefen nicht mehr in Betracht fallen.

In der beigegebenen Figur sind die Dispersionskurven für alle drei Wellenarten aufgezeichnet.

1. Querwellen.

Ein unendlicher homogener und isotroper elastischer Halbraum $z > 0$ liege vor. Die X - und Y -Axe eines rechtwinkligen Axensystems werden in die Begrenzungsebene $z = 0$ gelegt, die $+Z$ -Axe weist ins Innere des Halbraums.

²⁾ Elastische Oberflächenwellen mit Dispersion. Diese Zeitschrift, LXVI (1921).

Bei einer Querwelle, die sich in der x -Richtung fortpflanzt, erleiden die Körperteilchen nur Verschiebungen v parallel zur y -Richtung, die von y selbst unabhängig sind. Es genügt v als Funktion des Ortes und der Zeit der Wellengleichung

$$\varrho \cdot \frac{\partial^2 v}{\partial t^2} = \mu \left\{ \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} \right\} \quad (1)$$

Hier ist ϱ die Dichte, μ der Torsionsmodul des Materials.

Die freie Körperoberfläche $z = 0$ denke man sich mit sehr vielen, sehr kleinen Massenteilchen regelmässig besetzt. Sie nehmen an der Bewegung der elastischen Unterlage teil, ohne sich jedoch gegenseitig zu beeinflussen. Ihre Beschleunigungen erhalten sie dann ausschliesslich durch die Spannungen an der Oberfläche des Halbraums. Bei Querwellen sind dies Schubspannungen parallel zur y -Axe, die sich aus der Gleichung

$$\tau_{yz} = \mu \frac{\partial v}{\partial z} \quad (2)$$

berechnen. Ist nun ω die Dichte der Massenbelegung pro Flächeneinheit, so gilt für die Bewegung eines Elementes derselben:

$$\omega \frac{\partial^2 v}{\partial t^2} = \tau_{yz}$$

$$\text{oder also für } z = 0 \quad \omega \cdot \frac{\partial^2 v}{\partial t^2} = \mu \cdot \frac{\partial v}{\partial z} \quad (3)$$

Der Ansatz

$$v = A \cdot e^{-sz} \cdot \cos(fx + pt) \quad (4)$$

kann allen diesen Bedingungen genügen. Er stellt eine an der Oberfläche verlaufende Welle dar, wenn noch die Bedingung

$$s > 0 \quad (5)$$

erfüllt wird. Dabei ist

$$\frac{2\pi}{f} = l \text{ die Wellenlänge, } q = \frac{p}{f} \text{ die Wellengeschwindigkeit.}$$

Die Amplitude A der Bewegung bleibt willkürlich. Dagegen folgt aus (1) und (3)

$$-p^2 = c^2 (s^2 - f^2) \quad \mu s = \omega p^2 \quad (6)$$

Folgende Abkürzungen werden eingeführt:

$$\sqrt{\frac{\mu}{\varrho}} = c = \text{der Ausbreitungsgeschwindigkeit reiner Schiebungswellen} \\ (2. \text{ Vorläufer}).$$

$\frac{q}{c} = K$ die Geschwindigkeit der Querwelle gemessen durch c .

$L = \frac{\rho}{2\pi\omega} \cdot l$ die Querwellenlänge gemessen im Mass $l^* = 2\pi \cdot \frac{\omega}{\rho}$.

endlich $S = \frac{s}{f}$.

$$\text{Es wird (6) zu } K^2 + S^2 = 1 \quad K^2 = L S$$

woraus

$$K^4 + L^2 K^2 - L^2 = 0$$

$$\text{mit der Lösung } K = + \sqrt{-\frac{L^2}{2} + L \sqrt{\frac{L^2}{4} + 1}} \quad (\text{I})$$

$$\text{und } S^2 = 1 + \frac{L^2}{2} - \sqrt{\left(\frac{L^2}{2} + 1\right)^2 - 1}$$

Aus der letzten Formel ergibt sich, dass auch Bedingung (5) sich stets eindeutig erfüllen lässt.

Die Beziehung (I) gibt die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Querwelle als Funktion der Wellenlänge. Die Querwellen zeigen also Dispersion. Es laufen lange Wellen rascher, als kurze. Die Kurve Q in Fig. 1 zeigt das zugehörige Schaubild. Lange Wellen laufen nahezu mit der Geschwindigkeit c der 2. Vorläufer, kürzere können jedoch wesentlich dahinter zurückbleiben. Für ganz kurze Wellen gilt (I) nicht mehr; denn dann ist der Ersatz der Rindenwirkung durch eine Oberflächenbelegung nicht mehr zulässig. Es bezeichne h die Rindendicke, d. h. die Dicke, die der Rinde zuzuschreiben ist, wenn man ihre Dichte gleich ρ setzt und sie einer Oberflächenbelegung ω äquivalent ist. Es ist $h = \frac{\omega}{\rho}$ und es wird

$$l^* = 2\pi h$$

Die Welle von der Länge $L = 1$ ist noch rund 6 mal länger als h . Formel (I) wird für sie die Verhältnisse noch gut darstellen und erst bei wesentlich kleineren Werten ihre Gültigkeit verlieren.

2. RAYLEIGH-Wellen.

In dem mit Masse belegten Halbraum sind auch Wellen möglich, die nach Art der RAYLEIGHschen Oberflächenwellen schwingen und die hier als R -Wellen bezeichnet werden sollen.

Die Wellen mögen in der x -Richtung fortschreiten. Die Bewegung der Teilchen erfolgt in der xz -Ebene. Es seien u, w die Verschiebungskomponenten. Sie genügen den Differentialgleichungen der elastischen Bewegung

$$\left. \begin{aligned} \rho \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} &= \mu \Delta^2 u + (\lambda + \mu) \frac{\partial \Theta}{\partial x} \\ \rho \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} &= \mu \Delta^2 w + (\lambda + \mu) \frac{\partial \Theta}{\partial z} \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

wobei
$$\Theta = \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial w}{\partial z} \quad (7')$$

die räumliche Dilatation bedeutet und λ, μ die Elastizitätskoeffizienten sind. Für ein Element der Oberfläche gelten die Bewegungsgleichungen:

$$\left. \begin{aligned} \omega \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} &= \tau_{xz} = \mu \left(\frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial x} \right) \\ \omega \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} &= \sigma_z = 2 \mu \frac{\partial w}{\partial z} + \lambda \Theta \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

Hiebei sind die bekannten Ausdrücke der Spannungen durch die Verschiebungen verwendet worden.

Man kann all' diesen Forderungen genügen durch den Ansatz

$$\left. \begin{aligned} u &= -i \frac{f}{h^2} P e^{-rz+i(fx+pt)} + A e^{-sz+i(fx+pt)} \\ w &= \frac{r}{h^2} P e^{-rz+i(fx+pt)} + C e^{-sz+i(fx+pt)} \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

Macht man
$$if A = s C \quad (10)$$

so wird zunächst
$$\Theta = P e^{-rz+i(fx+pt)}$$

Man setze
$$k^2 = \frac{\rho p^2}{\mu} = \frac{p^2}{c^2} \quad ^1) \quad h^2 = \frac{\rho p^2}{\lambda + 2\mu} \quad (11)$$

Die Gleichungen (7) sind erfüllt, wenn

$$r^2 + h^2 = f^2 \quad s^2 + k^2 = f^2 \quad (12)$$

Die Randbedingungen (8) geben zwei weitere lineare Beziehungen zwischen P, A und C von der Form:

$$\left. \begin{aligned} if \cdot \frac{P}{h^2} [np^2 - 2r] &= A [np^2 - s] + if C \\ \frac{P}{h^2} [np^2 r - 2f^2 + k^2] &= C (2s - np^2) \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

$n = \frac{\omega}{\mu}$

Die Determinante der Gleichungen (10) und (13) gleich null gesetzt ergibt als Bedingung ihrer Lösbarkeit:

$$f^2 [np^2 - 2r] [np^2 - 2s] - [np^2 r - 2f^2 + k^2] [np^2 s - 2f^2 + k^2] = 0 \quad (14)$$

¹⁾ c bedeutet wieder die Ausbreitungsgeschwindigkeit reiner Schiebungswellen.

Dies wird übersichtlicher bei Einführung folgender Abkürzungen:

$$q = \frac{p}{f} \quad K = \frac{k}{f} \quad H = \frac{h}{f} \quad R = \frac{r}{f} \quad S = \frac{s}{f} \quad l = \frac{2\pi}{f}$$

$$l^* = 2\pi \frac{\omega}{\varrho} \quad L = \frac{l}{l^*} = \frac{\varrho}{f\omega} \quad (15)$$

Die grossen Buchstaben sind dimensionslose Zahlen, zwischen denen wegen (12) die Beziehungen bestehen:

$$R^2 + H^2 = 1 \quad S^2 + K^2 = 1 \quad (16)$$

K bedeutet wieder die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Welle gemessen durch c . Es wird nun (14) zu

$$L^2 \cdot \left[(1 + S^2)^2 - 4RS \right] + L \cdot (R+S)K^4 - (1 - RS)K^4 = 0 \quad (II)$$

und dies ist das Dispersionsgesetz der R -Wellen. Zu jeder Wellenlänge L gibt es einen Wert für K , eventuell mehrere. Von den Wurzeln von (II) kommen indessen nur die positiven in Betracht, und wenn die Welle nach dem Innern des Halbraums abklingen soll, muss ausserdem noch den Forderungen

$$R > 0 \quad S > 0 \quad (17)$$

genügt werden.

Zur numerischen Auswertung von (II) ist eine Annahme über die elastischen Konstanten des Körpers nötig. Setzt man $\lambda = \mu$, so entspricht dies dem Wert 4 der POISSONSchen Zahl, was mit den Ergebnissen der seismologischen Beobachtungen gut übereinstimmt.¹⁾ Alsdann kann man zu jedem S zwischen 0 und 1 Gleichung (II) nach L auflösen. Man erhält für kleine Werte von S nur eine positive Wurzel, für grosse deren zwei. Dementsprechend besteht die L - K -Kurve (Fig. 1) aus zwei Ästen R_1 und R_2 . R_1 verläuft asymptotisch nach dem Werte $K = 0,9194$, welches die Geschwindigkeit gewöhnlicher RAYLEIGH-Wellen ist.²⁾ Sehr langen Wellen gegenüber verschwindet daher der Einfluss der trägen Rindenschicht. Bei kurzen zeigt er sich in einer Verkleinerung der Laufgeschwindigkeit; die Geschwindigkeitsverhältnisse sind dort ähnlich wie bei Querwellen. Es sollen die der Kurve R_1 entsprechenden Wellen als reguläre R_1 -Wellen bezeichnet werden.

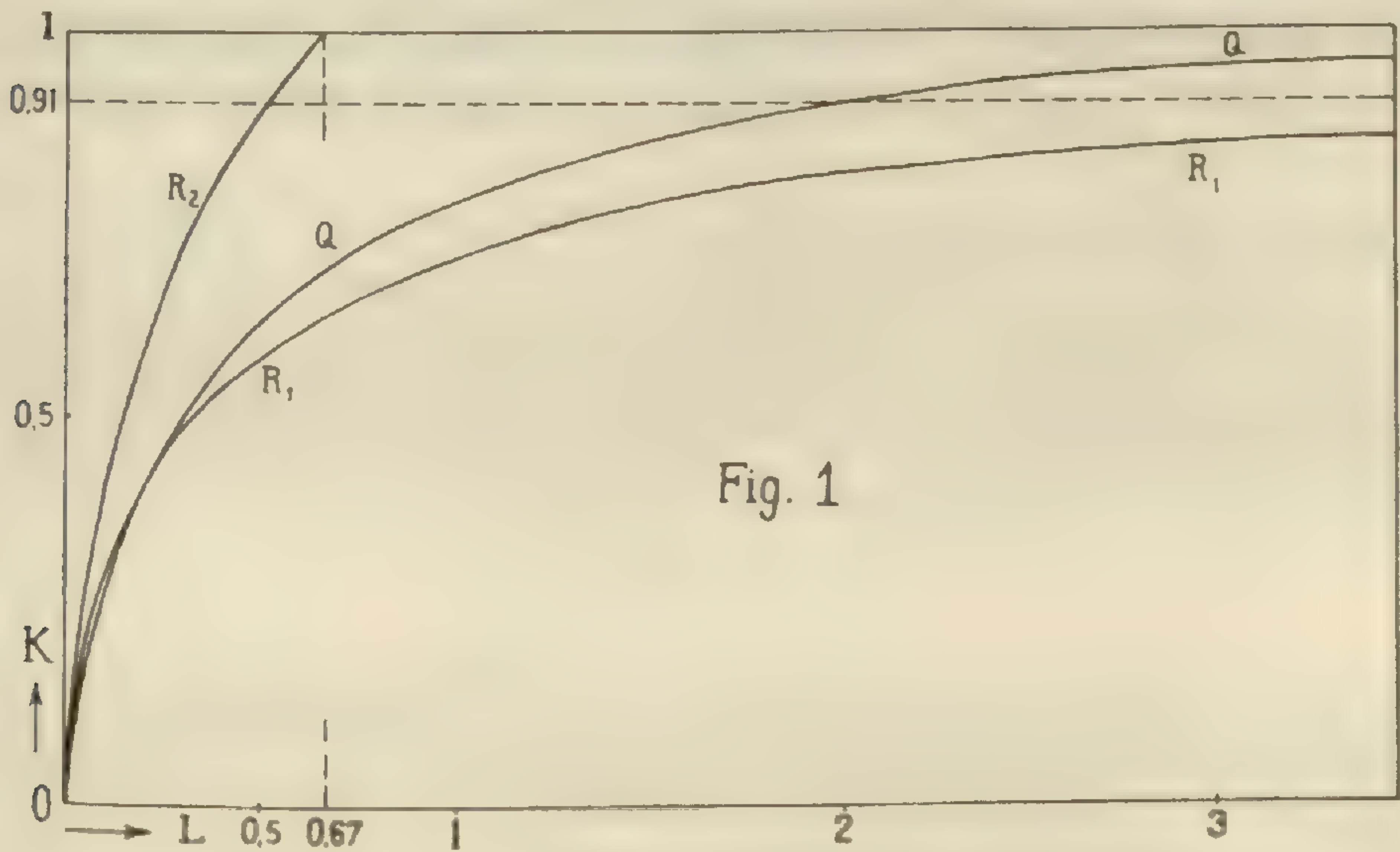
¹⁾ GALITZIN, Seismometrie, S. 141.

²⁾ Er berechnet sich aus $(1 + S^2)^2 - 4RS = 0$.

Daneben gibt es noch unterhalb der Wellenlänge

$$L_2 = \sqrt{\frac{7}{6}} - \sqrt{\frac{1}{6}} = 0,6719 \text{ eine zweite, irreguläre Wellengruppe } R_2.$$

Die Wellen dieser Gruppe laufen merklich rascher, als die gleich langen R_1 -Wellen. Ist die Wellenlänge wenig kleiner, als L_2 , so ist die Laufgeschwindigkeit wenig kleiner, als die der Torsionswellen ($K \approx 1$), jedenfalls aber grösser als die Maximalgeschwindigkeit der regulären Wellen. Freilich dringen solche Wellen auch beträchtlich tief ins Innere des Körpers ein, da S klein ist; für $K = 1$ klingen sie überhaupt nicht mehr ab mit der Tiefe. Wenn sie bei Beben auftreten, werden sie sich mischen mit den langen Querwellen, die gleich rasch laufen. Ihnen folgen die langen regulären Wellen auf dem Fusse nach.



Wenn die Bewegungsgleichungen (9) reell geschrieben werden, so lauten sie:

$$u = \frac{P}{h^2} \cdot \frac{1}{f} \left[e^{-rz} \cdot f^2 + e^{-sz} \cdot s \xi \right] \sin (fx + pt - \alpha)$$

$$w = \frac{P}{h^2} \left[e^{-rz} \cdot r + e^{-sz} \cdot \xi \right] \cos (fx + pt - \alpha)$$

Hiebei ist

$$\xi = \frac{\frac{\omega}{\mu} p^2 r - 2 f^2 + k^2}{2 s - \frac{\omega}{\mu} p^2}$$

gesetzt.

Es beschreibt also jeder Punkt eine Ellipse. Für ein Teilchen der Oberfläche wird sodann:

$$\left. \begin{aligned} u &= Q \frac{1}{f} (f^2 + s \zeta) \sin (f x + p t - \alpha) \\ w &= Q (r + \zeta) \cdot \cos (f x + p t - \alpha) \end{aligned} \right\}$$

woraus sich das Verhältnis der Amplituden von Vertikal- und Horizontalbewegung berechnet zu

$$\eta = \left| \frac{f(r + \zeta)}{f^2 + \zeta s} \right| = \left| \frac{K^2 + 2RS - 2}{K^2 \left(S - \frac{1 - RS}{L} \right)} \right|$$

Für die regulären Wellen geht η von 1 zu 1,468, wenn L von 0 an ins Unendliche läuft; es ist also für jede Einzelwelle die Vertikalbewegung stärker, als die horizontale. Schon LOVE hat darauf hingewiesen, dass das für eine Gruppe von Wellen nicht mehr der Fall zu sein braucht.

Für die irregulären Wellen geht η von 1 bis nach 0,6719, wenn L von 0 nach L_2 geht. Hier ist Horizontalbewegung vorherrschend.

Zollikon, 21. Dezember 1921.

Aus dem zoologisch-vergleichend anatomischen Laboratorium der Universität Zürich.

Referat über die Untersuchung von A. Bychowsky zur Entwicklungsgeschichte, insbesondere der Nephridien von *Clepsine sexoculata* Bergmann.

Von

JOH. JAKOB MENZI (Zürich).

(Als Manuskript eingegangen am 16. Januar 1922.)

Die ausführlichen Ergebnisse dieser Untersuchung sind in der *Revue Suisse de Zoologie*, Vol. 29, publiziert. Das Material, das lebend beobachtet oder zu Totalpräparaten und Schnittserien verarbeitet wurde, stammt aus der Umgebung von Zürich, hauptsächlich vom Katzensee und vom Ufer des Zürichsees bei Tiefenbrunnen.

A. Biologisches.

Die untersuchten einheimischen Vertreter der Hirudineen (Spezies von *Nephelis*, *Clepsine*, *Hemiclepsis*) sind protandrische Formen. $\frac{1}{2}$ — $1\frac{1}{2}$ Monate vor der Eiablage füllt das reife Sperma die Testes und die Vasa deferentia vollständig, so dass sie ein milchigweisses Aussehen erhalten. Bei den *Clepsinen* wird der Samen in Spermatophoren eingeschlossen und diese an dem andern in die Begattung eintretenden Tiere befestigt. Ein Individuum kann von verschiedenen andern nacheinander mit Spermatophoren versehen werden; so liess sich z. B. beobachten, dass einige *Clepsine sexoculata* mit 4—6 Spermatophoren im Verlaufe einer Woche versehen wurden. Nach ein bis drei Tagen wird der Inhalt der Samenpatronen ins Körperinnere entleert. Die Eiablage findet bei den meisten Formen im April statt; die Eier werden nach der Befruchtung nicht einzeln, sondern zu mehreren in Kokons eingeschlossen. *Clepsine sexoculata* legt in kurzen Zwischenräumen 3—4 Kokons ab, wovon jeder 8—12 Eier enthält, so dass die Gesamtzahl der Eier 24—48 betragen kann. Mit Hilfe der klebrigen Kokonmembran werden diese Eibehälter an verschiedenen Gegenständen befestigt,

überdies bedecken die Muttertiere ihre abgelegte Brut mit ihrem Körper. Eine interessante Ausnahme macht *Clepsine bioculata*, bei der der abgesonderte Kokon an der Bauchseite des Elters befestigt wird. Die jungen sich entwickelnden Embryonen verwachsen bei fast allen Glossosiphoniden in der Folge mittelst eines Befestigungshöckers mit der Bauchseite des Muttertieres. Anatomisch stellt sich diese primitive Plazenta als eine Bildung von grossen Epidermiszellen dar, welche von noch grössern des alten Tieres umfasst werden. Man ist berechtigt, hier von einer passiven Brutpflege zu reden, bei der der Zusammenhang zwischen dem Elter und dem Embryo ohne bewusste Sorge zustande kommt. Ohne Zweifel ist diese innige Verbindung von Muttertier und Sprössling auf physikalisch-chemische Reize zurückzuführen. Bei einer afrikanischen Form, *Marsupiobdella africana* entwickeln sich die Eier im Innern des mütterlichen Körpers, und die jungen Tiere verlassen denselben durch eine, nur um diese Zeit auf der Bauchseite auftretende Öffnung.

B. Äusserlich feststellbare Entwicklungsvorgänge.

Alle Glossosiphoniden besitzen grosse, dotterreiche Eier und zeigen eine direkte Entwicklung. Die äussere Gestalt des zu Grunde gelegten Ausgangsstadiums ist einfach, kugelig, der Embryo ist ganz von Ektoderm umwachsen. Das im Zentrum liegende Entoderm besteht aus wenigen dotterreichen Zellen, an welche sich das kompakte Mesoderm an der Ventralseite anschliesst. Der Embryo beginnt in die Länge zu wachsen, das Entoderm schreitet zur Bildung des Darmepithels, und im Mesoderm treten allmählich von vorn nach hinten die segmental angeordneten Coelomräume auf, durch die Dissepimente voneinander getrennt. Die Bauchganglienreihe hebt sich deutlich ab, Ober- und Unterschlundganglion werden sichtbar, anfänglich sind 33 Ganglien voneinander getrennt; diese Stadien verraten den charakteristischen Annelidenembryo. Ist anfänglich der Darm homonom segmentiert, so verliert er beim Wachstum zum ausgewachsenen Tier die gleichmässige Gliederung. Die 6 mittleren Darmsegmente heben sich schärfer vom Vorder- und Enddarm ab, sie werden von den Dissepimenten stark eingeschnürt, so dass die 6 Paar Blindsäcke entstehen.

C. Über die Entwicklung der Nephridien von *Clepsine sexoculata* Bergmann.

Die Kenntnisse von der ontogenetischen Entwicklung des Anneliden-Nephridiums sind durchaus noch nicht ausreichend. Eine erste

Hauptfrage bildet die Erörterung der Abstammung der Segmentalorgane. Einerseits kommen Forscher, wie WILSON und VEJDOVSKÝ auf Grund ihrer Untersuchungen zum Schluss, dass das Ektoderm als Mutterboden für diese exkretorischen Organe in Betracht fällt. Diese Feststellung ist von grösster Wichtigkeit namentlich im Hinblick auf die aufgestellte Homologie zwischen den Anneliden-Nephridien und dem ebenfalls sehr wahrscheinlich ektodermalen Wassergefäßsystem der Platoden. Andererseits treten andere Autoren, wie BERGH und BÜRGER für mesodermale Abstammung der Segmentalorgane ein, wodurch die eben erwähnte Homologie in Frage gestellt würde. — Ein zweites Problem harret ebenfalls noch der Entscheidung, nämlich: Sind die Nephridienanlagen kontinuierliche, zusammenhängende Gebilde, oder erscheinen sie von ihrem ersten Auftreten an in segmentaler, getrennter Anordnung.

An den jungen *Clepsine*-Embryonen mit noch nicht ausgehöhlten Coelomanlagen kann man Zellen erkennen, die durch ihre relativ grossen Dimensionen und durch ihre sehr grossen, chromatinarmen Kerne auffallen. Diese sind mit BERGH als Nephridioblasten zu bezeichnen. Sie liegen im kompakten Mesoderm eingebettet. Da sie sich in regelmässigen Zwischenräumen wiederholen, heissen sie auch Segmentzellen. Vom Ektoderm sind sie durch mesodermale Zellschichten getrennt, ebenso bildet die mesodermale syncytiale Masse zwischen je zwei Nephridioblasten eine kompakte Wand, das Dissepiment, so dass von einer Verbindung der Nephridioblasten miteinander keine Rede sein kann. Selbstverständlich bildet ihr Auffinden im Mesoderm durchaus kein Präjudiz, dass sie Derivat des mittleren Keimblattes sein müssen, denn zur endgültigen Entscheidung dieser Frage müssen noch wesentlich jüngere Entwicklungsstadien herbeigezogen werden, als es in dieser Arbeit geschehen ist. Hier treten die Angaben von BÜRGER in die Lücke, der diese Segmentzellen im Mesoderm entstehen lässt. In dieser Form durchlaufen die Anlagen noch einige Stadien der Entwicklung. Die Zahl der Nephridioblasten ist namentlich bei jüngeren Entwicklungsstadien schwer festzustellen. Bei den Embryonen mit den maximal ausgebildeten Coelomhöhlen konnten 13—14 Nephridioblastenpaare gefunden werden, was der definitiven Zahl vorhandener Nephridien entspricht. Bald fängt das kompakte Mesoderm an, sich zu differenzieren. Zuerst kommt über der Nervensystemanlage die Spalte der kontinuierlichen Bauchhöhle zum Vorschein. Kurz nachher sehen wir neue mesodermale Räume rechts und links von der Bauchhöhle auftauchen, die mit ihr verbunden sind. Diese symmetrisch zur Mediane auftretenden Spalten sind von-

einander durch mesodermale Wände getrennt (Dissepimente). So kommt eine metamere Gliederung zustande. Ihre sukzessive Bildung geht von vorn nach hinten vor sich. Wenn vorn schon einige Ausbuchtungen zu konstatieren sind, so ist hinten das Mesoderm noch kompakt. Diese Coelomhöhlen sind gegen das Entoderm von der platten Splanchnopleura begrenzt, während ihr ventralwärts liegender Boden von der dickern Somatopleura gebildet wird. Wichtig und typisch ist die Beobachtung, dass die Nephridioblasten unter die Dissepimente zu liegen kommen. Mit der zunehmenden Vergrößerung der Leibeshöhlen werden die Dissepimente membranartig, auch die Somatopleura wird dünner. Das zunehmende Volumen der Seitenhöhlen übt einen Druck auf die Nephridioblasten aus, infolgedessen sie bis zur Epidermis rücken. Sie kommen also an die Basis der Dissepimente zu liegen. Weil sie daher auf diesem Entwicklungsstadium zwischen den beiden Segmenten liegen, ist ihre Zugehörigkeit zu einem Somiten schwer zu bestimmen. Nicht nur an Sagittalschnitten, sondern auch an Querschnitten ist diese typische topographische Lage festzustellen. Infolge des Druckes der Seitenhöhlen werden die Nephridioblasten auch in ihrer Form beeinflusst, in dem sie mehr ovoide Gestalt annehmen. Neben diesen passiven Umwandlungen der Nephridioblasten sehen wir in ihnen auch aktive Umänderungen vor sich gehen, da Teilungsmerkmale in der Ebene des Dissepimentes zum Vorschein kommen. Die erste wichtige Teilung, die auch BÜRGER beschreibt, liefert die Trichterzelle, die dann im Dissepiment liegt. Die folgenden Teilungen verlaufen nun nicht mehr in dieser Querebene, sondern in der Richtung der Längsachse des Tieres. Auch bei diesen Vorgängen lässt sich wieder die Tatsache konstatieren, dass die Entwicklung allmählig von vorn nach hinten schreitet, denn in den vordern Somiten ist die Trichterzelle schon deutlich wahrzunehmen, während in den hintern Segmenten erst die Nephridioblastenteilung stattfindet. Der Nephroblast (so wird der nach Abgabe der Trichterzelle übrig gebliebene Teil des Nephridioblasten genannt), hat seine Lage beibehalten. Die abgeschnürte Trichterzelle befindet sich im dorsalen Winkel des Dissepimentes, wo man sie an ihrem grossen Kerne erkennen kann. Somit haben wir die Anlagen der zwei wichtigsten Nephridienteile vor uns: 1. den Nephroblasten, welcher bestimmt ist, in die Bildung des Schleifenkanals überzugehen und 2. die Trichterzelle, welche den Trichterapparat nebst einem Teil des Schleifenkanals zu liefern hat.

a) Die Schleifenkanalentwicklung:

Kurze Zeit nach der Teilung des Nephridioblasten fängt der Nephroblast an, kleine Zellen nach hinten abzuschnüren. Er kommt jetzt auch mehr an die Vorderwand des Dissepimentes zu liegen, gerade in den Winkel, welchen das Dissepiment mit der Somatopleura bildet. Die vom Nephroblast abgeschnürten kleinen Zellen teilen sich auch ihrerseits und bilden ein syncytiales Hügelchen, die Schleifenkanalanlage, die vom ersten Stadium an in die Leibeshöhle vordringt. In der Folge beobachtet man, dass der Zellhaufen in eine epitheliale Anordnung übergeht, da die Kerne sich an der Peripherie sammeln. Es tritt auch die erste Krümmung des Schleifenkanals auf. Er steigt mehr und mehr dorsalwärts, die Anlage wird etwas schlanker und dünner und legt sich in Windungen und Krümmungen. Das Protoplasma wird heller und fein granuliert, in der Mitte der Schläuche werden zwei feine, scharf abgegrenzte Kanäle sichtbar. Das sind die intrazellulären Lumina der Nephridienschläuche. Mit dem Auftreten dieser intrazellulären Gänge ist der Trichterapparat und der ihm anliegende Teil des Schleifenkanals noch nicht entwickelt. Wenden wir uns noch kurz der Genese des distalen Endabschnittes zu. Dieser kann deutlich von der übrigen Schleifenkanalanlage unterschieden werden, da er einreihig angeordnete Kerne hat, während der Schleifenkanal zweischichtig ist. Er stösst mit seinem Ende an die Somatopleura; ziemlich spät sieht man auch in diesem Strang einen intrazellulären Kanal in Erscheinung treten. Auf diesem Stadium verharret der Endabschnitt ziemlich lang, bis die ektodermale Einstülpung vorwächst. Es kommt zu einer Verschmelzung beider Gebilde, und damit ist die Kommunikation des Nephridiums mit der Aussenwelt hergestellt.

b) Die Bildung des Trichterapparates:

Die von dem Nephridioblasten abgeschnürte Trichterzelle nimmt anfänglich eine charakteristische und ursprüngliche Lage in dem dorsalen Winkel des Dissepimentes ein, wie die Trichteranlage aller Anneliden. Die Trichterzellenteilung führt zur Bildung eines Stranges. Allmählig wandert die Trichterzelle samt dem Zellstrang aus dem Dissepimente horizontal nach hinten, ungefähr in die Mitte des Somites, oft der Splanchnopleura angeschmiegt, oft aber auch mitten im Coelom endigend. Wahrscheinlich hat hier die Kontraktion bei der Fixierung einen Einfluss auf die Lage ausgeübt. Der Strang zeigt gegen die Bauchhöhle eine deutliche Anschwellung, welche die künftige Kapsel bildet. Er verschmilzt endlich mit dem übrigen, von dem

Nephroblasten gebildeten Teil des Schleifenkanals; auch in ihm wird ein intrazelluläres Lumen gebildet. Die übrig bleibende Anschwellung und die Trichterzelle stellen die Matrix dar für die Bildung der Stiel- und Kronenzellen und für die Kapsel, deren Entwicklung BÜRGER in seiner Arbeit genauer verfolgt hat.

Das wichtigste von dieser Untersuchung ist die Feststellung einer segmentalen, einheitlichen Anlage für Trichter und Schleifenkanal. In neuerer Zeit sind ja die Trichter (Wimperorgane) der Hirudineen morphologisch unabhängig vom Nephridium (Schleifenkanal) erklärt worden, funktionell sind sie es tatsächlich. Über die erste Anlage des Nephridiums (ektodermal oder mesodermal) kann die Untersuchung keinen Entscheid geben; sie stellt nur auf die Befunde von BÜRGER ab.

Eine Tetraederaufgabe.

Von

A. KIEFER (Zürich).

(Als Manuskript eingegangen am 18. Januar 1922.)

Im Raum die Stellung einer Ebene zu ermitteln, so dass die Orthogonalprojektion eines gegebenen allgemeinen Tetraeders auf die Ebene ein Dreieck mit seinem Höhenpunkt ist.

Denkt man sich Ebene und Dreieck gefunden und durch eine Seite desselben und auch durch die zugehörige Höhe die projizierenden Ebenen gelegt, so müssen diese zwei Ebenen aufeinander senkrecht stehen, durch zwei Gegenkanten des Tetraeders gehen und eine Schnittlinie ergeben, die zur Projektionsrichtung parallel ist. Werden umgekehrt zwei Gegenkanten des Tetraeders als Scheitelkanten von Ebenenbüscheln gewählt, so dass jede Ebene des einen Büschels auf der entsprechenden Ebene des andern Büschels senkrecht steht, so erzeugen die zwei Büschel ein orthogonales Hyperboloid; sein Schnitt mit der unendlich fernen Ebene enthält die Projektionsrichtung und ist ein Kegelschnitt durch die unendlich fernen Punkte der zwei gewählten Gegenkanten des Tetraeders. Der Kegelschnitt ist das Erzeugnis von zwei projektivischen Strahlenbüscheln mit den unendlich fernen Punkten der zwei Tetraederkanten als Scheitelpunkten und wo entsprechende Strahlen der beiden Büschel in bezug auf den imaginären Kugelkreis konjugiert sind, d. h. wo jeder Strahl durch den Pol des entsprechenden Strahls in bezug auf den Kugelkreis hindurchgeht. In gleicher Weise gehört zu zwei andern Gegenkanten des Tetraeders ein solcher Kegelschnitt im Unendlichen. Die beiden Kegelschnitte schneiden sich in vier Punkten, durch welche auch der Kegelschnitt geht, der zum dritten Gegenkantenpaar des Tetraeders gehört. Diese vier Punkte sind die gesuchten Projektionsrichtungen und die zu den Richtungen senkrechten Stellungen sind die Stellungen der gesuchten Ebenen. Diese vier Stellungen sind die gemeinsamen Tangenten der drei Polarkegelschnitte zu den drei gefundenen Kegelschnitten in bezug auf den imaginären Kugelkreis. Die drei Polarkegelschnitte lassen sich auch direkt stereometrisch finden. Legt man durch jede von zwei Gegenkanten des Tetraeders eine Ebene, so dass die zwei

Ebenen aufeinander senkrecht stehen, so muss eine gesuchte Ebene auf der Schnittlinie der zwei Ebenen senkrecht stehen und die Stellung der gesuchten Ebene muss die senkrechten Richtungen zu den zwei Ebenen enthalten; diese Richtungen laufen nach den Stellungen der Ebenen, die auf den zwei Gegenkanten des Tetraeders senkrecht stehen. Die Stellung der gesuchten Ebene muss also Tangente eines Kegelschnittes sein, welcher das Erzeugnis von zwei projektivischen Punktreihen ist, die auf den Stellungen der zu den zwei Gegenkanten normalen Ebenen liegen und wo entsprechende Punkte in bezug auf den Kugelkreis konjugiert sind. Solcher Kegelschnitte gibt es drei, entsprechend den drei Paar Gegenkanten des Tetraeders; die vier gemeinsamen Tangenten der drei Kegelschnitte sind die Stellungen der gesuchten Ebenen und die Polarfiguren dieser drei Kegelschnitte in bezug auf den Kugelkreis sind die schon gefundenen drei Kegelschnitte, deren vier gemeinsamen Schnittpunkte die Projektionsrichtungen sind.

Sind zwei Gegenkanten des Tetraeders windschief normal, so sind ihre unendlich fernen Punkte in bezug auf den Kugelkreis konjugierte Punkte und der zu den zwei Gegenkanten gehörige Kegelschnitt in der unendlich fernen Ebene zerfällt in ein Linienpaar, nämlich in die Polaren der zwei unendlich fernen Punkte der zwei windschief normalen Gegenkanten in bezug auf den Kugelkreis. Die erzeugenden zwei Strahlenbüschel haben die Eigentümlichkeit, dass der gemeinsame Scheitelstrahl nicht sich selbst entspricht, sondern alle Strahlen des ersten Büschels entsprechen einem einzigen Strahl des zweiten Büschels, welcher die Polare vom Scheitelpunkt des ersten ist und alle Strahlen des zweiten Büschels entsprechen der Polaren seines Scheitels, die dem ersten Büschel angehört. Von den vier Höhen des Tetraeders schneiden sich zweimal je zwei in einem Punkt, nämlich diejenigen, die von den Endpunkten der einen oder andern der windschief normalen Kanten ausgehen. Sind bei einem Tetraeder nicht bloß zwei Gegenkanten windschief normal, sondern noch zwei andere, so gehen die vier Höhen durch einen Punkt; das dritte Kantenpaar ist ebenfalls windschief normal. Die zu den drei Paaren gehörigen Kegelschnitte im Unendlichen zerfallen in drei Linienpaare. Die vier Projektionsrichtungen sind diejenigen der vier Tetraederhöhen; die Stellungen der vier Ebenen sind diejenigen der Seitenflächen des Tetraeders.

Die im Unendlichen aufgetretenen Kegelschnitte stehen mit dem imaginären Kugelkreis in einfachem Zusammenhang; um denselben besser zu erkennen, kann man die unendlich ferne Ebene mit dem

Kugelkreis ersetzen durch eine im Endlichen gelegene Ebene, in der ein Kegelschnitt K gegeben ist. Sind in der Ebene zwei Punkte A, B gewählt, so bestimmen sie als Scheitelpunkte zwei projektivische Strahlenbüschel, deren Zuordnung darin besteht, dass entsprechende Strahlen in bezug auf den Kegelschnitt K konjugiert sind, d. h. dass jeder Strahl durch den Pol des entsprechenden Strahls in bezug auf K hindurchgeht. Eine von A oder B aus an K gelegte Tangente hat ihren Pol im Berührungspunkt; der entsprechende Strahl zur Tangente geht also durch ihren Berührungspunkt auf K . Das Erzeugnis der beiden Strahlenbüschel ist somit ein Kegelschnitt (A, B) , der durch die Punkte A, B und die Berührungspunkte der Tangenten von A, B an K hindurch geht. Die Tangenten des Kegelschnittes (A, B) in den Punkten A, B laufen nach dem Pol der Geraden AB in bezug auf K ; die Tangenten in den vier Punkten auf K werden gefunden, indem man die Polaren a, b von A, B mit der Geraden AB schneidet, zu den zwei Schnittpunkten die harmonischen Punkte in bezug auf A, B sucht und mit den Punkten von K auf a beziehungsweise auf b verbindet. Legt man von zwei Punkten an einen Kegelschnitt Tangenten, so bildet jeder Punkt mit den Berührungspunkten seiner zwei Tangenten ein Dreieck und zwei solche Dreiecke sind stets einem Kegelschnitt eingeschrieben (und aus Polaritätsgründen einem Kegelschnitt umgeschrieben). Betrachtet man die Punkte A, B als Doppelpunkte einer Involution, so gehen von jedem Punktepaar der Involution an den Kegelschnitt K zwei Tangentenpaare; ihre vier Schnittpunkte erfüllen einen geometrischen Ort, nämlich einen Kegelschnitt, weil auf jede Tangente von K zwei Punkte des Ortes fallen. Dieser Kegelschnitt ist mit dem vorigen Kegelschnitt (A, B) identisch, weil A, B , als spezielle Paare und die Berührungspunkte der Tangenten von A, B an K den Ortskegelschnitt bestimmen. Lässt man von den beiden Punkten A, B den einen, z. B. B , sich bewegen, so ändert sich der zugehörige Kegelschnitt; läuft B auf einer Geraden, so bilden die Kegelschnitte ein Büschel, dessen vierter Grundpunkt der Schnittpunkt der Geraden mit ihrer konjugierten Geraden durch A ist. Durch spezielle Wahl der Punkte A, B entstehen besondere Fälle.

Legt man dual in der Ebene von K zwei gerade Linien a, b , so sind sie Träger von projektivischen Punktreihen, deren Zuordnung darin besteht, dass entsprechende Punkte in bezug auf K konjugierte Pole sind. Das Erzeugnis der beiden Reihen ist ein Kegelschnitt (a, b) , der die Geraden a, b und die vier Tangenten von K in den Schnittpunkten von a, b mit K zu Tangenten hat. Die Berührungspunkte

von a, b liegen auf der Polaren des Schnittpunktes von a, b in bezug auf K . Die Berührungspunkte der vier Tangenten von K mit dem Ortskegelschnitt (a, b) werden gefunden, indem man die Pole A, B von a, b mit dem Schnittpunkt von a, b verbindet und zu diesen Linien die vierten harmonischen Strahlen in bezug auf a, b sucht und mit den zwei Tangenten von K durch A beziehungsweise durch B schneidet. Werden zwei gerade Linien mit einem Kegelschnitt geschnitten und legt man in den Schnittpunkten an den Kegelschnitt die Tangenten, so bildet jede Gerade mit den Tangenten in ihren Schnittpunkten ein Dreieck und zwei solche Dreiecke sind stets einem Kegelschnitt umgeschrieben (und einem andern eingeschrieben). Betrachtet man die beiden Geraden a, b als Doppelstrahlen einer Strahleninvolution, so schneidet jedes Paar der Involution den Kegelschnitt K in vier Punkten, deren vier Verbindungsgeraden einen Ort umhüllen, nämlich einen Kegelschnitt, weil durch jeden Punkt von K zwei Tangenten des Ortes gehen. Dieser Ortskegelschnitt ist mit dem früheren Kegelschnitt (a, b) identisch, weil a, b als spezielle Paare und die Tangenten von K in den Schnittpunkten mit a, b den Ortskegelschnitt bestimmen. Lässt man von den beiden Geraden a, b die eine, z. B. b , sich bewegen, so ändert sich der zugehörige Kegelschnitt (a, b) ; dreht sich b um einen Punkt, so bilden die Kegelschnitte eine Schar, deren vierte Grundtangente die Verbindungslinie des Punktes mit seinem konjugierten Punkt auf a ist. Dadurch, dass man den Geraden a, b besondere Lagen gibt, entstehen Spezialfälle.

Die gefundenen Beziehungen zwischen einem Kegelschnitt und zwei Punkten, oder zwei Geraden, lassen sich auf Flächen zweiten Grades ausdehnen. Hat man eine Fläche zweiten Grades F und zwei Punkte A, B , die nicht auf ihr liegen, so kann man den Strahlen und Ebenen durch den einen die Ebenen und Strahlen durch den andern in dem Sinne projektivisch zuordnen, dass der entsprechende Strahl zu einer Ebene durch ihren Pol und die entsprechende Ebene zu einem Strahl durch seinen konjugierten Strahl in bezug auf F geht. Dann erzeugen die beiden reziproken Bündel eine Fläche zweiten Grades $F(A, B)$, welche durch die Punkte A, B und durch die Berührungskegelschnitte der Tangentialkegel von A, B an F hindurchgeht. Die Tangentialebenen von $F(A, B)$ in A, B gehen durch die konjugierte Gerade von AB ; die Spitzen der Kegel, welche die Fläche $F(A, B)$ längs der vorigen Kegelschnitte berühren, werden gefunden, indem man die Ebenen der zwei Kegelschnitte mit der Geraden AB schneidet und zu den Schnittpunkten die harmonischen Punkte in bezug auf die Punkte A, B sucht. Nimmt man irgend zwei

zu A, B harmonisch gelegene Punkte und legt von ihnen aus an die Fläche F die Tangentialkegel, so durchdringen sich die beiden Kegel in einer, in Kegelschnitte zerfallenden, Raumkurve vierter Ordnung, die auf der Fläche zweiten Grades $F (A, B)$ liegt. Man kann noch sagen, dass die Spitzen von zwei Tangentialkegeln einer Fläche F und die beiden Berührungskegelschnitte stets einer andern Fläche zweiten Grades eingeschrieben sind.

Hat man eine Fläche zweiten Grades F und zwei Ebenen a, b , die nicht Tangentialebenen von F sind, so kann man den Punkten und Strahlen der einen Ebene die Strahlen und Punkte der andern in der Weise projektivisch zuordnen, dass der entsprechende Strahl eines Punktes in seiner Polarebene und der entsprechende Punkt eines Strahles auf dem konjugierten Strahl in bezug auf F liegt. Dann erzeugen die beiden reziproken Ebenenfelder eine Fläche zweiten Grades $F (a, b)$, welche die Ebenen a, b und auch die beiden Kegelflächen berührt, die F längs den Schnitten mit den Ebenen a, b berühren. Die Berührungspunkte der Fläche $F (a, b)$ mit den zwei Ebenen a, b liegen auf der konjugierten Geraden zur Schnittlinie von a, b ; die Ebenen der zwei Kegelschnitte, längs denen die Fläche $F (a, b)$ die vorigen Tangentialkegel von F berührt, werden gefunden, indem man die Spitzen der zwei Kegelflächen mit der Schnittgeraden von a, b durch Ebenen verbindet und zu den zwei Ebenen die harmonischen in bezug auf a, b sucht. Nimmt man irgend zwei zu a, b harmonisch gelegene Ebenen und schneidet jede von ihnen mit der Fläche F , so bestimmen die zwei Schnitte eine gemeinsame, in zwei Kegelflächen zerfallende, Developpable vierter Klasse, die der Fläche $F (a, b)$ umschrieben ist. Man kann noch sagen, dass die Ebenen von zwei Kegelschnitten einer Fläche zweiten Grades und die Kegelflächen, welche längs der Kegelschnitte berühren, stets einer andern Fläche zweiten Grades umgeschrieben sind.

Bemerkung. Anstatt in einer Ebene einen Kegelschnitt mit zwei Punkten oder zwei Geraden in Beziehung zu setzen, kann man zwei Kegelschnitte und einen Punkt, oder eine Gerade wählen; analog im Raum.

Der Firnzuwachs pro 1920/21 in einigen schweizerischen Firngebieten.

VIII. Bericht der Gletscherkommission der Physikalischen Gesellschaft Zürich.

Von

R. BILLWILLER.

(Als Manuskript eingegangen am 27. Januar 1922.)

Vorbemerkung. Die Nummer dieses Berichtes zeigt, dass die „Zürcher Gletscherkommission“ keine Neugründung ist. Im Herbst 1913 konstituiert als Mittelpunkt derjenigen ostschweizerischen Kreise, die sich für die Gletscherkunde speziell von klimatologischen Gesichtspunkten aus interessieren¹⁾, verfolgte sie unter den nicht immer günstigen Verhältnissen der Kriegszeit mit Beharrlichkeit und Erfolg ihre Ziele.

Als solche hatte sie sich in erster Linie gestellt die Überwachung des Haushaltes einiger ostschweizerischer Gletschergebiete durch Ermittlung der jährlichen, ihren Firnfeldern zum weitaus grössten Teil in fester Form zukommenden Niederschlagsmengen und Bestimmung des am Ende jedes Jahres restierenden Firnzuwachses an einigen hierfür geeigneten Punkten. Sowohl die Wahl der Gletschergebiete — sie fiel auf Clariden und Silvretta — wie auch diejenige der Messpunkte (Standorte der sog. „Bojen“) war eine glückliche. Alljährlich gegen den Herbst hin wurde um die Boje herum auf die Oberfläche des Firns eine unverwaschbare Farbschicht gestreut, auf die sich dann der Winterschnee ablagerte. Über die Höhe desselben orientierten uns Ablesungen an den Bojen, für welche ein besonderes Meldesystem (Plakate und Meldekarten in der Clariden- und Silvrettahütte) organisiert war; dasselbe funktionierte bei dem sowohl im Winter wie im Sommer relativ häufigen Besuche dieser Gebiete durch Touristen befriedigend. Auch die Abschmelzung im Sommer liess sich so verfolgen; am Ende desselben wurde dann durch Bohrung mit dem Schneeböhrer von CHURCH auf die vorjährige Farbschicht die Höhe und der

¹⁾ Gründende Mitglieder: Ing. F. RUTGERS, bisheriger Präsident; Dr. R. BILLWILLER, jetziger Präsident, und Prof. Dr. A. DE QUERVAIN; weitere Mitglieder: Ingenieur J. FISCHER, Prof. Dr. A. SCHWEIZER †, Prof. Dr. A. PICCARD, Prof. Dr. E. TANK.

Zusammenstellung der Jahresresultate 1914—1920

Clariden

Silvretta

Periode	Clariden		Silvretta		Periode
	Nieder- schlag im Totalisator	Firnzuwachs Untere Boje Obere (2708 m)	Nieder- schlag im Totalisator	Firnzuwachs Untere Boje Obere (3013 m)	
27. XI. — 9. VIII.	—	209 cm	119 cm	—	11. X. — 26. IX.
9. VIII. — 14. VIII.	401 cm	?	118 "	200 cm	26. IX. — 5. VIII.
14. VIII. — 8. VIII.	344 "	115 "	194 "	60 "	5. VIII. — 8. IX.
8. VIII. — 18. IX.	363 "	192 "	121 "	161 "	8. IX. — 15. VIII.
18. IX. — 16. IX.	380 "	395 " ?	175 "	120 "	15. VIII. — 15. IX.
16. IX. — 25. IX.	>380 "	140 "	159 "	99 "	15. IX. — 11. IX.

Wasserwert des restierenden Jahreszuwachses festgestellt. Dieser konnte dann verglichen werden mit dem Resultate des in der Felsumrahmung des Firns installierten Totalisators (Jahresniederschlagsmessers) einerseits und den Bojenablesungen vom Frühjahr oder Frühsommer andererseits.

So besitzen wir seit 1914 wenigstens aus diesen beiden Gletschergebieten über die Grösse des Jahresniederschlages, maximale Schneehöhen, Ablation und Firnzuwachs bestimmte, zahlenmässige Vorstellungen an Stelle der oft willkürlichen und unzulänglichen Schätzungen, auf die der Klimatologe, der Hydrograph und der Gletscherforscher bisanhin angewiesen war. Die Beobachtungen sind durchaus homogen und ihr Wert nimmt von Jahr zu Jahr zu. Gelingt es, sie in der bisherigen Weise weiterzuführen, so werden sie bestimmt sein, in der Diskussion der den Gletscherschwankungen zu Grunde liegenden Klimaperioden ein gewichtiges Wort mitzureden.

Über die Arbeiten der Kommission und die gewonnenen Resultate wurde alljährlich im „Ski“, Jahrbuch des Schweizerischen Ski-Verbandes, ein Bericht veröffentlicht. Der seit 1921 veränderte Zeitpunkt der Drucklegung dieses Jahrbuches verunmöglicht das Erscheinen dieses Berichtes zukünftig innerhalb nützlicher Frist, weshalb die Kommission Gastrecht in dieser Zeitschrift nachsuchte und erhielt.

Es scheint angezeigt, den Resultaten pro 1920/21 vorangehend, hier ein Resumé der bisher im „Ski“ publizierten Zahlen zu geben. Dabei sei noch bemerkt, dass die Ergebnisse unserer Arbeiten von Anfang an auch in den „Annalen der schweizerischen meteorologischen Zentral-Anstalt“, allerdings etwas später, in Verbindung mit der Gesamtheit der Niederschlagsmessungen des eidgenössischen meteorologischen Netzes diskutiert werden.

Der kurze, zusammenfassende Rückblick über den bisherigen Verlauf des mit 1909/10 einsetzenden Gletschervorstosses, welcher dem letztjährigen Bericht vorgesetzt war, wurde vielleicht im richtigen Momente gegeben. Denn was sich seither im Haushalte unserer Gletscher zutrug, war dem weiteren Vorstoss nichts weniger als förderlich und leitet vielleicht eine neue Phase ein. Nicht nur war der Winter 1920/21 der schneeärmste Winter in den Alpen seit vielen Jahren, sondern es folgte ihm auch ein ganz ungewöhnlich warmer Sommer, der sehr rasch mit dem bisschen Winterschnee fertig wurde und den Firnfeldern und Gletschern in ausserordentlichem Masse zusetzte. Doch wäre es verfrüht, jetzt schon das definitive Ende des

Gletschervorstosses voraussagen zu wollen; erinnern wir uns daran, dass der noch wärmere Sommer 1911 inmitten eine Periode sehr kühler und nasser Sommer fiel.

Die Niederschlagsarmut des Winters 1920/21 war eine beispiellose; sie wurde ja auch bekanntlich beinahe katastrophal für die Licht- und Wasserversorgung unseres Landes. Die im Oktober und November gemessenen Mengen sind auf der Alpennordseite im allgemeinen die kleinsten je vorgekommenen Beträge der betreffenden Monate; normaler waren Dezember und Januar, während sich dann im Februar und März die Trockenheit wiederholte. Die Schneehöhennotierungen unserer Hochstationen illustrieren das am besten. Auf dem Säntis kam es erst anfangs September zu einer bleibenden Schneedecke, die Mitte Januar endlich den Betrag von 1 Meter erreichte. Auf Ende Januar fällt das erste Maximum von 1,6 Meter, im Februar und März ging sie wieder stark zurück, um dann anfangs Mai das Jahresmaximum von 2,3 Meter zu erreichen; im Jahre 1919 lag zu gleicher Zeit 7,9 Meter! Schon vor Ende Mai war der Säntisgipfel schneefrei, ungefähr gleichzeitig mit dem St. Gotthard, wo die grösste Schneehöhe anfangs Februar volle 1,4 (!) Meter betragen hatte.

Entsprechend lauten auch die leider nicht sehr zahlreichen Meldungen aus unsern beiden Messgebieten:

Clariden. Datum	Schneehöhen am Pegel bei der Hütte	Firnzuwachs bei der	
		untern Boje	obern Boje
1921 I. 1.	60	140	? cm
II. 13.	160	190	200 „
24.	120	170	205 „
III. 19.	140	?	? „
28.	180	?	? „
31.	150	190	205 „
VII. 6.	frei	80	265 „
29.	—	—90	15 „
VIII. 3.	—	?	0 „
IX. 15.	—	?	—65 „

Während in vorangegangenen Jahren (1918/19!) schon die Dezemberschneefälle die beiden mehr als 5 Meter langen Bojen auf dem Firn vollständig eingedeckt hatten, betrug der Firnzuwachs seit letztem Herbst zu Ende März 1921 erst ca. 2 Meter. Weitere Ablesungen liegen nicht vor bis zum Sommer, so dass wir über die maximale

Höhe des Winterschnees 1920/21 auf dem Claridenfirn, die anfangs Mai erreicht worden sein muss, nicht genau orientiert sind. Am 6. Juli betrug sie bei der untern Boje noch 80, bei der oberen noch 265 cm. Im heissen Juli muss dann der Abtrag ganz ausserordentlich gross gewesen sein; eine Messung vom 29. Juli ergab, dass das Firnniveau bei der untern Boje schon 90 cm unter demjenigen vom September 1920 lag und bei der oberen Boje um noch ca. 15 cm darüber; hier hatte also die Ablation trotz der grossen Meereshöhe (2900 m) in 23 Tagen $2\frac{1}{2}$ Meter betragen. Wenige Tage später (3. Aug.) war auch hier der Pegelstand vom Herbste 1920 erreicht und ungefähr gleichzeitig kamen, in schöner Übereinstimmung damit, die zu letzterem Zeitpunkte gestreuten Ockerflecken zum Vorschein.

Der Abtrag ging auch im warmen ersten Augustdrittel noch rasch weiter; am 13. August wurde die untere Boje — die im Herbste 1920 gestellte Holzstange — als umgefallen gemeldet; gleichzeitig aperte aber die Spitze der im Winter 1918/19 zugedeckten und seither nicht mehr zum Vorschein gekommenen ursprünglichen Stahlboje wieder aus. Das erlaubt die Feststellung, dass der Abtrag am 13. August beim untern Bojenort schon mehr als $3\frac{1}{2}$ Meter unter das letztjährige Firnniveau ging. Bis zur Jahresaufnahme am 15. September erreichte er sogar ca. 5 Meter und ging in der warmen 2. Septemberhälfte und wohl auch im exzeptionell warmen Oktober 1921 noch weiter. — Die neue Holzstange wurde an das herausragende Eisenrohr gebunden, so dass der jeweilige Standort derselben also die Ortsveränderung seit 1916 angibt: sie ragt 625 cm aus dem Firn.

Die obere Boje wurde am 15. September noch aufrechtstehend vorgefunden; sie ragte 65 cm mehr heraus als vor Jahresfrist (25. IX. 1920). Man ist wohl geneigt, sich über den kolossalen Unterschied in der Ablation an beiden Bojenorten zu verwundern: in 2700 m Senkung der Firnoberfläche 5 Meter unter das vorjährige Niveau, in 2900 m nur die erwähnten 65 cm; doch ist zu sagen, dass zwischen den beiden Standorten immer eine grosse Differenz gefunden wurde. Die Bewegung der oberen Boje, die wegen geeigneteren Überdeckungen sicherer festgestellt werden kann, als diejenige der unteren, betrug im Berichtsjahr 13 Meter gegen SE. Auch hier aperte eine frühere Boje aus, und zwar die im Herbste 1919 gestellte, damals 5,9 Meter herausragende Eschenstange, die im Sommer 1920 (12. August) knapp ausaperte, dann aber durch Neuschneefälle wieder zugedeckt wurde, bevor ihre Einmessung und Neuaufrichtung möglich wurde. Schon im letztjährigen Bericht wurde der Vermutung Raum gegeben, dass der Firnzuwachs 1919/20 nicht die ganze Länge der damals zugedeckten

Boje betrage, sondern dass die dünne, biegsame Eschenstange durch den darüberliegenden Schnee stark gebogen worden sei. Was wir diesen Sommer davon zu sehen bekamen, bestätigte diese Vermutung; das jetzt ausgeaperte obere Ende von 160 cm Länge bildete mit der Vertikalen einen Winkel von 60° , was einer Höhe von 80 cm entspricht und befriedigend übereinstimmt mit dem an der neuen Boje ermittelten Abtrag unter letztjähriges Herbstniveau von 65 cm. Die Fortbewegung dieser Holzstange beträgt in den zwei Jahren 1919—21 32 Meter gegen SE. Zur Vermeidung von Missverständnissen wurde sie im Firnniveau abgesägt und die neuere Boje, welche 6,5 Meter herausragt, wieder gerade gestellt.

Zeitmangel verhinderte leider das Einmessen der Markierungen am östlichen Ende der Firnzunge im Altenorentobel, welche bei der grossen Ablation dieses Jahres besonderes Interesse geboten hätte. Dagegen fertigte der die beiden Kommissionsmitglieder — Prof. A. PICCARD und Dr. F. TANK — schon zum zweitenmal begleitende Herr Ing. R. STREIFF-BECKER sehr instruktive Skizzen von den für die Messpunktsbestimmungen notwendigen Geländeüberdeckungen an, wofür wir ihm, wie überhaupt für seine stete Hilfsbereitschaft und guten Dienste auch an dieser Stelle unsern besten Dank aussprechen.

Im Totalisator auf dem Geissbützistock wurde im Zeitraume 25. September 1920 bis 15. September 1921 210 cm Niederschlag aufgespeichert, weitaus die kleinste Jahressumme seit Inbetriebsetzung desselben (1915). Die Notwendigkeit der Ergänzung unserer Firmessungen durch die Niederschlagsmessung tritt in diesem Jahr, wo sogar bei der oberen Boje nicht nur der ganze Zuwachs 1920/21, sondern sogar noch tiefere Firnschichten abgetragen wurden, und daher der Bohrapparat zu Hause blieb, besonders eindringlich vor Augen. Die Niederschlagsmenge unserer Station Linthal-Auen betrug im entsprechenden Zeitraum 103 cm.

Nicht weniger interessant waren die Feststellungen im Silvretta-gebiet, die der Berichtstatter am 25. September in Begleitung von Herrn JOH. GULER von Klosters machte. Der Gletscher ist enorm zerklüftet und muss jetzt — wenn man nicht sehr viel Zeit verlieren will — entlang seinem rechten Rande begangen werden. Er war vollständig aper bis zum letzten Steilanstieg vor der Passhöhe, wo wenige Centimeter vor ein paar Tagen gefallenen Neuschnees lagen. Sogar oberhalb dieser Steilstufe — auf der Passhöhe — waren noch ein paar gewaltige Schründe offen, und der Totalisator am Eckhorn

konnte nur über eine Randkluft erreicht werden, von der im vergangenen Jahre noch nichts zu sehen war.

Die Resultate der Niederschlagsbestimmungen sollen gleich vorausgenommen werden. Der obere Totalisator (in 3150 m am Eckhorn) ergab vom 11. September 1920 bis 25. September 1921 eine Gesamtsumme von 112 cm, der untere (bei der Silvrettahütte in ca. 2375 m) 108 cm, während in Klosters im entsprechenden Zeitraum 90 cm gemessen wurden. Demnach wäre die Zunahme der Niederschläge von der Hütte bis zur Passhöhe nicht mehr wesentlich; sollte sich das auch in den nächsten Jahren bestätigen, so müsste eine in diesen Berichten öfters ausgesprochene Ansicht über das Verhältnis von Niederschlagshöhe und bleibendem Firnzuwachs auf dem Silvrettapass einer Revision unterzogen werden.

Die uns bekannt gewordenen Ablesungen am Hüttenpegel und den beiden Bojen sind folgende:

Silvretta. Datum	Schneehöhe am Pegel bei der Hütte	Firnzuwachs bei der	
		untern Boje	obern Boje
1920 Okt. 8.	20 cm	? cm	90 cm
Dez. 30.	70 "	10 "	75 "
1921 Febr. 11.	? "	? "	130 "
" 19.	215 "	130 "	120 "
März 25.	185 "	? "	? "
" 28.	210 "	135 "	180 "
April 28.	? "	? "	205 "
Juli 6.	— "	5 "	125 "
Sept. 25.	— "	? "	—140 "

Von Silvretta besitzen wir also eine Ablesung aus der Periode mit annähernd der maximalen Schneehöhe des Winters 1920/21 (28. April), wonach auf der Passhöhe etwas über 2 Meter lagen. Anfangs Juli war er bei der untern Boje schon abgetragen und auf der Passhöhe auf die Hälfte reduziert. Bei unserm Besuche vom 25. September sodann fanden wir auf der Passhöhe das Firnniveau 140 cm unter demjenigen vom letzten Herbst. Am untern Messplatz (untere Boje) lag die 5 Meter lange Eisenstange, die in den letzten Jahren als Boje gedient hatte, auf dem Firn und die alte, 1915 gestellte Boje war mit ihrem Fussgestell vollständig ausgeapert. Die Ablation hatte also auch noch allen seit diesem Zeitpunkt angesammelten Firnzuwachs abgetragen,

	d. h.	200 cm	von	1915/16
		60	„	1916/17
		160	„	1917/18
		120	„	1918/19
		100	„	1919/20
	Total	640 cm	von	1915/20
	Dazu ca.	200	„	1920/21
	Zusammen	840 cm	von	1915/21

Es ist aber daran zu erinnern, dass diese, jeweilen im Herbst ermittelten Firnzuwachsschichten der einzelnen Jahre in den darauffolgenden Jahren stark komprimiert wurden; z. B. gelang es im Herbst 1917 den im Herbst 1915 gestreuten Ocker noch einmal zu erbohren und als Höhe der zweijährigen Firnzuwachsschicht 1915—17 fand man nicht $200 + 60 = 260$ cm, sondern nur 186 cm, so dass nicht mit einer Totalhöhe der abgetragenen Schicht von 8,4 Meter, sondern einer wesentlich geringeren, aber dafür spezifisch dichteren Firnmasse zu rechnen ist. — Das Fussgestell der Boje wurde auf dem hier zutage tretenden blanken Eise möglichst horizontal gestellt und an das mit ihr verbundene 2,3 Meter herausragende Stahlrohr das 5 Meter lange zweite Stahlrohr gebunden, nachdem es $\frac{1}{2}$ Meter versenkt worden war.

Die Revision der am nordwestlichen Gletscherrande angebrachten Markierungen liess an einigen Stellen ein Zurückweichen des Eisrandes erkennen; auf zahlenmässige Feststellung desselben musste aus Zeitmangel verzichtet werden. Das fiel um so leichter, als sich der schon anfänglich gewonnene Eindruck immer mehr verstärkte, der Silvrettagletscher eigne sich nicht besonders für solche Messungen. Man ist an den demselben zugänglichen Stellen immer mehr an seinem Seitenrande, als an seiner Front.

Ganz unmissverständlich musste sich die Wirkung des ausserordentlich warmen Sommers an kleinen Gletschern und Firnfeldern zeigen, die ja bekanntlich sofort auf grössere Witterungsanomalien einzelner Jahre reagieren. Das konnte der Berichterstatter an dem allen Sämtisbesuchern bekannten „Blauen Schnee“-firnfeldchen konstatieren. Dasselbe wurde in seinen horizontalen Ausdehnungen gewaltig reduziert — anlässlich eines Aufenthaltes auf dem Sämtis zu Ende August wurden seine damaligen Grenzen etwas genauer markiert — und präsentierte sich als richtiger kleiner Gletscher mit zutage tretendem blankem Eise, über das an den heissen

Tagen zu Ende Juli und anfangs August untermittags 4 bis zu einem Meter breite Schmelzwasserbäche flossen (laut Säntis-Beobachter Herr HAAS); Bänderung und Schründe traten auf. Die Begehung der Blauschneeroute wurde für die ungenügend ausgerüsteten und unerfahrenen Säntisbesteiger geradezu gefährlich, und der Säntiswart musste mancher geängstigten Partie — oft mitten in der Nacht — zu Hilfe kommen, namentlich als sich der Firn oben beim Einstieg in die Felsen ca. 6 Meter unter das auf ihn herabführende Drahtseil zurückgezogen hatte.

Verglichen mit diesen Verhältnissen sind die Ablesungen an unserer höchstgelegenen Messtelle besonders lehrreich.

In der Firnmulde südöstlich des Jungfrauoches hatten die Messungen, wie aus den vorhergehenden Berichten ersichtlich, eine ganz ungewöhnliche Abhängigkeit der Schneehöhen von den Windverhältnissen des jeweiligen Winters ergeben. Um festzustellen, ob die Boje an einer für die normale Schneeablagerung besonders ungünstigen Stelle stehe, war daher, wie schon erwähnt, im Sommer 1920, von Herrn Prof. DE QUERVAIN eine zweite Stange ca. 200 Meter gletscherabwärts von der ersten gestellt worden. Die vom Personal der Jungfraubahn gemachten Ablesungen an beiden Bojen sind nun für das Berichtsjahr folgende:

Jungfraufirn. Firnzuwachs seit 27. VIII. 1920.

Datum		Erste Boje	Zweite (untere)
1920	XI. 10.	180 cm	190 cm
1921	I. 10.	180 "	200 "
	30.	170 "	230 "
	II. 19.	170 "	230 "
	III. 15.	200 "	240 "
	31.	200 "	? "
	IV. 23.	300 "	300 "
	V. 8.	230 "	220 "
	20.	190 "	200 "
	VI. 4.	130 "	190 "
	16.	120 "	180 "
	29.	120 "	200 "
	VII. 14.	100 "	180 "
	28.	140 "	200 "
	VIII. 17.	150 "	300 "
	31.	160 "	230 "

IX. 15.	160 cm	220 cm
28.	150 "	200 "
X. 12.	150 "	200 "
22.	150 "	200 "

Am Standorte der neuen Boje ergab sich also dies Jahr eine raschere Ansammlung von Firnschnee; die Maximalhöhen dagegen sind bei beiden Bojen dieselben, die Ablation bei der neuen nicht so gross, so dass an dieser Stelle ein um einen halben Meter grösserer Firnzuwachs resultiert. Mehr Bedeutung aber soll darauf gelegt werden, dass hier in einer Meereshöhe von ca. 3350 m trotz des warmen Sommers von der im Maximum jedenfalls wenig über 3 Meter betragenden Schneeablagerung des Winterhalbjahres noch $1\frac{1}{2}$ —2 Meter als bleibender Firnzuwachs übrig blieb. Zusammengehalten mit der von der untern zur obern Clariden- wie Silvrettaboje rasch abnehmenden Grösse der Ablation führt uns diese Tatsache eindringlich vor Augen, wie rasch von einer gewissen Meereshöhe an der Abtrag durch Schmelzung auch in extrem warmen Sommern abnimmt. Die daraus resultierenden Konsequenzen für den Haushalt grosser, mit ihren Nährgebieten in die Hochfirnregionen emporragenden Gletscher und der kleinen, wenig über die Schneegrenze reichenden Firnfelder sind leicht zu übersehen; ich möchte daher an dieser Stelle nicht näher darauf eintreten.

Von dem unter dem Patronate des Skiklub Davos stehenden Pegelpaar auf Parsenn und an der Weissfluh seien schliesslich folgende Ablesungen mitgeteilt:

Datum	Pegel bei der Parsennhütte	Pegel an der Weissfluh
1920 Dez. 28.	120 cm	? cm
1921 Jan. 2.	? "	50 "
16.	50 "	? "
Febr. 4.	110 "	178 "
23.	95 "	? "
März 19.	90 "	160 "
28.	100 "	175 "
April 21.	140 "	200 "
Mai 5.	90 "	190 "

Also erst im April wurde auf Parsenn die Schneehöhe von 1 Meter nennenswert überschritten.

Zur Kenntnis äthiopischer Vespiden (Hym.).

Von

DR. A. v. SCHULTHESS RECHBERG (Zürich).

(Als Manuskript eingegangen am 30. Januar 1922.)

II. *Rhynchium cyanopterum et similia.*¹⁾

Die äthiopische Region beherbergt eine ganze Reihe von Hymenopteren, deren Flügel im basalen Drittel hell oder gelblich getrübt, in der äussern Partie aber dunkel-violett sind und stahlblau schillern. Der Körper ist schwarz mit mehr oder weniger ausgedehnter braunroter Zeichnung an Kopf und Thorax, an der Basis des Abdomens und an den Beinen. Hie und da treten noch gelbe Flecken auf den Abdominaltergiten dazu. So gefärbte Tiere finden sich besonders unter den solitären Wespen, kommen aber auch bei Grabwespen (*Stizus* etc.) vor. Wohl der bekannteste Vertreter dieser so gefärbten Gruppe ist das *Rhynchium cyanopterum* Saussure. Genaue Untersuchung ergibt aber, dass das *Rh. cyanopterum* in verschiedene Arten geteilt werden muss. Zur Unterscheidung dienen Skulptur und Struktur des Schildchens, des Hinterschildchens und des Mittelsegmentes, die Form und Ausrandung des Kopfschildes und die Form der männlichen Genitalien, während die Färbung keinerlei Rolle spielt, indem bei vielen Arten dieselben Farbenvarietäten sich wiederholen.

Für die den männlichen Genitalapparat bildenden Teile verwende ich die von THOMSON (*Hymenoptera Scandinaviae*, II p. 18) sowie SCHMIEDEKNECHT (*Apidae europaeae*, Bd. I, Taf. 8) für die Gattung *Bombus* gebrauchten Bezeichnungen. Nur sind diese Teile bei den solitären Wespen viel einfacher gestaltet. Der *Cardo*, das basale Verbindungsstück, sowie die *Sagittae*, die äussern Klappen SCHENCKS (*Jahrb. Nassau XIV*, 1859, St. 143) fehlen vollständig, die *Lacinia* besteht aus einem einfachen pfriemartigen Gebilde, die *Squama* allein sowie die *Spatha*, der eigentliche Penis, zeigen komplizierteren Bau, der bei den einzelnen Arten verschieden gebildet ist.

¹⁾ Vergl. Entomolog. Mitteilungen. Berlin. X. 1921. St. 121. I. *Polistes*.

A. Rhynchium Spin.

Tergite seitlich mit gelben Flecken	1.
" " ohne " "	3.

1. Schildchen glatt und glänzend, beinahe punktlos; Hinterschildchen nach hinten geneigt, am Vorderrande am höchsten. Mittelsegment oben und auf der Hinterfläche grob quengerunzelt, seitlich mit mehreren scharfen Zähnen und Zacken (Fig. 2). 2.

—. Schildchen und Hinterschildchen dicht punktiert; letzteres erst horizontal, dann senkrecht abfallend; horizontale und vertikale Partie durch eine scharfgezähnte Linie getrennt. Mittelsegment seitlich mit einem kurzen Zahn. 1. und 2. Tergit mit Ausnahme des Hinterrandes des letzteren ohne Punkte; die gelben Seitenmakeln des 1. Tergits erreichen den Hinterrand des Tergites nicht, stehen also isoliert.

Rh. furax Kohl = *Od. lateralis* F.

2. Palaearktische Region. Gelbe Seitenflecken, nach innen verbreitert, oft zu endständigen Binden verschmelzend; Kopfschild ♂ unten zugespitzt, ♀ unten schmal abgestutzt; Abstutzung kaum länger als das halbe 4. Fühlerglied. 1. *Rh. oculatum* Fab.

—. Äthiopische Region. Gelbe Flecke, nach innen scharf abgegrenzt, so dass eine regelmässige, zusammenhängende seitliche Längsbinde entsteht. Kopfschild wie bei *Rh. cyanopterum* Sauss.

2. *Rh. marginellum* Fab.

3. Schildchen glatt und glänzend, beinahe punktlos (Fig. 2). Hinterschildchen nach hinten geneigt, am Vorderrande am höchsten, querüber flach, selten (wie dann auch das Hinterschildchen) durch eine mediane Längsfurche in der Mitte eingesenkt. Mittelsegment oben und auf der Hinterfläche grob quer gerunzelt, seitlich mit mehreren scharfen Zähnen und Zacken bewehrt. 1. Tergit punktiert. Kopfschild ♀ $\frac{1}{5}$ länger als breit. 2c. *Rh. cyanopterum* Sauss.

a) Kopf, Thorax und Basis des 1. Tergits rotbraun
v. *cyanopterum* Sauss.

b) Kopf, Metathorax und Abdomen schwarz v. *sabulosum* Sauss.

c) Ganz schwarz, mit spärlichen roten Zeichnungen am Kopf und an den Beinen
v. *congicum* Bequaert

d) Kopf und letztes Tergit rot, Dorsulum und Abdomen schwarzbraun
v. *mossambicum* Grib.

—. Schildchen und Hinterschildchen überall z. T. dicht punktiert. Obere Fläche des Mittelsegmentes punktiert ohne Runzeln. 4.

4. Hintere Partie des Dorsulum und vordere Hälfte des Schildchens ziemlich zerstreut punktiert; Zwischenräume zwischen den Punkten glänzend, grösser als diese selbst. Hinterschildchen nach hinten geneigt (*Neavei*) oder flach, resp. sattelförmig vertieft (*aenigmaticum*) (Fig. 8). 5.

— Dorsulum, Schildchen und Hinterschildchen gleichmässig und grob dicht punktiert, besonders auf dem Schildchen sind die Zwischenräume zwischen den Punkten kleiner als diese selbst. Das Hinterschildchen zeigt eine horizontale, in der Fläche des Schildchens liegende und eine senkrecht-abschüssige, hintere Partie (Fig. 10); die Kante zwischen beiden ist leicht konvex und regelmässig gezähnt. Mittelsegmentgrube flach, nur nahe der Mitte quer gerunzelt, nach aussen glatt und glänzend. Kopfschild ♀ so lang als breit, zerstreut punktiert, unten mit seicht-winkligem Ausschnitt, der von 2 scharfen Zähnen begrenzt ist; von diesen gehen nach aufwärts 2 kurze, scharfe Kiele, zwischen sich eine glatte Rinne bildend. Kopfschild ♂ $1\frac{1}{4}$ mal breiter als lang, punktiert, unten mehr oder weniger tief, halbkreisförmig ausgerandet. 6.

5. Schildchen flach, ohne mediane Längsfurche; Hinterschildchen nach hinten schräg abfallend, am Vorderrande am höchsten; der Vorderrand eine in der Querrichtung gewölbte, scharfe Lamelle bildend (Fig. 5). Hinterfläche des Mittelsegmentes grob diagonal gerunzelt, seitlich mit 2—3 kurzen, stumpfen Höckerchen. Seiten des Mittelsegmentes fein längsgerunzelt. Kopfschild ♀ so breit als lang, spärlich längsrunzlig punktiert, ohne Längskiele, unten quer abgestutzt; Länge der abgestutzten Partie gleich der Länge des 4. Fühlergliedes. Kopfschild ♂ punktlos, hellgelb, etwas länger als breit, unten ganz seicht ausgerandet. Unterrand etwa $\frac{2}{3}$ so lang als das 4. Fühlerglied (Fig. 4). 3. *Rh. Neavei* nov. spec.

— Schildchen durch eine tiefe glänzende mediane Längsfurche in zwei Höcker geteilt. Hinterschildchen eine horizontale, in der Mitte allerdings eingesattelte und eine vertikale Fläche bildend, die durch eine scharfe, gezähnte Kante voneinander getrennt sind (Fig. 8). Mittelsegmenthinterfläche diagonal fein gerunzelt, seitlich mit schaufelförmigem Zahn an der Seitenecke und einigen spitzen Zähnen an der untern Kante. Seiten des Mittelsegmentes ohne Runzeln. Kopfschild ♂ (Fig. 7) länger als breit, unten tief und breit halbkreisförmig ausgerandet, weissgelb mit rotbraunem Saum. Tergite 1 und 2 dicht punktiert. 4. *Rh. aenigmaticum* nov. spec.

6. Mittelsegmentseiten mit groben Längskielen, deren Zwischenräume punktiert sind, an der Seite ein grosser breiter Zahn, darunter an der Unterkante 3—4 spitzige Zähne. Obere Fläche des Mittelsegmentes grob netzförmig punktiert. Kopfschild ♂ unten schwach bogenförmig ausgerandet. Kopfschild, Glabella und untere Partie der Augenausrandung rotgelb, Fühlerschaft ohne gelb (bei 1 Exemplar)

5. *Rh. histrionicum* Grib.

--. Mittelsegmentseiten ohne Riefen, zerstreut seicht punktiert, obere Fläche des Mittelsegmentes fein dicht punktiert. Mittelsegmentkante ohne scharfe Zähne, abgerundet. Kopfschild ♂ zerstreut punktiert, unten mehr oder weniger tief, halbkreisförmig ausgerandet, wie die Glabella, der Unterrand der Augenausrandung und die Unterseite des Fühlerschaftes hell strohgelb.

6. *Rh. Gribodoi* nov. spec.

1. *Rhynchium oculatum* Fab.

Ob *Rh. oculatum* als eigene Art aufzufassen ist, oder nur als Varietät des *Rh. marginellum* wage ich nicht zu entscheiden. Mit letzterem stimmt es überein in der Struktur und Skulptur von Schildchen, Hinterschildchen und Mittelsegment, sowie dem Bau der männlichen Genitalien, die auch die eigentümliche Bürste zeigen; höchstens ist bei *oculatum* die Squama viel weniger behaart als bei *marginellum*. Es unterscheidet sich durch die etwas abweichende Färbung, indem die Seitenflecken nach innen nicht scharf abgegrenzt sind, sondern spitz auslaufen und den beim ♂ unten zugespitzten Kopfschild, der bei *marginellum* deutlich ausgerandet ist (Fig. 1).

Var. *Lefebvrei* Lep. 2. Tergit schwarz statt rostrot.

Var. *somalicum* Magretti (Ann. Mus. Civ. Genova. XXXIV, 1899, p. 594). Grundfarbe schwarz mit grossen gelben Seitenflecken, die zu seitlichen Längsbinden verschmelzen.

Vorkommen: Südeuropa, Aegypten, Abessinien, Arabien.

2. *Rhynchium marginellum* Fab.

(Fig. 1, 2, 3)

umfasst zahlreiche Farbenvarietäten, die durch ganz Südeuropa, Afrika, die orientalische Region bis nach Australien verbreitet und meist sehr häufig sind. Alle zeichnen sich aus durch das flache, selten in der Medianlinie gefurchte, punktlöse Schildchen, das flache Hinterschildchen (Fig. 2), das seitlich mit starken Zähnen und Dornen bewehrte Mittelsegment.

Männliche Genitalien: Stipes am Ende stumpf abgerundet, kahl, die Squama schmal, behaart, mit eigentümlichem, bürstenartigem Ge-

bilde: die Äste der basalen Gabel der Spatha geschweift, ohne blattartige Verbreiterungen, der Apicalteil gleich lang wie der basale, an der Basis nicht breiter als am Ende (Fig. 3).

Zu dieser Art gehören folgende Lokalformen:

a) *Rh. haemorrhoidale* Fab. durch Südarabien, die indo-orientalische Region bis Australien und die polynesischen Inseln in folgenden Farbenvarietäten verbreitet: *atrum* Sauss., *carnaticum* F., *dohertyi* Schulz, *künkeli* Maindron, *medium* Maindron, *parentissimum* Sauss..



Fig. 1. *Rh. marginellum*.
Kopfschild ♂

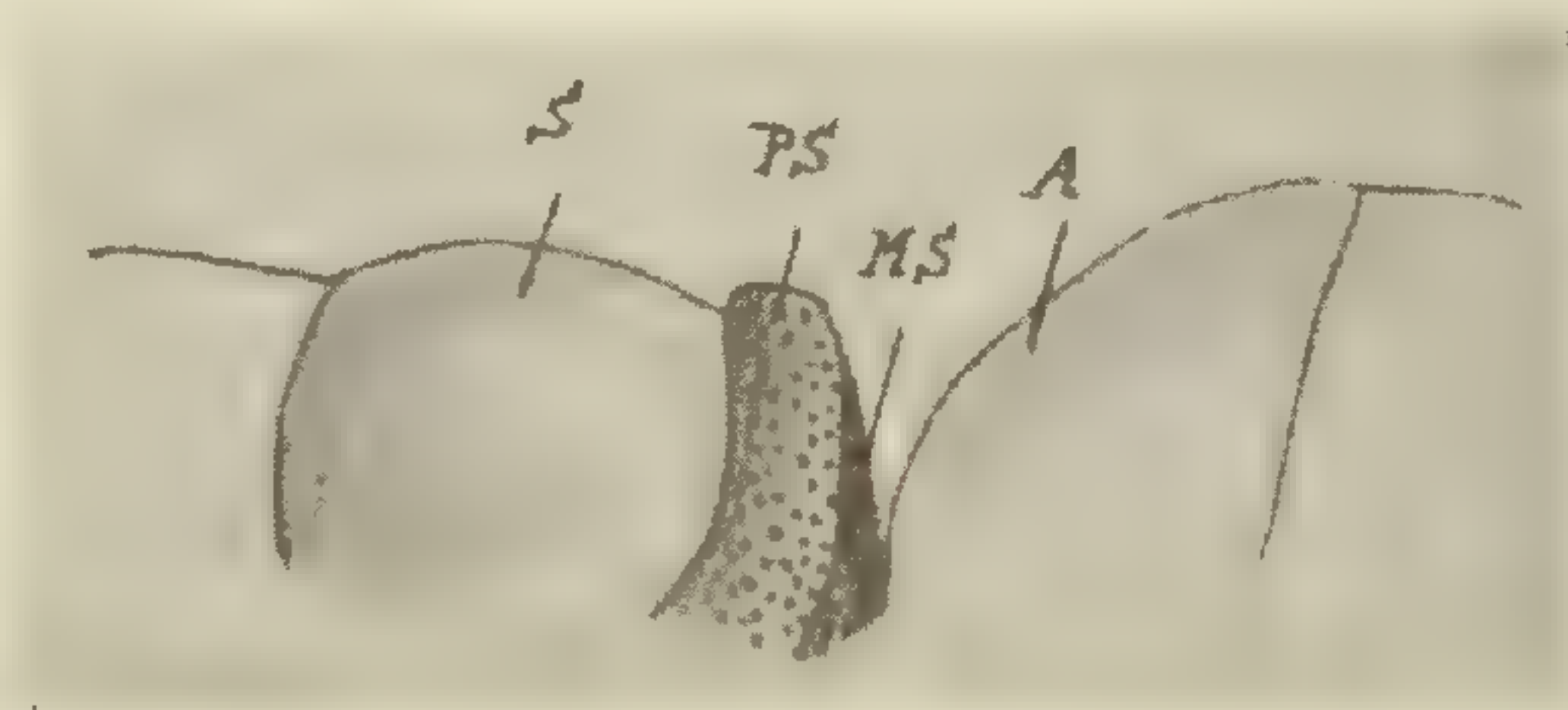


Fig. 2. *Rh. marginellum*
S = Schildchen PS = Hinterschildchen
MS = Mittelsegment A = Abdomen

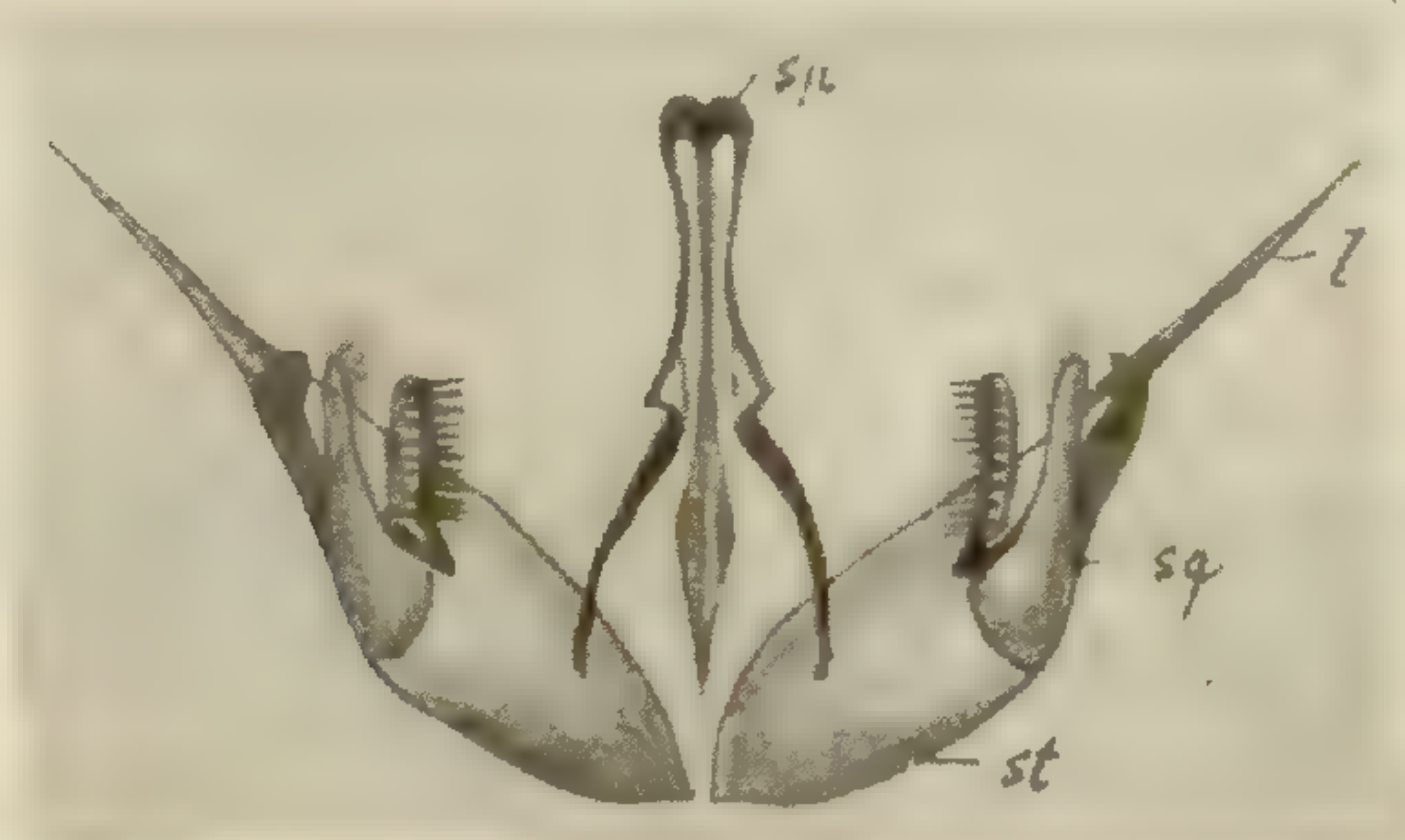


Fig. 3. *Rh. marginellum*
St = Stipes Sq = Sqama
L = Lacinia Sp = Spatha

quinquecinctum F., *rubropictum* Sauss., *salomonis* Meade-Waldo, *sanguineum* Sauss. usw. (vergl. W. A. Schultz in Berl. Ent. Zeitschr. XLIX, 1904, St. 219—223).

b) *Rh. marginellum* Fab. = *africanum* F. = *laterale* Sauss. et aut., verbreitet durch ganz Äquatorial-Afrika.

c) *Rh. cyanopterum* Sauss., verbreitet durch ganz Äquatorial-Afrika mit den Varietäten *congicum* Bequaert, *mossambicum* Grib., *sabulosum* Sauss.

d) *Rh. xanthurum* Sauss., Kapland.

e) *Rh. mirabile* Sauss., aus der malayisch-australischen Region mit den Farbenvarietäten: *decoratum* Sauss., *rothi* Kirby, *superbum* Sauss.

Rhynchium furax Kohl.

1894 Ann. k. k. Naturh. Hofmuseum Wien, IX, p. 339, Taf. XV, Fig. 89.

Rh. furax ist entschieden kein *Rhynchium*, sondern ein *Odynerus*, indem die drei Endglieder der Kiefertaster viel länger sind, als das 3. Glied, das 4. allein mehr als halb so lang als das 3. (s. No. 7. *O. lateralis* Fab.).

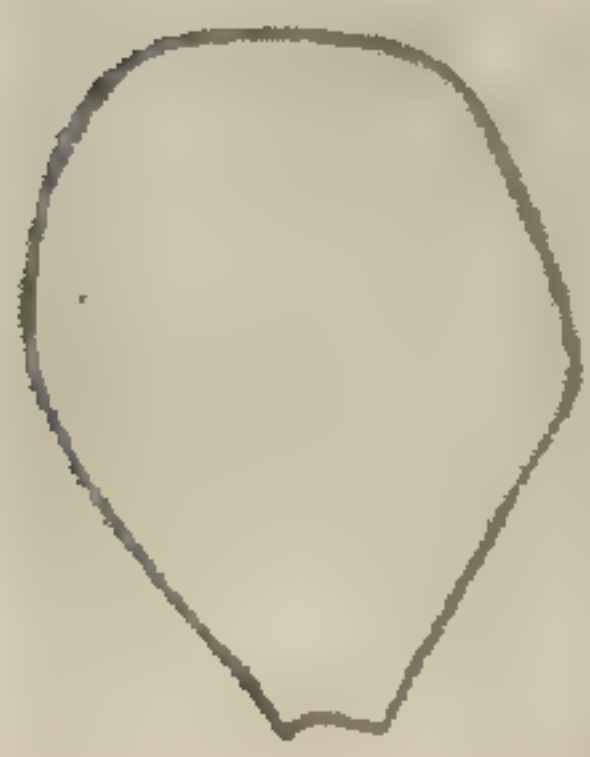


Fig. 4. *Rh. Neavei*
Kopfschild

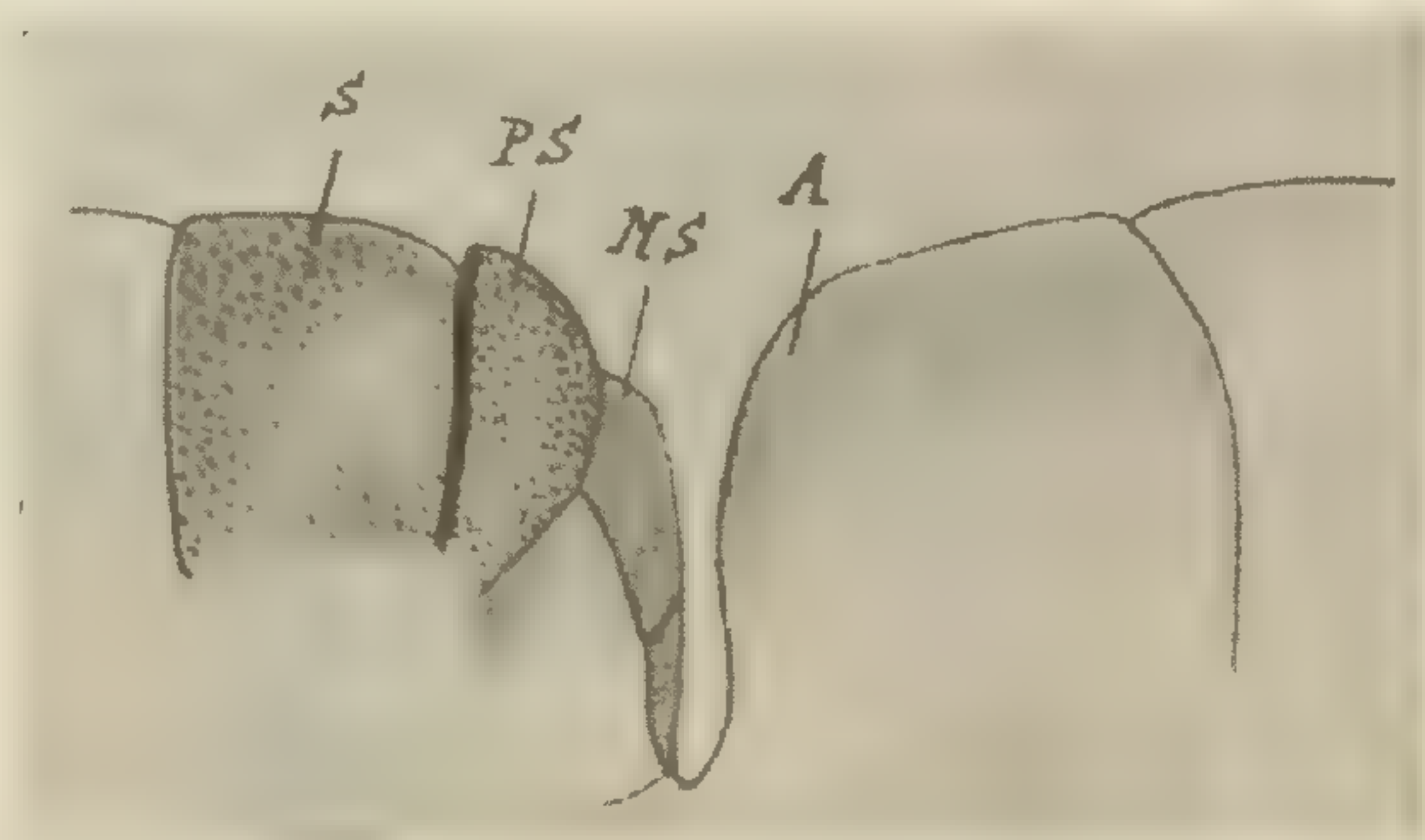


Fig. 5. *Rh. Neavei*



Fig 6. *Rh. Neavei*
Genitalapparat

Rhynchium Neavei nov. spec.

(Fig. 4, 5, 6.)

Rh. Neavei gleicht sehr dem *Rh. cyanopterum*, ist aber besonders im männlichen Geschlechte etwas kleiner (gemessen bis Hinterrand des 2. Tergits: ♀ 14 mm; ♂ 9—10 mm). Die Färbung ist vollständig dieselbe, nur scheint der Fühlerschaft des ♂ unten meist gelb gefärbt zu sein, während das bei *cyanopterum* seltener vorkommt. Die Unterschiede liegen in der Form des Kopfschildes, der bei *Neavei* ♀ kaum länger als breit, bei *cyanopterum* $\frac{1}{5}$ länger als breit ist und

gegen das untere Ende deutlich erhabene Kanten zeigt, die bei Neavei zu fehlen scheinen, oder ganz undeutlich sind; auch beim ♂ ist der Kopfschild bei Neavei (Fig. 4) relativ kürzer und unten quer abgestutzt, während er bei cyanopterum unten seicht ausgerandet ist. Schildchen, Hinterschildchen und das Mittelsegment zeigen die in der Tabelle angegebenen Unterscheidungsmerkmale gegenüber den verwandten Arten.

Stipes am Ende stumpf, stark behaart; Squama dreieckig, am Hinterrande einmal gebuchtet; der Basalteil der Spatha um wenig kürzer als der Apicalteil, dessen Gabeläste gerade, ohne Anhänge; der Apicalteil an der Basis ein wenig breiter als am Ende (Fig. 6).

Vorkommen: NO.-Rhodesia, Loangwatal, 1700', IV. 1905; Alala Plateau, Ndola-Distrikt, 4000', X. 1905; Hochplateau des Tanganyikasees, „im dichten Wald“, 4500', VIII. 1908; Zambesital, X. 1908; Mporokoso, 4500', IX. 1908; Unt. Kalungwisital, „im dichten Wald“, 3500', IX. 1908. 15 ♂ 2 ♀ Neave leg. (Type c. m.; Mus. Oxford).



Fig. 7. *Rh. aenigmaticum*
Kopfschild

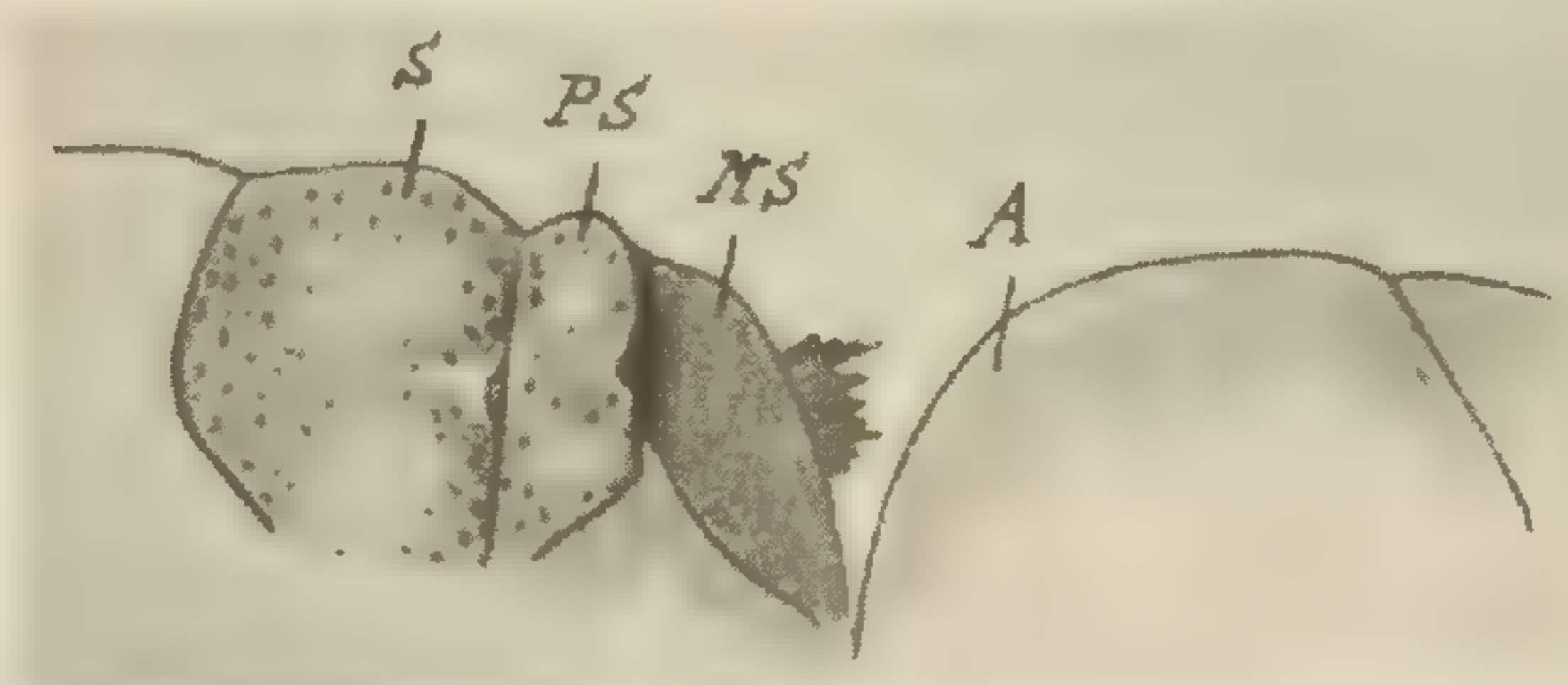


Fig. 8. *Rh. aenigmaticum*

4. *Rhynchium aenigmaticum* nov. spec.

(Fig. 7, 8, 9.)

Es liegt ein einzelnes ♂ von Senegal vor, das sich nicht unter die bisher beschriebenen Arten einreihen lässt und, da es charakteristische Merkmale zeigt, wohl als eigene Art aufgefasst werden darf. ♂ Kopfschild $\frac{1}{5}$ höher als breit, unten tief halbkreisförmig ausgerandet (Fig. 7), in der Mitte blassgelb, am Rande rotbraun; Glabella blassgelb; Augenausrandung ohne helle Farbe (ob immer?). Dorsulum und Schildchen zerstreut punktiert, Zwischenräume zwischen den Punkten grösser als diese selbst (Fig. 8), ähnlich wie bei Neavei, mit tiefer, glatter Mittelfurche, die bei Neavei fehlt; Hinterschildchen geneigt, ähnlich wie bei Neavei, aber mit scharfer, feingezählelter,

in der Medianlinie eingesattelter Hinterkante. Mittelsegment auf der ganzen Hinterfläche dicht diagonal gerunzelt, mit scharfen, schaufelförmigen, spitzigen Zacken an der Seitenecke und an der Unterkante (ähnlich *histrionicum*). Mittelsegmentseiten wie bei *Gribodoi* nur den Oberkanten entlang und spärlich punktiert; obere Fläche des Mittel-



Fig. 9. *Rh. aenigmaticum*

segmentes grob gerunzelt, wie bei *histrionicum*. Tergite und Sternite dicht punktiert. Färbung wie bei den übrigen Arten. Grösse (bis zum Hinterrand des 2. Tergits): 15 mm.

Stipes am Ende zugespitzt, lang behaart; Squama lang dreieckig, am Hinterrande einmal gebuchtet, lang behaart; Basalteil der Spatha so lang wie der Apicalteil, Gabeläste geschweift, ohne Anhänge; Apicalteil an der Basis viel breiter als am Ende (Fig. 9).

Senegal 1 ♂ (c. m.).

5. *Rh. histrionicum* Gerst.

(Fig. 10.)

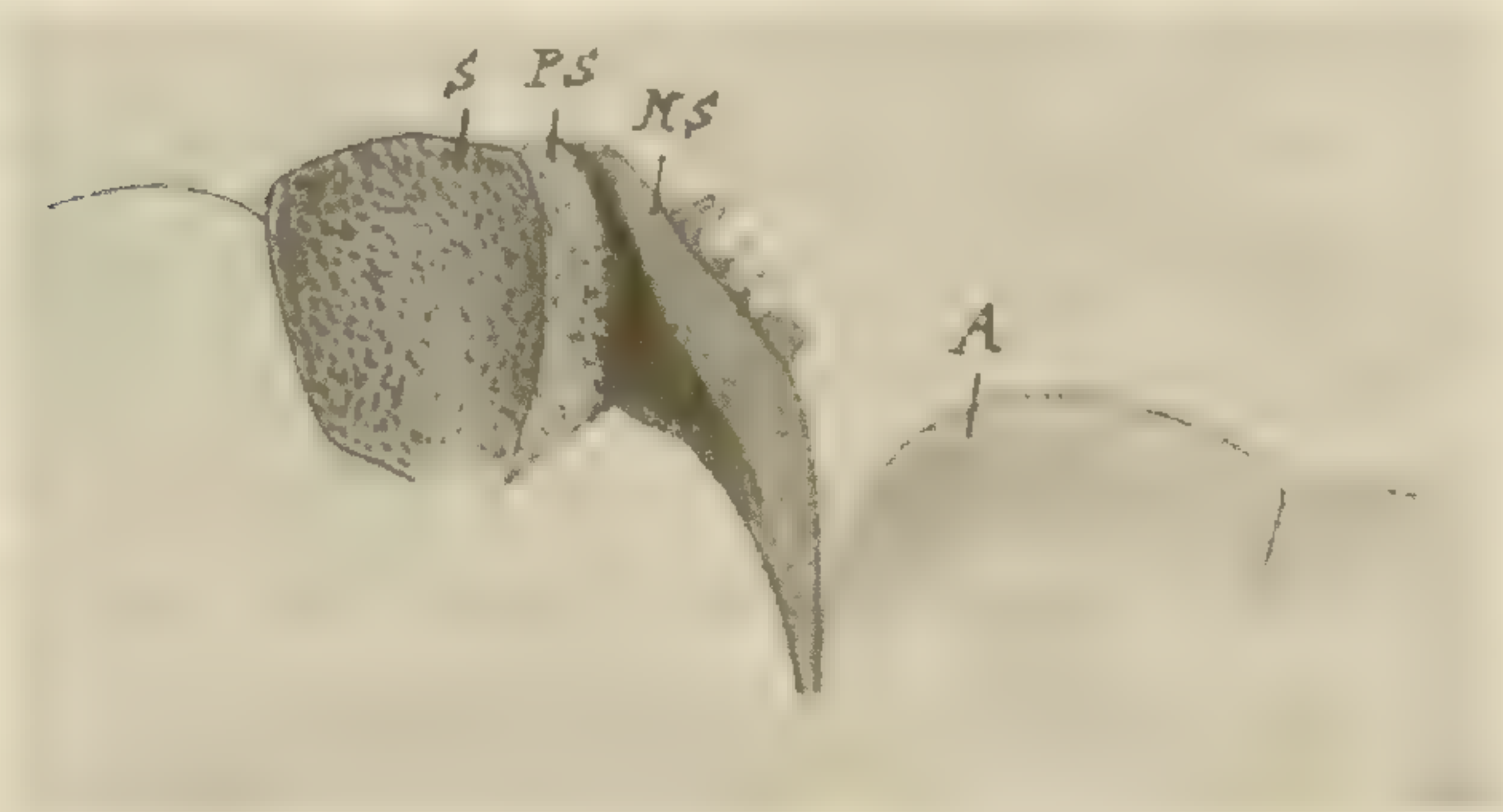


Fig. 10. *histrionicum* Gerst.

Gerstäcker, 1857, Monatsber. k. preuss. Akad. Wiss. Berlin. St. 463; Peters, Reise nach Mossambique, Zool. V. 1862, St. 465, Taf. XXX, Fig. 4.

(!) *Rh. foraminosum* Gribodo. 1894. Mem. Acad. Sc. Bologna. Ser. V, T. V. p. 347.

(?) *Rh. multispinosum* Sauss., *Etudes Vespides* III, p. 177.

Rh. foraminosum Grib., dessen Type ich in Turin in GRIBODOS Sammlung vergleichen konnte, ist unzweifelhaft identisch mit GERSTÄCKERS *histrionicum*, das Dr. BISCHOFF in Berlin an meinen mit dem Typus der GRIBODOSchen Art verglichenen Stück identifiziert hat. Ob Saussures *multispinosum* hierher gehört, ist möglich. Jedenfalls ist die Ansicht BEQUAERTS, dass *Rh. emeryanum* hierher gehöre, irrtümlich, wie ich mich durch Vergleich mit der Type überzeugen konnte.

Rh. histrionicum zeichnet sich aus durch den circa ebenso langen als breiten und unten dreieckig ausgerandeten Kopfschild des ♀, von dessen scharfen, die Ausrandung begrenzenden Spitzchen scharfe Kiele nach oben verlaufen. Der Kopfschild des ♂ ist ebenso lang als breit, unten breit und seicht ausgerandet; Schildchen und Hinterschildchen sind überall gleichmässig und dicht punktiert, eher noch etwas dichter als das Dorsulum; Zwischenräume zwischen den Punkten kleiner als diese selbst. Hinterschildchen mit horizontaler und vertikalabschüssiger Partie, die durch eine scharfe, fein gezähnelte Kante getrennt sind. Horizontale Fläche wie das Schildchen punktiert, vertikale Fläche oben ganz grob punktiert, in der untern Hälfte glatt. Mittelsegmenthinterfläche flach, oben glatt, glänzend, unten diagonal, grob gerunzelt; Kanten scharf, besonders beim ♂; an der Seitenecke ein grosser, schaufelförmiger Zahn, dem an der Unterkante 3—4 scharfe, spitzige Zähne folgen. Mittelsegmentseiten von oben bis unten mit groben Längsrünzeln versehen, deren Zwischenräume punktiert sind. Obere Fläche des Mittelsegments grob, ziemlich dicht punktiert. Abdomen mit grau-goldigem Tomente bedeckt; 1. Tergit unpunktiert, 2. auf der basalen Hälfte mit sehr zerstreuten, sehr seichten Punkten; Endrand ziemlich dicht grob punktiert; (stimmt in dieser Beziehung nicht ganz mit GRIBODOS Beschreibung, welcher sagt: „Abdomen segmentis dorsalibus 1. toto, 2. que basi parce tenuissime punctulatis“). Sternite 2—4 resp. beim ♂ 2—5, ziemlich dicht grob punktiert, das 2. auf der Scheibe etwas zerstreuter als am Rande.

Vorkommen; Delagoabay, Lourenzo-Marques (Junod, 1 ♀ sec. Gribodo); Lebombo, Transvaal (Junod 1 ♀, 12. II. 14); Nyassasee, Langenburg (Fülleborn, 1 ♂, II. 98); Betschuanaland, Lobatsi (L. Schultz leg. X. 1904, 1 ♀). Das Tier scheint eher selten zu sein.

Rh. histrionicum ist vielleicht identisch mit *Rh. multispinosum* Sauss. aus Port Natal, mit dem es die starke Bedornung der Mittelsegmentkanten gemein hat, von dem es sich aber durch starken Glanz des Dorsulums und des Schildchens unterscheiden soll.

6. *Rhynchium Gribodoi* nov. spec.

(Fig. 11 u. 12.)

Von der Grösse des *Rh. histrionicum*, mit dem es ausser der Färbung die Bildung und Skulptur des Dorsulums, des Schildchens und des Hinterschildchens gemein hat. Es unterscheidet sich durch das Mittelsegment, dessen Hinterfläche überall fein diagonal gerunzelt und matt ist, dessen Seiten keine Runzeln tragen, sondern mit Ausnahme der nahe der Kante liegenden Partie, welche eine Anzahl mässig grober Punkte trägt, unpunktiert und matt ist, dessen Seitenkanten abgerundet sind und dessen Seitenecke keinen Zahn bildet. Die obere Fläche des Mittelsegmentes ist fein runzlig punktiert. Tergit 1 und 2 mit sehr zerstreuten, seichten Punkten (die Punktierung dieser Tergite scheint zu variieren). Sternite ziemlich dicht, grob punktiert.



Fig. 11. *Rh. Gribodoi*
Kopfschild ♂



Fig. 12. *Rh. Gribodoi*.

♂ Mandibeln, Kopfschild, Unterseite des Fühlerschaftes und unterer Saum der Augenausrandung hellgelb. Kopfschild breiter als lang, unten ziemlich tief, halbkreisförmig ausgerandet (Fig. 11).

♂ Var. Gelbe Punkte an den Seiten der Tergite.

Stipes am Ende stumpf, behaart; Squama schmal, kurz behaart, am Innenrande zweimal gebuchtet, mit medianem Zahn bewehrt; Basalteil der Spatha zwei Drittel so lang als der Apicalteil, Gabeläste gerade mit zwei blattförmigen Anhängen; Apicalteil plump, an der Basis viel breiter als am Ende.

Vorkommen: Westafrika: NO-Rhodesia, Luwingu am Zambese, X. 1908; Kalungwisital, 3500—4200' XI. 1908; Hochplateau des Tanganyikasees 4500', VIII. 1908 (Neave. leg.); Betschuanaland, Lobatsi, X. 1904 (L. Schultze leg.) (C. m., Mus. Oxford, Mus. Berlin.).

B. Odynerus.

1. Subgenus *Hoplopus*. Kopfschild breiter als lang, unten beim ♀ flach, beim ♂ tief halbkreisförmig ausgerandet. 1. Abdominal-

segment flach kuppelförmig, halb so lang als am Hinterrande breit. Fühler des ♂ am Ende aufgerollt.

10. *Hoplopus Gestroi* Magretti
= *H. spiniger* Schulth.

a) Sämtliche Tergite mit grossen gelben Flecken, so dass eine zusammenhängende, seitliche, gelbe Längsbinde entsteht.

var. *Gestroi* Magr.

b) Tergit 1—5 oder einzelne derselben mit schmaler, weissgelber, mitten unterbrochener, endständiger Binde.

var. *albolimbatus* nov. var.

c) Abdomen schwarz, nur auf Tergit 1 oder 1 und 2 ein seitlicher, roter, runder Fleck.

var. *spiniger* Schulth.

—. Subgenus *Lionotus*. Kopfschild länger als breit, unten schmal ausgerandet. 1. Abdominalsegment relativ länger, Fühler des ♂ mit hackenförmig umgebogenem Endglied.

2.

2. Tergite 1 und 2 unpunktiert. Obere Kante des Mittelsegmentes abgerundet. Seitenecken abgerundet oder mit kurzen Zähnen.

3.

—. Sämtliche Tergite dicht punktiert. Obere Kante des Mittelsegmentes sehr scharf, oben einen aufrechtstehenden Zahn bildend, der vom Hinterschildchen durch eine tiefe Kluft getrennt ist (*O. simplex*), Seitenecke mit mehreren scharfen Zähnen.

9. *O. Meyeri* Cameron

a) Tergite seitlich mit gelben Mackeln, wie bei *O. lateralis*, oder *Rh. marginellum*, Flügelschuppen meist gelb.

var. *pseudolateralis* Meade-Waldo

b) 2. Tergit mit schmaler, endständiger weisser, in der Mitte breit unterbrochener Binde.

var. *albolimbatus* Schulth.

c) Abdomen ohne helle Zeichnung.

var. *Meyeri* Cameron

3. Sämtliche Tergite unpunktiert

7. *O. lateralis* F.

= *truncatus* Sauss.

a) Sämtliche Tergite mit gelben Seitenmackeln.

var. *lateralis* F.

b) Einzelne Tergite mit kleinen, elfenbeingelben Seitenflecken.

var. *lateropictus* Bequaert

c) Tergite ungefleckt, einfarbig.

var. *unicolor* Schulth.

—. Hinterrand der Segmente 2 u. ff. dicht grob punktiert.

8. *O. marginipunctatus* Meade-Waldo

7. *Odynerus lateralis* Fab.

G. Meade-Waldo. Trans. Ent. Soc. London 1915, pp. 495, 510, 512.

J. Bequaert. Bull. Amer. Mus. Nat. Hist. 1918. XXXIX, pp. 180, 181, 303.

Körperlänge (bis Hinterrand des 2. Tergits): ♀ 9,5—11 mm;
♂ 9,5 mm.

Var. *lateralis* Fab. = *truncatus* Sauss. Et. Fam. Vespides. I. 1852 p. 175.

! *Rh. furax* Kohl. Ann. k. k. Naturh. Hofmuseum Wien IX (1894) 339, Taf. XV, Fig. 89.

Betr. Synonymie vergl. Meade-Waldo a. a. O.

Durch die Güte des Herrn Dr. Maidl, Assistenten am Naturhist. Museum in Wien hatte ich Gelegenheit, typische Exemplare des *Rh. furax* zu sehen. Es ist kein Zweifel, dass diese Art mit dem *Od. lateralis* identisch ist.

Vorkommen: Westafrika: Senegal, Gabun, Belg. Kongo; Ostafrika: D. O.-Afrika, Bukoba, Shirati.

Var. *lateropictus* Bequaert

J. Bequaert l. c. p. 181.

Tergit 1—4 oder einzelne davon mit elfenbeingelben, endständigen, dreieckigen Querflecken.

Vorkommen: Belgischer Kongo, Buma, VI. 1905; Grootfontein, SW.-Afrika.

Var. *unicolor* Schulth.

A. v. Schulthess, Soc. ent. XXIX, 1914, St. 57.

Meade-Waldo, Trans. Ent. Soc. London. 1914, p. 495.

Bequaert l. c. p. 181, 303.

Abdomen vollständig schwarz.

Vorkommen: Ostafrika: Ukerewe am Nyassasee; Usumbara; Bukoba; Victoria Nyansa.

8. *Odynerus marginipunctatus* Meade-Waldo

Meade-Waldo. Trans. Ent. Soc. London, 1914, p. 496, 513, Pl. XCI, Fig. 6 unterscheidet sich von der vorerwähnten Art dadurch, dass der Hinterrand der Tergite vom 2. an dicht und grob punktiert ist, während die Tergite bei *lateralis* unpunktiert oder am Hinterrande nur sehr fein und seicht punktiert sind.

Vorkommen: Nyassaland; Mlanje, X. 1913. NO. Rhodesia, Luwingu a. Zambese, X. 1908 (Neave leg.).

9. *Odynerus Meyeri* Cameron.

P. Cameron. Wiss. Ergebn. Schwed. zool. Exped. nach d. Kilimandjaro etc. II, 8, Hymenoptera (1908), 1910, St. 184.

Bequaert l. c. p. 182, 306

ist charakterisiert durch die ringsum scharfbegrenzte Hinterfläche des Mittelsegmentes, dessen obere Kante zahnartig emporragt und durch eine tiefe Kluft vom Hinterschildchen getrennt ist, dessen Unterkante mehrere scharfe Zähne trägt.

Wenn MEADE-WALDO diese Art unter diejenigen reiht, deren Mittelsegmentoberkante durch keine Kluft vom Hinterschildchen getrennt ist, so ist er damit sicher im Irrtum, wie BEQUAERT ganz richtig bemerkt. Ob Meyeri identisch ist mit dem mir unbekanntem *O. rhynchoides* Sauss., wie BEQUAERT anzunehmen geneigt ist, kann ich nicht entscheiden.

Var. *pseudolateralis* Meade-Waldo

Meade-Waldo l. c. p. 494, 509.

Breite gelbe Längsbinden wie *lateralis-lateralis*.

Vorkommen: Westafrika: N. Nigeria, Gambia, Belg. Kongo.

Var. *albolimbatus* Schulth.

A. v. Schulthess. Soc. Ent. XXIX, 1914, St. 57.

Meade-Waldo l. c. p. 494.

Hinterrand von Tergit 2 mit schmaler, meist mitten breit unterbrochener Binde.

Vorkommen: Westafrika: Belg. Kongo. Ostafrika: Nyassasee, Rhodesia, Betschuanaland, Damaraland, Lourenzo-Marques. X. XI.

Var. *Meyeri* Cameron

P. Cameron a. a. O.

Abdomen ganz schwarz.

Vorkommen: Meruland, Ostafrika.

10. *Odynerus (Hoplopus) Gestroi* Magretti

! *Rhynchium Gestroi* Magretti. Ann. Mus Civ. Genova. Ser. 2. Vol. I 1884, p. 614.

Odynerus (Hoplopus) spiniger Schulthess. Soc. Ent. XXIX, 1914, St. 73, Fig.

Meade-Waldo l. c. p. 498, 518.

(Fig. 13)

O. spiniger ist, wie ich mich an Hand der Type, die ich durch die Freundlichkeit des stets dienstbereiten Direktors des Genueser Museums, Dr. GESTRO erhielt, überzeugen konnte und wie BEQUAERT vermutet, synonym mit *Rhynchium Gestroi* Magretti. Doch ist das Tier gewiss eher ein *Hoplopus* als ein *Rhynchium*, denn schon der allgemeine Habitus, die Form des Mittelsegmentes und besonders die am Ende aufgerollten Fühler des ♂ weisen auf das Genus *Hoplopus* hin. Der Längenindex der Kiefertasterglieder ist 25:24:20:12:10:12. Auffällig an dieser Art ist die in einen Dorn ausgezogene Ecke des Mittelsegmentes.

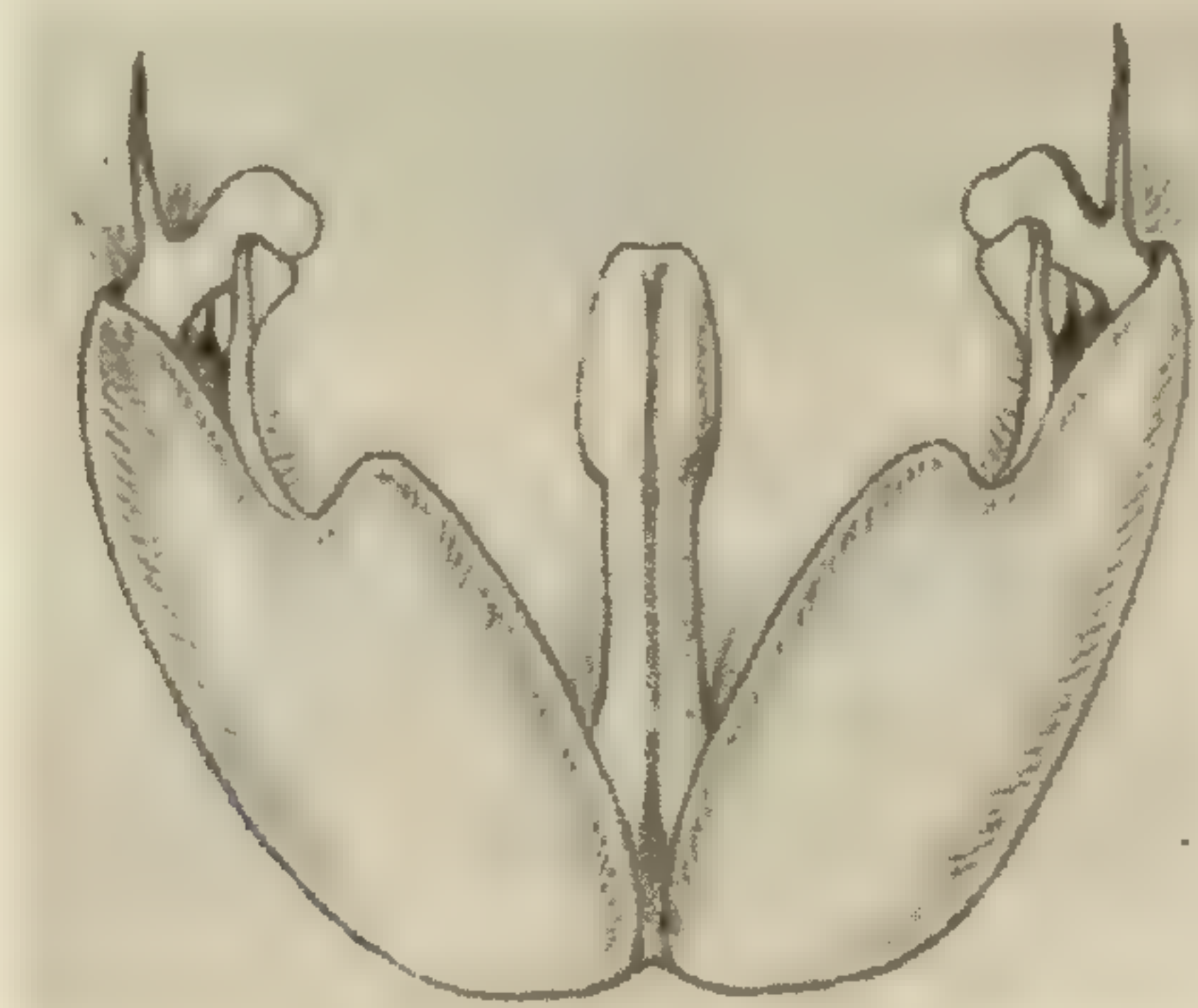


Fig. 13. *Od. Gestroi*.

Var. Gestroi Magretti

Helle seitliche Längsbinde am Abdomen.

Vorkommen: Ostafrika: Cheren, Erythraea; NO-Rhodesia, Chinsali, 4300'; Kalahari; Kapland.

Var. albolimbatus nov. var.

Tergite 1—5 oder einzelne davon mit schmaler, weisslich-gelber, mitten meist breit unterbrochener Endbinde.

Vorkommen: Britisch-Ostafrika.

Var. spiniger Schulth.

Tergite ohne helle Binden oder Flecke.

Vorkommen: Kalahariwüste Südafrika.

<p>Tergite seitlich mit grossen gelben Flecken, welche eine breite, zusammenhängende Längslinie bilden</p> <p>Tergite mit schmaler, endständiger, mitten unterbrochener Binde, oder kleinen Seitenflecken</p> <p>Abdomen ohne helle Färbung</p>	<p>Rhynchium</p> <p>marginellum oculatum</p> <p>—</p> <p>cyanopterum histrionicum Gribodoi Neavei aenigmaticum</p>	<p>Hoplopus Gestroii</p> <p>Var. Gestroi</p> <p>Var. lateropictus</p> <p>Var. spiniger</p>	<p>Lionotus Gruppe simplex O. Meyeri</p> <p>Var. pseulateralis</p> <p>Var. albolimbatus</p> <p>Var. Meyeri</p>	<p>Lionotus Gruppe floricola</p> <p>O. lateralis</p> <p>O. lateralis Var. lateropictus O. marginipunctatus</p> <p>O. lateralis Var. unicolor</p>
---	--	--	--	--

Geologische Nachlese.

Von

ALBERT HEIM.

(Als Manuskript eingegangen am 2. März 1922.)

Nr. 27.

Über die Gipfelflur der Alpen.

Wenn wir von einem recht beherrschenden Aussichtspunkte das Gipfelmeer der Alpen überschauen, so fällt sofort auf, dass die Gipfelhöhen zonen- oder regionenweise eine auffallende Ausgeglichenheit zeigen. Mitten in einer Bergregion drin gibt es keine einzelnen wirklichen Kulminationen von bedeutend niedrigeren Höhen und auch keine solchen, welche die umgebenden Gipfel wesentlich und stark überragen. Die Ausnahmen von dieser Gebundenheit der Gipfel an eine ausgeglichene Höhe, die etwa auffallen mögen, sind fast immer bescheidener Art. Sie können auf einige hundert Meter steigen, aber nicht einmal auf 1000 m. So überragt der Glärnisch die Gipfel seiner Zone um etwa 400 m, der Tödi ist ebenfalls etwa 400 m zu hoch. Von einem etwas hinausgeschobenen Standpunkte, wie Hohentwiel, Weissenstein, Säntis, Mythen sieht man, nach E oder W blickend, wie die Gipfelhöhe vom Molasseland aus gegen die inneren Ketten auffallend regelmässig zunimmt, um ungefähr in den Kämmen der Hauptwasserscheiden ihr Maximum zu erreichen. Jenseits nimmt sie wieder ab. Es ist Allen, die in unsern Alpen etwas bewandert sind, ganz selbstverständlich, dass es z. B. im Kanton Schwyz keinen Gipfel geben kann, der 3000 m erreichen oder übersteigen würde. Ein 4000 m hoher Berg am Vierwaldstättersee, etwa anstelle des Pilatus oder der Bauenstöcke, wäre etwas Unerhörtes, Unmögliches. Aber ebenso wäre im Wasserscheidegrat Calanda-Tödi-Rhonestock-Finsteraarhorn-Bietschhorn-Wildhorn-Dents de Morcles oder im Wasserscheidegrat zwischen Rhone- und Aostatal ein wirklicher selbständiger Hauptgipfel von bloss Rigihöhe ein Ding der Unmöglichkeit. Ebenso wenig ist im Juragebirge ein Gipfel von 2000 bis 3000 m denkbar. Es gibt keine einzelnen viel niedrigeren und keine einzelnen viel höheren Gipfel zerstreut mitten unter solchen einer bestimmten Höhe.

Die Gipfelhöhen sind regionenweise auf bestimmte Beträge eingestellt und ausgeglichen. Freilich dürfen wir diese Beobachtung nicht in unserer Vorstellung übertreiben. Es handelt sich da nicht um ein strenges Gesetz, sondern um eine Regel innerhalb gewissen Grenzen, die, wie wir noch zeigen werden, aus der Zusammenarbeit mehrerer Faktoren hervorgeht. Die lokale Unregelmässigkeit eines der Faktoren oder eine ausnahmsweise Interferenz, wo sonst Coincidenz besteht, kann Ausnahmen zur Folge haben. So weit ich die Alpen kenne, erinnere ich mich aber bloss an eine wirklich schlagende grosse Ausnahme von der Regel, das ist der seine Nachbarn um 800 bis 1000 m überragende Monte Viso in den Westalpen. Fast alle anderen Ausnahmen sind dem Betrage nach gering, und oft aus lokalen Erscheinungen begreiflich.

Die Geographen haben ein besonderes Geschick entwickelt, für allerlei Erscheinungen ein passendes Schlagwort zur Bezeichnung zu erfinden. Wir dürfen uns immer freuen, wenn das Wort zugleich frei von einer Theorie ist. So hat ALBR. PENCK 1919 für die uns beschäftigende Erscheinung der ausgeglichenen Gipfelhöhen die Bezeichnung „Gipfelflur“ geprägt. Geographen — mehr als Geologen — haben sich schon früher, bevor der Name gegeben war, oft mit der Gipfelflur beschäftigt und verschiedene Erklärungen versucht, bevor die Erscheinung selbst näher geprüft worden war. PENCK bespricht („Die Gipfelflur der Alpen“, Sitzungsberichte der preuss. Akad. d. W. 27. III. 1919) die verschiedenen Erklärungsversuche und legt seine in die Wege leitenden Gedanken dar, indessen ohne zu einem Abschluss in der Erklärung zu gelangen.

Manchen Geologen war der Gedanke naheliegend, dass eine ursprüngliche Zunahme der Faltenhöhen vom Rand gegen das Innere des Gebirges auch das Ansteigen der Gipfelflur in gleichem Sinne bedinge. Diese Ansicht beruht auf der Annahme, dass die Falten des Gebirges autochthon seien, d. h. da in der Tiefe wurzeln, wo sie stehen. Die Gipfelflur war darnach bedingt durch eine Ausgeglichenheit oder regelmässige Verteilung der Aufstauungshöhen. Den Abtrag durch Abwitterung mochte man sich überall etwa gleich stark denken.

Manche Geographen dachten sich, das Gebirge müsste ursprünglich mehr Plateauform gehabt haben, es sei dann durch Verwitterung und Talbildung zerstückelt worden und die Gipfelhöhen seien durch die ursprüngliche Plateaufläche, von der die Gipfel die angenäherten Reste seien, bedingt und deshalb an eine „Flur“ gebunden. Innerhalb dieser Anschauung gab es solche, die die Gipfel-

flur für die Folge eines ursprünglichen Aufstauungsplateau ansahen, und andere, welche sie von einem späteren Stadium ableiteten, da ein beliebig geformtes Gebirge für gewisse Zeit zur Fastebene abgetragen worden war. Einzelne gingen sogar so weit, die Neubelebung der Fastebene einer Taleintiefung durch Gletschererosion zuzuschreiben, so dass dann die Gipfelflur für die Reste einer „präglazialen“ Oberfläche gelten musste.

Wir müssen gestehen, dass eine geometrisch scharfe Definition des Begriffes der „Gipfelflur“ bisher noch vergeblich gesucht worden ist. Vielleicht ist sie prinzipiell unmöglich, indem sie eine Erscheinung bezeichnet, die nicht geometrisch begrenzt ist, obschon sie tatsächlich besteht. Keineswegs darf die mittlere Höhe aller Gipfel als Gipfelflur genommen werden. Vielmehr handelt es sich um die höchsten Gipfel. Die Gipfelflur wird vorläufig am ehesten gemessen werden können als die mittlere Höhe der höchsten Gipfel. Dieselbe muss aber berechnet werden unter Ausscheidung allfälliger ganz vereinzelter, die Gipfelflur durchbrechender höchster Gipfel, die als seltene Ausnahmen auftreten können und für sich gesondert zu erklären sein werden. Wir können die Gipfelflur auch nicht definieren als die Lage, welche eine vom Himmel auf das Gebirge gesenkte steife Ebene einnehmen würde, denn diese würde sich nur nach den drei höchsten Gipfeln einstellen, darunter vor allen nach den der Gipfelflur spottenden zu hohen Gipfel. Die Entscheidung, welche und wie viel von den höchsten Gipfeln wir zur Berechnung der Gipfelflur benützen sollen, ist nicht allgemein anzugeben, sondern bleibt vorläufig unserm Taktgefühl überlassen. Selbstverständlich darf bei allen diesen Betrachtungen niemals ein Nebengipfel, ein blosser Schultergipfel einer höheren Masse als Gipfel gezählt werden. Es handelt sich hier stets um die relativ selbständigen Kulminationen eines Gebirges. Es gibt Bergregionen, in welchen sich anscheinend zwei verschiedene Gipfelfluren durchdringen, unter fast gänzlichem Ausschluss von zwischenliegenden Gipfelhöhen. Der Fall von zwei übereinanderliegenden Gipfelfluren, auf den wohl Dr. FR. LEVY, (brieflich an mich), zuerst hingewiesen hat, ist für die Theorie der Gipfelflur von Bedeutung. Er schliesst jede Erklärung aus, nach welcher eine Gipfelflur restlos zerstört — aufgefressen — werden müsste, wenn eine andere im gleichen Gebiete sich einnistet. Der Fall ist indessen selten und der Niveauunterschied der übereinanderliegenden Gipfelfluren bescheiden (hunderte, nicht tausende von Metern), so dass vielleicht die doppelte Gipfelflur in die Kategorie der ausnahmsweisen Überschreitungen der Flurhöhen hinüberleitet.

Gewiss ist die Gipfelflur zunächst eine Erscheinung der Oberflächengestaltung. Allein wir würden auf Irrwege geraten, wenn wir daraus entnehmen wollten, dass die bloss „morphologische“ Betrachtung uns zur vollen Einsicht in ihr Wesen führen könnte. Die geologische Prüfung muss vor allen andern in ihr Recht treten. Eine Prüfung der Glieder einer Gipfelflur nach ihrem inneren Bau beweist sofort auf das Schlagendste, dass sowohl die Annahme, die Gipfelflur entspreche den ursprünglichen Stauungshöhen, als auch sie bestehe aus Relikten einer ursprünglichen oder vorübergehend erreichten Plateaugestalt falsch sind und sich nicht vereinbaren lassen mit dem inneren Aufbau des ganzen Gebirges.

Wir treten den Beweis hierfür an, indem wir an einigen Beispielen zeigen, welcher Widerspruch, welche Unabhängigkeit zwischen innerem Aufbau und Gipfelflur besteht. Die Gipfelflur besteht dem inneren Bau zum Trotze, sie hat denselben überwunden.

Erstes Beispiel. Die nördlichen helvetischen Decken mit stellenweise eingelagerten Klippen bilden eine Gipfelflur vom Molasse-land alpeneinwärts ansteigend. In der nördlichsten Zone dieser Gipfelflur finden wir unter anderen ähnlichen folgende Gipfelreihe:

Rigi 1800 m, Rigihochfluh 1702, Kleine Mythen 1875, Grosse Mythe 1902, Roggenstock 1777, Leiterstollen 1780, Biet 1965, Fluhbrig 2095 — vom Lemensee bis Bodensee keinen Dreitausender dazwischen!

Nach dem innern Bau besteht die Rigi aus Molasse, die Rigihochfluh ist äusserste Brandungskette der helvetischen Kreidedecken. Nach der Zinggelenegg sinkt diese, aus der Deckenstirn gebildete Kette axial in die Tiefe. Von Mythen bis Roggenstock sind die Gipfel aus dem aufliegenden höheren Stockwerk der Klippendecke gebildet, bei Iberg tauchen die helvetischen Kreidedecken wieder aus der Flyschdecke auf und bilden wieder die Gipfel. Die Klippendecke ging einst vom Stanserhorn zusammenhängend über Rigihochfluh nach den Mythen. Nach dem inneren Bau sollten die Gipfel der Rigihochfluh und des Biet um etwa 1500 m höher sein, als sie heute sind. Von diesen Gipfeln ist das ganze Gebirgsstockwerk, das die Mythen von Seewen bis an ihre Gipfel hinauf bildet, abgetragen worden. Verwitterungsabtrag hat diese benachbarten Gipfel, die durch ihren innern Bau um 1500 bis 2000 m ungleich hoch angelegt waren, auf dieselbe Gipfelflur ausgeglichen. Hier gab es keine primär ähnliche Aufstauungshöhe und keine gemeinsame Plateaufläche, der die Gipfel jemals hätten angehören können.

Zweites Beispiel. Die in der Hauptsache autochthone Kette am N-Rand des Aarmassives weist folgende Gipfel auf: Calanda 2808, Ringelspitz 3206, Sardona 3118, Vorab 3030, Hausstock 3156, Selbsanft 3024, Clariden 3270, Scheerhorn 3296, Ruchen 3138, Windgälle 3192 und 2988. Wir können auch noch die benachbarten Gipfel auf dem Rücken oder im Innern des Zentralmassives (östlicher Teil des Aarmassives) dazu nehmen: Piz Tumbif 3250, P. Ner 3070, P. Gliems 2913, P. Cambriales 3208, Düssistock 3262, P. Cavardiras 2905, Oberalpstock 3330, P. Giuf 3098, Bristenstock 3075, Crispalt 3080, Rienzerstock 2980. Auch westlich des Reusstales setzt sich am N-Rand des Aarmassives die gleiche Gipfelflur fort in: Schlossberg 3133, Spannort 3205, Krönte 3108, Seewenstock 2966, Grassen 2945, Titlis 3233, Gyglstock 2900, Mährenhörner 2824.

Die mittleren Höhen aller dieser genannten Hauptgipfel des Gebirges mit Ausschluss des Tödi 3623 und seiner nächsten Schultergipfel (Stockgron 3418, P. Urlaun 3372, Bifertenstock 3426) beträgt 3091 oder mit Ausschluss der beiden abfallenden Endglieder 3110 m. Nehmen wir den östlichsten und den westlichsten weg, so geht das Gipfelhöhenminimum nicht unter 2900, und nehmen wir noch den höchsten der kristallinen, den Oberalpstock weg, so geht das Gipfelhöhenmaximum nicht auf 3300 m hinauf. Die Gipfelflur, die wir hier als charakteristisch vom Rhein bis über die Reuss angeben können, umfasst also die Höhenzone 2900—3300 m, sie beträgt 3100 \pm 200 m.

Diese auffallend gleich hohen Gipfel gehören aber ganz verschiedenen Stockwerken des alpinen Faltenbaues an. Von der Aare durch die Reussregion gegen E sinkt der Rücken des altkristallinen Aarmassives ab. Es sinken ferner mit ihm die autochthonen und parautochthonen Falten seines Sedimentmantels, wie sie an seinem N-Rande entlang laufen, gegen E ab. Ferner sinken, wenigstens streckenweise, gegen Osten ab die helvetischen Decken, die das Aarmassiv überbrandet und sich dann an dessen N-Seite ausgebreitet haben. Die gesamte Absenkung dieses Faltenbaues vom Querprofil des Titlis bis an den Ringelspitz beträgt 4500 bis 5000 m. Der Calanda ist aus dem dort noch einmal etwas aufgewölbten autochthonen Sedimentmantel und den daraus nach N vorgequetschten parautochthonen Falten gebaut. Auf der Ringelspitze liegt über dem Rückenflysch des Aarmassivmantels noch die Verrucanobasis der unteren helvetischen Decken aufgeschoben, und in Sardona und Vorab sind von denselben ca. 500 m erhalten. Diese Gipfel unserer Gipfelflur enthalten die höchsten hier noch erhaltenen Teile des alpinen Baues.

Gegen W nimmt der Abtrag zu. Am Hausstock liegen nur noch ca. 200 m helvetisches Deckengebirge. Am Selbsanft ist dieses abgetragen bis auf den autochthonen und gegen den N-Gipfel parautochthonen Nummulitenkalk. Die Gipfelreihe der Clariden liegt in parautochthonen Schuppen. Im Scheerhorn finden wir unter den letzten Spuren derselben das autochthone Eocaen des Gewölbeschenkels einer mächtigen nördlichen Randfalte des autochthonen Sedimentmantels des

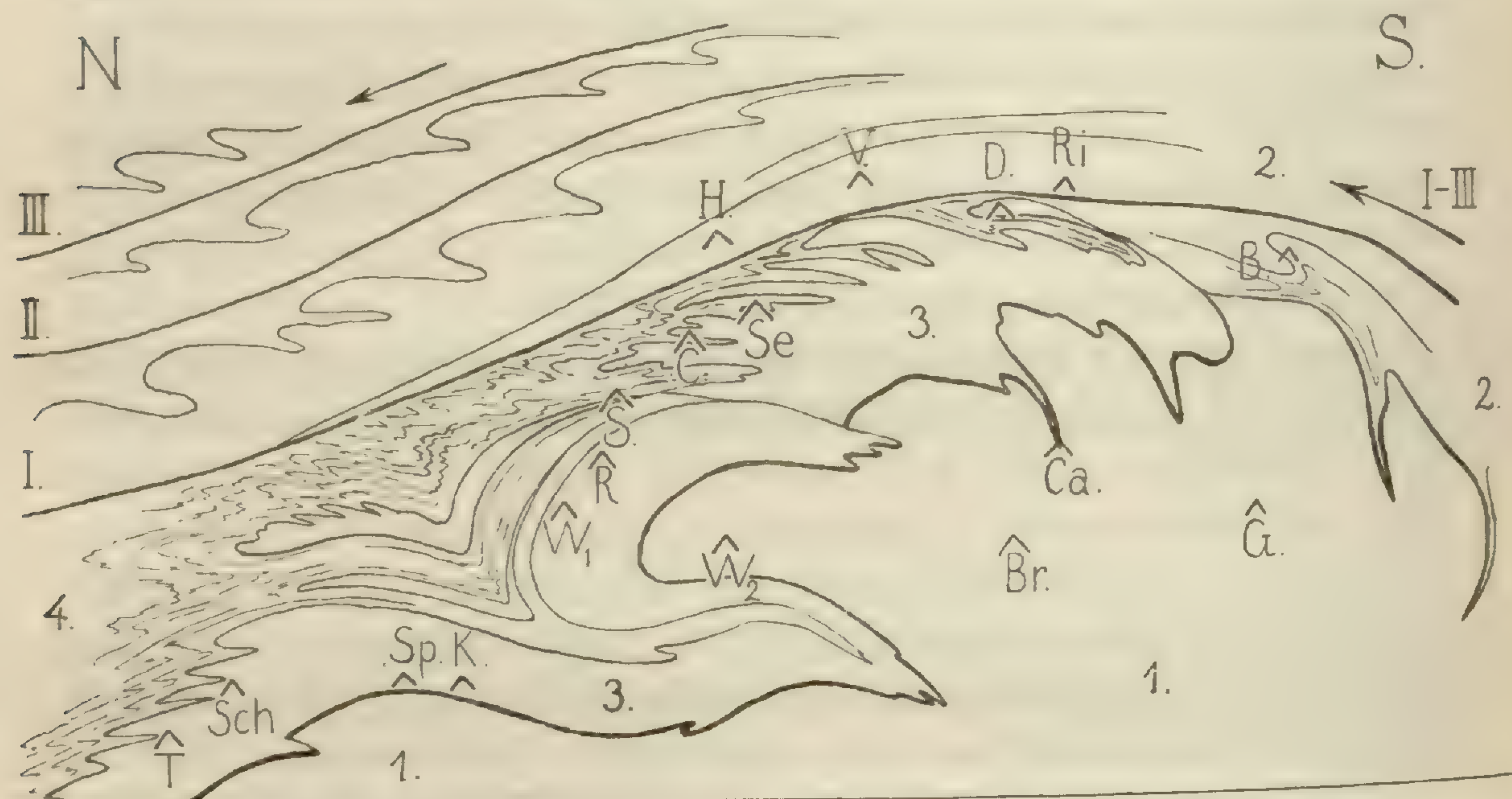


Fig. 1. Schematisches Querprofil durch den östlichen Teil des Aarmassives zur Angabe der tektonischen Lage der Gipfel einer Gipfelreihe. Massstab ungefähr 1:100 000.

1 = Altkristallin des Aarmassives, 2 = Verrucano der unteren helvetischen Decken, 3 = Mesozoikum des autochthonen Massivmantels, 4 = Flysch. I = untere und mittlere helvetische Decken (nur angedeutet), II = obere helvetische Decken, III = Klippendecke (unterostalpin).

△ = Gipfel: Ri = Ringelspitz, B = Brigelserhörner, D = P. Dartjes, V = Vorab, H = Hausstock, Se = Selbsanft, C = Claridengrat (Gemsfayer bis Kammlistock), S = Scheerhorn, R = Gross-Ruchen, W₁ = grosse Windgälle, W₂ = kleine Windgälle, K = Krönte, Sp = Spannort, Sch = Schlossberg, T = Titlis, Br = Bristenstock, Ca = P. Cambriales, G = P. Giuf.

Aarmassives, das ist die sogenannte „Windgällenfalte“. Der Ober- rand des Malm dieser Falte steht flach unter dem Scheerhorn- gipfel bei ca. 2800 m. Der Scheerhorn- gipfel ist aus parautochthoner Kreide und dem Eocaen des obersten Teiles des Gewölbeschenkels der Wind- gällenfalte geschnitten. Wie diese Falte gegen W ansteigt, so ge- hören nun die verschiedenen Gipfel der Gipfelreihe, um gleichhoch zu bleiben; stets tieferen Teilen der Falte an: Die Gewölbeumbiegung des Malm bildet in steilen Platten den Ruchen und besonders die

Windgälle. Die kleine Windgälle ist aus dem liegenden Gewölbekern (Porphy) und dem Verkehrtchenkel geschnitten. Im Schlossberg reicht das Eocaen der Mulde noch an den Grat, der in der Hauptsache aus dem Malmmuldenschenkel gebildet wird. Der Titlis gehört einer noch tiefer nördlich abfallenden Streichzone desselben autochthonen Malmmuldenschenkels an. Die nebenstehende Figur 1 erläutert die relative tektonische Stellung der einzelnen Gipfel innerhalb der Zone Vorab-Titlis. Vom Titlisgipfel sind also im Vergleich zum Scheerhorn vollständig abgetragen worden: Der Muldenkern, der Verkehrtchenkel, der Gewölbekern und der Gewölbeschenkel der Windgällenfalte und überdies noch Kreide der parautochthonen Hohefaulen- und Griesstockdecken, was wenigstens 2500 m vertikalen Abtrages bedeutet. Aber das Scheerhorn selbst war noch mehr als 4000 m höher geboren, denn von ihm sind die hier mächtigen helvetischen Decken, dazu noch die ostalpinen (Klippendecken) abgetragen worden.

Gewiss stieg im Querprofil gegen das Innere des Massives der Sedimentmantel des Aarmassives noch viel höher. Das einzige Relikt desselben auf dem E fallenden Rücken, der Tödi, weist gegen W hoch hinauf. Auf dem Gipfel des P. Cambriales liegt gerade noch eine Rötidolomitmulde als Rest einer tiefstgreifenden Sedimenteinfaltung im Aarmassiv. Aber dennoch reihen sich die mitten aus dem altkristallinen Massiv herausmodellierten Gipfel P. Ner, Gliems, Cambriales, Düssistock, Cavardiras, Giuf, Bristenstock, Crispalt, Rienzerstock etc. in dieselbe Gipfelflur. Es müssen von diesen Gipfeln Abträge von 4000 bis 6000 oder mehr Meter stattgefunden haben, um sie der Gipfelflur von 3100 m einzuzwingen.

Die Gipfelflur hat sich durchgeschlagen, indem sie Gipfel wie Vorab und Hausstock einerseits und Bristenstock oder P. Giuf andererseits auf gleiches Niveau brachte, während dabei den letzteren heute ca. 3000 m mehr ursprünglich gelagertes Gestein weggenommen worden, und sie überdies im Faltenbau in jenen abgetragenen Teilen einem wenigstens 5000 bis 6000 m höher aufgestauten Stockwerk der Alpen angehören, also im ganzen ca. 8000 m höher sein sollten. Der Vorab steht noch da als autochthon aufgefaltetes Gebirge von der Sohle bis zum Kragen und trägt noch eine Kappe von helvetischer Überschiebung, der Bristenstock ist bis weit in seine Wurzel hinab ganz abgetragen — und doch sind sie gleich hoch! Der Zwang zur Gipfelflur hat den inneren Bau überwunden und beherrscht die Formen und im besonderen die Gipfelhöhen des Gebirges.

Drittes Beispiel. Ein weiteres sprechendes Beispiel für die Überwältigung des inneren Gebirgsbaues durch die Erscheinung der

Gipfflur weisen uns die Kalkhochalpen zwischen Gemmi und Rhonetal und darüber hinaus auf. Die Kette erstreckt sich zwischen Aar- und Aiguilles Rouges-Massiv und füllt eine tiefe Einsattlung zwischen den beiden kristallinen Massiven aus. Die Gipfel sind von WSW nach ENE: Dents du Midi 3260, Dents de Morcles 2980, Muveran 3016, Diablerets 3246, Wildhorn 3268, Wildstrubel 3252, Balmhorn 3712, Bietschhorn 3953. Die letzten hohen Zahlen deuten das Ansteigen zur höheren Gipfflur der Berner Oberländer an. Unsere Fig. 2 gibt ein Längsprofil durch die Kette und kennzeichnet besser als viele Worte die Erscheinung. Wenn die Wildhorndecke mit ihrer Oberkante am Rawylpass 2415 m hoch liegt, mussten die gleichen Stockwerke des Gebirgsbaues am Bietschhorn auf 12400 m und an den Dents du Midi auf 10000 m Höhe aufgetürmt worden sein, ohne den Verwitterungsabtrag. Von den Dents du Midi bis an den Lötschenpass, soweit noch mesozoische Sedimente dem Altkristallin aufliegen, sind Berge,

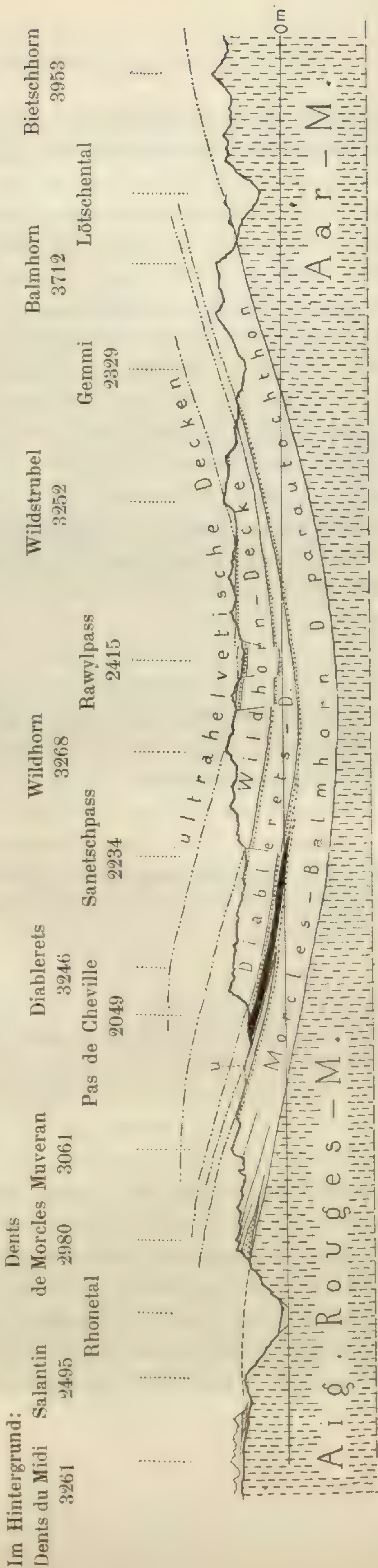


Fig. 2. Schematisches Längsprofil zwischen Aig. Rouges- und Aar-Massiv. 1 : 400 000

Vertikal gestrichelt = Aarmassiv, leer = Mesozoikum, punktiert = tertiär, schwarz = eingewickelte Trias, darunter: u = „Néocomien à Cephalopodes“, ultrahelvetisch.

welche um ca. 6500 m verschieden hoch sein sollten, alle ausgeglichen auf die Gipfflur von 3200—3300 m. Der Sattel, der vom altkristallinen Massiv der Aiguilles Rouges gegen ENE um annähernd 6000 m sich einsenkt (bis ca. 3500 m unter Meer) und dann im Aarmassiv mit seinem ENE-Flügel wieder auf 9000 bis 10000 m emporsteigt, diese longitudinale Einsenkung von ca. 60 km Länge und 8 km Tiefe ist durch die Gipfflur in den Gebirgshöhen ganz zum Verschwinden gebracht. Sie hat im Sattel die 3 bis 4 übereinander geschobenen helvetischen Decken unzerstört stehen gelassen, die gleichen aber gegen die Massive hin sukzessive abgetragen samt Teilen des Aarmassives selbst.

Längst sind kleinere Längsprofilstücke hie und da gezeichnet worden. Solche über grössere Strecken sind im Gebiete der Westalpen zuerst von E. ARGAND (Beiträge Lfg. XXVII n. F. Planche III zu Spezialkarte 64), über die Ostalpen von R. STAUB (Vierteljahrschrift der N. G. Zürich, Festschrift 1919) gegeben worden. Sie haben unsere Einsicht in die Verhältnisse wesentlich vermehrt. Das Verfolgen der Falten in ihrem Längsverlauf lehrt uns vor allem ihre Mächtigkeiten feststellen und die normale Folge der tektonischen Stockwerke und die Ausbreitung derselben unter- und übereinander erkennen. Das rücksichtslose orographische Abschneiden zur Gipfflur in Kollision mit den wohl bis zu 40—50 km betragenden axialen Höhenschwankungen der Falten und Decken hat es zustande gebracht, dass in den Gebieten axialer Aufwölbung die tieferen Glieder des alpinen Bauwerkes angeschnitten entblösst liegen, in den axialen Einsenkungen dagegen die höheren zur Untersuchung präpariert erhalten geblieben sind. Die genannten Profile von ARGAND und STAUB sind prachtvolle Bilder dieser grossartigen Erscheinung.

Die durchgreifendste axiale Höhenschwankung im Alpenbau, die alle Falten und Decken mächtig betroffen hat, ist so scharf ausgesprochen, dass sie den Namen einer Querflexur verdient. Sie läuft vom Bodensee bis an Septimer — Maloja — P. Tremoggia. Im Norden ist sie scharf und konzentriert ausgebildet, so dass z. B. am Alvier, Gonzen, Fläscherberg, Calanda die Falten mit 20 bis 60° von W gegen E abbiegen, wobei die Schichten quer streichen. Gegen S wird das östliche Axengefälle gelinder, die Flexur aber verteilt sich auf eine in der Streichrichtung der Falten viel breitere Zone. Diese axiale Absenkung von W gegen E vom Bodensee bis über die Maloja reichend, hat die Alpen in W-Alpen und E-Alpen geschieden. Auf dieser Querzone tauchen die W-Alpen unter die E-Alpen. Aber W-Alpen und E-Alpen sind nicht zwei verschiedene Gebirge, die zusammen-

geschweisst wären. Vielmehr sind die ganzen Alpen durch einheitlichen S-N bis SE-NW-Schub zusammengestaut worden. Gleiche Deckfalten gehen von W nach E hinüber. Allein sie sind alle auf der W-Seite höher aufgestaut und liegen auf der E-Seite viel tiefer. In den W-Alpen steckt, den Deckfalten vorliegend, eine altversteifte und durch den alpinen Schub hervorgepresste Schwelle: die Reihe der autochthonen Zentralmassive. An dieser musste sich im W der Alpenschub anstauen, bis manche Decken die Schwelle zu überbranden vermochten. Die östlichste Entblössung der autochthon zentralmassivischen Schwelle ist die Fortsetzung des Aarmassives in zwei Teilen bei Vättis und bei Tamins, beide in der Kunkelspasslinie gelegen. Unter dem Calanda tauchen die autochthonen Massive gegen E endgültig zur Tiefe. Die E-Alpen enthalten keine dem Schub im Wege stehende autochthone Massivschwelle. Deshalb mussten sich hier die Decken nicht zur W-alpinen Höhe aufstauen. Vielmehr flossen sie ungehemmt in tieferer Lage hinaus gegen N. In der östlichen Endigung der autochthonen Massivreihe im Kern des Calanda liegt die mechanische Ursache für den ganzen Unterschied von W-Alpen und E-Alpen.

W der Linie Bodensee—Septimer werden die Alpen gebildet aus autochthonen Massiven und ihren Sedimentmänteln, aus helvetischen Decken, welche vom S-Rand der autochthonen Massive über dieselben gestossen worden sind, und von penninischen Decken, welche in der Hauptsache S der autochthonen Massive angestaut sind und dieselben nur noch mit ihren äussersten und höchsten Massen überbrandet haben.

E der Linie Bodensee-Septimer sind die helvetischen Decken, ohne über eine autochthone Schwelle steigen zu müssen, bis an den N-Rand vorgeschürft, darüber gehen penninische Massen, die alle etwas weiter S zurückbleiben. Sie bilden zusammen die sichtbare Unterlage, auf welcher dann höhere noch weiter im S wurzelnde Decken mit wesentlich anderem Gesteinsbestand (ostalpine Trias etc.) über alles hinausgeschoben worden sind. Dies sind die unter- und ober-ostalpinen Decken, wurzelnd im N-Rand der Dinaridenzonen. Diese ostalpinen Decken gingen ursprünglich über einen grossen Teil der Westalpen hinaus. Sie sind aber dort bis an die Querflexur in der Hauptsache durch Verwitterung abgetragen. Nur vereinzelte, teils auch passiv verschleppte Stücke dieser gewaltigsten gefalteten, überschobenen Gebirgsplatte, die Préalpes romandes und die „Klippen“ der Zentralschweiz, sind als Reste da erhalten geblieben, wo sie sich in tiefere Lage retten konnten.

Wir wollen zur Feststellung der Erscheinungen der Gipfflur

eine nördliche Zone von den E-Alpen in die W-Alpen und nachher eine südlichere verfolgen. Wir werden sehen, dass die Erscheinung der Gipfelflur auch den Unterschied von E-Alpen und W-Alpen in den Berghöhen überwunden hat.

Viertes Beispiel. Die bezeichnenden Gipfelhöhen von E nach W aus der Zone Rhätikon-Linthtal, die die Querflexur überbrückt, sind unter Angabe der tektonischen Zugehörigkeit der Gipfel:

a) Ostalpen (östlich des Rheines)

Madrishorn	2830 m	oberostalpinen Altkristallin
Sulzfluh	2820 m	unterostalpinen Malm
Drusenfluh	2829 m	" "
Scesaplana	2969 m	oberostalpinen Rhät
Falknis	2601 m	unterostalpinen Kreide
Rote Wand	2701 m	} im nördlichen Rhätikon gelegene Gipfel, bestehend aus oberostal- pinen Trias
Wetterspitz	2898 m	
Parseierspitz	3034 m	
Mädelergabel	2650 m	
Riffler	3180 m	oberostalpinen Altkristallin

b) Westalpen (westlich des Rheines)

Calanda	2808 m	parautochthone helvetische Kreide
P. Sol (graue Hörner)	2847 m	} Verrucano der unteren helvetischen Decken
Ringelspitz	3206 m	
P. Segnes	3102 m	
Kärpfstock	2798 m	
Vorab	3025 m	
Hausstock	3156 m	} autochthones Eocaen
Selbsanft	3024 m	
Glärnisch	2913 m	Kreide der mittleren helvet. Decken.

Alle Gipfel der Reihe a (östlich des Rheines) sind aus den Gesteinen der ostalpinen Decken geschnitten. Im Vergleich damit sind von allen den Gipfeln b (westlich des Rheines) abgetragen worden von oben nach unten sämtliche ostalpinen Decken: oberostalpinen Mesozoikum und Altkristallin (Silvrettakristallin), unterostalpinen Mesozoikum, penninischer Flysch, helvetische Decken ganz oder zu einem grossen Teil, beim Selbsanft auch noch der autochthone Flysch. Die Mächtigkeitsschätzungen dieser abgetragenen Stockwerke stellen sich in der in Betracht fallenden Zone ungefähr wie folgt:

Oberostalpinen Mesozoikum ca. 1000 m (vorhanden an der Scesaplana).

Oberostalpinen Kristallin (Silvrettakristallin), das im Osten

bis über 5000 m mächtig ist, mag am Madriserhorn noch 1000 bis 2000 m betragen haben, keilt aber gegen W zwischen Sulzfluh und Scesaplana vollständig aus, und reichte wohl niemals anders als in dünnen Schürflingen weiter nach W — kommt also für den dortigen Abtrag nicht in Rechnung.

Unterstalpiner Jura, Kreide und Flysch, vorhanden von Madrisa bis Falknis, ohne Faltung ausgeplättet normal gedacht ca. 1500 m, bald ausgewalzt auf 100 m, bald zusammengestaut bis auf 3500 m.

Penninischer Flysch (Prättigauschiefer), nie einfach gelagert, stets zusammengestaut auf 3000—5000 m, westlich des Rheins wohl stellenweise bis auf wenige hundert Meter, oder sogar ganz ausgequetscht.

Helvetische Decken direkt über dem Aarmassivrücken (über Calanda) wohl ausgewalzt auf wenige 100 m oder gar stellenweise bis zum Verschwinden tektonisch abgeschürft, nördlich der Scheitelhöhe der autochthonen Kette und gegen W stark zunehmend auf Beträge von 3000 m, die durch Faltung noch stark vermehrt sein können.

Der autochthone Sedimentmantel des Aarmassives hat primär bei normaler Lagerung ca. 1000 m Mesozoikum und darüber weit über 1000 m Tertiär. Autochthones Mesozoikum ist in parautochthonen Schuppen und Falten bis auf das dreifache gehäuft, der Flysch dazwischen ist dagegen meist ausgequetscht und gegen N zusammengestaut. Vom ganzen autochthonen Sedimentmantel kommen als Abtrag für den Selbsanft nur ca. 1000 m in Betracht. Unter den übrigen Gipfeln ist aber fast diese ganze autochthone Sedimentmasse noch vorhanden.

Wenn wir die Veränderlichkeiten in der Dicke der einzelnen tektonischen Stockwerke von einer Stelle zur andern je nach Ausquetschung oder Anstauung, oder nach Auskeilen mit in Rechnung ziehen, so kommen wir im ganzen zu dem Resultate, dass auf der W-Seite des Rheines wenigstens 6000 m, meistens ca. 8000 m abgetragen worden sind, die östlich des Rheines noch im Gebirge enthalten sind. Alle die Gesteinsmassen, die das Rhätikongebirge bilden, von der Sohle des Rheintales bis hinauf zum Gipfel der Scesaplana sind auf der W-Seite verschwunden, während die tieferen Sockel in die Gipfel hinaufsteigen. Die Mächtigkeit des im W Abgetragenen entspricht der östlichen Absenkung des Gebirges und gleicht die Alpen beiderseits der grossen Querflexur zur gleichen Gipfelflur aus. Wenn die Gesteinslagen vom Rheinniveau bis zum Scesaplanagipfel auch noch im

Werhalten wären, so würden sie dort einen Tödigipfel aus oberostalpinen Juraschichten von 12000 bis 13000 m Höhe bilden. Abermals ergibt sich das Resultat: Die Gipfelflur hat die Berge erniedrigt und ihre nach dem Erdrindenbau und seiner Faltung so ungleichen Berghöhen um Tausende von Metern ausgeglichen.

Fünftes Beispiel. Im südlichen Teil der Alpen liegen im Gebiete des Tessin die Falten und Decken am höchsten. Im oberen Tessental und im Antigoriotal sind die tiefsten entblössten Unterlagen aufgeschlossen. Von da weg sinken sie alle axial gegen E und W ab. Aus ihren Abwitterungskanten entstehen S-N laufende Querkämme im Gebirge. Ein E-Fallen von 20—30° beherrscht alle Gebirge: Lukmaniermassiv über 3000 m mächtig, Val Blegnio, Simano, Adula je ca. 5000 m, San Bernardinopass, Tambomassiv ca. 4000 m, Splügen, Surettamassiv ca. 3000 m, Avers—Oberhalbsteiner-Sedimentzone ca. 4000 m, Gruppe des Piz d'Err bis über den Albulapass (Errdecke und Berninadecke) ca. 3000 m. Im Tessin stehen die tiefsten, im E die höchsten Glieder des alpinen Deckfaltengebäudes an der Oberfläche sichtbar an. Dann folgen Languarddecke 1500 m, Campodecke (Kristallin 0—6000 m, Sediment 2000 m) und Silvrettadecke = 1000—7000 m, die mehr gegen SE entwickelt sind. Fig. 3 gibt ein Längsprofil durch den Hauptteil dieser breiten Region von axialem E-Fallen, zu welcher sich hier die Querflexur zwischen Westalpen und Ostalpen ausgebreitet hat. Dieses Profil lässt uns die Mächtigkeit des ganzen Deckfaltensystemes vom tiefsten Tessinergneis bis über die Trias der Silvretta für verschiedene Stellen auf 30- bis 40000 m bestimmen. Um diesen Betrag sollte der Mte. Sobrio bei Biasca höher sein als der Hochducan oder die Scesaplana. Aber alle diese Gipfel sind fast gleich hoch, sie bilden eine Gipfelflur, wie folgende Höhenzahlen zeigen:

Hoch Ducan	3073 m	Silvrettatrias	} oberostalpine Decken
Piz Kesch	3122 m	Silvrettakristallin	
P. Julier	3385 m	Berninadecke	
P. Platta	3386 m	Margna-Ophiolithe	
P. Suretta	3025 m	Rofnaporphyr	
P. Timun	3201 m	Gneis der Surettadecke	
P. Tambo	3276 m	Gneis der Tambodecke	
P. Valrhein	3398 m	Aduladecke	
P. Basodino	3276 m	Aduladecke	

Von diesen Höhen sind mehrere — viele — bis zu 40 Kilometer Gestein abgetragen worden, — dem inneren Bau zum Trotz, der Gipfelflur zu Liebe!

Über dem helvetischen Deckengebirge sind 1 bis 6 km verschwunden, über den penninischen Gebieten des Wallis oft 15—18 km, über der Splügenzone 25—28 km, über den tiefsten Entblössungen der unteren Tessinerdecken 30—35 km, und auf der Zone der Firstlinie der Alpen, wo gleich nördlich der penninischen Hauptwurzelzone die Decken in das „Firstgewölbe“ aufgedrückt worden waren, sind wohl vielfach 40 km Gesteinshöhe abgetragen; sie fehlen ohne jedes Anzeichen einer Zerreissung. In Gebieten oder Gebirgsgruppen verwickeltsten inneren Baues sind doch fast alle ganz hohen Kulminationen gleich hoch, welchem Glied des Baues sie angehören mögen. Gegenüber diesen Beträgen erscheinen uns die Alpen als Ganzes fast wie eine Gipfelflur von leichter Wölbung. Höhendifferenzen in der Anlage der alpinen Gebäudekonstruktion von 10—40 km sind überwältigt. Statt dass die Gipfel der Alpen zwischen 1000 und 5000 m Höhe schwanken, liegen sie zwischen 1000 und 4800, die höchsten sind auf $\frac{1}{8}$ oder $\frac{1}{10}$ ihrer Höhe erniedrigt!

Was ist die Ursache der Gipfelflur?

Dass die Abwitterung ein Hauptfaktor sein muss, ist selbstverständlich und aus jedem geologischen Profil durch ein Stück Alpen sofort zu sehen. Substanz ist weg, und die dadurch entstandene Oberfläche ist ganz nach den Vorgängen der Erosion und Verwitterung modelliert. Aber wodurch ist die Arbeit der Abwitterung auf die Ausbildung einer Gipfelflur gelenkt worden? Wer hat sie hierzu angeleitet? Und welche anderen Faktoren können noch mitgewirkt haben?

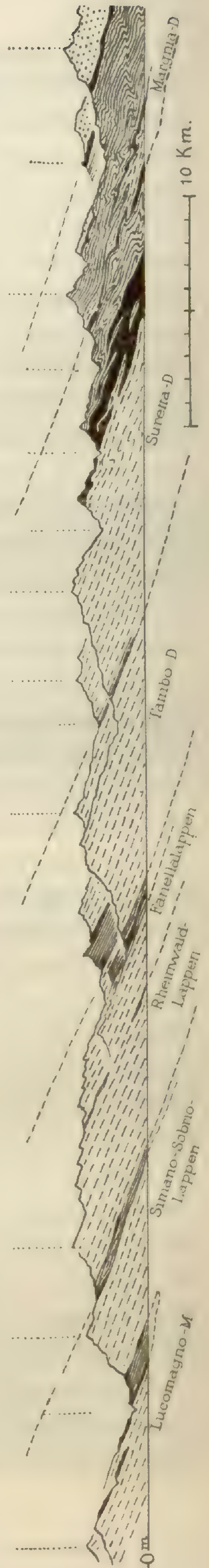
Aus unseren jetzigen geologischen Profilen durch Teile der Alpen können wir nicht nur den ursprünglichen Hochgang der Alpen-

E.

Fig. 3. Längsprofil durch die Zone axialen Ostfallens der penninischen Decken in Tessin und Graubünden.

W.

Pzo Lucomagno	Simano	P. Valrhein (Adula)	Pzo Tambo Surettah.	P. d'Emet	V. Madris Avers	P. d'Err
V. Blenio	S. Bernardinopass	Splügenpass	Val di Lei	V. Madris Avers	Oberhalbstein (Err-D.)	



faltung über Meerniveau ableiten, und als die Differenz desselben von der noch vorhandenen Gipfelhöhe den Verwitterungsabtrag bestimmen. Wir können auch aus zuverlässigen genauen Längs- und Querprofilen den heute vorhandenen Tiefgang der Alpenfaltung bestimmen. Mit dem Tiefgang hängt zusammen der Massendefekt und das Gewicht der über das allgemeine Erdniveau vorragenden Berge. Die Berge schwimmen in der Erdrinde, es besteht eine Art Gleichgewicht „Isostasie“ in grossen Zügen. Die Gebirgszonen mit dem grössten Faltungshochgang ergaben die grösste Überlastung der Erdrindenhaut und sanken isostatisch am stärksten ein. Ein gewisses Mass von Ausgleichung und Verminderung der Berghöhen ist somit sehr wahrscheinlich schon dadurch entstanden, dass die am höchsten aufgestauten Gebiete am meisten isostatisch eingesunken sind. Aber es sind auch die am höchsten aufgestauten schon zuerst und am längsten und am intensivsten den Agentien der Zerstörung überliefert worden. Die Isostasie kann also, besonders in den früheren Phasen der Gebirgsbildung zur Entstehung einer tieferen Gipfelflur kräftig mitgeholfen haben, während ein allzu tiefer Abtrag durch Verwitterung umgekehrt wieder ein isostatisches Emporsteigen des Gebirges zur Folge haben konnte. Stets wird die Isostasie nicht von Berg zu Berg Bewegungsdifferenzen erzeugen können, sondern nur ausgeglichen auf weite Regionen wirken, entsprechend einer gewissen Steifheit und inneren Reibung in der Erdrinde. Da sinkende isostatische Bewegungen durch Rindenhäufung (Faltung), steigende durch Abwitterung bedingt sein können, so kann zwischen Aufstauung, Abwitterung und Isostasie eine in zahlreichen repetierten Phasen sich komplizierende Wechselwirkung eintreten. Es ist noch nicht möglich, dieselbe zu durchschauen, geschweige zahlenmässig festzustellen. Die heutige Gipfelflur in ihrem Verhältnis zum Hochgang der Faltung lässt uns aber deutlich empfinden, dass an ihrer heutigen Ausbildung die Abwitterung wohl der durchgreifendere, im Einzelnen beherrschendere Faktor war. Die Isostasie allein hätte so schöne Ausbildung von Gipfelfluren, denen oft nahe benachbarte Gipfel von ursprünglich grosser Höhendifferenz sich einordnen, nicht zustande gebracht. Sie hätte nicht so eingehend ins Einzelne gearbeitet, sie hätte mehr und stärkere Ausnahmen und tektonisch bedingte Differenzen stehen gelassen.

Um die Faktoren herauszufinden, die bei der Ausbildung der Gipfelflur wirksam gewesen sind, kann uns vielleicht eine nähere Betrachtung der Abweichungen in der Regelmässigkeit der Erscheinungen führen.

Sechstes Beispiel. Wer von einem hohen Gipfel, z. B. dem Tödi, einen grossen Teil der Graubündner Alpen überblickt, dem fällt sofort auf, dass der allgemeinen Graubündner Gipfelflur die Berninagruppe sich nicht einordnet, sie gehört einer höheren Gipfelflur an. Vergleichen wir das Berninagebirge mit dem westlich anliegenden und ähnlich vergletscherten S Bergellgebiete.

Die mittlere Höhe der 10 höchsten Berninagipfel beträgt 3900 ± 150 m, diejenigen der 10 höchsten Bergeller 3344 ± 60 m. Die mittlere Höhe der 20 höchsten Berninagipfel beträgt 3530 m, diejenige der 20 höchsten Bergeller 3158. Die Gipfelflur der Berninagruppe ist also 550 m höher als diejenige der benachbarten Bergeller Berge. Die Gesteine sind in beiden Gruppen von ähnlicher Widerstandskraft — da wie dort herrschen granitische Gesteine vor. Im Berninagebiete sind sie vielfach dislokationsmetamorph gequetscht, im Bergellermassiv dagegen frisch massig und viel jünger. Also keinerlei Ursache, die höhere Gipfelflur der Bernina auf resistenzfähigeres Gestein zurückzuführen.

Dagegen liegt eine grosse beachtenswerte Differenz beider Berggruppen in der Erosionsbasis der Wasser, die sie durchtalen. Wir notieren als begleitende Erosionsbasis:

Für das Berninamassiv		Für das Bergellermassiv	
Oberengadin-Maloja	1817 m	Bergell bei Casaccia	1460 m
„ -Samaden	1720 m	„ „ Castasegna	628 m
Flussgefälle absolut	99 m	„ „ Chiavenna	332 m
relativ	5,7 ‰	Flussgefälle absolut	778 m
		relativ	52 ‰

Am S-Abhang sind die Bedingungen bei diesen beiden Gebirgsgruppen fast gleich. Die nächste nördliche Erosionsbasis liegt vor dem Bergellermassiv um über 1000 m tiefer und dem Wasserscheidehauptgrat zudem $2\frac{1}{2}$ km näher als vor dem Berninagebirge. Die äusserste Erosionsbasis, das Meer, liegt im Wasserwege von Samaden ca. 7 mal weiter entfernt als von Castasegna. Die Abhängigkeit der Gipfelflur von der Tiefe der unmittelbaren und der Entfernung der endgültigen Erosionsbasis ist deutlich. Die überragende Höhe der Berninagruppe ist der Stagnation in der Austiefung des Oberengadins zu verdanken. Das Oberengadin ist ein altdurchtaltes, in eine relative Stagnation gelangter Gebirgstheil, in den die von tieferer näherer Erosionsbasis ausgehende Talbildung noch nicht völlig eingedrungen ist. Aber von allen Seiten sucht sie Angriff. Der Gebiets- und Wasserraub der Maira (ALB. HEIM: Geol. d. Schw., S. 575—578) hat einerseits dem Gebiet der ursprünglich höheren Gipfelflur ein

Stück entrissen, andererseits aber die Stagnation des noch gebliebenen Berninagebietes durch Schwächung des Inn befestigt. Schon in den beiden letzten Eiszeiten war der Erosionsstillstand vorhanden und die Eisflut hat sich auch hier unfähig erwiesen, eine Neubelebung der Talbildung hervorzurufen. Der Wasserzuschuss für die Maira dagegen hat seine Wirkung getan. Das Bergell ist furchtbar eingetieft, und die Gipfel des Bergellermassives, die gewiss die Bernina noch in geologisch junger Zeit hoch überragt hatten, haben die Raubtat ihrer Wasser an ihrer Höhe büßen müssen. Trotz entsetzlicher Schroffheit der Talgehänge und der Gräte und Gipfel, und trotz dem noch frischeren massiveren Material, aus dem sie geschnitten sind, ist ihre Gipfelflur viel niedriger als diejenige des Berninamassives geworden. Dem Berninagebirge ist als Entschädigung die grössere Gipfelhöhe geblieben.

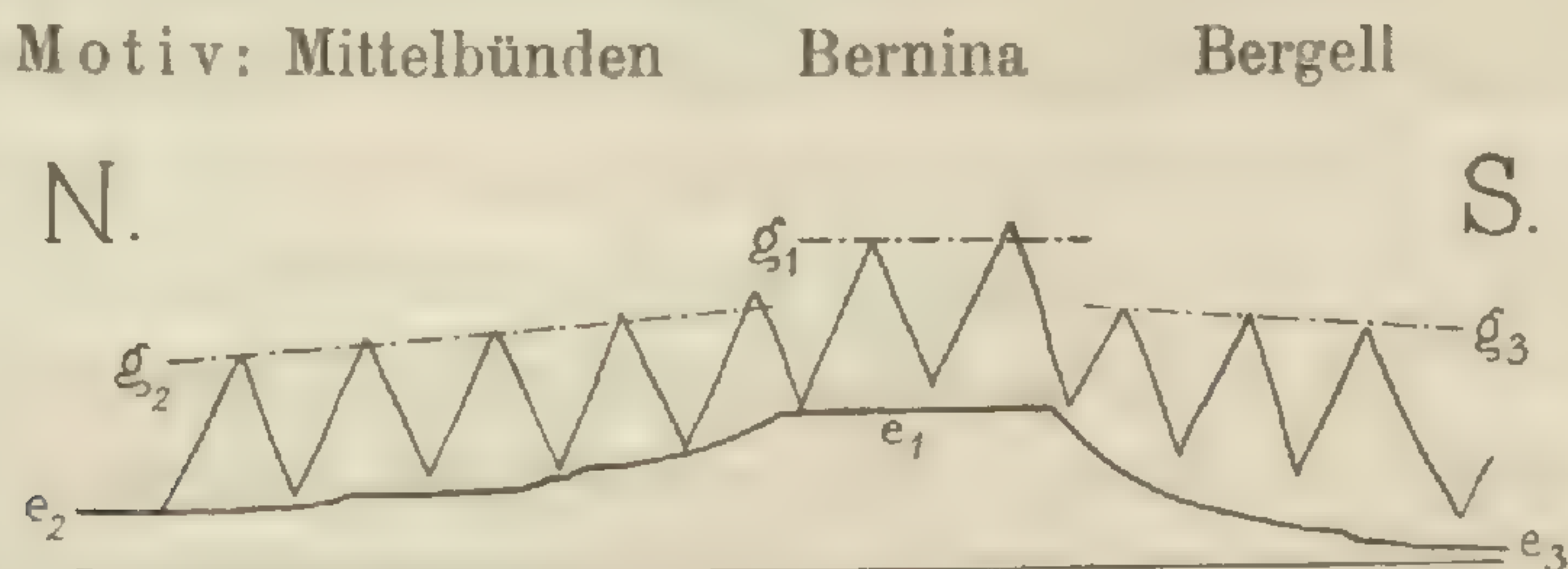


Fig. 4. Schematische Darstellung der Abhängigkeit der Gipfelfluren (g) von der nächst eingedrungenen Erosionsbasis (e).

e_1 = alter Talbodenrest mit zugehöriger Gipfelflur g_1 ,

e_2 = von N eindringende Erosionsbasis,

e_3 = von S eindringende Erosionsbasis und zugehörige Gipfelfluren.

Wir entnehmen dem Vergleich von Berninagebirge mit Bergellermassiv, dass die Gipfelflur wesentlich abhängt von der relativen Lage der Erosionsbasis nach Höhe und Entfernung. Eine höhere Gipfelflur gehört hier zum Rest eines Stückes von höherer Erosionsbasis und grösserer Meerferne. Die generelle Gesamtausgleichung der Gipfelflur ist wohl die Folge davon, dass rings um die Alpen herum in Seen und Talflächen eine ähnliche Erosionsbasis herrscht. An der Nordseite oder Aussenseite der Alpen ist sie 300—400 m hoch und die Entfernung vom Meere grösser. An der Innenseite ist die nähere Erosionsbasis 150—200 m und der Weg zum Meer kürzer. Die steilere S-Abdachung greift rückwärts und verschiebt die Wasserscheide auf Kosten der Aussenseite. Die Hauptpässe haben eine steilere S-Seite, flachere N-Seite. An der Hauptwasserscheide der Alpen stossen die steilere Innenseite mit tieferer näherer Erosionsbasis und die weniger steile Aussenseite mit höherer fernerer Erosionsbasis zu-

sammen. Von diesen Erscheinungen der Entwässerung und Abspülung wird die Gipfflur beherrscht. Eine weitere Folge davon ist, dass die höchsten Gipfel der Alpen sich am S-Rande der Nordabdachung befinden.

Siebentes Beispiel. Das Berninagebirge und ganz ähnlich die Walliserhochalpen S der Rhone und das Gebiet des Aarmassives vom Bietschhorn bis Galenstock zeigen auffallend flache, breite Talmulden in grosser Höhe, die Firnmulden. Der längste Gletscher der Alpen, der grosse untere Aletschgletscher, liegt in einem alten Hochtal. Junge, steile Taleintiefungen haben nicht vermocht, sich diese stark vergletscherten Gebiete zu erobern. Wo solche vorhanden sind, haben sie oft zurückgegriffen bis gegen die Gletscherenden, halten aber dort an, als ob sie sich scheuten, in das eigentliche Gletschergebiet einzugreifen. Oder im Hintergrund eines steilen Erosionstales folgt auf älterem Talboden ein flacherer Gletscher, von dem höchstens noch eine unterste Zunge in das Steiltal hinabreicht (Oberaaregletscher, Aletschgletscher, Findelengletscher, Gornergletscher, die Gletscher von Fee, Durand, Moiry, Otemma, Breney, Corbassière Mt. Durand u. a. m., Ausnahme: Walliser Fieschergletscher). Die Gletscher füllen ältere, höhere Talstufen, die jungen Talaustiefungen greifen noch nicht bis dort hinauf. Die Gletscher haben die Talaustiefungen nicht belebt, sondern hintangehalten. Sie konservieren ein höheres älteres Talboden- und Terrassenniveau und wirken deshalb, wo sie hohe Gräte und Gipfel umgeben, auf längere Erhaltung von deren Höhen, deren hoher Gipfflur. Es ergibt sich daraus eine Wechselwirkung: Grosse Höhen bedingen starke Vergletscherung und die starke Vergletscherung verzögert die neue Eintiefung. Grosse Höhe beschützt durch die Vergletscherung eine höhere Gipfflur. Sie verlangsamt ihre Erniedrigung. Die hohe Gipfflur reich vergletscherten Gebiete und ihre Erhaltung ist z. T. durch die Vergletscherung selbst konserviert.

Achtes Beispiel. Wir suchen nach dem Einfluss des Gesteines auf die Gipfflur. Er ist gewiss nicht gross, denn viele Gipffluren greifen nicht wesentlich gestört durch Berge verschiedensten Baumaterials (Beispiel Nr. 2). Man wird diesen Einfluss nur da zu fassen vermögen, wo ausgedehntere Regionen von durchgreifend sehr verschiedenem Gestein unter ähnlichen Bedingungen (Klima, Erosionsbasis) neben einander stehen. Die meisten Gebirgsgruppen in den Alpen enthalten in starker Mischung Gesteine sehr verschiedener Art, sie können uns für die vorliegende Frage nicht dienen. Dagegen treffen wir den Bündnerschiefer als fast ausschliessliches Gestein in den Talgebieten der Landquart, Plessur, dann S des Vorder-

rhein von der Lenzerheide gegen W durch Domleschg, Safien und Lugnetz. Dieses Gebiet von ca. 1300 km² hat eine Gipfflur von ca. 2500 m. Die Gipfel seiner Umrandung, die z. T. auch noch Bündnerschiefer, aber mit anderen Gesteinen durchsetzt, enthalten, oder die aus ganz andern Gesteinen (kristallinen Silicatgesteinen, kalkigen Trias, Jura und Kreidegesteinen) bestehen, ordnen sich in eine Gipfflur von 2900 m. In diesem Höhenunterschied ist indessen auch noch ursächlich der Umstand beteiligt, dass die Umrandung des Bündnerschiefergebietes etwas weiter von der Erosionsbasis zurück-

liegt. Immerhin ergibt sich, dass der Bündnerschiefer eine um einige 100 m tiefere Gipfflur ergibt, als die anderen Gesteine. Der Bündnerschiefer ist vorherrschend leicht zerstörbarer Tonschiefer, kalkiger Tonschiefer, sandiger Tonschiefer bis Sandstein. Er ist zu Abrutschungen geneigt, ist im ganzen schwer durchlässig und erträgt im Mittel nur eine geringere Maximalböschung mit grösserer Dichte der Wasserrinnen.

Neuntes Beispiel. Vergleichen wir damit ein reines Gneisgebiet, das Tessin von der Moesa bis zur Maggia und von Faido bis Locarno. Hier finden wir eine Gipfflur von 2750 m. Die Erosionsbasis für das Bündnerschiefergebiet kann an dessen NE-Ausgang auf 450—500 m angenommen werden. Für das Gneisgebiet des Tessin beträgt sie 200 m. Um also die Wirkung der Gesteinsart zu erkennen, ist die Gipfflur des Bündnerschiefergebietes zum Vergleich um 200 bis 250 m zu erniedrigen und zu 2250 m anzunehmen; sie ergibt sich im Bündnerschiefer um 500 m niedriger als im Gneis. Freilich ist diese Art der Korrektur zur Vergleichbarmachung recht unvollkommen; denn die jetzige Gipfflur ist wahrscheinlich vom Felsboden der Täler aus geschaffen worden, nicht von ihrer heutigen Schutt- oder Wasserauffüllung aus. Dieser Fehler ist aber in ähnlicher Weise in beiden verglichenen Zahlen vorhanden.

Die beiden verglichenen Fälle dürften für die Alpen so ziemlich die Extreme bedeuten. Noch leichter verwitterbare, oder noch resistenzfähigere Gesteine, als sie hier miteinander verglichen worden sind, kommen wohl hie und da vor, aber ohne dass sie ganze Gebirgsmassen bilden. Genug, wir ziehen aus dem Vergleich von Beispiel 8 mit Beispiel 9 den Schluss: Unter sonst gleichen Umständen steht

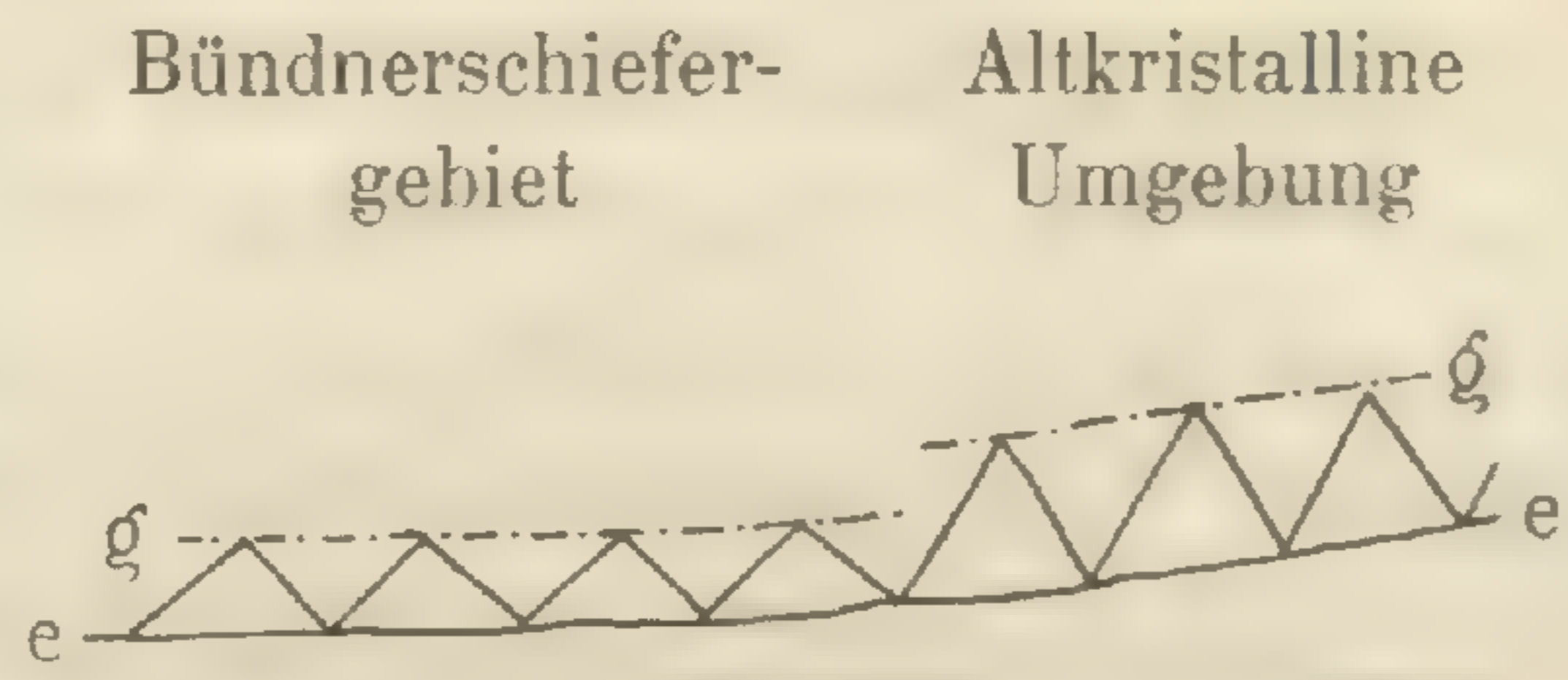


Fig. 5. Schematische Darstellung der Abhängigkeit der Gipfflur von der mittleren Gehägeböschung (Verwitterbarkeit) bei konstanter Taldichte und wenig steigender Erosionsbasis.

die Gipfflur bei Bergen aus verwitterungswiderständigen Gesteinen höher als bei leicht verwitterbaren, was sich erraten liess.

Wir haben nun eine Abhängigkeit der Gipfflur gefunden: 1. von der Erosionsbasis, 2. von der Vergletscherung, 3. von der Widerstandsfähigkeit des Gesteines. Die letztere kann im grossen gemessen werden durch die mittleren Gehängeböschungen, die sie auf die Dauer erträgt. Von der Erosionsbasis aus bilden sich die Talwege als Rinnen aus, die die Erosionsbasis ins Gebirge hinein verlängern. Sie schneiden sich als Exportrinnen für die Trümmer ein, während die Verwitterung die Gehänge zuschrägt. Beide schaffen zusammen Relief und Abtrag.

Vom Rande des Gebirges gegen seine inneren Teile hinein steigen die Talfurchen an. Die nächste Erosionsbasis der Berge ist deshalb im Innern des Gebirges höher als in seinen äusseren oder gar randlichen Teilen. Ausserdem nimmt aber auch die Maximalböschung im allgemeinen gegen innen zu, indem die hinteren Teile der Täler noch weniger lang eingeschnitten und die dort entblösten Gesteine der langsamen Lockerung durch die mechanische und chemische Verwitterung noch weniger lang ausgesetzt waren. Dort ist das noch frischere Material der Berge angeschnitten, das noch in steileren Böschungen festhält. Aus diesen beiden Gründen steigt die Gipfflur von den Rändern des Gebirges nach innen an, die Gipfel der innersten Ketten sind höher geblieben als diejenigen der randlichen Ketten, was immer der tektonische Bau, die Faltungshöhe sein mag.

Die Gehängeböschung muss ansetzen an einer lokalen Erosionsbasis, diese ist gegeben durch den anliegenden Talweg. Die Höhe der Berge, die als Ruinen eines grossen Gebirges zwischen den verschiedenen Talwegen übrig bleiben, muss deshalb auch sehr wesentlich abhängen von der Horizontaldistanz der beidseitigen Talwege. Diese Reflexion genügt, um uns zu sagen, dass die Gipfflur notwendig auch abhängen muss von der Distanz der Talwege innerhalb des Gebirges — oder wie sich die Geographen ausdrücken: von der „Dichte der Talwege“, der Flussdichte oder Taldichte. Wenn man auch sofort empfinden wird, was damit gemeint ist, so ist es doch sehr schwierig, die Taldichte in Zahlen vergleichend anzugeben. Man hat sie schon bestimmen wollen als Flusslänge per 1 m² Fläche. Allein ein Fluss, der in seinem Talboden serpentiniert, wird eine viel grössere Flussdichtezahl ergeben, als einer, der gerader läuft, während es uns weit mehr auf die Taldichte ankommt. Talstrecken pro Flächeneinheit bleiben auch ein schlechtes

Mass. Wir stossen dabei, wie bei der Bestimmung der Flussdichte, besonders auf die Schwierigkeit der Abgrenzung zwischen den Talwegen, die gerechnet werden müssen, und den gegen das Gebirge hinein stets dichter werdenden kleinen, rückwärts verzweigt sich einschneidenden Tälchen und Furchen. Bis zu welcher Kraft sollen wir die Äste des Flussystemes in Rechnung ziehen, wo kommen die schwachen Zweige, die die gesuchte Zahl verwirren würden? Alle bisherigen Versuche, die Taldichten in Zahlen anzugeben, sind unbefriedigend. Für unseren Zweck wäre es vielleicht besser, den Abstand der Talwege zu messen. Die Kraft (Wasserführung) derselben hängt ja auch von ihrem Abstand ab.

Die bisherigen Untersuchungen über die Fluss- und Taldichte haben ergeben, dass sie zunimmt mit der Niederschlagsmenge und der Undurchlässigkeit des Untergrundes, abnimmt mit der Niederschlagsmenge und der Durchlässigkeit des Gesteines. In trockenen Karstregionen ist sie am geringsten, in den Wildbachsammelgebieten alpiner Schieferregionen wohl am grössten.

Wenn wir gute Karten der Alpen auf diesen Gesichtspunkt hin prüfen, so sind wir darüber erstaunt, dass das, was wir unter Taldichte verstehen wollen, innerhalb der Alpen nur sehr wenig variiert. Es braucht eben zur Ausbildung eines massgebenden Talweges eine gewisse Wassermenge, und zur Sammlung dieser Wassermenge ebenso einer gewissen Fläche, und darnach wird in der Austiefung der Furchen sich eine Ausgleichung auf ähnliche Dichte einstellen.

Als die hauptsächlichsten bestimmenden Faktoren des Gebirgsabtrages unter Ausbildung einer Gipfelflur haben wir gefunden die Erosionsbasis, die Gehängeböschung und die Taldichte.

Die Erosionsbasis am Alpenrande schwankt nur von 200 bis 450 m. Die Talwege aufwärts fortgesetzt kann sie im Gebirgsinneren auf 1800 m (Oberengadin, Aargletscherboden usw.) steigen. Sie macht keine launenhaften Sprünge. Grosse, plötzliche Änderungen auf kleine Distanzen finden sich nur am Übergang über die Hauptwasserscheide der Alpen. Die Gehängeböschung schwankt in den Alpen im ganzen ebenfalls nur wenig, so dass die Fälle selten sind, wo sie sich regionenweise geltend macht. Auch die Taldichte ist im grossen ganzen fast konstant. Drei so wenig variable Faktoren müssen in ihrem Zusammenwirken auch zu einer Ausgleichung der Folgen führen.

Die Unabhängigkeit der Gipfelflur vom geologischen Bau hat uns vor allem zuerst zu der Einsicht gebracht, dass sie ein Resultat des Verwitterungsabtrages sei, der sich aus Eintie-

fung der Talwege (Erosion i. e. S.) nach einer Erosionsbasis, bei annähernd gleichartiger Dichte der Rinnen und Abschrägung der Gehänge in bestimmte mittlere Böschungen (Verwitterungsabschrägung) ergibt. Die Zugehörigkeit der Gipfelflur zu den Erscheinungen der Abwitterung nach ausgespülten Talfurchen verrät sich auch dadurch, dass ihr die gleiche Rücksichtslosigkeit gegenüber dem inneren Bau und den angeborenen Höhen innewohnt, wie der alpinen Talbildung. Sie ist also ein Stück Abtragsgeschichte, Erosionsgeschichte i. w. S. Die Alpengipfel sind auf 40 bis 50 km ungleich hoch tektonisch geboren. Sie sind auf 1—5 km erniedrigt und um über 45 km in ihren Höhen ausgeglichen. Dabei hat wohl besonders am Anfang nach der Alpenstauung isostatische Einsenkung wesentlich mitgeholfen. Allein die tektonische Lage der Gipfel einer Gipfelflur beweist, dass der grössere Anteil an der Ausbildung der Gipfelfluren dem allmächtigen, überall und immer gegenwärtigen und nie ruhenden Bergbildhauer: Verwitterung abtrag zugefallen ist, der über 30 km Höhendifferenz zu überwinden vermocht hat. Er hat sein Werk nicht erst begonnen in einem Momente nach Fertigstauung der Alpen, er hat schon mit dem ersten Auftauchen der ersten Gewölberücken begonnen, er hat vorweg gemeisselt, er hat Höhendifferenzen von 30 km gar nie entstehen lassen.

Die Erscheinung der Gipfelflur bietet der Forschung noch manche schöne Aufgabe. Schon ihre graphische Darstellung ist noch ein Problem. Mittlere Gehängeböschung, Talwegdichte sind in Zahlen zu fassen. Der Einfluss des Durchlässigkeitsgrades des Bodens, der Niederschlagsmenge und Niederschlagsart, der Einfluss von Gestein und Vergletscherung sind genauer zu prüfen. Besonders schwierig mag sich die Frage nach dem Verhältnis zu den isostatischen Bewegungen, dem Hochgang und Tiefgang der Faltung und dem Massendefekt oder Massenüberschuss gestalten. Vergleichung der alpinen Erscheinungen mit ausseralpinen Gebirgen, Prüfung der Ausnahmen von der Gipfelflur, kann manches aufklären. Indem wir die Ausbildung der Gipfelflur als eine Summenwirkung verschiedener, in gewissem Grade lokal variierender Faktoren erkennen müssen, erscheint es uns auch als eine Notwendigkeit, dass Abweichungen und Unregelmässigkeiten sich einstellen mussten. Wir dürfen nicht darüber staunen, dass der Tödi 400 m, der Säntis 500 m zu hoch ist, vielmehr darüber, dass die ganzen Alpen um über 30 km Gipfelhöhendifferenz ausgeglichen worden sind. Was noch über Meer vorragt, ist nach seiner Höhe strichweise nur noch $\frac{1}{10}$, nach dem Volumen im ganzen kaum $\frac{1}{5}$ dessen, das emporgepresst worden war.

Cerastium uniflorum Clairv. var. *Hegelmaieri* Correns,
die Kalkkrasse des *C. uniflorum*.

Von

AUGUST HAYEK (Wien).

(Als Manuskript eingegangen am 13. März 1922.)

Im Jahrgang LXII (1917) dieser Zeitschrift haben auf S. 620 ff. RÜBEL und JOS. BRAUN eine kritische Studie über die Cerastien der *Grex Physospermia* veröffentlicht, deren Inhalt ich, das will ich gleich vorausschicken, fast vollinhaltlich zustimme. Nachdem jedoch in dieser Arbeit eines von mir in der „*Flora stiriaca exsiccata*“ ausgegebenen *Cerastium* gedacht wird, das ich damals allerdings tatsächlich falsch bestimmt hatte, meine eigene Richtigstellung dieses Irrtums aber keineswegs erwähnt wird, und andererseits dadurch die interessante Tatsache, dass es eine Kalkkrasse von *Cerastium uniflorum* gibt, ignoriert wird, sehe ich mich veranlasst, auf diese Arbeit mit wenigen Worten zurückzukommen.

Auch ich war seinerzeit, wie dies ja im allgemeinen den Tatsachen entspricht, von der Ansicht durchdrungen, dass jedes *Cerastium* aus der in Rede stehenden Gruppe, das auf Kalkboden wächst, *C. latifolium* L. sein müsse, und in dieser Ansicht wurde ich durch die Darlegungen STEINS („Drei Cerastien“ in *Österr. bot. Zeitchr.* XXVIII [1878] p. 18) nur bestärkt. Es war daher selbstverständlich, dass ich ein *Cerastium* aus dieser Gruppe, das ich erst 1898 an der Endmoräne des Karls-Eisfeldes auf dem Dachstein, dann 1902 und auch später auf den südlichen Vorgipfeln der Dachsteingruppe (Eselstein, Sinabell etc.) antraf, für *C. latifolium* hielt und auch unter diesem Namen verteilte. Irgend eine Verwechslung ist schon aus dem Grunde ausgeschlossen, da genau dieselbe Pflanze, wie die im Jahre 1905 gesammelte in der *Flora Stiriaca exsiccata* unter No. 334 ausgegebene in meinem Herbar vom selben Standort bereits am 30. Juli 1902 und vom benachbarten Eselstein vom gleichen Datum erliegt und ich mich noch an das Einsammeln genau erinnere. Dass diese Pflanze natürlich die Ursache war, dass ich *C. latifolium* und *uniflorum* nicht genau auseinanderzuhalten verstand, ist begreiflich.

Als ich nun in der Bearbeitung meiner „Flora von Steiermark“ zur Gattung *Cerastium* gelangte, sandte ich mein *Cerastium*-Material zur Revision an Herrn Professor CORRENS, damals in Leipzig, der sich ja zu dieser Zeit eifrig mit dem Studium der Gattung *Cerastium* beschäftigte. Dieser schrieb mir damals (28. Juni 1908) folgendes: „Alles was Sie hier als *C. latifolium* haben, ist nicht *latifolium* sens. stren., sondern gehört zu *C. uniflorum*, ist eine kalkbewohnende Sippe dieser sonst auf Urgestein vorkommenden Art und von mir in Sched. *C. Hegelmaieri* wiederholt genannt. Kommt vom Watzmann an ostwärts vor, vom Dachstein vom verstorbenen Prof. HEGELMAIER mir mitgebracht.“

Diesem Resultat nun habe ich in der „Flora von Steiermark“ I p. 299 vollauf Rechnung getragen. Ich führte die Pflanze als *b. Hegelmaieri* Correns ausdrücklich als Kalkrasse des *C. uniflorum* auf, suchte selbe auch durch einige Merkmale zu charakterisieren, obwohl ich schon damals der Meinung war, dass es sich mehr um eine biologische als um eine morphologische Rasse handle, führte die Unterschiede von dem aus Steiermark bisher nicht bekannten *C. latifolium* an und fügte als Synonyme bei: *Cerastium latifolium* Stein in Österr. bot. Zeitschr. XXVIII 22, Strobl Fl. v. Admont II. 44, Hayek Sched. ad fl. stir. exsicc. 7. 8. p. 11 (1906) nicht L. Durch letzteres Zitat ist somit auch die Bestimmung des fraglichen Exsiccat's richtig gestellt.

Von spätern Autoren hat nur GRAEBNER (in Ascherson u. Graebner, Synopsis d. mitteleurop. Flora V 1. p. 629) diese meine Darstellung vollinhaltlich wiedergegeben, während HEGI (Ill. Flora v. Mittel-Europa III p. 369) das *C. uniflorum* f. *Hegelmaieri* Correns zwar anführt, aber als Standort angibt: „angeblich auf Kalk“, wodurch gerade das wichtigste Merkmal dieser Rasse verwischt wird.

Dieser Zweifel über die Natur des Substrates ist durch gar nichts gerechtfertigt. Fast die ganze Dachsteingruppe besteht aus dem der oberen Trias angehörigen Dachsteinkalk, einem sehr kompakten und sehr reinen Kalkstein, nicht etwa einem tonreichen Kalk, wie er in den Jura- und Kreidekalken der Schweizeralpen sich nicht selten findet, und die Standorte des *C. uniflorum* var. *Hegelmaieri* gehören sicher dieser Formation an. Als einen noch unpublizierten Standort dieser Pflanze möchte ich auch den Hohen Priel in Oberösterreich anführen, wo ich sie im vergangenen Sommer fand.

Übrigens kommt eine zu *C. uniflorum* gehörige Form, die vielleicht mit der var. *Hegelmaieri* identisch ist (mir liegt nur ungenügendes Material von der Rosengartengruppe vor), auf Kalk in den Südtiroler Dolomiten vor, und dürften die Mehrzahl der in Dalla-

Torre und Sarnthein Flora v. Tirol, VI. 2. p. 149—150 unter *B* und *F* angeführten Standorte zu dieser Rasse gehören.

Jedenfalls aber muss festgestellt werden, dass *Cerastium uniflorum* keineswegs überall eine ausgesprochene Kieselpflanze ist, sondern dass in den nordöstlichen Kalkalpen, wo *C. latifolium* fehlt, und anscheinend auch in den Südtiroler Dolomiten, an dessen Stelle auf reinem Kalkboden (eine charakteristische Begleitpflanze des *Cerastium* auf dem Sinabell ist *Minuartia aretioides* [Sommer] Schinz u. Thell.) eine zu *C. uniflorum* gehörige und von demselben morphologisch kaum zu trennende Form auftritt, die den Namen *C. uniflorum* var. *Hegelmaieri* Correns zu führen hat.

Botanische Beobachtungen in Wädenswil und Umgebung. 1920/21.

Von

A. SCHNYDER (Wädenswil).

(Als Manuskript eingegangen am 13. März 1922.)

Mein Umzug von Buchs (St. Gallen) nach Wädenswil bietet mir Gelegenheit, die Flora von Wädenswil und Umgebung einer eingehenden Beobachtung zu unterstellen. Ich bin mir wohl bewusst, dass keine Aussicht auf Entdeckung einheimischer Pflanzen besteht, sondern, dass es sich nur um Feststellung vorhandener Abarten handeln kann. Nicht ausgeschlossen ist dagegen das Auftauchen neuer Adventivpflanzen, veranlasst durch die Verwendung von aus dem Auslande bezogenen Rohstoffen, wie Wolle, Pferdehaare usw. durch die hiesigen Tuchfabriken und die Pferdehaarspinnerei. Nachforschungen in dieser Hinsicht sind hier bisanhin unterblieben, weshalb bereits eine Anzahl solcher Fremdlinge als anwesend verzeichnet werden darf.

Die Bestimmung der kritischen Pflanzen erfolgte durch die Herren Prof. Dr. HANS SCHINZ, Direktor des botan. Gartens der Universität Zürich, Prof. Dr. THELLUNG von demselben Institut, und C. MEYLAN, Ste. Croix (Moose). Ich verdanke den Genannten ihre freundliche Unterstützung hiemit bestens und lasse ein Verzeichnis der Neufunde nachstehend folgen. Wo kein anderer Standort genannt ist, liegt dieser in der Gemarkung Wädenswil.

Rhodophyceae:

Batrachospermum moniliforme Roth, Gulmenbach

Bryophyta:

Dicranum montanum Hedw. var. *pulvinatum* Pfeffer, an Lerchen im Tann

— *longifolium* Ehrh., auf Erratikum, Senderholz Hirzel

Districhum pallidum (Schreb.) Hampe, Torfstich, Hirzel

Ditichium capillaceum (Sw.) B. S., Altschlossfelsen, Richterswil

Orthotrichum affine Schrad., an Sorbus, Hütten

- Webera lutescens* Limpr., an Baumstrunk a. Reidholzweiher
Bryum Mildeanum Jur., am Fuss von Buchen
Philonotis caespitosa Wils., Sumpfwiese, Biberbrücke
Fontinalis antipyretica L. var. *gigantea* Sulliv., Riedgraben, Beichlen
Brachythecium populeum (Hedw.) B. S. var. *amoenum* Milde, Buche,
 Lehmhoftobel
 — *rutabulum* (L.) B. S. var. *turgescens* Limpr., Krüzelen, Hirzel
 — *rivulare* (Bruch) B. S. var. *tenue* Dixon, Strassengraben, Rietliau
 — *velutinum* (L.) B. S. var. *tenue*, Baumstrunk, Winterberg
 — — var. *congestum*, Buche, Schönegg
 — — var. *praelongum* B. S., " "
Eurhynchium striatum (Schreb.) Schimp. var. *pachycladum* Roth,
 Böschung, Rötibodenholz
Rhynchostegium rusciforme (Neck.) B. S. var. *prolixum* (Dicks.),
 Strassengraben
 — *murale* (Neck.) B. S. var. *julaceum* B. S., Steine, Reidholz
Amblystegium serpens (L.) B. S. var. *tenue* (Schrad.), Wurzeln, Winter-
 berg
 — *Juratzkanum* Schimp. var. *angustifolium* (Lindb. fil.), Baum-
 strunk, Hütten
 — *Kochii* B. S., Baumwurzeln, Krüzelen, Hirzel
 Vermutlich neu für den Kanton Zürich.
Drepanium cupressiforme (L.) Roth var. *filiforme* (Brid.), Tannen.
 Hangenmoos
 var. *uncinatum* (B. S.), Buchen, Gulmen
 var. *brevisetum* (Schimp.), " "
Ctenidium molluscum (Hedw.) Mitt. var. *mollissimum* Roth, Felsen.
 Altschloss Richterswil
Sphagnum medium Limpr. var. *glaucescens* Russ., Torfried Krüzelen.
 Hirzel
 — — var. *purpurascens* Russ., " "
 — *recurvum* (P. B.) Warnst., Riedwiese, Biberbrücke
 — *Russowii* Warnst., Riedwiese, Krüzelen, Hirzel
 — *rubellum* Wils. var. *versicolor* Warnst., " " "
 — — var. *purpurascens*, " " "
 — *acutifolium* Ehrh. var. *viride* Warnst., " " "
 — — var. *versicolor* Warnst., " " "
 — *contortum* Schultz, Lochwald, Hohe Rhone

Während vorstehend fast ausschliesslich nur Varietäten verzeichnet sind, die ich in der Literatur (CULMANN u. WEBER) für das Gebiet

nicht schon erwähnt fand, nenne ich nachstehend alle bisher gefundenen Lebermoose, da mir die frühern Konstatierungen unbekannt sind.

<i>Alicularia scalaris</i> (Schrad.) Corda,	am Felsen am Sagenbach, Hütten
<i>Blepharostoma trichophyllum</i> (L.) Dum.,	an fauler Baumrinde, Winterberg
<i>Diplophyllum obtusifolium</i> (Hook.) Dum.,	Erdlehne, Reidholz Richterswil
<i>Frullania dilatata</i> (L.) Nees,	Buchen, Lehmhoftobel
<i>Haplozia crenulata</i> (Sm.) Dum.,	Erdlehne, Reidholz
— <i>pumila</i> (With.) Dum.,	an Felsen am Sagenbach, Hütten
<i>Lejeunea serpyllifolia</i> Lib.,	Erdlehne, Gulmen
— <i>cavifolia</i> (Dicks.) Lib.,	Felsen, Lehmhoftobel
<i>Lophozia Mülleri</i> (Nees) Dum.,	Erdlehne, Rötiboden
<i>Metzgeria furcata</i> (L.) Lindb.,	„ Tann
— <i>fruticulosa</i> (Dicks.) Evans,	Bäume, Gulmen
<i>Marchantia polymorpha</i> L.,	nasse Felsen, Tann
<i>Pellia Fabroniana</i> Raddi,	„ „ „
<i>Pleuroschisma trilobatum</i> (L.) Dum.,	Baumstock „
<i>Plagiochila asplenioides</i> (L.) Nees,	Erdlehne „
<i>Radula complanata</i> (L.) Dum.,	Buchen, Lehmhof
<i>Scapania aequiloba</i> (Schwägr.) Nees,	Felsen, Sagenbach, Hütten
<i>Tritomaria exsecta</i> (Schmid.) Loeske,	Winterberg
— <i>exsectiformis</i> (Breidl.) Loeske,	Felsen, Sagenbach, Hütten

Adventivpflanzen:

<i>Andropogon Sorghum</i> (L.) Brot.,	Abraumstelle, hintere Rüti
<i>Panicum miliaceum</i> L. var. <i>effusum</i> Alef.,	„ „ „
— <i>Crus. galli</i> L. var. <i>brevisetum</i> Döll,	„ „ „
<i>Setaria verticillata</i> (L.) Pal. var. <i>longiseta</i> (A. u. G.) Volk.,	Rasen bei Tuchfabrik Pfenninger
— <i>italica</i> (L.) Pal. var. <i>maxima</i> Alef. subvar. <i>breviseta</i> Döll,	Abraumstelle, hintere Rüti
<i>Chenopodium ambrosioides</i> L.,	Abraumstelle der Tuchfabr. Pfenninger
— <i>multifidum</i> L.,	„ „ „ „
<i>Coronopus didymus</i> (L.) Sm.,	„ „ „ „
<i>Lepidium virginicum</i> L.,	Abraumstelle, Bahnhof Horgen
<i>Erysimum cheiranthoides</i> L.,	bei einem Bauernhaus, Hirzel
<i>Nicotiana rustica</i> L.,	in einer Wiese auf Mugerren
<i>Medicago hispida</i> Gärtner var. <i>denticulata</i> (Willd.) Burnat,	als „Klee-kletten“ bei Tuchfabrik Pfenninger
— <i>arabica</i> (L.) Hudson, als „Herzklee“	„ „ „
— <i>Aschersoniana</i> Urban,	bei Tuchfabrik Reidbach

Melilotus indicus (L.) All.,	bei Tuchfabrik Pfenninger
Picris echioides L.,	" " "
Crepis setosa Haller,	" " "

Durch den See an der Seemauer angelegte Pflanzen:

Dryopteris Filix mas (L.) Schott
 Phyllitis Scolopendrium (L.) Newman
 Cephalotaxus Fortunei Hooker
 Philadelphus spec.

Tiefstandorte:

Dryopteris Lonchitis (L.) O. Kuntze, bei 670 m an einer Wiesen-
 mauer, Schönenberg
 Asplenium viride Huds., bei 400 m an einer Strassenmauer bei Käpf-
 nach

Südliche Gewächse:

Beim Durchstreifen des in der Gemeinde Richterswil liegenden Reidholzes, das die gnädigen Herren in Zürich seiner Zeit den revolutionären Wädischwylern abzunehmen geruhten, überrascht das etwas südliche Gepräge der Vegetation. Es ist verursacht durch das Vorhandensein von an die 20 Stockausschlägen und einiger hoher Bäume von *Castanea sativa* Miller, durchmischt mit der schönen *Quercus rubra* L., einigen mächtigen *Larix decidua* Miller mit bis 10 cm dicker Borke und mehreren Wellingtonien. Am Reidholzweiher stehen noch drei alte Bäume *Morus alba* L. und *nigra* L. Das erweckt den Verdacht, dass ein unternehmungslustiger Forstmann einst hier pröbelte. Herr Oberförster TH. WEBER in Zürich hatte die Freundlichkeit, mir hierüber die nachstehende gütige Auskunft des Herrn Forstmeisters GOTTL. KRAMER in Zürich zu verschaffen, was ich hiemit bestens verdanke: „Auf Anregung vom Schweiz. Forstverein erfolgten durch die Herren Professoren LANDOLT und KOPP in den 70er Jahren des vorigen Jahrhunderts Anbauversuche im Reidholz mit zahmen Kastanien, amerikanischen Eichen und Wellingtonien. Man bezog die Samenpflänzchen aus Deutschland, später aus dem Aargau und von Zürich. Trotzdem im Anfang der Betrieb ziemlich lebhaft war, wurde er nach und nach aufgegeben. Als Spuren davon zeigen sich noch in der Waldung die zahme Kastanie, Exemplare der amerikanischen Eiche und am kräftigsten die Wellingtonia.“ Vermutlich fällt in dieselbe Zeit auch die Anpflanzung der gut fruchtenden drei Kastanienbäume bei den Heimwesen im Seegut und auf der Fuhr. Dagegen beweist

nachstehender Eintrag des Ortspfarrers Herrn JOH. KD. RYFF, unter Nr. 64 des Totenregisters 1694, dass schon damals ein Kastanienbaum in unserer Gemeinde stand: „Rudolf Brändly im Gäbisholz fiel ab einem Kastanienbaum im Bysyn der Synigen augenblicklich zu todt. 3. Okt.“ Es darf angenommen werden, dass das Unglück bei der Kastanienernte sich zutrug, dass der Baum also Früchte reifte. Die Bezeichnung der Oertlichkeit mit „Gäbisholz“ ist hier schon längst durch „Gwad“ ersetzt worden. Bei meiner Nachforschung daselbst stiess ich rasch auf einen Kastanienstockausschlag. Sehr wahrscheinlich ist dieser der Rest des Unglücksbaumes. Weitere Spuren von Kastanienbäumen sind mir bisher nicht zu Gesichte gekommen.

Ficus Carica L. Beim ehemaligen Cavalaschahause an der äusseren Seestrasse in Wädenswil gedeihen zwei bis 4 m hohe Feigenbäume prächtig. Im Jahr 1921 wurden fast alle der zahlreichen Früchte teigreif, so dass von einer eigentlichen Feigenernte gesprochen werden konnte. Auch an der Umfassungsmauer des Areals des neuen Schulhauses, an der Strassenrinne, vegetiert ein solches Sträuchlein unbekanntes Ursprungs. Nicht unerwähnt darf bleiben, dass in einem hiesigen Garten etwa 20 junge *Phoenix dactylifera* L. auftauchten und die Liebhaberei der Anwohner für Datteln verriet. Auch auf der Abraumstelle des Bahnhofs Horgen konstatierte ich eine solche Pflanze mit drei Blättern. Sie haben wohl alle ihr Vordringen nach dem unwirtlichen Norden mit dem Erfrierungstode gebüsst. Ich hatte jüngst Gelegenheit, in einem andern Garten das Fortkommen von *Magnolia grandiflora* L., *Camellia japonica* L., *Citrus japonica* Thunb., *Viburnum Tinus* L. und *Choisya ternata* H. B. K. als Freilandgewächse zu konstatieren. Dies in Verbindung mit den bereits genannten südlichen Bäumen und Sträuchern lassen darauf schliessen, dass das Klima des linken Zürichseeufers doch besser ist als sein Ruf.

Wädenswil, im Januar 1922.

Chromosomenzahl und Rassenbildung.¹⁾

Von

ALFRED ERNST.

(Als Manuskript eingegangen am 14. März 1922.)

Im Mittelpunkt der experimentell genetischen Forschung stehen die beiden Probleme der Vererbung und der Entstehung neuer Lebensformen, der Rassen- und Artbildung.

Vererbung bedeutet das Zustandekommen weitgehender Übereinstimmung zwischen Eltern und Kindern; Formen-Neubildung hat die Möglichkeit der Entstehung von Unterschieden zwischen Eltern und Kindern zur Voraussetzung. Die beiden Probleme stehen also hinsichtlich der Fragestellung in einem gewissen Gegensatz, sind aber durch Forschungsobjekt und Forschungsmethoden aufs engste miteinander verknüpft.

Jedes Individuum ist nach Form und Funktion ein Produkt seiner Veranlagung und der Einwirkung äusserer Faktoren, seiner Lebenslage. Vererbt werden also streng genommen nicht bestimmte Formen, Strukturen und Funktionsweisen, sondern vererbt wird die Fähigkeit, auf die Einflüsse der Umwelt in bestimmter Weise zu reagieren. Vollkommene Übereinstimmung zwischen Eltern und Nachkommen ist, sofern sie überhaupt je vorhanden sein sollte, nur in absolut gleicher Lebenslage zu erwarten. Sie kommt am weitgehendsten zum Ausdruck innerhalb reiner Linien und Klone, d. h. der auf sexuellem resp. auf vegetativem Wege erzeugten Nachkommenschaft sich selbst fortpflanzender Individuen, also bei einelterlicher Fortpflanzung.

Bei zweielterlicher Fortpflanzung wird eine ebenso weitgehende Übereinstimmung zwischen Eltern und Nachkommen deswegen nicht oder nicht häufig zu erwarten sein, weil bei freier Wahl des Fortpflanzungspartners schon die sich paarenden Individuen nicht vollkommen identisch sind, sondern Unterschiede in den verschiedensten morphologischen und physiologischen Merkmalen aufweisen. Tägliche

¹⁾ Vortrag, gehalten vor der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich (Sitzung vom 30. Januar 1922). Auf die Beigabe von Abbildungen des Demonstrationmaterials musste der Kosten wegen verzichtet werden.

Erfahrung und Experimente lehren nun, dass bei zweielterlicher Fortpflanzung die Eltern nicht nur ihre gemeinsamen, arteigenen Merkmale auf die Nachkommenschaft übertragen, sondern dass auch ihre Unterschiede in der Nachkommenschaft in gesetzmässiger Weise zum Ausdruck kommen. Dadurch sorgt auch die zweielterliche Fortpflanzung für das Zustandekommen einer gewissen Konstanz im Laufe aufeinanderfolgender Generationen und für die Erhaltung vorhandener Formen, Strukturen und Reaktionsweisen.

Wie sind diese Formen, Strukturen und Reaktionsweisen aber entstanden, wann und unter welchen Bedingungen setzen Entstehung und Fixierung neuer Eigenschaften und Merkmale ein? Der unübersehbare Formenreichtum der jetzigen Pflanzen- und Tierwelt ist das Resultat eines Entwicklungsganges. Aus einfachen Formen entstanden, wie die Entwicklungslehre annimmt, allmählich kompliziertere und alle heut lebenden Formen sind aus früheren durch Umbildung hervorgegangen. Dass eine solche Entwicklung stattgefunden und wohl immer noch stattfindet, steht ausser Frage. Dagegen gehen die Ansichten über die in der Vergangenheit wirksam gewesenen Faktoren der Entwicklung weit auseinander. Ihre nachträgliche Feststellung ist wohl ausgeschlossen, eine gewisse Klärung der Ansichten dagegen vom Studium der Faktoren und Bedingungen der Formen-Neubildung in der Gegenwart zu erwarten.

Es ist mithin die Frage zu beantworten, ob und unter welchen Einflüssen entstehen bei jetzt lebenden Organismen neue erbliche, d. h. auf die Nachkommen sich übertragende Merkmale?

Nachdem sich der sicheren Beantwortung dieser Kardinalfrage der Entwicklungslehre früher fast unüberwindlich scheinende Schwierigkeiten entgegengestellt hatten, ist in den letzten 20 Jahren durch die experimentelle Vererbungsforschung allmählich das Fundament geschaffen worden, von dem aus einwandfreie Untersuchungen über Formen-Neubildung unternommen werden konnten. Unerlässliches Erfordernis für diese Richtung der genetischen Forschung ist die genaueste Kenntnis des Formenkreises, in welchem experimentiert und die Erzeugung neuer Formen versucht werden soll. Diese Formenkenntnis wird erreicht durch das Studium der Modifizierbarkeit des Versuchsmaterials unter Anwendung der Methoden der experimentellen Morphologie und der auf Messungen aufbauenden Statistik (Biometrie) sowie der Feststellung seiner Erbanlagen durch Kreuzungsversuch und Analyse der Nachkommenschaft. Die durch Modifikations- und Erblichkeits-

lehre geschaffenen Grundlagen sind nun in einer ganzen Reihe von Formenkreisen einwandfrei vorhanden. Diese sind allerdings recht eng und betreffen ausschliesslich reine Linien, Rassen, Unterarten und Arten. Die Erforschung der Entstehung und Vererbung neuer Anlagen ist also vorerst auf dieselben engen Kreise beschränkt, mit denen sich auch die experimentelle Vererbungsforschung beschäftigen muss. Die experimentell hervorzurufenden Änderungen betreffen also nicht die Grundzüge der Organisation und der Funktion, sondern ausschliesslich Merkmale, die im Vergleich zu den Organisationsmerkmalen in der Regel nur geringfügige Abweichungen vom Typus der betreffenden Einheit charakterisieren.

Formen-Neubildung ist, wie die Untersuchungen der letzten Jahre gezeigt haben, möglich

durch plötzliche Änderungen innerhalb reiner Linien,

unter dem Einfluss äusserer Einwirkungen und infolge Kreuzung.

Von allen drei Faktoren der Formen-Neubildung, der Mutation aus inneren, d. h. zur Zeit in ihren Beziehungen zur Umwelt noch nicht erkennbaren Ursachen, der Mutation infolge äusserer Bewirkung und der Formen-Neubildung infolge Kreuzung, wird im Nachfolgenden, unter der durch das Thema „Chromosomenzahl und Rassenbildung“ gebotenen Einschränkung, die Rede sein.

Bei dem grossen Einfluss, den die Einwirkungen der Umwelt auf die Erscheinungsform, den *Phänotypus*, der Organismen haben, war es naheliegend zu versuchen, Abänderungen der Erbanlagen, des *Genotypus*, ebenfalls durch äussere Einwirkungen hervorzurufen. Als solche kamen vor allem in Frage: Änderung der Temperatur- und Belichtungsverhältnisse, Einwirkung von Röntgen- und Radiumstrahlen, Änderung der Ernährungsverhältnisse, Einwirkung von Narcotica, Giften, von Zug- und Druckkräften, grobmechanische Verwundungen etc. Soweit es sich bei den Resultaten solcher an den verschiedensten Pflanzen und Tieren durchgeführten Untersuchungen nicht um blosse Änderungen in der Erscheinungsform, also um Modifikationen der direkt beeinflussten Individuen, sondern um wirklich erbliche Abänderungen handelt, muss sich der Einfluss des Aussenreizes auf das innerste Wesen der lebenden Substanz geltend gemacht haben. Mit der sichtbaren Modifikation des beeinflussten Individuums müssen zunächst vielleicht noch nicht erkennbare, innere Ursachen für das Auftreten von Ab-

änderungen in der Nachkommenschaft geschaffen worden sein.

Die Vererbung einer unter dem Einflusse der Aussenwelt zustande gekommenen Abweichung ist nur möglich, wenn der Lebensträger, das Protoplasma, selbst oder bestimmte Teile desselben, von denen die Vererbung abhängig ist, eine dauernde Veränderung erfahren haben. Man bezeichnet nun denjenigen Teil des Protoplasmas einer Zelle, also auch einer Geschlechtszelle, Gamete, in welcher ihre Art-eigenheit begründet ist, als ihr Keimplasma oder Idioplasma. Der Aufschwung der Plasma- und Kernforschung zu Ende des letzten Jahrhunderts hat die Möglichkeit geschaffen, das zunächst hypothetische Idioplasma mit sichtbaren Strukturen und Organisationsverhältnissen des Protoplasmas zu identifizieren. Immer mehr hat sich die Überzeugung Bahn gebrochen, dass speziell Bestandteile des Zellkerns Träger der Vererbungserscheinungen, also Keimplasma sein müssten. Für diese Bedeutung des Kerns als Träger von Erbgut sprechen neben seiner Mitwirkung bei allen formgestaltenden Prozessen im Zelleben ganz besonders:

der komplizierte Mechanismus der Kern- und Zellteilung,

die Wahrnehmung, dass am Befruchtungsprozess von männlicher Seite, z. B. bei der Mehrzahl der Angiospermen, häufig nur ein Kern, dagegen kein Plasma beteiligt ist und trotzdem die väterlichen Merkmale in den Nachkommen mit derselben Feinheit und Genauigkeit zur Ausbildung gelangen können, wie diejenigen der plasmareiche Eizellen liefernden Mutter,

die eigenartigen Resultate von Kreuzungsversuchen, speziell der Befruchtung künstlich kernlos gemachter Eier einer Spezies mit dem Sperma einer andern Art, Gattung oder Familie, die Erscheinungen der Merogonie.

Ist man also auf Grund der cytologischen Forschung allmählich zur Überzeugung gelangt, dass das Idioplasma im wesentlichen seinen Sitz im Kern haben muss, so haben andererseits experimentelle Vererbungsforschungen ergeben, dass dies nicht ausschliesslich der Fall sein kann. Es steht ganz ausser Zweifel, dass einzelne Rassenunterschiede bei Pflanzen, wie z. B. die partielle Weiss- oder Gelbfärbung von Laubblättern, auf übertragbaren Verschiedenheiten anderer Plasmateile, des Cytoplasmas und der Chromatophoren, beruhen. Von den Organisationsmerkmalen schliesslich, welche grössere systematische Einheiten charakterisieren, müssen wir annehmen, dass sie von dem Zusammenwirken aller Plasmateile oder des im gesamten Zellplasma

verteilten Idioplasmas abhängig sind. Für die Vererbung des Geschlechts, und die bei Kreuzung von Varietäten und Rassen den MENDELSchen Gesetzen folgenden Merkmale und Unterschiede liefert dagegen der Kern die idioplasmatische Grundlage. In den Vorgängen der Kernteilung, der Befruchtung und der Reduktion finden wir die cytologischen Grundlagen der Mendel-Vererbung. In aller Kürze sei an die wesentlichsten Momente dieser Prozesse erinnert:

Die mitotische Kernteilung (Karyokinese) ist dadurch charakterisiert, dass gewisse Substanzen des Kerngerüsts, vor allem das Chromatin, in besonders gleichmässiger Weise auf die Tochterkerne verteilt werden. Sie kontrahieren sich zur Bildung der Chromosomen, d. h. kugeliger, stäbchen- oder bandförmiger Strukturen, die nach Anzahl, Grösse, Gestalt und vielfach auch in der Gruppierung innerhalb eines jeden Verwandtschaftskreises eine gewisse Konstanz zeigen. Die Chromosomen erfahren eine Längsspaltung und die gleichwertigen Tochterchromosomen weichen zur Bildung der Tochterkerne bipolar auseinander.

Der Befruchtungsvorgang besteht in der Vereinigung zweier Geschlechtszellen (Gameten) oder in der Aufnahme eines männlichen Kerns in die weibliche Zelle. Die Verschmelzung der beiden Gametenkerne ist keine vollständige, eine Vermischung der Kernsubstanzen unterbleibt. In Wirklichkeit handelt es sich im Befruchtungsprozess um die Bildung eines Doppelkerns, in welchem die Individualität der beiden Chromatinmassen und der sie zusammensetzenden Chromosomen erhalten bleibt. Der Zygoten- oder Keimkern zeigt daher bei allen nachfolgenden Teilungen nicht nur eine verdoppelte Chromosomenzahl, sondern auch zwei Chromosomensätze, von denen der eine vom väterlichen, der andere vom mütterlichen Gametenkern abstammt. Einander entsprechende Chromosomen der beiden Sätze treten im Verlaufe der Teilungen sehr häufig zu deutlich wahrnehmbaren Paaren zusammen.

Im regelmässigen Wechsel mit den Vorgängen der Befruchtung und der damit verbundenen Verdoppelung der Chromosomenzahl findet ein Reduktionsvorgang, die erneute Herabsetzung der Chromosomenzahl auf die Hälfte statt. Diese numerische Reduktion spielt sich im Verlaufe einer Vierteilung (Tetradenteilung) von Mutterzellen, bei den Tieren der Ei- und Samenmutterzellen, bei den höheren Pflanzen bei der Teilung der Sporenmutterzellen ab. Damit ergibt sich im Entwicklungsverlauf ein regelmässiger Wechsel der Chromosomenzahl. Im Befruchtungsprozess

kommen haploide Kerne mit einfachem Chromosomensatz zur Vereinigung. Die doppelte, diploide Anzahl der Zygote wird im Soma und in den Fortpflanzungsorganen der Tiere bis zur Bildung der Sexualzellen beibehalten. Im Pflanzenreich liegen die Verhältnisse etwas komplizierter, weil bei den meisten Pflanzen sich der Wechsel der Chromosomenzahl mit dem Wechsel in zwei äusseren Erscheinungsformen kombiniert (Generationswechsel): Der Gametophyt (Gamophase) ist haploidkernig und pflanzt sich geschlechtlich fort, der Sporophyt (Zygophase) ist diploidkernig und vermehrt sich durch Sporen. Wie nun im einzelnen Falle die morphologischen Verhältnisse auch liegen, so stimmen alle Tetraden- und Reduktionsteilungen darin überein, dass bei den Vorbereitungen zum ersten der dazu notwendigen beiden Teilungsschritte die sich entsprechenden väterlichen und mütterlichen Chromosomen in besonders enge Paarung, zu den Chromosomenpaaren, Gemini, zusammentreten und hernach in der Regel nicht Längshälften aller Chromosomen, sondern ganze väterliche und mütterliche Chromosomen auseinanderweichen. Mit der numerischen Reduktion ist also auch eine qualitative Reduktion, das Zustandekommen von Verschiedenheiten innerhalb der Zellen einer Tetrade verknüpft.

Die Annahme eines Prozesses nach Art der Reduktionsteilung ist für jede Theorie über die stofflichen Grundlagen der Vererbung und ganz speziell der Spaltungerscheinungen in der Nachkommenschaft von Bastarden unerlässlich. Da nun Zellkern und Chromosomen in ihrem ganzen Verhalten dem theoretischen Postulat der Vererbungsforschung in vollkommener Weise entsprechen, ist es ausserordentlich wahrscheinlich, ja wohl als sicher zu betrachten, dass die mendelnden idioplasmatischen Grundunterschiede auf Unterschieden im Bau sich sonst entsprechender Chromosomen beruhen.

Jede spontan entstehende neue Form (Mutation) unterscheidet sich von der Stammform durch eine erbliche Abänderung des Keimplasmas, kann also in Änderungen von Strukturen des Cytoplasmas, der Chromatophoren oder des Kerns begründet sein. Die meisten dieser Änderungen, vor allem diejenigen am Cytoplasma, bleiben unsichtbar. Handelt es sich aber um Änderungen des in den Chromosomen lokalisierten Idioplasmaanteils, so ist die Möglichkeit vorhanden, dass sie mit Änderungen der Chromosomen-Grösse, -Form und -Lagerung und vielleicht auch mit Änderungen der Chromosomenzahl kombiniert auftreten. Umgekehrt werden wir erwarten dürfen, dass

spontane oder experimentelle Veränderungen des Chromatin- und Chromosomenbestandes der Kerne und besonders der Gameten irgend eines Organismus auch Änderungen in den morphologischen und physiologischen Merkmalen, also seines Genotypus, zur Folge haben werden. Am leichtesten feststellbar und daher vorderhand auch am eingehendsten untersucht sind Änderungen der Chromosomenzahl.

Es ist vorauszusehen, dass sich Änderungen im Sinne eines Chromatinverlustes durch das Schwinden einzelner oder ganzer Komplexe von Merkmalen und Fähigkeiten äussern werden und andererseits die Vermehrung des Chromatingehaltes das Auftreten neuer Merkmale zur Folge haben wird. Ein Weg zur Erzeugung neuer Formen, durch Änderung des Chromatinbestandes der Kerne, öffnet sich. Er erscheint vielversprechend, weil schon der natürliche Formenreichtum innerhalb sehr vieler Verwandtschaftskreise mit Änderungen des Chromatinbestandes, Änderungen der Chromosomen nach Grösse, Form und Zahl verbunden ist. Innerhalb der Familien, Gattungen, Arten und selbst innerhalb der Varietäten einer Art sind Kerngrösse und Chromosomenzahl oft auffallend verschieden. So weisen Arten aus den verschiedenen Gattungen der *Liliaceae* die haploiden Chromosomenzahlen 6, 7, 8, 12, 16, 18, 24, 32 auf. Die Arten der Gattung *Primula* haben als Haploidzahlen 9, 12, 18, 24 oder 27; in der Gattung *Crepis* sind die besonders niederen Zahlen 3, 4, 5, 6, 8 und 16 gefunden worden. Als Beispiele auffallender Unterschiede in den Chromosomenzahlen der Rassen einer und derselben Spezies seien erwähnt: *Chrysanthemum indicum* mit 9, 18, 27, 36, 45 Chromosomen in der Gamophase; *Musa sapientum*, von deren zahlreichen Rassen allerdings erst wenige untersucht worden sind, die 8, 11, 12, 16 oder 24 Chromosomen in der Gamophase führen.

In den eben erwähnten wie in zahlreichen anderen Beispielen erscheinen die innerhalb eines Verwandtschaftskreises auftretenden Chromosomenzahlen teils als Vielfache einer kleinsten Grundzahl (*Crepis* 3, *Primula* 9, *Liliaceae* 6); andere Chromosomenzahlen fallen aus der Reihe der Multipla heraus oder liegen zwischen denselben. Irgend welche Gesetzmässigkeiten im Wechsel der Chromosomenzahl, Beziehungen zwischen Zahlenunterschied der Chromosomen und den morphologisch-physiologischen Unterschieden der sie aufweisenden Formen, vor allem aber Anhaltspunkte über das Zustandekommen solcher Abänderungen der Chromosomenzahl waren bis vor einem Jahrzehnt nicht oder nur andeutungsweise vorhanden. Nun beginnt

sich das Dunkel zu lichten und in verhältnismässig kurzer Zeit hat die experimentelle Forschung in Verbindung mit der Cytologie zu wichtigen Ergebnissen geführt. Die Literatur zum Thema „Chromosomenzahl und Rassenbildung“ ist schon jetzt derart weitläufig, das Problem so vielseitig geworden, dass ich von vornherein auf eine erschöpfende Behandlung desselben verzichten und mich in der Hauptsache auf die Darlegung der Resultate einiger neuester Untersuchungen an Pflanzen und die Diskussion ihrer Aufschlüsse hinsichtlich der Probleme der Vererbung und der Formen-Neubildung beschränken muss.

Abänderung des Chromatinbestandes und damit des Keimplasma-gehaltes der Kerne einer systematischen Einheit kann mit einer Verminderung oder Vermehrung der Chromosomenzahl verbunden sein. Nicht jede Verminderung, auch nicht jede Erhöhung der Chromosomenzahl hat eine Änderung des Chromatingehaltes und des Idioplasmas zur Folge. Eine Abnahme der Chromosomenzahl kann, wie in einigen Fällen nachgewiesen oder wahrscheinlich gemacht worden ist, auch durch Verschmelzung ursprünglich selbständiger Chromosomen; eine Vermehrung der Chromosomenzahl durch Querteilung von Chromosomen zustande kommen. In beiden Fällen wird der Chromatin- und damit wohl auch der Keimplasma-Gehalt der Kerne nicht oder nicht wesentlich verändert. Im folgenden trete ich auf solche Veränderungen nicht näher ein und beschränke mich auf die Betrachtung derjenigen Änderungen der Chromosomenzahl, welche jedenfalls auch von einer wirklichen Verminderung oder Vermehrung der gesamten Chromatinmasse begleitet sind. Wesentlich ist natürlich nicht die Änderung der Chromosomenzahl an sich, sondern die Veränderung des an die Chromosomen gebundenen Keimplasmas. Die Feststellung von Veränderungen des Kerndurchmessers, des Kernvolumens und vor allem der Chromosomenzahl sind bis jetzt allerdings die einzigen Möglichkeiten zur cytologischen Feststellung solcher Änderungen des Idioplasmas.

Veränderung des Idioplasmas durch Verminderung der Chromosomenzahl kann erreicht werden durch Elimination einzelner Chromosomen im Verlaufe von Kernteilungen haploid- oder diploidkerniger Stadien von Organismen. Eine Herabsetzung der Chromosomenzahl auf die Hälfte der Normalzahl findet statt bei künstlicher Entwicklungserregung unbefruchteter, haploidkerniger Eizellen von Pflanzen und Tieren (natürliche und künstliche haploide Parthenogenesis). Beide Wege sind experimentell gangbar, doch haben

sie bis jetzt weder bei Pflanzen noch bei Tieren zur Entstehung fortpflanzungsfähiger neuer Formen geführt.

Dagegen sind Organismen mit vermehrter Chromosomenzahl schon vielfach erhalten und durch Generationen gezüchtet worden. Am leichtesten fällt die Erzeugung von Zellen, ganzen Individuen und von solchen ausgehend von Rassen mit einem Mehrfachen des einfachen (haploiden) oder des doppelten (diploiden) Chromosomensatzes einer Lebensform. Ausgehend von solchen multiploiden Formen können auch Formen mit anderen abweichenden Chromosomenzahlen gezüchtet werden.

Von der Erzeugung von Zellen und Individuen mit einem Mehrfachen des einfachen oder doppelten Chromosomensatzes einer natürlichen Form soll zunächst die Rede sein. Versuche in dieser Richtung sind an verschiedenen Objekten und unter Anwendung verschiedener Methoden durchgeführt worden.

Zu den ersten erfolgreichen Versuchen experimenteller Veränderung des Chromatinbestandes von Kernen gehören die von J. GERASSIMOW (1897—1904), A. NATHANSOHN (1901) und C. VAN WISSELINGH (1920) angestellten Studien über experimentelle Erzeugung von doppelkernigen Zellen und von einkernigen Zellen mit zwei-, vier-, oder achtfach vergrößerter Kernmasse bei *Spirogyra* und anderen *Zygnemaceae*. Werden Fäden solcher Algen während der nächtlich erfolgenden Kern- und Zellteilungen abgekühlt oder dem Einfluss von Narcotica ausgesetzt, so treten Störungen der Korrelationen zwischen Kern- und Zellteilungsverlauf ein, die zur Entstehung von Zellen mit zwei Kernen oder mit Kernen mit doppelter Kernmasse führen. Auf diesem Wege diploidkernig gewordene Zellen unterscheiden sich von den normal haploidkernigen in Grösse und Gestalt. Ihre besonderen Merkmale werden bei den späteren Teilungen auf Tochter- und Enkelzellen übertragen; bei der Konjugation zwischen gleichartig veränderten Zellen auch auf die Nachkommen aus den Zygoten. Erneute Beeinflussung diploidkerniger Zellen führt zur Tetraploidie und eine dritte Wiederholung des ganzen Vorganges zur Oktoploidie der Kerne.

Die Möglichkeit zur Erzeugung polyploider Rassen ist für diese Algen also schon lange gegeben und es öffnen sich nach Überwindung der Kulturschwierigkeiten viele Möglichkeiten für interessante Vererbungsversuche. Da bei den Spirogyren die geschlechtliche Konjugation zwischen fast völlig gleichwertigen Zellen erfolgt, die Zygote nicht nur die Kerne, sondern auch die Cytoplasma- und Chromato-

phorenmasse der beiden Gametenkerne empfängt, wird durch solche Versuche, in Kombination mit Kreuzung verschiedener Arten, vor allem die Bedeutung des Cytoplasmas und der Chromatophoren bei der Vererbung festzustellen sein.

In den embryonalen Geweben von Vegetationspunkten höherer Pflanzen sind Zellen mit abgeändertem Chromatingehalt der Kerne zuerst von B. NEMEC (1910) erhalten und eingehend studiert worden. Vorübergehende Einwirkung von Äther, Chloroform, Chloralhydrat auf lebhaft tätige Vegetationspunkte von Wurzeln oder Sprossen beeinflusst auch hier den Verlauf der Kern- und Zellteilungsvorgänge und führt zur Erzeugung von tetraploiden (syndiploiden) Zellen. Bei wiederholter Beeinflussung entstehen gelegentlich auch oktoploidkernige Zellen. Alle diese modifizierten Zellen weichen in Form und Grösse beträchtlich von den diploiden Zellen ab. Sie sind nach Wiedereintritt normaler Lebens- und Wachstumsbedingungen gleich diploiden Zellen teilungsfähig, so dass aus ihnen durch wiederholte Teilungen Zellgruppen und kleinere Gewebekomplexe mit erhöhter Chromosomenzahl der Kerne hervorgehen. Nicht ausgeschlossen ist, dass gelegentlich derart veränderte Zellen auch zu Initialzellen ganzer polyploidkerniger Organe werden, deren Isolierung und vegetative Vermehrung eine neue Rasse ergeben würde. Bis jetzt freilich ist auf Grund dieser Versuchsanstellung ein solches Resultat noch nicht erreicht worden. Vielleicht wird es in Zukunft durch Kombination derselben mit nachfolgenden Verwundungs- und Regenerationsversuchen eher zu erzielen sein.

Von allergrösster Bedeutung, allerdings wiederum noch nicht wegen der bis jetzt erreichten Resultate, aber in Hinsicht auf weitere Entwicklungsmöglichkeiten der Methode, ist die direkte Beeinflussung der Geschlechtszellenbildung. Bei den höheren Pflanzen wird es sich dabei praktisch nur um die Abänderung derjenigen Gameten handeln können, welche durch den Pollen geliefert werden. Versuche über Beeinflussung der Pollenentwicklung durch Bestrahlung und durch Narkose sind schon wiederholt angestellt worden. So hat M. KÖRNICKE (1905) über die Wirkung der Radiumbestrahlung auf den Verlauf der Tetraden- und Reduktionsteilung der Pollenmutterzellen von *Lilium Martagon* berichtet. Je nach Intensität und Dauer der Bestrahlung und je nach dem beeinflussten Entwicklungsstadium sind sehr verschiedenartige Unregelmässigkeiten im Verlaufe von Tetradenteilung und Pollenkornentwicklung aufgetreten. Wichtig ist vor allem die Entstehung von Pollenkörnern mit di- und multiploiden Kernen. Einmalige oder wiederholte Chloroform-

mierung (B. NEMEC 1910) oder entsprechende Behandlung mit Chloralhydrat (T. SAKAMURA 1916) rufen als Abweichungen vom normalen Verlaufe der Tetradenteilung ebenfalls der Entstehung von haploiden, diploiden und tetraploidkernigen Pollenkörnern. Noch näher zu untersuchen bleibt, ob und in welchem Grade derart erhaltener heteroploidkerniger Pollen keimungsfähig ist und befruchtungsfähige Spermkerne liefert. Befruchtung normaler haploidkerniger Eizellen mit Kernen beeinflussten Pollens wird sodann zur Entstehung von Pflanzen mit abweichenden Chromosomenzahlen führen. Auch dieses Ziel ist noch nicht erreicht. Es bedarf zu seiner Verwirklichung jedenfalls noch einer feineren Ausarbeitung der Beeinflussungsmethoden und vor allem der Vornahme von Bestäubungsversuchen mit modifiziertem Pollen in grösserem Maßstabe. Dass vom Ausbau derartiger Versuche weitgehende Aufschlüsse zu erwarten sind, ist aus den Resultaten anderer Versuche zu schliessen, die zeigen, dass z. B. aus chemisch oder durch Bestrahlung beeinflussten Samen (Versuche von D. T. MAC DOUGAL 1911, J. DEWITZ 1913 und E. STEIN 1922) ausserordentlich stark modifizierte Pflanzen hervorgehen, die oft keine Spur mehr von Ähnlichkeit mit der Stammform haben.

Während bei den eben angeführten drei Gruppen von Versuchen neue Rassen oder heteroploidkernige Individuen als deren Ausgangspunkt noch nicht erhalten worden sind, ist dies in einigen anderen Fällen bereits gelungen. Allerdings auf Grund von Methoden, die leider nicht wie die oben beschriebenen allgemeine Anwendbarkeit besitzen. Erzeugung ganzer Pflanzen, ja eigentlicher neuer Rassen mit experimentell veränderter Chromosomenzahl ist zuerst bei Laubmoosen geglückt. Die von ÉL. und ÉM. MARCHAL (1905—12) ausgeführten Versuche basieren auf einigen Eigentümlichkeiten der Morphologie und Physiologie der Moose, deren Kenntnis zum Verständnis der Versuchsergebnisse notwendig ist.

Die Laubmoose besitzen einen ausgeprägten Generationswechsel, in welchem zwei besonders stark verschiedene Generationen alternieren. Die eine Generation ist das eigentliche Moospflänzchen, das als Gametophyt die Geschlechtsorgane erzeugt und sich durch Eizellen und Spermatozoiden fortpflanzt. Aus der befruchteten Eizelle geht die ungeschlechtliche Generation, der Sporophyt, hervor. Er wächst auf der beblätterten Moospflanze als Parasit und pflanzt sich durch Sporen fort, aus denen unter Einschaltung eines fadenförmigen Vorstadiums, des Protonemas, wieder neue in Achse und Blatt gegliederte Pflänzchen entstehen. Die Zellen des Gametophyten, auch die

Ei- und Spermazellen, haben die einfache, haploide, diejenigen des Sporophyten die verdoppelte, diploide, Chromosomenzahl. Sie wird bei der Tetradenteilung der Sporenmutterzellen wieder auf die Hälfte reduziert.

Den Moosen kommt eine ungewöhnliche Regenerationsfähigkeit zu. Aus den kleinsten Stengel- und Blatteilchen von Gametophyten, ja selbst aus isolierten Zellgruppen und Einzelzellen, können über das Stadium des verzweigt-fädigen Protonemas neue Rasen von Geschlechtssprossen erzeugt werden. Nachdem schon viel früher durch N. PRINGSHEIM (1876, 78) und E. STAHL (1876) festgestellt worden war, dass auch Teile junger Sporogonien unter geeigneten Bedingungen zur Protonemabildung befähigt sind, haben die MARCHAL durch systematischen Ausbau der Regenerations- und Kulturversuche von einer grösseren Anzahl Laubmoose Regenerate aus Sporogonien gezüchtet und die in diesen Kulturen entstandenen Gametophyten mit solchen verglichen, die gleichzeitig und unter gleichen Bedingungen aus Regeneraten von Gametophyten hervorgegangen waren. Dabei ergab sich, dass die sich aus regenerierenden Sporophyten ableitenden Gametophyten ganz allgemein durch bedeutendere Grösse, üppigere Entwicklung der Blätter, intensiveres Grün, grössere Geschlechtsorgane, grössere Zellen und Kerne ausgezeichnet sind. Bei einigen der untersuchten Spezies gelang es, die Chromosomen der Ausgangspflanzen und der aus den Regeneraten von Sporogonien entstandenen Gametophyten zu bestimmen. Es beträgt z. B. die Chromosomenzahl bei

	Gametophyt	Sporophyt
<i>Mnium hornum</i> , Stammform	6	12
„ „ aus Sporogonium-Regenerat	12	—
<i>Bryum argenteum</i> , Stammform	10	20
„ „ aus Sporogonium-Regenerat	20	—
<i>Amblystegium serpens</i> , Stammform	12	24
„ „ aus Sporogonium-Regenerat	24	48

Die cytologische Untersuchung hat also ergeben, dass die aus den Sporogonium-Regeneraten entstehenden Gametophyten mit der normalerweise dem Sporophyten zukommenden Chromosomenzahl versehen sind, im Verhältnis zum normalen, haploidkernigen Gametophyten also diploidkernig sind. Hinsichtlich der Fortpflanzungsverhalten sich die diploiden Gametophyten der einzelnen untersuchten Formen verschieden. Diejenigen monözischer Arten (z. B. *Amblystegium serpens*) waren meistens fertil, erzeugten also diploidkernige Eizellen und Spermatozoiden, aus deren Verschmel-

zung tetraploide, Sporogonien entstanden. Diese bildeten durch Reduktionsteilung diploidkernige Sporen, aus denen wieder diploide Gametophyten hervorgingen. Es waren also neue, in der Chromosomenzahl der Kerne und in zahlreichen weiteren morphologischen Merkmalen von der Stammform sich unterscheidende Rassen entstanden, die sich normal fortpflanzten und konstant blieben. In Analogie zu natürlichen Rassen mit ähnlichen Unterschieden in der Chromosomenzahl hat man diese neuen Moos-Rassen im Gegensatz zu ihren univalenten Stammformen als bivalente Rassen bezeichnet.

Durch Regenerationsversuche mit Stücken unreifer tetraploidkerniger Sporogonien wurden sodann tetraploide Gametophyten erhalten. Auch das tetravalente *Amblystegium serpens* bildete normal aussehende Fortpflanzungsorgane, dagegen gelang es nicht, deren Eizellen zur Entwicklung zu veranlassen. Die obere Grenze in der Erzeugung polyploider Rassen war offenbar bei dieser Form erreicht. Es liegen aber in dieser Hinsicht die Verhältnisse in jeder grösseren Gruppe von Moosen verschieden. Neben Formen, bei denen schon die Diploidform des Gametophyten steril ist, gibt es andere, bei denen die Fähigkeit zu normaler geschlechtlicher Fortpflanzung auch noch der Tetraploidform zukommt.

Zu andern Resultaten führten die Versuche bei Verwendung der Sporophyten von gametophytisch diözischen Moosen. Die untersuchten *Bryum*, *Mnium*, *Barbula*arten lieferten apospor ebenfalls diploide, aber nicht mehr eingeschlechtige, sondern hermaphroditische Gametophyten. Die meisten derselben erzeugten auf ihren Sprossen Archegonien und Antheridien in wechselnder Verteilung und wechselndem Mengenverhältnis, in keinem einzigen Falle aber ein Sporogonium. Die diploiden Gametophyten der untersuchten diözischen Formen blieben sämtlich steril, waren aber befähigt, sich auf ungeschlechtlichem Wege reichlich zu vermehren und zu erhalten. Auch hierin liegen in anderen als den von den MARCHAL untersuchten Gattungen die Verhältnisse wenigstens teilweise anders. Von dem ebenfalls rein diözischen *Splachnum sphaericum* hat J. SCHWEIZER nicht nur fertile diploide, sondern auch fertile tetraploide Gametophyten erhalten. Es zeigt dieses streng diözische Moos also noch weitergehende Fertilität als die von den MARCHAL untersuchten monözischen Arten.

Bei den Moosen können also experimentell neue Rassen mit einer ganzen Reihe neuer erblicher Eigenschaften erzeugt werden. Die meisten der neuen Merkmale sind, soweit sie sich auf Grösse, Gestalt

einzelner Organe, anatomische Strukturen etc. beziehen, quantitativer Art. Einzelne wenige dagegen bedeuten qualitative Änderungen, wie vor allem die abweichende Geschlechtsverteilung bei den Diploidformen der Diözisten. Schon die beiden MARCHAL heben hervor, dass vegetative Vermehrung aus Sporogonien (Aposporie) nicht nur im Experiment, sondern auch in der freien Natur zur Bildung von diploiden Rassen Anlass geben kann. Die Regenerationsvorgänge an Sporophyten gehen bei einzelnen der von ihnen untersuchten Arten unter Bedingungen vor sich, die in der Natur sehr wohl gelegentlich realisiert sein können. Denkbar ist z. B. Protonemabildung an Sporogonien, die durch Tierfrass oder anderweitige Schädigung verstümmelt auf den feuchten Boden zu liegen kommen. Als Beleg für die Richtigkeit dieser Anschauung teilen die beiden Forscher mit, dass sie einmal ein *Bryum atropurpureum* gefunden hätten, das im Gegensatz zum Normaltypus der Art nicht diözisch, sondern monözisch und steril war, also ähnliche Eigenschaften aufwies, wie die von ihnen experimentell hergestellten diploidkernigen Rassen diözischer Arten. Sehr wahrscheinlich existieren solche polyploide Rassen auch innerhalb der Arten, für welche in der Literatur eine verminderte oder völlig verschwundene Fertilität, oder ein Schwanken in der Art der Geschlechterverteilung angegeben wird.

Ein Gegenstück zu den experimentell erzeugten, plurivalenten Laubmoosen sind die von H. WINKLER (1916) experimentell erzielten Gigas-Formen von *Solanum*. Wie jene haben auch diese aus vegetativen Zellen des Sporophyten ihren Ursprung genommen. Im einzelnen liegen natürlich die Verhältnisse, entsprechend den so verschiedenartigen Beziehungen zwischen den beiden Generationen bei Moosen und Angiospermen, weitgehend verschieden.

Solanum lycopersicum gigas und *S. nigrum gigas* sind bei den WINKLERSchen Versuchen aus Adventivsprossen von Schnittflächen durch Pfropfstellen von *S. nigrum* als Unterlage und *S. lycopersicum* als Pfropfreis gewonnen worden. Ihre Entwicklung hat im Kallusgewebe, das sich nach der Entgipfelung an der Verwachsungsstelle der Pfropfung bildete, ihren Ausgang genommen. In diesem Gewebe muss mindestens eine Zelle mit tetraploidem Kern aufgetreten sein, deren Teilungsprodukte sich sodann am Aufbau des Adventivsprosses beteiligten, aus welchem schliesslich die Gigas-Form isoliert wurde. Zur Erklärung des Vorkommens tetraploidkerniger Zellen in dem regenerierenden Kallusgewebe fasst WINKLER drei verschiedene Möglichkeiten ins Auge, von denen diejenige einer Entstehung infolge Kern-

durchtritt und Kernverschmelzung in benachbarten Zellen des Wundgewebes am meisten Wahrscheinlichkeit hat.

Die kunstvoll isolierten und hernach auf vegetativem Wege vermehrten Gigas-Pflanzen tragen in all ihren Teilen die zu erwartenden Merkmale der Tetraploidie, d. h. sie sind grösser und kräftiger entwickelt als die diploiden Stammarten. Die Entwicklungsgeschichte ihres Pollens und ihrer Embryosäcke ist noch nicht untersucht; Bestäubungsversuche ergaben zunächst eine verminderte Fertilität. Die Chromosomenzahlen der Stamm- und Gigas-Formen sind völlig einwandfrei klargelegt worden. Sie betragen bei

	Gametophyt	Sporophyt
<i>Solanum lycopersicum</i> , Stammform	12	24
" " gigas	24	48
<i>Solanum nigrum</i> , Stammform	36	72
" " gigas	72	144

Nach WINKLERS Auffassung sind seine Gigas-Formen den diploiden Ausgangsrassen gegenüber durch ihre hochgradige Sterilität und einige andere Eigenschaften in entschiedenem Nachteil, so dass sie trotz ihres Riesenwuchses in der freien Natur kaum dauernd erhaltungsfähig wären. Die Frage, ob ähnliche Vorgänge der Chromosomenverdoppelung auf vegetativem Wege auch in der Natur zur Entstehung neuer Formen von Angiospermen führen könnten, darf wohl verneint werden. Die Entstehung der tetraploiden *Solanum*-Rassen ist wenigstens vorläufig nur unter Bedingungen erfolgt, die in der Natur kaum je realisiert sein dürften. Die zu ihrer Entstehung geeigneten Bedingungen scheinen nur an Pfropfstellen gegeben zu sein. Als Adventivprosse gewöhnlicher Schnittstellen sind sie bis jetzt nicht erhalten worden und in der Natur werden wohl nur der letzteren Versuchsanstellung ungefähr gleichkommende Schädigungen und Neubildungen an regenerierenden Pflanzenteilen zu erwarten sein.

Auf Grund der bis 1916 erschienenen Mitteilungen über die Gigas-Formen von *Solanum* und die Polyploidie bei Laubmoosen musste angenommen werden, dass sich die experimentell erzeugten di- und tetraploiden Rassen von den Stammformen in der Hauptsache durch quantitativ und nur wenige qualitativ abgeänderte Merkmale unterscheiden und konstant bleiben. Neueste Untersuchungen lassen nun erkennen, dass die polyploiden Rassen, ganz unabhängig vom Mechanismus ihrer Entstehung, nach verschiedener Richtung zum Ausgangspunkt für weitere Vorgänge der Formen-Neubildung werden können.

Ein dahingehender Hinweis ist übrigens schon in den MARCHAL-schen Publikationen enthalten. Bei der Regeneration eines der von ihnen untersuchten monözischen Laubmoose, *Phascum cuspidatum*, erhielten sie Rasen einer offenbar bivalenten Form, die sich als völlig steril erwies. Im Gegensatz zu den steril bleibenden tetraploiden Amblystegien unterblieb aber bei dieser sterilen Diploidform nicht nur die erfolgreiche Vereinigung der beiderlei Sexualzellen, sondern schon die Ausbildung der Sexualorgane. An ihrer Stelle traten Neubildungen auf, die in Form und Grösse an Organe der vegetativen Fortpflanzung anderer Moose, wie z. B. die bekannten Brutkörper von *Tetraphis pellucida*, *Aulaacomnium androgynum* etc. erinnerten und wie diese imstande waren, unter Protonemabildung neue Geschlechtssprosse zu erzeugen. Es war aus diesen Versuchen also eine neue Rasse hervorgegangen, von der die MARCHAL mit Recht bemerken, dass sie so weitgehend von der Stammpflanze verschieden sei, dass man sie ohne Kenntnis des Ursprunges kaum mit derselben in Beziehung setzen würde. Die auf Grund dieser Feststellung ausgesprochene Vermutung (ERNST 1918, S. 544), es könnte bei einzelnen Moosen schon die Verdoppelung des arteigenen Chromosomensatzes genügen, um in Verbindung mit Änderungen in der Fortpflanzungsweise auch zum Auftreten neuer vegetativer Merkmale zu führen, hat durch die neuesten Untersuchungen über plurivalente Laubmoose und die Gigas-Formen von *Solanum* ihre volle Bestätigung gefunden.

Die von J. SCHWEIZER (1921) in grösserer Anzahl und in absoluter Reinkultur hergestellten Regenerationskulturen eines bisher in dieser Richtung noch nicht untersuchten Laubmooses, *Splachnum sphaericum*, haben zunächst gezeigt, dass das Resultat solcher Regenerationsversuche nicht immer dasselbe ist. Ausser der Entstehung der gewissermassen eine Riesenform des Normaltypus darstellenden diploiden Pflanzen sind auch noch andere Entwicklungsmöglichkeiten vorhanden. Unter 15 erfolgreichen Regenerationen desselben Ausgangsmateriales hat er in 12 Fällen das von vornherein zu erwartende Resultat, d. h. Diplonten erhalten, welche sich hinsichtlich Organ-, Zell- und Kerngrösse von den haploiden Pflanzen in der schon geschilderten Weise unterscheiden. An Stelle dieser gewissermassen „normal-diploiden“ Formen wurden in drei Kulturen Pflänzchen erhalten, die einen ganz anderen, in jeder der drei Kulturen aber verschiedenen Habitus aufwiesen. Mit SCHWEIZER wollen wir diese Formen zunächst als „monströs-diploide“ Formen bezeichnen. Doch erscheint mir persönlich wahrscheinlicher, dass hier gar nicht wirklich diploide Formen vorliegen, sondern ihre Abweichungen vom Normaltypus auf

einem cytologischen Unterschiede, einer Abänderung der theoretisch zu erwartenden Diploidzahl beruhen. Diese Veränderung der Chromosomenzahl selbst geht vielleicht auf irgend eine durch die Vorgänge der Verwundung und der nachfolgenden Regeneration bedingte Anomalie eines Kernteilungsvorganges zurück. Die von SCHWEIZER beschriebenen drei „monströs-diploiden“ Formen sind unter sich nicht nur in vegetativer Hinsicht, sondern auch in bezug auf die Fortpflanzungserscheinungen weitgehend verschieden.

Die eine derselben zeigt bereits im Habitus der Kultur Unterschiede gegenüber der Normalform diploider Regenerate. An Stelle dichtgeschlossener Rasen aufrechter Geschlechtssprosschen weist sie lockere Rasen isoliert stehender Pflänzchen auf. Die Knospenbildung am Protonema erfolgt offenbar nur spärlich. Dagegen zeichnen sich die einzelnen Sprosschen durch besonders kräftigen Wuchs aus und durch unverzweigt bleibende Stämmchen. Ihre Blätter laufen aus einem stark verbreiterten Blattgrund in eine rückwärts gekrümmte Spitze aus. Besonders auffallend ist die unverkennbare Tendenz zu Doppelbildungen. Sie äussert sich am häufigsten im Auftreten einer gegabelten Mittelrippe oder zweier Blattspitzen. Nach der Ausbildung der Sexualorgane sind diese Pflänzchen ausgeprägt weiblich. Während aber in den „weiblichen Blüten“ der Haploid- und der normalen Diploidform 30—40 Archegonien enthalten sind, führen die Stände dieser monströsen Form deren 300 und mehr. Durch Befruchtung der Archegonien entstandene Nachkommen liegen noch nicht vor, dagegen hat sich diese Form bei vegetativer Fortpflanzung in 12 Ablegern durchaus konstant weiblich erhalten, obschon sie wie die anderen Sporogonium-Regenerate genotypisch zwittrig sein sollte.

Die zweite abweichende Regeneration erhielt sich auffallend lange im Protonema-Stadium, ohne zur Sprossbildung zu schreiten. Die schliesslich entstandenen Sprosschen haben mit denjenigen der Normalform nicht mehr viel Ähnlichkeit. Ihr Wuchs ist kräftig. Die Stämmchen und deren zahlreiche Auszweigungen sind derb und fleischig. Die Lamina der Blätter ist stark verbreitert, unregelmässig geformt, mit oft tief zerschlitztem oder unregelmässig gezähntem Blattrand. Auch bei dieser zweiten „monströs-diploiden“ Form macht sich die Verdoppelungstendenz in starkem Masse geltend und der Mittelnerv divergiert sehr häufig nach zwei besonders stark entwickelten Lappen des vorderen Blattrandes. Alle Sprosschen dieser Kultur fruktifizierten rein weiblich. An Stelle normal geformter weiblicher Blüten zeigten die Sprossenden eine Auflösung des verbreiterten Vegetationspunktes in verschiedene, mit Archegonien besetzte Höcker.

Eine Befruchtung der Archegonien wurde nicht erreicht; auch zeigten zur Regeneration ausgelegte Spross- und Blatteile eine etwas verminderte Regenerationsfähigkeit.

In der dritten abweichenden Kultur blieben, im Gegensatz zu den beiden erstbeschriebenen, die Stämmchen kurz und gedrunken, verzweigten sich dagegen schon frühzeitig. Ihre Beblätterung blieb spärlich, ähnlich derjenigen der männlichen haploiden Pflanzen. Die Blätter waren ganzrandig, aber mit tiefer Einbuchtung in der Spitzenzone. Die Geschlechtsorgane waren ausschliesslich männlich, die Antheridien regellos um die Spitze des Stämmchens gruppiert, von unregelmässiger Gestalt und steril.

Alle drei abweichenden Formen haben sich auf vegetativem Wege vermehren lassen. Sie blieben dabei in der Hauptsache konstant, d. h. in jeder Ablegerkultur, die ca. 50–100 Sprösschen erzeugt, zeigen die grosse Mehrzahl derselben wiederum die beschriebenen, von der Stammform abweichenden Merkmale. In jeder Kultur kommen indes auch einzelne Rückschläge zum Typus der bi- und univalenten Form vor. Häufig betreffen diese Rückschläge nicht die Ausbildung der ganzen Sprosse, sondern nur einzelne Partien derselben, ja auch nur Teile von Blättern. So zeigt die Spitze eines Blattes gelegentlich den Zellcharakter der monströs-diploiden Form, während seine Basis aus kleineren Zellen besteht, die dem normalen Typus der haploiden oder diploiden Gametophyten entsprechen. Offenbar liegt hier eine Art vegetativer Reduktion vor.

In der Fähigkeit zur Bildung von Rückschlägen stimmen die monströs-diploiden Formen von *Splachnum sphaericum* mit einigen anderen Pflanzen mit erhöhter Chromosomenzahl und, was von ganz besonderem Interesse ist, auch mit den neuesten Befunden H. WINKLERS (1922) an den tetraploiden *Solana* überein. In einem Vortrag, den H. WINKLER im August vergangenen Jahres in Berlin an der ersten Versammlung der Deutschen Gesellschaft für Vererbungswissenschaft gehalten hat, teilte er mit, dass in seinen Kulturen von *Solanum nigrum gigas* fast an allen Stöcken gelegentlich Abweichungen auftreten. Von der typischen tetraploiden Ausprägung der Gigas-Form sollen sie sich zum Teil stark unterscheiden und bei vegetativer Vermehrung ihre spezifische Gestaltungsart durchaus beibehalten. Diese Abweichungen können, wie WINKLER ausführt (vergl. Resumé 1922), fast alle Organe und fast alle ihre Eigenschaften betreffen. So erhielt er z. B. Formen mit langen und schmalen, weidenähnlichen Blättern oder andere mit vollkommen getrenntblättrigen Blüten, während der Typus der diploiden und tetraploiden Solanumblüte be-

kanntlich sympetal ist, d. h. eine radförmig gestaltete, verwachsenblättrige Blumenkrone besitzt. Auch WINKLER hat die Chromosomenzahl dieser von der Tetraploidform abweichenden Typen noch nicht sicher feststellen können, was natürlich bei einer somatischen Chromosomenzahl von 144 der normalen Gigasform eine ungewöhnlich schwierige Sache ist. Er ist aber der Ansicht, dass die meisten dieser abweichenden Typen immer noch mehr oder weniger tetraploid sein dürften.

Die Untersuchungen an *Splachnum* und an *Solanum* sprechen wohl dafür, dass bei solchen Regenerationsversuchen unmittelbar oder nachträglich auch andere als genau verdoppelte und vervierfachte Chromosomenzahlen zustande kommen. Diese kleineren Abänderungen der Chromosomenzahl, die vielleicht auf dem Ausfall einzelner ganzer Chromosomen beruhen, geben sodann Anlass zur veränderten Ausprägung der verschiedensten Merkmale und zur Entstehung von Abnormitäten. Daneben dürften von bivalenten Formen aus auch vollständige Rückschläge auf die Stammform oder auf andere mit dieser wenigstens in der Anzahl der Chromosomen übereinstimmende Formen erfolgen. So hat WINKLER eine schmalblättrige Form von *Solanum nigrum* entstehen sehen, welche die normale Diploidzahl der Chromosomen aufwies, also jedenfalls auf eine im vegetativen Gewebe eingetretene Reduktion der Chromosomenzahl auf die Hälfte zurückgeht. Mit den SCHWEIZERSchen Ergebnissen über abnormale „bivalente“ *Splachnum*-Formen stimmen die neuen Angaben von H. WINKLER auch darin überein, dass die in seinen Kulturen aufgetretenen abnormen Formen ebenfalls steril sind. Der strenge Nachweis war also auch hier noch nicht zu erbringen, dass es sich, was ja allerdings durch Bestimmung der Chromosomenzahl trotzdem noch festzustellen sein wird, wirklich um genotypisch begründete Änderungen handelt.

Diese Ergebnisse sind von grundlegender Bedeutung: An bivalenten Formen treten verschiedenartige, zum Teil recht weit von der Stammform abweichende Eigenschaftsänderungen auf. Durch den Übergang des haploiden Gametophyten von *Splachnum* in den diploiden Zustand, des diploiden *Solanum nigrum* in den tetraploiden Zustand ist zum Keimplasma dieser Formen von aussen nichts hinzugekommen. Wenn also trotzdem Eigenschaftsänderungen erfolgen, so müssen diese auf Fähigkeiten beruhen, die den betreffenden Pflanzen schon im univalenten Zustand zukamen, die aber vielleicht infolge Korrelation an der Auswirkung verhindert waren und erst durch die Versetzung des Chromosomensatzes in den bivalenten Zustand aktiv werden konnten. Die

Beweiskraft der WINKLERSchen Versuche geht in dieser Richtung weit über diejenigen von SCHWEIZER hinaus, der leider seine Untersuchungen krankheitshalber schon im Herbst 1920 unvollendet sistieren musste und seither nicht wieder aufnehmen konnte. SCHWEIZERS Versuche sind auch mit einem genotypisch viel weniger genau bekannten Material, mit unmittelbar der Natur entnommenen oder aus ein- bis zweijährigen Kulturen stammenden Pflanzen, durchgeführt worden. WINKLERS Tetraploidformen dagegen stammen von Individuen einer reinen Linie ab, die sich während mehr als zehnjähriger Kultur und bei Tausenden von beobachteten Individuen im diploiden Zustande im höchsten Grade konstant erhalten hatte.

Spontane oder experimentelle Entstehung von Formen mit verdoppelter Chromosomenzahl kann nun noch in anderer Weise zum Ausgangspunkt für Rassenbildung werden, unter Mitwirkung der Kreuzung.

Man weiss, dass Bastardbildung im Pflanzenreich eine überaus verbreitete Erscheinung ist und Kreuzung zwischen Individuen verschiedener systematischer Einheiten sehr häufig günstigen Erfolg hat. Erfolgreiche Kreuzung ist nun, wie wiederum in den letzten Jahren dargetan worden ist, auch möglich zwischen verschiedenchromosomigen Arten und ebenso zwischen polyploiden Rassen derselben Spezies. Sie gelingt auch zwischen den experimentell erzeugten bivalenten Rassen und ihren univalenten Stammformen. SCHWEIZERS Kreuzungsversuche zwischen diploidem und haploidem *Splachnum sphaericum*, wobei das letztere, um jeden Zweifel am Ergebnis auszuschliessen, ausschliesslich als Mutterpflanze Verwendung fand, haben ziemlich reichlich zur Entstehung von ausreifenden Sporogonien geführt, deren Sporenbildungsprozesse leider noch nicht cytologisch untersucht werden konnten. Da ein solches Sporogonium aus einer triploiden Keimzelle hervorgeht, wird es in all seinen Teilen und auch in den Sporenmutterzellen ebenfalls triploid sein. Das gleiche ist, wie WINKLER ausführt, auch mit dem Kreuzungsprodukt zwischen diploidem und tetraploidem *Solanum* der Fall. Die Kreuzung wurde von ihm durch Bestäubung der tetraploiden Pflanze mit dem Pollen der diploiden Stammform vorgenommen und ergab eine triploide, intermediär gestaltete F_1 -Generation.

Triploide Formen können durch vegetative Vermehrung ebenfalls konstant erhalten werden. Dagegen ist leicht zu ersehen, dass sie bei geschlechtlicher Fortpflanzung verschiedenchromosomige Gameten und damit in bezug auf die Chromosomenzahl der Kerne un-

gleichwertige Nachkommenschaft erzeugen werden. Es ergaben auch die WINKLERSchen Versuche in F_2 eine bunte Mannigfaltigkeit verschiedener morphologischer Typen. Diese wurden, wie weiter ausgeführt wird, in den folgenden Generationen immer einheitlicher und führten schliesslich zu einigermaßen konstanten Stämmen. In cytologischer Hinsicht stellte sich dabei heraus, dass die ursprünglich genau triploide Chromosomenzahl der F_1 -Generation in den folgenden Generationen nach und nach zurückging und schliesslich, in den einzelnen Stämmen verschieden rasch, der diploide Zustand wieder erreicht und sodann beibehalten wurde. Auf diese Weise sind neue diploide Linien und zwar von verschiedenem Fertilitätsgrad entstanden. Dabei ist, wie WINKLER treffend hervorhebt, besonders wichtig, dass diese neuen diploiden Linien mit der ursprünglichen reinen Linie, der Stammform der tetraploiden Rasse und dem diploiden Elter der triploiden F_1 -Generation, keineswegs identisch sind.

So zeigen also diese Versuche, dass innerhalb einer reinen, in sich ausserordentlich ausgeglichenen diploiden Linie durch das Zustandekommen der Triploidie die Vorbedingungen zum Auftreten von genotypischen Verschiedenheiten geschaffen wurden, deren Wesen durch weitere cytologische und vererbungstheoretische Analyse zu ergründen sein wird. An der Möglichkeit weiteren Aufschlusses durch die Fortsetzung dieser wichtigen Untersuchungen ist gar nicht zu zweifeln, schon aus dem Grunde nicht, weil das für *Solanum* noch zu Beweisende in einem anderen Verwandtschaftskreise, bei *Oenothera*, bereits gefunden worden ist und zu ganz unerwarteten Aufschlüssen, gewissermaßen zu den Schlußsteinen in der Lösung des berühmten Mutationsproblems der *Oenothera Lamarckiana* geführt hat.

Unter den Mutationen von *Oenothera Lamarckiana*, die HUGO DE VRIES 1902 in seiner Mutationstheorie und später wiederum in seinem Werke „Gruppenweise Artbildung“ beschrieben hat, spielt *O. Lamarckiana gigas* eine besonders wichtige Rolle. Sie erschien in seinen Kulturen 1895 zum ersten Male und in einem einzigen Exemplare inmitten einer Gruppe von *O. Lamarckiana*-Pflanzen, welche während drei vorausgegangenen Generationen konstant geblieben waren. Irgendwelche Zwischenstadien zwischen diesem einen stark abweichenden Individuum und den anderen Exemplaren typischer *O. Lamarckiana* waren nicht vorhanden. Die aus Selbstbefruchtung dieser Pflanze erhaltenen Samen lieferten eine konstante Nachkommenschaft und waren ohne jede Ausnahme reine *gigas*. Zum zweiten Male stellte

sich diese Mutation 1898 aus den Samen einer anderen Mutante ein und entstand bis 1909 nicht weniger als insgesamt siebenmal.

Oenothera Lamarckiana gigas zeichnet sich gegenüber dem Typus der Art und allen anderen Mutanten derselben durch ihre Gesamtgrösse und die bedeutenderen Dimensionen aller Organe aus. Ganz besonders ist sie von der Stammart durch kräftigere Statur, breitere Blätter von intensiv grüner Farbe, dickere Blütenknospen und grössere Blüten unterschieden. Auch die Samen sind grösser und schwerer als diejenigen der Stammpflanze, ihre Keimpflanzen kräftiger und die Blätter der jungen Pflanzen breiter.

Nachdem von DE VRIES, seinen Schülern und anderen Forschern schon viel mit *O. Lam. gigas* experimentiert und sie u. a. auch zu Kreuzungen verwendet worden war, wurde 1907 von A. M. LUTZ festgestellt, dass *O. Lam.* Typus und *O. Lam. gigas* sich voneinander in ihren Chromosomenzahlen unterscheiden. *O. Lamarckiana* hat wie *O. biennis*, *muricata* und andere Spezies der Gattung im Sporophyten 14, im Gametophyten 7 Chromosomen. *O. Lam. gigas* ist im Vergleich dazu bivalent oder tetraploid, weist also in der Gamophase 14, in der Zygothase 28 Chromosomen auf. Der veränderten Chromosomenzahl entsprechen nun, wie durch Untersuchungen verschiedener Forscher (R. R. GATES 1909, B. M. DAVIS 1911) nachgewiesen worden ist, auch konstante Grössenunterschiede der Zellen und Kerne. Wie bereits angeführt worden ist, gehen damit auch äussere Unterschiede einher, die durchaus denjenigen der bivalenten Moose und der tetraploiden *Solana* im Vergleich zu deren Stammformen zur Seite zu stellen sind.

Oenothera Lamarckiana gigas ist als Mutation von *O. Lamarckiana* plötzlich entstanden. Entsprechende Gigas-Formen sind später von H. DE VRIES von *O. grandiflora* und *O. suaveolens*, von H. H. BARTLETT (1915) von *O. stenomeris* und *pratincola* aufgefunden worden.

Was nun den Entstehungsvorgang der Gigas-Formen in der Gattung *Oenothera*, resp. ihrer verdoppelten Chromosomenzahl anbetrifft, so hat zunächst der Altmeister der botanischen Cytologie, E. STRASBURGER (1910), angenommen, dass diese Verdoppelung als Folge einer unvollendeten Kernteilung und nachfolgender Verschmelzung der Tochterkerne in einer zuvor normal befruchteten Eizelle zustande gekommen sei. Es lehnt diese Hypothese unverkennbar an die zuvor bekannt gewordene Entstehung der diploiden und syndiploiden Zellen von *Spirogyra* und in den Wurzelspitzen höherer Pflanzen an. Sie hat sich später als unrichtig erwiesen. An ihre Stelle ist eine andere getreten, für deren Richtigkeit nun fast absolut sicherstellende Beweise ge-

funden worden sind: Entstehung aus tetraploiden Zygoten, die ihrerseits aus der Vereinigung diploidkerniger statt normal haploidkerniger Gameten hervorgegangen sind. Diese zuerst von TH. J. STOMPS (1912) geäußerte Vermutung hat zur Voraussetzung, dass bei der Teilung der Embryosack- und Pollenmutterzellen der Stammform gelegentlich die Reduktionsteilung ausbleibt und dadurch vereinzelte diploidkernige Pollenkörner und Embryosäcke entstehen. Von vornherein war zu erwarten, dass solche Pollenkörner und Embryosäcke bei sonst normalgeschlechtlichen Pflanzen, wenn überhaupt, nur in kleiner Anzahl gebildet werden. Die Möglichkeit, dass gerade zwei solche diploidkernige Gameten zur Vereinigung kommen und tetraploide Nachkommen entstehen, ist also gering. Das ist bei *O. Lamarckiana* auch wirklich der Fall. Unter einer Million Pflanzen sind nach Berechnungen auf Grund der bisherigen Versuche, die schon Hunderttausende von kultivierten Pflanzen umfassen, neun *Gigas*-Pflanzen zu erwarten.

Der Annahme, dass die Verdoppelung der Chromosomenzahl der *Gigas*-Form auf dem Zusammentreten von zwei mutierten Sexualzellen mit verdoppelter Chromosomenzahl beruht, kommt nun deswegen eine besonders grosse Wahrscheinlichkeit zu, weil sie gleichzeitig das Auftreten einer anderen Mutation oder einer Halbmutante, wie sie von DE VRIES zuerst benannt worden ist, erklärt, der sog. Hero- oder Semigigas-Formen von *O. Lamarckiana* und *O. biennis*. Ihre Existenz ist unabhängig von einander von A. M. LUTZ (1912) und TH. J. STOMPS (1912) nachgewiesen worden. Sie stimmen mit *O. Lam. gigas* darin überein, dass sie breitblättrig sind und dickere Blütenknospen haben, sonst aber weisen sie einen zwar durchaus kräftigen, aber mit *O. Lamarckiana* übereinstimmenden Habitus auf. Diese Semigigasformen führen in ihren Kernen 21 Chromosomen. Sie können also sehr wohl durch das Zusammentreten einer mutierten Sexualzelle mit 14 Chromosomen und einer normalen Sexualzelle mit 7 Chromosomen entstanden sein. Bei einer solchen Genese ist zu erwarten, dass Semigigas-Pflanzen bedeutend häufiger auftreten als die *Gigas*-Form. Dies ist nach den übereinstimmenden Befunden der Oenotheraforscher auch der Fall. TH. STOMPS (1912) und H. DE VRIES (1913) geben an, dass in ihren Kulturen von *O. Lamarckiana* die Semigigas-Form zu 0,3 % aufgetreten sei. Daraus lässt sich nach STOMPS schliessen, dass bei *O. Lamarckiana* und einigen ihrer Mutanten unter je 1000 Eizellen deren mindestens drei 14-chromosomig sind. Nimmt man an, dass dasselbe auch bei den Pollenkörnern der Fall ist, so beträgt der Mutationskoeffizient von *O. Lamarckiana* für Entstehung

von *semigigas* ungefähr 0,6 ‰. Bei *O. biennis* liegen die Verhältnisse noch bedeutend ungünstiger. Unter 8500 Pflanzen traten 4 Individuen, d. h. ca. 0,05 ‰ *semigigas* auf. Eine *Gigas*-Pflanze von *O. biennis* ist überhaupt noch nicht gefunden worden und ist auch nur einmal unter 4 Millionen typischen Individuen zu erwarten. Für die Richtigkeit dieser Vorstellungen über die spontane Entstehung der *O. Lam. semigigas* spricht sodann auch deren völlige Übereinstimmung mit dem experimentell durch Kreuzung von *O. Lam. typus* \times *O. Lam. gigas* erzeugten triploiden Bastard.

Die anfangs für völlig konstant gehaltenen *Gigas*-Pflanzen und ganz besonders die *semigigas*-Form von *O. Lamarckiana* sind nun ebenfalls als Ausgangspunkte für die Bildung weiterer neuer Rassen erkannt worden. Was zunächst die *Gigas*-Form anbetrifft, so ist sie allerdings, im Gegensatz zu den anderen *Oenothera*-Mutanten, weitgehend konstant. Gelegentlich aber spaltet sie in ihrer Nachkommenschaft doch einzelne Individuen ab, die der Normal- oder der *semigigas*-Form angehören. Sie verdanken ihre Entstehung offenbar der Bildung vereinzelter Gameten mit reduzierter Chromosomenzahl.

Viel wichtigere Aufschlüsse für das Problem der Rassenbildung hat das Studium der Fortpflanzungsvorgänge der triploiden *semigigas*-Formen ergeben. Sie sind von J. M. GEERTS und R. R. GATES in cytologischer Hinsicht, experimentell zuerst von A. M. LUTZ und B. M. DAVIS untersucht worden. Ein methodisches Studium dieser Triploidformen unter Verbindung cytologischer und experimenteller Untersuchungen hat aber erst C. VAN OVEREEM (1920) durchgeführt. Seine experimentellen Arbeiten sind unter H. DE VRIES in Amsterdam, die cytologischen Untersuchungen zum grösseren Teil in unserem Institut durchgeführt und zum Abschluss gebracht worden. Es handelt sich also um Erzeugung und Untersuchung der Nachkommenschaft triploider *semigigas*-Individuen. Weil die somatische Chromosomenzahl der Triploidform 21 beträgt und nach den Ergebnissen von Untersuchungen in anderen Verwandtschaftskreisen (vergl. z. B. die Untersuchungen von O. ROSENBERG über den Bastard *Drosera longifolia* \times *rotundifolia*, 1909) die Entstehung von Gameten mit verschiedenen Chromosomenzahlen zu erwarten war, musste deren Fortpflanzung nicht nur bei Inzucht, sondern auch bei Kreuzung studiert werden. Als Partner zur Kreuzung waren Formen in Aussicht zu nehmen, welche in den Gameten eine festbestimmte Chromosomenzahl besitzen. Verwendet wurden *O. Lamarckiana Typus* und *O. biennis* mit 7-chromosomigen Gametenkernen und *O. Lam. gigas* mit in der Regel 14-chromosomigen Gameten. Die

Versuchsergebnisse sind ausserordentlich mannigfaltig und interessant, aber leider nicht gerade leicht in gedrängter Form darstellbar. Am übersichtlichsten wird die Darstellung vielleicht, wenn die Ergebnisse der Kreuzungsversuche vorausgeschickt werden. Von sämtlichen Bastardpflanzen aus diesen Kreuzungen wurden die Chromosomenzahlen bestimmt. Das Resultat war, wie die nachfolgende Übersicht zeigt, bei den reziproken Kreuzungen weitgehend verschieden.

Eltern	Chromosomenzahlen der sich ver- einigenden Gameten	Anzahl der Individuen	Individuen der F_1 -Generation Chromosomenzahlen
<i>O. Lam. typ.</i> ♀ × <i>O. Lam. semigigas</i> ♂	$7 + \pm \frac{21}{2}$	30	28J=14 2J=15
<i>O. biennis</i> ♀ × <i>O. Lam. semigigas</i> ♂	$7 + \pm \frac{21}{2}$	36	30J=14 6J=15
<i>O. Lam. gigas</i> ♀ × <i>O. Lam. semigigas</i> ♂	$14 + \pm \frac{21}{2}$	18	3J=21; 1J=22; 1×27; 10×28; 3×29
<i>O. Lam. sem.</i> ♀ × <i>O. Lam. typ.</i> ♂ od. <i>O. biennis</i> ♂	$\pm \frac{21}{2} + 7$	20 4	1J=14; 9×15; 4×16; 2×17; 2×18; 1×20; 1×21 1×16; 1×18; 2×20
<i>O. Lam. sem.</i> ♀ × <i>O. Lam. gigas</i> ♂	$\pm \frac{21}{2} + 14$	87	1×21; 2×22; 12×23; 21×24; 25×25; 19×26; 6×27; 1×28.

Die Deutung dieser Ergebnisse ist nicht allzu schwer. Bei diesen Kreuzungen werden von *O. Lamarckiana Typus* und *O. biennis* fast ausnahmslos 7, von *O. Lamarckiana gigas* fast ausnahmslos 14 Chromosomen in die Zygote hereingebracht. Alle anderen Chromosomen müssen von der *semigigas*-Form herkommen. Die Chromosomenzahl der Nachkommen aus diesen Kreuzungen ist nun sehr schwankend, wenn die *semigigas*-Form Mutter ist; viel weniger allerdings, wenn sie Vater ist. Das ist nur möglich, wenn die befruchtenden Pollenkörner von *semigigas* nicht alle möglichen Chromosomenzahlen, sondern in der Regel 7 oder 14 und ausnahmsweise auch 8 Chromosomen übertragen. Aus der grossen Anzahl tauber und unvollkommen entwickelter Pollenkörner kann man den Schluss ziehen, dass alle Pollenkörner, denen andere Chromosomenzahlen zugeteilt worden sind, zu Grunde gehen. Anders liegen die Verhältnisse offenbar hinsichtlich der Eizellen. Jede Chromosomenzahl zwischen 7 und 14 scheint die Entwicklung befruchtungsfähiger Eizellen und nach Aufnahme eines männlichen Kerns mit 7 oder 14 Chromosomen auch die Entstehung

lebensfähiger Zygoten und Pflanzen zu ermöglichen. Bei der Teilung der Embryosackmutterzellen müssen also die 21 Chromosomen derart auf die zwei Tochterkerne verteilt werden, dass denselben $7 + 14$, $8 + 13$, $9 + 12$, $10 + 11$ Chromosomen zugeteilt werden. Die Häufigkeit des Auftretens der einzelnen Zahlen ist dabei verschieden. Die extremen Zahlen 7, 8 und andererseits 13 und 14 sind selten, die mittleren Zahlen am häufigsten. Die Verteilung der 21 Chromosomen in der Reduktionsteilung findet offenbar nach den Gesetzen der Wahrscheinlichkeit statt. So entstehen also bei diesen Kreuzungen Pflanzen, die irgend eine Chromosomenzahl zwischen 14 und 28 oder sogar 29 aufweisen.

Mit diesen Resultaten stimmen auch diejenigen der Versuche über die direkte Nachkommenschaft der *semigigas*-Form bei Selbstbestäubung — abgesehen von der viel geringeren Fertilität — durchaus überein. Auch hier wurden Individuen mit Chromosomenzahlen zwischen 14 und 28 erhalten, wobei die kleinen Chromosomenzahlen 14 bis 16 wieder selten, grössere wie 24 bis 28 häufiger auftraten. Auch bei der Selbstbestäubung werden durch die Eizellen verschiedene Chromosomenzahlen, von den Pollenkörnern im allgemeinen nur 7 oder 14 Chromosomen übertragen.

Die Nachkommenschaft aus diesen Kreuzungs- und Selbstbestäubungsversuchen der *semigigas*-Form ist nicht nur durch die verschiedenen Chromosomenzahlen, sondern auch durch eine ungewöhnliche Mannigfaltigkeit im Habitus ausgezeichnet. Es fiel aber nicht schwer, aus diesen Nachkommenschaften verschiedene, den *Oenothera*-forschern bereits bekannte Typen herauszulesen und immer zeigte sich, dass die Individuen desselben Typus auch immer dieselbe Chromosomenzahl besitzen. Einzelne dieser Typen stimmten durchaus mit DE VRIESSchen Mutationen überein. So traten z. B. in der Nachkommenschaft aus der Kreuzung *O. Lamarckiana semigigas* ♀ × *Lamarckiana* ♂ unter den 15 chromosomigen Individuen solche auf, welche den Mutationen *lata*, *cana*, *pallescens* und *liquida* zugegerechnet werden konnten und weiterhin wurde gezeigt, dass auch die bekannten Mutationen *oblonga*, *scintillans*, *lactuca* die Chromosomenzahl 15 besitzen. In dieser Zahlenabweichung der Chromosomen liegt nun auch die Erklärung für die schon viel früher von DE VRIES und andern Forschern nachgewiesene Eigentümlichkeit in der Vererbungsweise dieser Mutationen, die in ihrer Nachkommenschaft immer wieder die typische *O. Lamarckiana* zu ca. 50 % enthalten. Das ist nun offenbar damit zu erklären, dass bei diesen 15-chromosomigen Mutanten nur Pollen mit 7 Chromosomen fertil ist, nicht dagegen diejenigen

Körner, denen 8 Chromosomen zugeteilt worden sind. Wenn dagegen alle Eizellen, diejenigen mit 7 und mit 8 Chromosomen entwicklungs-fähig sind, so werden bei Selbstbestäubung ungefähr zur Hälfte Zygoten mit 14 und solche mit 15 Chromosomen gebildet werden. Die 14-chromosomigen Zygoten wachsen zu typischen *O. Lamarckiana*-Pflanzen, die 15-chromosomigen zu der betreffenden Mutation aus.

Für die Bedeutung der Chromosomenzahl bei dieser Typenbildung spricht der Umstand, dass niemals bei einem Typus Individuen mit verschiedener Chromosomenzahl gefunden wurden, dass dagegen manchmal bei sehr verschiedenen Typen dieselbe Chromosomenzahl getroffen wird. Das wird damit in Verbindung zu bringen sein, dass innerhalb des Chromosomensatzes irgend einer Form die Qualität der einzelnen Chromosomen eine sehr verschiedene ist und bei ungerader Chromosomenzahl das bei der Geminibildung ungepaart bleibende Chromosom Träger sehr verschiedener Gene sein kann. So ist also denkbar, dass *O. Lam. semigigas* mindestens 7 verschiedene Arten von Eizellen mit 8 Chromosomen erzeugen kann, welche bei einer Kreuzung mit *O. Lam. gigas* auch ebenso viele Typen mit 22 Chromosomen zu bilden vermögen. Bei 9 chromosomigen Eizellen und den daraus hervorgehenden 23 chromosomigen Kreuzungsprodukten sind schon 21 in ihrem Chromosomenbestand verschiedene Kombinationen möglich. Der Formenreichtum, der bei Ausführung dieser Kreuzungen in grossem Maßstabe zu erwarten wäre, geht weit über das hinaus, was aus allen bisherigen Untersuchungen über die Mutationen von *O. Lamarckiana* geschlossen worden ist und geschlossen werden konnte. Es ist also auch nicht anders zu erwarten, als dass schon bei diesen Versuchen VAN OVEREEMS neben Typen, die mit bereits bekannten identisch sind, auch zahlreiche neue, zum Teil mit viel weitergehenden Abweichungen, gefunden worden sind. So beschreibt VAN OVEREEM z. B. eine in zwei Individuen aufgetretene, als *O. Lam. vixifolia* bezeichnete Form, die ganz den vegetativen Habitus einer grasartigen Liliacee aufwies. Ihre Blattspreiten waren rudimentär und erschienen in Form schmaler Säume zu beiden Seiten des glänzend weissen Mittelnervs. Der Stengel war nur einige Dezimeter hoch und 3—4 mm dick. Er trug eine kleine Inflorescenz mit wenigen Blüten von der Grösse der *biennis*-Blüten, aber von fast glockenförmiger Gestalt.

In der Nachkommenschaft aus der Kreuzung *O. Lamarckiana semigigas* \times *O. Lam. gigas* zeichnete sich besonders die Gruppe mit 26 Chromosomen durch grosse Unterschiede im Habitus der ihr angehörenden Formen aus. Sie enthielt, um nur auf eine Merkwürdigkeit hinzuweisen, neben grossen *gigas*-ähnlichen Formen auch

2 Typen, welche trotz der hohen Chromosomenzahl im Gesamthabitus schwächlich entwickelt waren und im allgemeinen mit denjenigen Typen übereinstimmten, welche in der Regel eine niedrigere Chromosomenzahl führen. Schliesslich sei noch auf eine 23 chromosomige Form hingewiesen, die aus einer Kreuzung von *O. biennis semigigas* und *O. Lam. gigas* hervorgegangen war. Neben zahlreichen anderen abweichenden Merkmalen in Blatt- und Stengelgrösse, Form und Färbung der Kronblätter, erschien sie infolge einer ausgeprägten Zygomorphie ihrer Blüten, welche etwa an Blüten epiphytischer Orchideen erinnerten, besonders merkwürdig.

Ähnliche Befunde über gleichzeitige Änderung von Chromosomenzahl und Genotypus liegen auch aus anderen Verwandtschaftskreisen höherer Pflanzen vor. Sie sind allerdings zumeist noch weniger genau untersucht als in der Gattung *Oenothera*. Es handelt sich dabei wieder um Feststellungen über das Vorkommen veränderter Chromosomenzahl bei spontan oder in der Kultur aufgetretenen Mutationen, zum Teil auch um die polymorphe Nachkommenschaft aus Kreuzungen verschieden chromosomiger Arten oder Rassen.

Beim Studium der Mutationen von *Datura Stramonium* fand A. F. BLAKESLEE (1921) u. a. deren zwölf, welche sich von der Stammform durch ein überzähliges Chromosom unterscheiden. *D. Stramonium* hat die diploide Chromosomenzahl 24; die zwölf Mutationen wiesen die Chromosomenzahl 25 auf; eine weitere Mutation war tetraploid.

Die tetraploide Mutante hat nach der Beschreibung BLAKESLEES durchaus das Aussehen einer „neuen Spezies“, unterscheidet sich also offenbar in ihrem Verhältnis zur Stammform auffallend von den übrigen, bis jetzt bekannt gewordenen Tetraploid- und Gigas-Formen. Von ganz besonderem Interesse sind sodann auch die zwölf Mutationen mit der Chromosomenzahl 25. Das Auftreten einer grösseren Anzahl von Mutationen mit derselben Abweichung in der Chromosomenzahl macht es wahrscheinlich, dass das Extrachromosom einer jeden dieser Mutationen aus einem anderen Chromosomenpaare stammt. Da nun gerade 12 solcher Mutationen mit je einem Extrachromosom aufgetreten sind, entsprechen dieselben wahrscheinlich der Anzahl der überhaupt möglichen Kombinationen von 12 Chromosomenpaaren mit einem überzähligen Chromosom. Diese hochinteressanten Verhältnisse liefern in Zukunft wohl eine Möglichkeit zur Analyse der Erbfaktoren eines jeden Chromosomenpaares dieser Versuchspflanze.

Zwei weitere Beispiele von gleichzeitiger Änderung von Chro-

mosomenzahl und Genotypus seien den Kulturpflanzen entnommen, über die ebenfalls eine grosse Zahl von Untersuchungen ausgeführt worden sind und auf verschiedener Seite noch im Gange sind.

Nach SAKAMURA (1918) und KIHARA (1921) finden sich bei Arten und Rassen der Gattung *Triticum* (Weizen) die Haploidzahlen: 14, 21, 28, 42, also das zwei-, drei-, vier- und sechsfache einer Grundzahl 7. KIHARA hat nun eine ganze Anzahl von Kreuzungen zwischen verschiedenchromosomigen Arten und Rassen ausgeführt und besonders bei Kreuzungen von 14 und 21 chromosomigen Formen gute Resultate erhalten.

Haploidzahlen der Eltern		Diploidzahl der F_1 -Bastarde	Gameten der F_1 -Bastarde	Diploidzahlen der Nachkommen in F_2 — F_4
14 Chr.	21 Chr.			
<i>Triticum durum</i> ♀ × <i>T. vulgare</i> ♂	} 35 Chr.	14 + ± $\frac{7}{2}$	(0—7)	28—42
<i>T. turgidum</i> ♀ × <i>T. compactum</i> ♂				
<i>T. polonicum</i> ♀ × <i>T. Spelta</i> ♂				
<i>T. polonicum</i> ♀ × <i>T. compactum</i> ♂				

Die Anzahl der bei diesen und anderen Versuchen erhaltenen Exemplare der F_1 -Generation und auch der späteren Generationen ist leider nicht gross. Es war daher auch noch nicht möglich, einen ähnlichen Formenreichtum zu erzielen wie bei den *Oenotheren*. Immerhin darf als bereits gesichert gelten, dass in der weiteren Nachkommenschaft aus solchen Kreuzungen Individuen mit Chromosomenzahlen zwischen 28 und 42, d. h. den Diploidzahlen der als Vater und Mutter verwendeten Ausgangsformen auftreten. Mit diesen verschiedenen Chromosomenzahlen waren wieder verschiedene Kombinationen der elterlichen Merkmale und auch verschiedene Fertilitätsgrade vereinigt. Formen mit höheren Chromosomenzahlen waren im allgemeinen fertiler; von denjenigen mit niederen Chromosomenzahlen pflanzten sich die mit 28 Chromosomen am besten fort. In den späteren Generationen fand eine immer weitergehende Annäherung der Chromosomenzahlen an 28 und 42 statt. Mit der Erreichung einer der beiden ursprünglichen Chromosomenzahlen ist natürlich nicht immer auch der frühere Chromosomensatz zurückgewonnen worden. Sehr wahrscheinlich hat hier, wie in der Nachkommenschaft der triploiden *Solana* Austausch von Chromosomen und damit Abänderung im Genotypus stattgefunden. Die Weiterführung der Untersuchungen wird auch in diesem Verwandtschaftskreis wahrscheinlich zur Feststellung kon-

stant gewordener Formen mit abgeänderter Chromosomenzahl führen. Dabei ist nicht nur an Typen mit Chromosomenzahlen, zwischen denjenigen der Elternformen, sondern auch solcher bis zur Tetraploidzahl des grössern der beiden haploiden Sätze, bei den angegebenen Kreuzungen bis zur Tetraploidzahl 84, zu denken. Daraufhin deuten z. B. Resultate, die ebenfalls in neuester Zeit in einem anderen, *Triticum* nicht zu fern stehenden Kreis, bei *Saccharum* (Zuckerrohr) durch Kreuzungsversuche von BREMER (1921) erhalten worden sind. Aus der Kreuzung *S. officinarum* (haploide Chromosomenzahl 40) \times *S. spontaneum* (haploide Chromosomenzahl 56) ist nämlich neben anderen Bastarden auch eine Form hervorgegangen, die nicht die erwartete Chromosomenzahl $40 + 56 = 96$, sondern 136 aufweist. Diese Chromosomenzahl wird am einfachsten durch die Annahme erklärt, dass der betreffende Bastard aus der Vereinigung einer diploiden Gamete (mit unreduziertem Kern) von *S. officinarum* mit einer normal haploiden Gamete von *S. spontaneum* hervorgegangen ist. Dieser Bastard soll trotz des ungewöhnlichen Chromosomenbestandes die eine der beiden Ausgangsformen, nämlich *S. officinarum*, an Fertilität bedeutend übertreffen.

Welche Folgerungen sind aus den zuletzt mitgeteilten Resultaten möglich?

Wenn in der Natur oder in der Pflanzenzüchtung Triploidformen entstehen, sei es infolge spontanen Auftretens diploider Gameten in mehr oder weniger reinen Linien oder infolge Kreuzung zwischen heterovalenten Arten oder Rassen, so werden dieselben stets nach verschiedener Richtung zum Ausgangspunkt für Neubildung von Formen.

Fertile Triploidformen spalten in ihrer Nachkommenschaft auf, in einer Weise allerdings, die mit der Mendelspaltung gar nichts zu tun hat. Sie liefern dabei Nachkommen, die hinsichtlich der Chromosomenzahl zwischen Diploid- und Tetraploidzahl der Stammform stehen und je nach der Anzahl und Qualität ihrer aus der ungleichen Verteilung unpaarer Chromosomensätze herstammenden Chromosomen genotypisch verschieden sind.

Von den in der Natur vorkommenden Triploidformen zeigen viele stark geschwächte Fertilität oder sind völlig steril, pflanzen sich aber auf vegetativem Wege oder apogam fort. In den beiden letzteren Fällen bleiben sie konstant oder spalten in geringem Umfange abweichende Formen ab. Auch in der Pflanzenkultur werden offenbar fertilitätsgeschwächte oder sterile Triploidformen, sowie von den ersteren abstammende Heteroploidformen auf vegetativem Wege —

durch Zwiebeln, Knollen, Stecklinge — vielfach fortgepflanzt und vermehrt. Ein instruktives Beispiel bietet in dieser Hinsicht *Hyacinthus orientalis*.

Eine Untersuchung von W. E. DE MOL (1921), die in ihrem cytologischen Teil im Institut für allgemeine Botanik der Universität Zürich durchgeführt worden ist, hat ergeben, dass die in Holland gezüchteten Sorten der genannten Zierpflanze sich in den Chromosomenzahlen ihrer Kerne recht weitgehend von einander unterscheiden. Von den untersuchten 33 Sorten weisen nämlich 19 und darunter namentlich solche, die schon vor 1850 im Handel waren, 16 Chromosomen in den Zellen der Wurzelspitzen auf. Ihre Diploidzahl ist also 16, die Haploidzahl 8. Die gleichen Chromosomenzahlen kommen auch den in Frankreich und in Italien gezogenen Sorten zu. Von den untersuchten holländischen Sorten wiesen deren vier die Chromosomenzahl 24, fünf Sorten Chromosomenzahlen zwischen 16 und 24 und weitere fünf Sorten Zahlen zwischen 24 und 32 auf. Diese heteroploiden Sorten sind also offenbar in der holländischen Kultur und, da sie in den Katalogen vor 1850 noch nicht aufgeführt sind, jedenfalls in der Mehrzahl erst nach 1850 entstanden. Der Modus ihrer Entstehung ist nach den voranstehenden Ausführungen über das Auftreten abweichender Chromosomenzahlen in anderen Verwandtschaftskreisen unschwer zu erschliessen. Ausgehend von den ursprünglichen 16-chromosomigen Varietäten werden wohl zunächst vereinzelte Triploidformen mit 24 Chromosomen entstanden sein, wobei vielleicht die bei den Züchtern schon seit langem betriebene vielfache Kreuzung Hauptanlass zu der Entstehung diploider Gameten gegeben haben könnte. Aus Rückkreuzungen von Triploidformen mit 16-chromosomigen Typen sind neue mit Chromosomenzahlen zwischen 16 und 24 entstanden. Aus Selbstbestäubung oder aus Kreuzungen zwischen verschiedenen triploiden Formen gewonnener Samen hat sodann die neuen Formen mit den Chromosomenzahlen zwischen 24 und 32 geliefert. Da nunmehr die Chromosomenzahlen einer grösseren Anzahl von Hyacinthenrassen und -Formen bekannt sind, wird es leicht sein, sich von der Richtigkeit der eben ausgesprochenen Annahme zu überzeugen und zielbewusst an die Erzeugung weiterer heteroploider Formen heranzutreten.

Von einer solchen Fortsetzung genetischer Studien in der Gattung *Hyacinthus* sind noch nach anderer Richtung wichtige Aufschlüsse zu erwarten. Die Rassen und Sorten von *Hyacinthus* zeigen bekanntlich eine ganz ungewöhnliche Mannigfaltigkeit in der Ausbildung all ihrer Organe: Unterschiede in Grösse, Form und Färbung der Zwiebeln,

in Grösse, Form und Färbung der Laubblätter, in der Grösse, Stellung und im Blütenreichtum des Blütenstandes, namentlich aber in der Grösse, Form, Farbe und im Duft der Blüten. Es handelt sich hier um zahlreiche Merkmale und Merkmalsunterschiede, von denen wir nach den Resultaten der Erblichkeitsstudien an anderen Pflanzen wissen, dass sie bei Kreuzungen den Mendelschen Gesetzen folgen und dementsprechend ihre cytologische Grundlage in den Kernen, den Chromosomen, besitzen. Ein glücklicher Umstand, der leider im Pflanzenreich nur in wenigen Gruppen realisiert ist, morphologische Verschiedenheit der Chromosomen desselben Chromosomensatzes, kommt hier der Vererbungsanalyse zu Hilfe. Die Chromosomen von *Hyacinthus orientalis* sind von verschiedener Grösse und Gestalt. Diejenigen der 16 chromosomigen Sorten sind sehr häufig deutlich paarweise geordnet und lassen sich unschwer in drei Grössenkategorien einordnen. In übersichtlichen Kernteilungsbildern sind stets kurze, mittellange und lange Chromosomen im numerischen Verhältnis 4:4:8 zu zählen. Eine künftige genaue Analyse der verschiedenen heteroploiden Formen wird also sehr wahrscheinlich auch die Bedeutung der abgeänderten Chromosomenzahlen für das Zustandekommen bestimmter Merkmalskombinationen erkennen lassen und weiterhin Beiträge zur Lösung der wichtigen Frage zu liefern vermögen, in welchen Chromosomen die einzelnen Erbfaktoren lokalisiert sind. Es werden also an diesem Objekte, wie bei zahlreichen anderen Untersuchungen auch in Zukunft die Probleme der Rassen-Neubildung und der Vererbung überkommener Merkmale aufs neue und engste miteinander verknüpft bleiben.

Die Resultate der vorstehenden Mitteilungen und Erörterungen seien zum Schlusse noch in vier Sätzen zusammengefasst.

1. Änderung der Chromosomenzahl führt am häufigsten zur Verdoppelung oder Vervielfachung eines ursprünglichen Chromosomensatzes. In der Natur und bei Züchtungen kommt Polyploidie, vor allem Triploidie, infolge spontaner Ausbildung einzelner diploider Gameten zu Stande. Experimentell sind di- und tetraploide Rassen bei Moosen durch Regeneration von diploidkernigem Sporophytengewebe entstanden; bei Angiospermen nach vegetativen Kern- und Zellverschmelzungen im Gefolge von Regenerationserscheinungen an Pfropfstellen.

2. Diploid abgeänderte Gametophyten und tetraploid gewordene Sporophyten — Gigas-Formen — unterscheiden sich von ihren Stammformen in den meisten Merkmalen nur quantitativ, doch können auch

qualitative Abänderungen und vor allem Abänderungen im Grade der Fertilität — im positiven oder negativen Sinne — erfolgen.

3. Diploid- und tetraploidgewordene Rassen können auf vegetativem und wohl auch auf generativem Wege auf die Stammform zurückschlagen. Durch partielle Reduktion ihres erhöhten Chromosomenbestandes werden sie ferner zum Ausgangspunkt für die Bildung heteroploider Neufornen. Mit den abgeänderten Chromosomenzahlen verbinden diese auch abweichende Merkmalskombinationen, Verlust einzelner Merkmale und Merkmalskomplexe und bilden z. T. dem betreffenden Verwandtschaftskreis ganz fremdartige, vielfach allerdings auch sterile Typen.

4. Die aus der Vereinigung spontan entstandener diploider mit haploiden Gameten oder aus der Kreuzung von polyploiden Rassen und Arten hervorgegangenen Triploidformen sind häufig steril, können sich aber durch Apogamie oder rein vegetativ vermehren und bleiben dabei konstant. Die Nachkommenschaft fertiler Triploidformen ist vielgestaltig. Sie setzt sich aus Individuen zusammen, die infolge der ungleichen Verteilung eines unpaarigen Chromosomensatzes, Chromosomenzahlen zwischen Diploid- und Tetraploidzahl aufweisen.

Die Aufspaltung der Triploidformen ist ein von der Mendelspaltung gänzlich verschiedener Prozess. Die in ihrem Verlaufe entstehenden neuen Formen sind nicht ausschliesslich Neukombinationen mendelnder Merkmale. Sie weisen auch neue Merkmale auf, sind zunächst noch nicht völlig konstant und können unter Ausmerzung unpaariger Chromosomen in konstante Formen, darunter auch in die Elternform oder in andere mit dieser wenigstens in der Chromosomenzahl übereinstimmende Formen abändern.

Die besprochenen Resultate kombinierter cytologischer und experimenteller Forschung sind erst zum Teil in ausführlicher Form, zum Teil in Form vorläufiger Mitteilungen oder überhaupt noch nicht publiziert. Es wäre also verfrüht, ihre Bedeutung für die Erkenntnis der allgemeinen, Pflanzen, Tiere und Mensch umfassenden Entwicklung eingehend erörtern zu wollen. Schon jetzt aber steht fest, dass es sich hier um eine Forschungsrichtung handelt, von deren Weiterentwicklung und Ausbau Ergebnisse von grundlegender Bedeutung für das Gesamtgebiet der Genetik und die verschiedensten Gebiete der angewandten Biologie zu erwarten sind.

Literaturverzeichnis.

- BLAKESLEE, A. F., Types of Mutation and their possible significance in evolution. Amer. Naturalist. 1921. 55. S. 254—267.

- BREMER, G., Een cytologisch onderzoek aan eenige soorten en soortsbastarden van het Geslacht *Saccharum*. Diss. Wageningen. 1921.
- KIHARA, H., Über cytologische Studien bei einigen Getreidearten. 3. Über die Schwankungen der Chromosomenzahlen bei den Speziesbastarden der *Triticum*-Arten. *The Botanical Magazine Tokyo*. 1921. Vol. 35, No. 410. S. 19—44, 1 Tafel.
- MOL, W. E. DE, De l'existence de variétés hétéroplodes de l'*Hyacinthus orientalis* L. dans les cultures Hollandaises. Diss. Zürich 1921. Sep.-Abdr. aus: *Arch. Néerl. Sc. Exact. et Nat. Série IIIB*. 1921. 4. 18—117. Pl. 1—13.
- OVEREEM, C. VAN, Über Formen mit abweichender Chromosomenzahl bei *Oenothera*. Diss. Zürich 1920. Sep.-Abdr. aus: *Beihefte z. Botan. Centralblatt*, Bd. 38, Abt. I (1921), 45 S., 6 Tafeln, und Bd. 39, Abt. I (1922), 80 S., 15 Tafeln.
- SAKAMURA, T., Kurze Mitteilung über die Chromosomenzahlen und die Verwandtschaftsverhältnisse der *Triticum*-Arten. *Bot. Mag. Tokyo*. Vol. 32. 1918. S. 149—153.
- SCHWEIZER, J., Polyploidie und Geschlechterverteilung bei *Splachnum sphaericum* (Linn. Fil.) Swartz. Diss. Zürich 1921. Erscheint in: *Flora od. Allg. Bot. Zeitung. N. F.* Bd. 15 (1922).
- STEIN, E., Über den Einfluss von Radiumbestrahlung auf *Antirrhinum*. *Zeitschr. f. ind. Abst. u. Vererbungslehre*. Bd. 27. 1922. S. 241.
- WISSELINGH, C. VAN, Über Variabilität und Erblichkeit. *Zeitschr. f. ind. Abst. u. Vererbungslehre*. 1920. Bd. 22. S. 65—126.
- WINKLER, H., Über die Entstehung von genotypischer Verschiedenheit innerhalb einer reinen Linie. *Zeitschr. f. ind. Abst. u. Vererbungslehre*. 1922. 27. S. 244—45.

In der vorstehenden Liste sind nur die besprochenen neueren Arbeiten aufgeführt. Die bibliographischen Angaben über die älteren der im Text durch Angabe von Autor und Jahrzahl zitierten Arbeiten sind enthalten im Literaturverzeichnis zu ERNST, A., Bastardierung als Ursache der Apogamie im Pflanzenreich. Jena 1918.

Mitteilungen aus dem Botanischen Museum der Universität Zürich.
(XCVII.)

Der Pilzmarkt der Städte Zürich und Winterthur der Jahre
1920 und 1921 im Lichte der städtischen Kontrolle.

Von

HANS SCHINZ.

(Vergleiche Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich
LXV [1920], 530).

2. Bericht.

Während die Pilzsaison von 1920 keinerlei Anlass zu Bemerkungen allgemeiner Art gibt, kennzeichnet sich die des Jahres 1921 durch einen höchst ungleichmässigen Verlauf und durch abnorme Mengenverhältnisse im Auftreten einzelner Pilzarten, alles eine Folge der in der zweiten Hälfte des Jahres und bis über die Mitte des August hinaus herrschenden Trockenheit, die die Saison sozusagen in fast zwei getrennte Abschnitte gliederte. Nachdem der Pilzmarkt am 15. IV. (mit Morcheln) seinen Anfang genommen und sich im Juni und bis über die Mitte des Juli ziemlich normal entwickelt hatte (5. VII.: 29 ausgestellte Kontrollscheine, darunter 19 für 250 kg Eierschwämme; 22. VII.: 37 Scheine), sank Anfang August die Auffuhr fast auf den Nullpunkt (5. VIII.: 4 Scheine; 9. VIII.: 3 Scheine; 12. VIII.: 4 Scheine; 16. VIII.: 8 Scheine), um dann, nach erfolgtem Witterungsumschlag, rasch einen noch nie dagewesenen Aufschwung zu nehmen: das Maximum der ausgestellten Scheine (seit dem Bestehen der Kontrolle!) fällt auf den 20. IX. mit der Zahl 349 (für 56 Pilzarten). Aber auch die qualitativen Verhältnisse waren gänzlich abnorm. Die nach Ablauf der Trockenzeit einsetzenden Regenfälle liessen den bei uns sonst seltenen Steinpilz allenthalben in nie gesehenen Mengen in Erscheinung treten (26. VIII.: 172 kg, 21 Scheine; 30. VIII.: 676 kg, 40 Scheine; 2. IX.: 878 kg, 45 Scheine; 6. IX.: 602 kg, 37 Scheine; 9. IX.: 341 kg, 31 Scheine). Auch der sonst nur spärlich auftretende Feldchampignon erlebte, wie nach der Trockenperiode des Sommers 1911, während kurzer Zeit einen aussergewöhnlichen Höhepunkt der Fruchtkörperbildung (19. VIII.: 55 kg.

10 Scheine; 23. VIII.: 151 kg, 25 Scheine; 26. VIII.: 100 kg, 22 Scheine; 30 VIII.: 39½ kg, 14 Scheine; 2. IX.: 5½ kg, 2 Scheine). Infolge dieses Massenangebotes sanken die Preise der beiden letztgenannten, sonst so gesuchten und teuer bezahlten, feinen Speisewämme auf ungewohnt niedrige Beträge: für den Steinpilz (beste Qualität) auf Fr. 1.80 pro Kilo, für den Champignon auf Fr. 3.—, während der „gemeine“ Eierschwamm gleichzeitig Fr. 5.— erzielte. Andererseits versagten andere, bei feuchter Sommerwitterung ihre grösste Entwicklung findende Pilzarten während kürzerer oder längerer Zeit fast völlig, so der Eierschwamm, der nach einem ersten Maximum des Auftretens zu Anfang Juli (31. V: ½ kg, 1 Schein; 10. VI.: 50½ kg, 7 Scheine; 14. VI.: 103 kg, 7 Scheine; 5. VII.: 250 kg, 19 Scheine; 8. VII.: 158 kg, 15 Scheine; 12. VII.: 68 kg, 8 Scheine) plötzlich stark zurückging (15. VII.: ½ kg, 1 Schein; 19. VII.: 5½ kg, 2 Scheine; 22. VII.: 83 kg, 11 Scheine; 2. VIII.: 1 kg, 1 Schein; 12. VIII.: 0) und sich erst im September wieder erholte (30. VIII.: 50 kg, 17 Scheine; 16. IX.: 160 kg, 31 Scheine; 20. IX.: 202 kg, 37 Scheine; 23. IX.: 315 kg, 41 Scheine; 21. X.: 169 kg, 20 Scheine; 22. XI.: ½ kg, 1 Schein), und der Brätling, der während der ganzen Saison fast durchwegs nur in vereinzelt Exemplaren auftrat. Die Herbstsaison gestaltete sich normal und dauerte bis in den Winter hinein.

Um dem pilzliebenden Publikum weitere Gelegenheit zum Einkauf kontrollierter Schwämme zu geben und damit indirekt dem ± unkontrollierbaren Verhausieren von mitunter recht zweifelhafter Ware zu steuern, wurde der Marktstelle an der Peterstrasse (Dienstag und Freitag) eine weitere, Inseltrattoir Helvetiaplatz in Zürich 4 (Donnerstag), die nun auch von unserm Kontrollpersonal besucht wird, hinzugefügt, und Hand in Hand damit auf Grund der Erfahrungen die Verordnung des städt. Gesundheitswesens vom 14. VI. 1906 betreffend den Verkauf von essbaren Pilzen, revidiert.

Diese Bemerkungen allgemeiner Art vorausgeschickt, lassen wir nun Zahlen und Namen sprechen.

1920 wurden an 105 Markttagen 5031, 1921 an 120 Markttagen (inkl. 16 Pilzmarkttagen Zürich 4) 4465 Scheine ausgestellt (1919: 3552); die Höchstzahl der an einem Markttag ausgestellten Scheine wurde erreicht: 1920 am 7. September mit 179, 1921 am 20. September mit 349 Scheinen (1919: am 10. Oktober 188 Scheine); dieselben verteilen sich 1920 auf 49, 1921 auf 56 (1919: 49) Arten.

Die Pilzsaison nahm ihren Anfang: 1920 am 30. März mit Speise-

morcheln, 1921 am 15. April mit Speisemorcheln (1919 am 16. April mit Speisemorcheln); ihr Ende erreichte sie 1920 am 19. November mit Trompeten-Pfifferlingen, Totentrompeten und gelblichen Kraterellen, 1921 am 9. Dezember mit Trompeten-Pfifferlingen und Birnen-Stäublingen (1919 am 2. Dezember mit Trompeten-Pfifferlingen.)

Zum Verkaufe gelangten:

Ader-Becherling, Blasen-Becherling, Eselsohr-Becherling, Hasenohr-Becherling, Kronen-Becherling, Orange-Becherling, rheinischer Becherling, schwärzlicher Bovist, Brätling, Butterpilz, Feld-Champignon, hohlstieliger Riesen-Champignon, Schaf-Champignon, Wald-Champignon, Zucht-Champignon, Eichhase, Eierschwamm, Orange-Eierschwamm, roter Eierschwamm, Essigpilz, Hallimasch, Hartpilz, klebriger Hörnling, Kaiserpilz, schlüpfriger Kappenpilz, Kapuzinerpilz, Keulenpilz, kahler Krämpling, Riesen-Krämpling, Samtfuss-Krämpling, gelbliche Kraterelle, Pfeffer-Milchling, süsslicher Milchling, wolliger Milchling, Mönchskopf, rillstielige Morchel, Speise-Morchel, Spitz-Morchel, Parasolpilz, Perlpilz, Trompeten-Pfifferling, violetter Pfifferling, Kamm-Porling, Laub-Porling, Schaf-Porling, Schuppen-Porling, Schwefel-Porling, Semmel-Porling, Ziegenfuss-Porling, Pflaumen-Rässlingsling, Rehpilz, echter Reizker, echter Ritterling, gepanzerter Ritterling, geselliger Ritterling, grauer Ritterling, lilastieliger Ritterling, Mai-Ritterling, niedriger Ritterling, rillstieliger Ritterling, rötlicher Ritterling, Veilchen-Ritterling, violetter Ritterling, Bronze-Röhrling, Elfenbein-Röhrling, Gold-Röhrling, Körnchen-Röhrling, Kuh-Röhrling, Maronen-Röhrling, Rotfuss-Röhrling, Rothaut-Röhrling, Sand-Röhrling, Schleim-Röhrling, Schuppen-Röhrling, hochroter Saftling, geschundener Schirmling, getropfter Schirmling, Safran-Schirmling, grosser Schmierling, kleiner Schmierling, Elfenbein-Schneckling, fleischfarbiger Schneckling, gelbflockiger Schneckling, Purpur-Schneckling, wohlriechender Schneckling, Gold-Schüppling, Runzel-Schüppling, sparriger Schüppling, Schweinsohr, gelber Spatelpilz, dorniger Stacheling, Birnen-Stäubling, Hasen-Stäubling, Igel-Stäubling, Riesen-Stäubling, Schlauch-Stäubling, Warzen-Stäubling, Steinpilz, Stockschwämmchen, Stoppelpilz, rostroter Stoppelpilz, blauender Täubling, gelber Täubling, Gold-Täubling, grüner Täubling, ledergelber Täubling, olivgrüner Täubling, Speise-Täubling, verblassender Täubling, verschiedenblättriger Täubling, violettgrüner Täubling, zierlicher Täubling, Totentrompete, Anis-Trichterling, echter Trichterling, Lack-Trichterling, schlaffer Trichterling, weisse Trüffel, Löffel-Zähling, gelber Ziegenbart, Gold-Ziegenbart, grauer Ziegenbart, Kamm-Ziegenbart, krauser

Ziegenbart, Runzel-Ziegenbart, schöner Ziegenbart, Trauben-Ziegenbart, ungleichförmiger Ziegenbart, violetter Ziegenbart, Ziegenlippe, Gallert-Zitterling.

Gegenüber 1918/19 fehlten:

Brauner Becherling, brauner Champignon, weisser Ellerling, Ziegen-Ellerling, milder Milchling, Riesen-Porling, gehäufte Ritterling, kahler Ritterling, knolliger Ritterling, Mäuse-Ritterling, rotblättriger Ritterling, brauner Röhrling, gelber Röhrling, Hohlfuss-Röhrling, schmieriger Röhrling, Trientiner Röhrling, breitblättriger Rübling, Laubfreund-Rübling, beringter Schneckling, Reh-Schneckling, Nelken-Schwindling, Becher-Trichterling.

Gegenüber 1918/19 neu hinzugekommen:

Hasenohr-Becherling, Kronen-Becherling, rheinischer Becherling, schwärzlicher Bovist, hohlstieliger Riesen-Champignon, Zucht-Champignon, Kaiserpilz, schlüpfriger Kappenpilz, Riesen-Krämpling, violetter Pfifferling, Laub-Porling, Ziegenfuss-Porling, Mai-Ritterling, niedriger Ritterling, rillstieliger Ritterling, violetter Ritterling, Schuppen-Röhrling, hochroter Saftling, dorniger Stacheling, Hasen-Stäubling, Igel-Stäubling, Schlauch-Stäubling, blauender Täubling, gelber Täubling, olivgrüner Täubling, verblassender Täubling, verschiedenblättriger Täubling, violettgrüner Täubling, Gold-Ziegenbart, ungleichförmiger Ziegenbart, violetter Ziegenbart.

Folgende Pilzarten wurden — weil giftig, verdächtig oder nur in einzelnen Exemplaren vorgewiesen — vom Verkauf ausgeschlossen und zum Teil zwecks genauer Untersuchung ins Botanische Museum mitgenommen:

Amanita Mappa Batsch, *Am. spissa* Fr., *Am. strangulata* Fr., *Am. vaginata* Bull., *Am. verna* Fr., *Boletus felleus* Bull., *Camarophyllus marzuolus* Fr., *Clitocybe cerussata* Fr., *Clit. clavipes* Pers., *Clit. inversa* Scop., *Dermocybe raphanoides* Pers., *Derm. sanguinea* Wulf., *Entoloma nidorosum* Fr., *Fomes (Ganoderma) lucidus* Leyss., *Helvella crispa* Scop., *Helv. elastica* Bull., *Helv. Infula* Schaeff., *Hydrocybe angulosa* Fr., *Hypholoma epixanthum* Fr., *Hyph. lacrimabundum* Bull., *Hyph. sublateritium* Fr., *Inocybe fastigiata* Schaeff., *Inoloma callisteum* Fr., *Inol. hircinum* Bolt., *Inol. traganum* Fr., *Lactarius lignyotus* Fr., *Lact. pallidus* Pers., *Lact. rufus* Scop., *Lact. scrobiculatus* Scop., *Lact. thejogalus* Fr., *Lact. uvidus* Fr., *Lact. zonarius* Bull., *Morchella elata* Pers., *Octaviania asterosperma* Vitt., *Paxillus griseotomentosus* Secr., *Phlegmacium purpurascens* Fr., *Pholiota radicata* Bull., *Polyporus betulinus* Bull., *Polyp. giganteus* Pers.

Psathyra spadiceo-grisea Schaeff., *Rhizopogon rubescens* Tul., *Russula adusta* Pers., *Russ. emetica* Schaeff., *Russ. furcata* Pers., *Russ. nigricans* Bull., *Russ. ochroleuca* Pers., *Thelephora pallida* Pers., *Thel. palmata* Scop., *Tricholoma album* Schaeff., *Trich. lascivum* Fr., *Trich. leucocephalum* Bull., *Trich. melaleucum* Pers., *Trich. sulfureum* Bull., *Tuber aestivum* Vitt.

Im Botan. Museum wurden 1920: 334, 1921: 324 (1919: 193) Pilzuntersuchungen ausgeführt, die nachfolgende Arten betrafen:

Amanita caesarea Scop., *Am. muscaria* L., *Am. ovoidea* Bull., *Am. pantherina* DC., *Am. phalloides* Fr., *Am. rubescens* Pers., *Am. solitaria* Bull., *Am. strobiliformis* Vitt., *Armillaria aurantia* Schaeff., *Arm. imperialis* Fr., *Arm. mellea* Vahl, *Boletus aereus* Bull., *Bol. badius* Fr., *Bol. bulbosus* Schaeff., *Bol. castaneus* Bull., *Bol. chrysen-teron* Bull., *Bol. elegans* Schum., *Bol. flavus* With., *Bol. granulatus* L., *Bol. luridus* Schaeff., *Bol. luteus* L., *Bol. pachypus* Fr., *Bol. piperatus* Bull., *Bol. purpureus* Fr., *Bol. regius* Krombh., *Bol. rufus* Schaeff., *Bol. Satanas* Lenz, *Bol. scaber* Bull., *Bol. subtomentosus* L., *Bol. tridentinus* Bres., *Camarophyllus pratensis* Pers., *Cantharellus cibarius* Fr., *Canth. cinereus* Pers., *Clavaria cristata* Holmsk., *Clav. flava* Schaeff., *Clav. grisea* Schaeff., *Clav. pistillaris* L., *Clav. rugosa* Bull., *Clitocybe flaccida* Sow., *Clit. geotropa* Bull., *Clit. incilis* Fr., *Clit. infundibuliformis* Schaeff., *Clit. laccata* Scop., *Clit. nebularis* Batsch, *Collybia asema* Fr., *Coll. dryophila* Bull., *Coll. longipes* Bull., *Coll. velutipes* Curt., *Coprinus atramentarius* Bull., *Cop. comatus* Fl. Dan., *Craterellus clavatus* Pers., *Crat. cornucopioides* L., *Crat. lutescens* Pers., *Entoloma clypeatum* L., *Ent. lividum* Bull., *Gomphidius glutinosus* Schaeff., *Gomph. viscidus* L., *Gyrocephalus rufus* Jacq., *Hebeloma crustuliniforme* Bull., *Hydnum erinaceum* Bull., *Hydn. imbricatum* L., *Hydn. repandum* L., *Hydn. rufescens* Pers., *Hydn. suaveolens* Scop., *Hydrocybe subferruginea* Batsch, *Hygrocybe coccinea* Schaeff., *Hygroc. punicea* Fr., *Hygrophorus conicus* Scop., *Hypholoma fasciculare* Huds., *Hyph. hydrophilum* Bull., *Inocybe Bongardi* Weinm., *Lactarius deliciosus* L., *Lact. fuliginosus* Fr., *Lact. piperatus* Scop., *Lact. subdulcis* Bull., *Lact. torminosus* Schaeff., *Lact. vellereus* Fr., *Lact. volemus* Fr., *Lepiota Friesii* Lasch, *Lep. naucina* Fr., *Lep. procera* Scop., *Lep. rhacodes* Vitt., *Limacium eburneum* Bull., *Lim. erubescens* Fr., *Lim. pudorinum* Fr., *Lycoperdon Bovista* L., *Lyc. echinatum* Pers., *Lyc. gemmatum* Batsch, *Lyc. pyriforme* Schaeff., *Marasmius confluens* Pers., *Mar. lupuletorum* Weinm., *Mar. oreades* Bolt., *Melanogaster variegatus* Sw., *Morchella esculenta* Pers., *Peziza*

coronaria Jacq., Paxillus involutus Batsch, Phallus impudicus L., Phlegmacium coerulescens Schaeff., Phleg. cumatile Fr., Phleg. elegantius Fr., Phleg. fulgens Schwein., Phleg. multiforme Fr., Phleg. orichalceum Batsch, Phleg. variicolor Pers., Phleg. varium Schaeff., Pholiota aurea Fr., Phol. aurivella Batsch, Phol. lucifera Lasch, Phol. mutabilis Schaeff., Phol. squarrosa Müll., Polyporus cristatus Pers., Pol. hispidus Bull., Pol. leucomelas Pers., Pol. ovinus Schaeff., Pol. sulphureus Bull., Pol. umbellatus Pers., Psalliota arvensis Schaeff., Psall. campestris L., Psall. campestris L. var. praticola Vitt., Psall. perrara Schulzer, Psall. pratensis Schaeff., Psall. silvatica Schaeff., Rhodosporus Prunulus Scop., Russula alutacea Fr., Russ. aurata With., Russ. badia Quel., Russ. cyanoxantha Schaeff., Russ. delica Fr., Russ. foetens Pers., Russ. fragilis Pers., Russ. olivacea Schaeff., Russ. vesca Fr., Scleroderma vulgare Horn., Sparassis crispa Wulf., Stropharia aeruginosa Curt., Trametes inodora Fr., Tricholoma albo-brunneum Pers., Trich. argyraceum Bull., Trich. cartilagineum Bull., Trich. cinerascens Bull., Trich. conglobatum Vitt., Trich. Georgii Clus., Trich. grammopodium Bull., Trich. impolitum Lasch, Trich. irinum Fr., Trich. nebularis Batsch, Trich. nudum Bull., Trich. pessundatum Fr., Trich. rutilans Schaeff., Trich. saponaceum Fr., Trich. terreum Schaeff., Trich. tigrinum Schaeff., Trich. vaccinum Pers., Verpa conica Mill., Xylaria polymorpha Pers.

*

Das Gesamtgewicht der auf den Markt gebrachten Pilze beträgt für 1920: 16,369 kg, für 1921: 11,873,5 kg (1919: 5,417 kg); daran sind die einzelnen Arten folgendermassen beteiligt:

	1920		1921	
	kg	Scheine	kg	Scheine
<i>Amanita caesarea</i> Scop. (Kaiserpilz)	1	2	4	6
— <i>rubescens</i> Pers. (Perlpilz)	18	32	74,5	76
<i>Armillaria imperialis</i> Fr. (Hartpilz)	329	182	166	83
— <i>mellea</i> Vahl (Hallimasch)	117	48	156,5	78
<i>Boletus aereus</i> Bull. (Bronze-Röhrling)	3,5	7	7	13
— <i>badius</i> Fr. (Maronen- „)	11	21	26	45
— <i>bovinus</i> L. (Kuh-Röhrling)	—	—	2,5	5
— <i>bulbosus</i> Schaeff. (Steinpilz)	1,178	441	3867,5	518
— <i>chrysenteron</i> Bull. (Rotfuss-Röhrling)	4	8	8	16
— <i>elegans</i> Schum. (Gold-Röhrling)	61	88	26,5	45
— <i>fusipes</i> Heufl.* (Elfenbein- „)	6	12	4,5	5
Übertrag	1728,5	841	4343	890

*) Entspricht dem früher als *Boletus Boudieri* Quel. bezeichneten weissgelblichen Röhrling.

	1920		1921	
	kg	Scheine	kg	Scheine
Übertrag	1728,5	841	4343	890
<i>Boletus granulatus</i> L. (Körnchen-Röhrling)	10,5	17	15,5	21
— <i>luteus</i> L. (Butterpilz)	16	30	23	40
— <i>rufus</i> Schaeff. (Rothaut-Röhrling)	522,5	339	111	136
— <i>scaber</i> Bull. (Kapuzinerpilz)	115	141	22	44
— <i>strobilaceus</i> Scop. (Schuppen-Röhrling)	0,5	1	2	4
— <i>subtomentosus</i> L. (Ziegenlippe)	5	10	8	16
— <i>variegatus</i> Sw. (Sand-Röhrling)	33	53	17	28
— <i>viscidus</i> L. (Schleim- „)	2,5	4	2	4
<i>Bovista nigrescens</i> Pers. (schwärzlicher Bovist)	2	3	—	—
<i>Calocera viscosa</i> Fr. (klebriger Hörnling)	1	2	1,5	3
<i>Cantharellus aurantiacus</i> Wulf. (Orange-Eierschwamm)	—	—	1	2
— <i>cibarius</i> Fr. (Eierschwamm)	10528	784	4,417	662
— <i>Friesii</i> Qué. (roter Eierschwamm)	6,5	13	8,5	17
— <i>tubaeformis</i> Vitt. (Trompeten-Pfifferling)	60,5	50	98,5	51
— <i>violaceus</i> Fr. (violetter Pfifferling)	6,5	13	2,5	5
<i>Chaeromyces maeandriiformis</i> Vitt. (weisse Trüffel)	15	20	3,5	7
<i>Clavaria aurea</i> Schaeff. (Gold-Ziegenbart)	—	—	7	13
— <i>Botrytis</i> Pers. (Trauben- „)	16	18	9,5	15
— <i>cristata</i> Holmsk. (Kamm- „)	2,5	2	5,5	11
— <i>flava</i> Schaeff. (gelber „)	240,5	199	218	162
— <i>formosa</i> Pers. (schöner „)	76	55	31	33
— <i>grisea</i> Pers. (grauer „)	67	54	26	42
— <i>inaequalis</i> Fl. Dan. (ungleichförmiger Ziegenb.)	1,5	3	0,5	1
— <i>lilacina</i> Fr. (violetter Ziegenbart)	1	2	—	—
— <i>pistillaris</i> L. (Keulenpilz)	5	10	4,5	9
— <i>rugosa</i> Bull. (Runzel-Ziegenbart)	0,5	1	—	—
<i>Clitocybe flaccida</i> Sow. (schlaffer Trichterring)	1	2	—	—
— <i>geotropa</i> Bull. (Mönchskopf)	15	23	11,5	20
— <i>infundibuliformis</i> Schaeff. (echter Trichterling)	1	2	0,5	1
— <i>laccata</i> Scop. (Lack-Trichterling)	2,5	5	1	2
— <i>odora</i> Bull. (Anis-Trichterling)	1,5	3	—	—
<i>Craterellus clavatus</i> Pers. (Schweinsohr)	133	105	4,5	9
— <i>cornucopioides</i> L. (Totentrompete)	394	202	353,5	173
— <i>lutescens</i> Pers. (gelbliche Kraterelle)	165	81	7	14
<i>Gomphidius glutinosus</i> Schaeff. (grosser Schmierling)	54	78	20,5	36
— <i>viscidus</i> L. (kleiner Schmierling)	3,5	7	2	4
<i>Gyrocephalus rufus</i> Jacq. (Essigpilz)	7	14	10	20
<i>Hydnum cirrhatum</i> Pers. (dorniger Stacheling)	0,5	1	—	—
— <i>imbricatum</i> L. (Rehpilz)	108	98	136	106
— <i>repandum</i> L. (Stoppelpilz)	527	280	198	210
— <i>rufescens</i> Pers. (rostroter Stoppelpilz)	85	106	114,5	155
<i>Hygrocybe punicea</i> Fr. (hochroter Saftling)	1	2	—	—
<i>Lactarius deliciosus</i> L. (echter Reizker)	202	131	116,5	100
— <i>piperatus</i> Scop. (Pfeffer-Milchling)	38	43	21,5	22
Übertrag	15202	3848	10375	3088

	1920		1921	
	kg	Scheine	kg	Scheine
Übertrag	15202	3848	10375	3088
<i>Lactarius subdulcis</i> Bull. (süsslicher Milchling)	1	1	15	6
— <i>vellereus</i> Fr. (wolliger Milchling)	2	3	1,5	3
— <i>volemus</i> Fr. (Brätling)	202,5	171	18	36
<i>Lentinus cochleatus</i> Pers. (Löffel-Zähling)	0,5	1	2	4
<i>Leotia gelatinosa</i> Hill (schlüpfriger Kappenpilz)	0,5	1	0,5	1
<i>Lepiota excoriata</i> Schaeff. (geschundener Schirmling)	—	—	0,5	1
— <i>lenticularis</i> Lasch (getropfter „)	5,5	11	0,5	1
— <i>procera</i> Scop. (Parasolpilz)	26,5	47	24,5	47
— <i>rhacodes</i> Vitt. (Safran-Schirmling)	1	2	8	11
<i>Limacium agathosmum</i> Fr. (wohlriechender Schneckling)	—	—	1	2
— <i>chrysodon</i> Batsch (gelbflockiger Schneckling)	1	2	0,5	1
— <i>eburneum</i> Bull. (Elfenbein- „)	1	2	—	—
— <i>erubescens</i> Fr. (Purpur- „)	3	6	0,5	1
— <i>pudorinum</i> Fr. (fleischfarbiger „)	12	15	1	2
<i>Lycoperdon Bovista</i> L. (Riesen-Stäubling)	—	—	9,5	8
— <i>caelatum</i> Bull. (Hasen- „)	2,5	5	1	2
— <i>echinatum</i> Pers. (Igel- „)	2	4	2,5	5
— <i>gemmatum</i> Batsch (Warzen- „)	60,5	95	61	112
— <i>pyriforme</i> Schaeff. (Birnen- „)	11,5	23	22,5	43
— <i>uteriforme</i> Bull. (Schlauch- „)	—	—	1,5	3
<i>Morchella conica</i> Pers. (Spitz-Morchel)	7	6	—	—
— <i>esculenta</i> Pers. (Speise- „)	223	45	47	13
— <i>rimosipes</i> DC. (rillstielige „)	10,5	7	8,5	4
<i>Paxillus atrotomentosus</i> Batsch (Sammtfuss-Krämpling)	1,5	3	0,5	1
— <i>giganteus</i> Sw. (Riesen- „)	1	1	—	—
— <i>involutus</i> Batsch (kahler „)	—	—	0,5	1
<i>Peziza aurantia</i> Müll. (Orange-Becherling)	0,5	1	1,5	3
— <i>coronaria</i> Jacq. (Kronen- „)	13	6	—	—
— <i>leporina</i> Batsch (Hasenohr- „)	—	—	0,5	1
— <i>onotica</i> Pers. (Eselsohr- „)	—	—	0,5	1
— <i>rhenana</i> Fuckel (rheinischer „)	0,5	1	—	—
— <i>venosa</i> Pers. (Ader- „)	5,5	8	3	5
— <i>vesiculosa</i> Bull. (Blasen- „)	3	5	—	—
<i>Pholiota aurivella</i> Batsch (Goldvliess-Schüppling)	—	—	2	3
— <i>caperata</i> Pers. (Runzel- „)	0,5	1	0,5	1
— <i>mutabilis</i> Schaeff. (Stockschwämmchen)	—	—	0,5	1
— <i>squarrosa</i> Fl. Dan. (sparriger Schüppling)	9	7	26	18
<i>Polyporus confluens</i> Alb. & Schw. (Semmel-Porling)	5,5	7	2,5	3
— <i>cristatus</i> Pers. (Kamm- „)	10,5	18	7,5	7
— <i>frondosus</i> Fl. Dan. (Laub- „)	0,5	1	—	—
— <i>ovinus</i> Schaeff. (Schaf- „)	42	30	1,5	3
— <i>pes-caprae</i> Pers. (Ziegenfuss- „)	0,5	1	0,5	1
— <i>squamosus</i> Huds. (Schuppen- „)	1	1	—	—
— <i>sulphureus</i> Bull. (Schwefel- „)	1,5	3	23	8
Übertrag	15871,5	4389	10672,5	3451

	1920		1921	
	kg	Scheine	kg	Scheine
Übertrag	15871,5	4389	10672,5	3451
<i>Polyporus umbellatus</i> Fr. (Eichhase)	9,5	9	—	—
<i>Psalliota arvensis</i> Schaeff. (Schaf-Champignon)	192	216	258	281
— <i>campestris</i> L. (Feld- ")	22	29	453	154
— — L. var. <i>praticola</i> Vitt. (Zucht-Champignon)	2	2	5,5	10
— <i>perrara</i> Schulzer (hohlstieliger Riesen- ")	0,5	1	13	26
— <i>silvatica</i> Schaeff. (Wald-Champignon)	22,5	41	83,5	136
<i>Rhodosporus Prunulus</i> Scop. (Pflaumen-Rössling)	9	15	6	11
<i>Russula alutacea</i> Fr. (ledergelber Täubling)	1,5	2	79,5	58
— <i>aurata</i> With. (Gold- ")	0,5	1	6,5	11
— <i>cyanoxantha</i> Schaeff. (violettgrüner ")	2	4	36,5	45
— <i>delica</i> Fr. (blauender ")	—	—	1	2
— <i>depallens</i> Pers. (verblassender ")	—	—	2,5	5
— <i>heterophylla</i> Pers. (verschiedenblättrig. ")	—	—	1	2
— <i>lepida</i> Fr. (zierlicher ")	3,5	6	4,5	9
— <i>lutea</i> Huds. (gelber ")	—	—	0,5	1
— <i>olivacea</i> Schaeff. (olivgrüner ")	—	—	62,5	43
— <i>vesca</i> Fr. (Speise- ")	86	122	80,5	65
— <i>virescens</i> Schaeff. (grüner ")	0,5	1	0,5	1
<i>Sparassis crispa</i> Wulf. (krauser Ziegenbart)	9	13	19	27
<i>Spathularia clavata</i> Schaeff. (gelber Spatelpilz)	1	2	1	2
<i>Tremellodon gelatinosus</i> Pers. (Gallert-Zitterling)	1,5	3	2	4
<i>Tricholoma cartilagineum</i> Bull. (gepanzelter Ritterling)	—	—	1,5	2
— <i>conglobatum</i> Vitt. (geselliger ")	8,5	8	4	5
— <i>equestre</i> L. (echter ")	38,5	29	31	31
— <i>Georgii</i> Clus. (Mai- ")	4	1	—	—
— <i>grammopodium</i> Bull. (rillstieliger ")	1	1	4,5	3
— <i>humile</i> Pers. (niedriger ")	—	—	1	1
— <i>irinum</i> Bull. (Veilchen- ")	1	2	2	4
— <i>nudum</i> Bull. (violetter ")	1	2	2	4
— <i>personatum</i> Fr. (lilastieliger ")	0,5	1	1	1
— <i>portentosum</i> Fr. (grauer ")	—	—	4	5
— <i>rutilans</i> Schaeff. (rötlicher ")	80	131	33,5	65
Total	16369	5031	11873,5	4465

Bei Zugrundelegung der Durchschnittspreise ergeben sich für die einzelnen zum Verkaufe gelangten Pilz-Arten folgende Resultate:

	1920	1921		1920	1921
	Fr.	Fr.		Fr.	Fr.
Ader-Becherling	11.—	6.—	Übertrag	17.—	8.—
Blasen- "	6.—	—	Kronen-Becherling	39.—	—
Eselsohr- "	—	1.—	Orange- "	1.—	3.—
Hasenohr- "	—	1.—	rheinischer "	1.—	—
Übertrag	17.—	8.—	Übertrag	58.—	11.—

	1920	1921		1920	1921
	Fr.	Fr.		Fr.	Fr.
Übertrag	58.—	11.—	Übertrag	18772.05	22875.55
schwärzlicher Bovist	3.—	—	echter Reizker	343.40	209.70
Brätling	405.—	45.—	„ Ritterling	77.—	52.70
Butterpilz	27.20	39.10	gepanzelter Ritterling	—	4.25
Feld-Champignon	110.—	1812.—	geselliger „	14.45	6.80
hohlstieliger Riesen-			grauer „	—	6.80
Champignon	2.50	52.—	lilastieliger „	—85	1.70
Schaf-Champignon	960.—	1032.—	Mai- „	6.80	—
Wald- „	90.—	250.50	niedriger „	—	—85
Zucht- „	10.—	22.—	rillstieliger „	1.70	7.65
Eichhase	19.—	—	rötlicher „	136.—	67.—
Eierschwamm	13584.—	17668.—	Veilchen- „	1.70	3.40
Orange-Eierschwamm	—	4.—	violetter „	1.70	3.40
roter „	19.50	34.—	Bronze-Röhrling	17.50	21.—
Essigpilz	11.90	17.—	Elfenbein- „	10.20	7.45
Hallimasch	198.90	266.05	Gold- „	103.70	45.05
Hartpilz	658.—	332.—	Körnchen- „	17.85	26.35
klebriger Hörnling	1.50	2.25	Kuh- „	—	4.25
Kaiserpilz	6.—	24.—	Maronen- „	18.70	44.20
schlüpfriger Kappenpilz	—75	—75	Rotfuss- „	6.80	13.60
Kapuzinerpilz	230.—	44.—	Rothaut- „	1045.—	22.—
Keulenpilz	8.50	7.65	Sand- „	56.10	28.90
kahler Krämpling	—	—85	Schleim- „	4.25	3.40
Riesen- „	1.50	—	Schuppen- „	—75	3.—
Samtfuss- „	2.25	—85	hochroter Saftling	1.50	—
gelbliche Kraterelle	330.—	14.—	geschundener Schirmling	—	1.—
Pfeffer-Milchling	57.—	31.25	getropfter „	9.35	—85
süsslicher „	1.50	22.50	Safran- „	1.70	16.—
wolliger „	3.—	2.25	grosser Schmierling	91.80	34.85
Mönchskopf	25.50	18.55	kleiner „	5.95	3.40
rillstielige Morchel	63.—	68.—	Elfenbein-Schneckling	1.50	—
Speise-Morchel	1338.—	376.—	fleischfarbiger „	18.—	1.50
Spitz- „	42.—	—	gelbflockiger „	1.50	—75
Parasolpilz	45.05	49.—	Purpur- „	4.50	—75
Perlpilz	30.60	149.—	wohlriechender „	—	1.50
Trompeten-Pfifferling	121.—	197.—	Goldvliess-Schüppling	—	4.—
violetter „	13.—	5.—	Runzel- „	—85	—85
Kamm-Porling	18.90	13.50	sparriger „	15.30	44.20
Laub- „	1.—	—	Schweinsohr	332.50	11.25
Schaf- „	84.—	3.—	gelber Spatelpilz	—85	1.70
Schuppen-Porling	—90	—	dorniger Stacheling	—75	—
Schwefel- „	2.70	41.40	Birnen-Stäubling	17.25	33.75
Semmel- „	11.—	5.—	Hasen- „	3.75	1.50
Ziegenfuss- „	—90	—90	Igel- „	3.—	3.75
Pflaumen-Rässling	13.50	10.20	Riesen- „	—	13.25
Rehpilz	162.—	204.—	Schlauch- „	—	2.25
Übertrag	18772.05	22875.55	Übertrag	21146.55	23836.10

	1920	1921		1920	1921
	Fr.	Fr.		Fr.	Fr.
Übertrag	21146.55	23836.10	Übertrag	29284.65	37330.30
Warzen-Stäubling	90.75	91.50	echter Trichterling	1.70	— .85
Steinpilz	5890.—	11601.50	Lack- „	4.25	1.70
Stockschwämmchen	—	— .85	schlaffer „	1.70	—
Stoppelpilz	1054.—	396.—	weisse Trüffel	135.—	31.50
rostroter Stoppelpilz	153.—	229.—	Löffel-Zähling	— .75	3.—
blauer Täubling	—	1.70	gelber Ziegenbart	408.85	370.60
gelber „	—	— .85	Gold- „	—	11.90
Gold- „	— .85	11.05	grauer „	113.90	41.20
grüner „	— .85	— .85	Kamm- „	4.25	9.35
ledergelber „	2.55	135.15	krauser „	27.—	57.—
olivgrüner „	—	106.25	Runzel- „	— .85	—
Speise- „	146.20	136.85	schöner „	129.20	52.70
verblässer „	—	4.25	Trauben- „	27.20	16.15
verschiedenblätt. Täubling	—	1.70	ungleichförmiger		
violettgrüner „	3.40	62.05	Ziegenbart	2.55	— .85
zierlicher „	5.95	7.65	violetter „	1.70	—
Totentrompete	788.—	707.—	Ziegenlippe	8.50	13.60
Anis-Trichterling	2.55	—	Gallert-Zitterling	2.25	3.—
Übertrag	29284.65	37330.30	Total	30154.30	37943.70

Der Vermittlung des Herrn Dr. med. F. THELLUNG verdanken wir es, dass uns die Gesundheitsbehörde der Stadt Winterthur ihre die Jahre 1920 und 1921 beschlagenden Pilzkontrollberichte zum Zwecke der Publikation zur Verfügung gestellt hat und wir sprechen sowohl genannter Gesundheitsbehörde wie Herrn Dr. F. THELLUNG hierfür unsern besten Dank aus. Die Berichterstattung ist noch etwas mager, indessen steht es uns, wenn wir unsere eigenen ersten Marktberichte zum Vergleich heranziehen, nicht an, Kritik zu üben. Zweifelsohne wird auch in Winterthur mit den Jahren das Bedürfnis sich regen, etwas eingehender über den Gang der Kontrolle und das Anwachsen des dortigen Pilzmarktes orientiert zu werden und diesem Wunsche Rechnung zu tragen wird nicht schwierig sein, verfügt doch wie wir in Zürich in Prof. Dr. A. THELLUNG, Winterthur in der Person des Dr. F. THELLUNG über einen vortrefflichen Sachverständigen.

Pilzkontrolle in Winterthur

1920.

Pilzarten	Ausgestellte Scheine	Gewicht
Eierschwämme	124	923 kg 750 gr
Steinpilze	46	165 „ 850 „
Übertrag	170	1089 kg 600 gr

Pilzarten	Ausgestellte Scheine		Gewicht	
	Übertrag	170	1089 kg	600 gr
Champignon	7		16 „	200 „
Keulenkraterellen	2		1 „	— „
Rehpilze	2		2 „	— „
Hartpilze	10		13 „	750 „
Totentrompeten	25		60 „	800 „
Brätlinge	9		25 „	200 „
Rotkappen	6		5 „	400 „
Trüffel	5		1 „	300 „
Semmelstoppelpilz	28		82 „	650 „
Gelbe Kraterellen	13		23 „	— „
Trompetenpifferling	7		29 „	— „
Hirschschwamm	3		28 „	— „
Reizker	1		5 „	500 „
Morcheln	16		62 „	500 „
Total	304		1445 kg	900 gr

K. GRÄSSLE, Ortsexperte.

1921.

Es wurden ausgeführt: Marktkontrollen (mit Abgabe eines Pilzscheines) 185.

Kontrollen für Private (ohne Pilzschein) 49.

Verkauft wurden folgende Sorten:

Steinpilz	249 kg	Eierpilze	191 kg	Morcheln	11 kg
Hasenohr- Becherling	1 „	Maischwamm	63 „	Champignon	63 „
Ziegenbart	97 „	Rehpilz	49 „	Elfenbein- Schneckling	4 „
Brätling	3 „	Gallertpilz	4 „	Trüffel	1 „
Semmelstoppel	26 „	Birkenpilz	10 „	Rotkappen	8 „
Täubling	4 „	Reizker	8 „	Hartpilz	15 „
Totentrompete	8 „	Kraterellen	16 „	Parasolpilz	6 „
Hallimasch	12 „	Milchling bleigrauer	8 „	Butterpilz	1 „

Vom Verkaufe zurückgewiesen wurden 42 kg Pilze, weil bereits verdorben.

Für die Pilzkontrolle:
O. SCHORR, Ortsexperte
J. WEBER, „

Anlässlich der von uns in Zürich ausgeführten Marktbesuche wurden jeweilen an Ort und Stelle allfällig vorhandene giftige, verdächtige, ungeniessbare oder wurmstichige wie auch schlampige und unsauber aussehende Pilze vernichtet. Von ab und zu auf dem Wochenmarkt erscheinenden Giftpilzen seien erwähnt: *Entoloma lividum* Bull. (Riesenrötling), *Amanita pantherina* DC. (Pantherschwamm), *Amanita muscaria* L. (Fliegenschwamm), *Amanita phalloides* Fr. (Grüner Knollenblätterschwamm), *Amanita Mappa* Batsch (gelber Knollenblätterschwamm), jeweilen verwechselt mit dem Schaf-Champignon und unter diesem Namen feilgeboten), *Amanita verna* Fr. (Klebriger Wulstling, gleichfalls unter Champignons in einem und demselben Korb), *Tricholoma tigrinum* Schaeff. (Tränender Ritterling); beanstandet, d. h. nicht zum Verkauf zugelassen und daher vernichtet wurden jeweilen: *Amanita strobiliformis* Vitt. (Fransiger Wulstling) wegen dessen Ähnlichkeit mit einer weissen Abart des Knollenblätterschwammes, *Amanita spissa* Fr. (Ganzgrauer Wulstling) und *Amanita vaginata* Bull. (Ringloser Wulstling) weil dem Pantherpilz (giftig) zu ähnlich, *Helvella crispa* Bull. (Herbst-Lorchel) und *Helvella elastica* Bull. (Elastische Lorchel), weil nur in abgebrühtem Zustand geniessbar.

Die bestellte Kontrolle hat mitunter auch mit allerlei Kniffen zu rechnen, wie folgender, unsern Protokollen entnommene Fall beweist. Am 20. Sept. 1921 hatte Pilzverkäufer L. Steinpilze zum Verkauf auf den Markt gebracht, unter die er Exemplare des Gallenröhrlings (*Boletus felleus* Bull. = *Tylopilus felleus* Bull.) gemischt hatte. Der Gallenröhrling ist seiner Bitterkeit wegen total ungeniessbar, eine Beimischung zu einem Gericht von Steinpilzen macht dieses ungeniessbar. L. wurde vom kontrollierenden Beamten des Bot. Museums auf die Unterschiede der beiden Arten, besonders auf die dunkle (schwarzbräunlich-körnige) Netzzeichnung am Stiele des Gallenröhrlings aufmerksam gemacht. Die Folge dieser Belehrung war, dass L. acht Tage später die Gallenröhrlinge mit fein säuberlich abgeschabten Stielen unter die Steinpilze gemischt zu Markt brachte (!), in der allerdings falschen Hoffnung, dass sie so der Kontrolle entgehen würden.

Eindringlich zu warnen ist vor dem Genusse des Pantherpilzes, der leider von MICHAEL und ROTHMAYR als (nach Abzug der Oberhaut) essbar angegeben wird. „Pantherpilz“ ist ein populärer Sammelname, der mehrere, einander recht ähnliche, aber botanisch unterscheidbare und in ihrem Werte bezw. ihrer Giftigkeit recht verschiedene Arten umfasst. Es kann nun wohl als einwandfrei festgestellt gelten, dass der echte Pantherpilz (*Amanita pantherina*) giftig ist, während ein Teil der ähnlichen und damit oft verwechselten Arten, z. B. der ge-

drungene oder ganzgraue Wulstling (*Amanita spissa*) nach Abziehen der Oberhaut genossen werden kann. Wenn die genannten Pilzforscher versichern, den Pantherpilz ohne Schaden genossen zu haben, so bezieht sich diese Angabe sicher nicht auf den echten Pantherpilz. Es geht dies zur Evidenz auch aus den Abbildungen dieser Autoren hervor: MICHAEL's „Pantherpilz“ ist *Amanita spissa* (oder *valida*?), die ROTHMAYR'sche Abbildung ist unklar (zu roh; vielleicht eine Form des Perlpilzes??), jedenfalls stellt sie auch nicht die echte *Amanita pantherina* dar. Angesichts der Schwierigkeit der Unterscheidung des Pantherpilzes von den ähnlichen Arten, empfiehlt es sich dringend, alle diese braungrauen oder schwarzbraunen Arten mit weissem oder grauem Fleisch (vorsichtshalber auch den essbaren Scheiden-Wulstling oder -Streifling, *Amanita vaginata*) vom Genusse auszuschliessen; empfehlenswert ist nur der an dem rötlichen Fleisch kenntliche Perlpilz (*Amanita rubescens*) im abgehäuteten Zustande.

Vergl. übrigens über die Frage des Pantherpilzes: „Pilz- und Kräuterfreund“, 4. Jahrg. (1920/21), 129, 135, 250, 263, und die sehr sorgfältigen Untersuchungen von Dr. HELENE FRIEDERIKE STELZNER, publiziert unter dem Titel „Zur Kenntnis der Gift- und Nutzpilze“ in der Berliner klin. Wochenschr. (1918), 978. Fräulein STELZNER gelangt auf Grund ihrer Experimente zu folgenden Leitsätzen:

Der Perlpilz ist weder als Ganzes giftig, noch sind seine Häute oder äussere Umhüllung giftig.

Die Giftwirkung des Fliegenschwammes ist nicht an seine Oberhaut gebunden.

Der Pantherschwamm ist hochgiftig. (Vergl. auch H. STELZNER in Berl. klin. Wochenschr. [1919], 1025.)

Vergiftungen, bewirkt durch den Genuss von kontrollierten Pilzen sind weder den Behörden noch uns zur Kenntnis gelangt und dürften wohl auch nicht vorgekommen sein, wohl aber haben die Tagesblätter häufiger als sonst von durch den Genuss von selbstgesammelten oder von Hausierern gekauften, unkontrollierten Pilzen vorgekommenen Vergiftungen zu berichten gewusst und einzelne dieser Fälle sind auch, soweit sie Zürich betrafen, unserer Kontrollstelle, soweit sie in Winterthur vorgefallen sind, Herrn Dr. med. F. THELLUNG in Winterthur, dem Vorsitzenden des dortigen „Vereins der Pilzfreunde“ einberichtet worden. In einigen dieser Fälle war Herr Dr. F. THELLUNG zudem behandelnder Arzt.

Da die näheren Verumständungen und der Verlauf der Vergiftung in mehrfacher Hinsicht nicht ohne Interesse sind, lassen wir die uns zur Verfügung gestellten Krankengeschichten folgen, auch an

dieser Stelle den kantonalen und städtischen Gesundheits- und Polizeibehörden, dem Stadtarzt der Stadt Zürich, der Direktion der Medizinischen Klinik am Kantonsspital in Zürich und Herrn Dr. F. THELLUNG in Winterthur für die gemachten Mitteilungen unsern Dank aussprechend.

Die Direktion der Medizinischen Klinik am Kantonsspital Zürich berichtet (6. XII. 1921):

„M., K., 39 Jahre, Erdarbeiter, wohnhaft Zürich, suchte am 4. September 1921 im Wald Pilze, die von einem „Kenner“ als essbar bezeichnet werden. Die Pilze werden gekocht, 3 Uhr mittags reichliche Mengen verzehrt. 4 Uhr Schwindelgefühl, Bewusstlosigkeit, Tobsuchtsanfälle. Die Ehefrau geniesst ebenfalls von den Pilzen, mehrmaliges Erbrechen, Schwindelgefühl, dann Wohlbefinden. — Patient wird am 4. Sept. (Tag der Vergiftung) abends 6 Uhr tobend eingeliefert, schlägt heftig um sich, ist vollkommen desorientiert. Pupillen weit, auf Licht kaum reagierend, Konjunktiven injiziert. An den innern Organen, am Nervensystem nichts auffälliges. Temperatur 35,6, Puls 60, Atmung 18. Therapie: Magenspülung, wobei Reste von Pilzen zu Tage gefördert werden. Rizinusöl, Apomorphininjektion. Daraufhin mehrfaches Erbrechen, dünne Stühle. Patient ist in der Nacht unruhig, am andern Tag klar, müde. Wird am 8. September beschwerdefrei entlassen. Bericht der Direktion des Botanischen Gartens vom 7. September ergibt, dass es sich um Steinpilz, Täublinge und Fliegenschwamm handelt.

Ebenfalls am 4. September wird eingeliefert G., A., 45 Jahre, Näherin, wohnhaft Zürich, ist die Mutter des M. und ass um 3 Uhr ebenfalls von diesen Pilzen. Spürte während des Essens Müdigkeit, erbrach dann 10 Minuten lang. Dann Kopfweg, Übelkeit, verliert die Besinnung. Wird abends 6 Uhr sehr unruhig in die Klinik eingeliefert, schlägt um sich, beisst, spuckt, reagiert nicht auf Anruf. Stark gerötetes Gesicht, weite, reaktionslose Pupillen, injizierte Konjunktiven, stark belegte, feuchte Zunge, Sugillationen am weichen Gaumen. Innere Organe und Nervensystem o. B. Temperatur 36,8, Puls 92, Atmung 28. Im Urin Eiweisspuren. Therapie: Magenspülung, welche Pilze zu Tage fördert, 2 Esslöffel Rizinusöl. Patientin ist auch am 5. September schwer besinnlich, hat Stuhlverhaltung trotz Rizinusöl. Pupillen immer noch weit, Eiweiss noch in Spuren. Gesicht noch etwas gerötet. Erholt sich in der Folgezeit vollkommen und wird am 13. September geheilt entlassen.“

Der Stadtarzt der Stadt Zürich, Herr Dr. KRUCKER, berichtet:

„Gestern, den 23. August 1920 abends machte der behandelnde Arzt

Dr. W. folgende Mitteilung: An der Quellenstrasse, Zürich 5, seien in der Familie G. 2 bis 2 $\frac{1}{2}$ Stunden nach Genuss von Pilzen, die sie gestern Abend ca. 5 $\frac{1}{2}$ Uhr gegessen hatten, drei Personen erkrankt: zwei Personen hätten sofort starkes Erbrechen bekommen, worauf es zurückzuführen sei, dass bei ihnen die Symptome nur leicht aufgetreten seien. Bei der dritten Person, die sehr viel von den Pilzen gegessen habe, aber erst nach Einführung einer Magensonde erbrochen habe, sei es zu stürmischeren Erscheinungen gekommen, Pulsbeschleunigung, Magendruck, starkem Schwindelgefühl; Diarrhöe und Fieber wurden bis dato bei keinem der Erkrankten beobachtet.

Die Pilze seien der Familie, wie schon oft, von einem Bekannten im Laufe des gestrigen Tages geschickt worden und stammten nicht vom Markt.“

Diese Ausführungen sind dann durch dieselbe Amtsstelle am 30. August 1920 durch nachstehende Mitteilung ergänzt worden:

„Zur Ergänzung in Sachen Pilzvergiftung der Familie G. an der Quellenstrasse, Zürich 5, haben wir den Lieferanten P., L., Zürich, aufgefordert, nochmals von den angeschuldigten Pilzen zu suchen, welcher Aufforderung er am 28. August nachkam. Wir haben die Pilze, welche mit den zuerst gelieferten identisch sein sollen, Ihnen zugestellt. Frl. P. teilte bei diesem Anlass dem Sanitätsmann mit, dass ihre Familie von den nämlichen Pilzen, die ihr Vater am 22. August gesucht und der Familie G. geliefert habe, gegessen habe, ohne dass jemand krank geworden sei. Ihr Vater befasse sich übrigens schon seit 20 Jahren mit Pilzsammeln. Die Familie G. soll dem P. für die gelieferten Pilze 50 Rp. bezahlt haben. Den Erkrankten in der Familie G. geht es übrigens allen wieder gut.“

Wir, als Kontrollstelle, haben nur hinzuzufügen, dass uns durch Sanitätsmann G. Proben dieses Pilzgerichtes überbracht wurden. Es bestanden dieselben aus Eierschwämmen und einem weitem, nicht mehr erkennbaren Blätterpilz, der frisch „rötlich gewesen sei“.

2. Mitteilung seitens des Stadtarztes (v. 7. X. 1920). Es betrifft dieselbe die 44jährige Frau M. S. in Zürich 5 und deren 10jährigen Knaben O. Sie lautet:

„Am Mittwoch, den 15. September 1920, ging Frau S. mit dem Knaben O. in den Käferholzwald, um Pilze zu suchen. Von den gesammelten Pilzen wurden 5 Stück am 16. September zum Mittagessen geschwellt und mit Öl zubereitet und von Frau S. und O. gegessen. Am gleichen Tage, abends 10 Uhr, erkrankten beide mit heftigem Erbrechen und Diarrhöe. In ärztliche Behandlung kamen die Erkrankten erst am 17. September, nachmittags 2 $\frac{1}{2}$ Uhr. Während sich

daraufhin der Zustand der Frau S. zusehends besserte, kam es bei dem Knaben zu sekundärer Bauchfellentzündung, der er am 19. September, morgens 5 Uhr, erlag. Von den Pilzen waren keine Reste mehr vorhanden. Der Beschreibung nach soll es sich um weisse Pilze mit länglichen Stielen und grundständiger knollenförmiger Verdickung (Knollenblätterpilz?!) gehandelt haben.

Ferner starb am 2. September 1920 im Kantonsspital ein gewisser C., L., Maurer, wohnhaft Zürich 8, ebenfalls an Pilzvergiftung unter den Erscheinungen von Ikterus (Gelbsucht), Blutharnen und blutigem Stuhl. Nähere Angaben konnten wir bis dato nicht erhältlich machen.“

Über diesen Fall berichtete in der Folge die Direktion der Med. Klinik des Kantonsspitals Zürich (Mitteilung des Stadtarztes vom 9. X. 1920):

„Vom 1. bis 2. September 1920 wurde auf der Med. Klinik behandelt C., L., Maurer, 1869, von Italien, wohnhaft Zürich 8. Der Mann wurde moribund auf die Klinik eingeliefert, nachdem er in seinem Zimmer bewusstlos aufgefunden worden war. Der Patient habe oft Pilze gesammelt und gegessen. Die Erscheinungen, welche der Patient bei der Einlieferung aufwies, bestanden in einem ausgesprochenen Ikterus, schwerer Cyanose, völlig benommenem Sensorium. Aus dem Munde strömte ein eigenartiger, fauliger, fleischartiger Geruch, über dem Herzen ein leises systolisches Geräusch, starke Cyanose der sichtbaren Schleimhäute. Im Urin Blut, Urobilin und Urobilinogen. Körpertemperatur 36,0, Puls 92, Atmung 32, unregelmässig. Der Patient starb 2½ Stunden nach Spitaleinlieferung unter den Erscheinungen eines Kollapses. Die klinischen Erscheinungen liessen uns den Verdacht auf eine Pilzvergiftung und zwar durch *Amanita phalloides*, äussern. Bei der Autopsie wurden tatsächlich Pilzreste im Magen vorgefunden, und die für *Amanita phalloides* charakteristische Verfettung und Destruktion von Leber und Nieren wurde ebenfalls vorgefunden. Der Verdacht auf Vergiftung durch *Amanita phalloides* scheint mir deshalb sehr begründet.

Ein kleiner Vorrat gedörrter Pilze, die C. in seinem Logis hatte, soll auf Veranlassung des Spitalarztes dem gerichtlich-med. Institut eingehändigt worden sein.“

Des Weiteren hat uns Herr Dr. med. OTTO FIERZ in Zürich 8 mit einem durch Pilzgenuss verursachten Vergiftungsfall bekannt gemacht und hat uns Proben des Pilzgerichtes zugestellt. Letzteres setzte sich zusammen aus dem geniessbaren *Hydnum imbricatum* und dem giftigen *Tricholoma tigrinum*. Die Erkrankten hatten die Pilze von

einem hausierenden Italiener gekauft, gaben zu, die Schwämme nicht zu kennen und überhaupt zum ersten Mal solche genossen zu haben. Krankheitssymptome: Erbrechen, Schwindel und Durchfall. Beim Mittagessen wurden die Schwämme genossen, in der darauffolgenden Nacht gegen 2 $\frac{1}{2}$ Uhr stellte sich das Erbrechen ein, das die ganze Nacht durch andauerte. Am darauffolgenden Tage konnten alle drei Personen ihre Arbeit wieder aufnehmen.

Herr Dr. med. F. THELLUNG in Winterthur endlich, hat uns die nachfolgenden, äusserst sorgfältig redigierten Aufnahmen zur Verfügung gestellt:

„Pilzvergiftungen durch *Tricholoma tigrinum* (Schaeff.)
in Winterthur
am 5. und 6. IX. 1921.

Gruppe I.

Am 5. IX. sammelte ein Pilzliebhaber, der eine Anzahl Pilze kennt und schon oft selbst gesammelt und gegessen hat, eine grosse Menge Pilze und liess einen Teil zum Nachtessen zubereiten. Eine Art, die im Gemisch reichlich vertreten war, kam ihm unbekannt vor. Er wollte sie herauslesen, wurde aber abgerufen. Unterdessen nahm die Köchin wahllos einen Teil der Pilze und bereitete sie zu (reinigen, dünsten). Der Hausherr kam dazu; weil von den ihm unbekanntem dabei waren, legte er das berühmte Silberstück hinein, und es blieb blank. Das Gericht wurde von drei Erwachsenen zu gleichen Teilen verzehrt, jedes drei gehäufte Esslöffel voll. Der Geschmack war gut. Schon nach einer Viertelstunde trat bei allen Übelkeit ein, und es erfolgte vielmaliges heftiges Erbrechen, ohne Schmerzen. Nach zwei Stunden ausserdem Durchfall. Allgemeinbefinden nicht stark gestört, nur die schwächliche Köchin musste sich legen. Zwei Stunden nach der Mahlzeit gerufen, spühlte ich die drei Magen aus und entleerte noch ziemlich viel Pilzreste und zugleich genossene Nudeln. Ferner gab ich Rizinusöl, und liess später Schwarztee trinken. Nach der Spülung hörte das Erbrechen allmählich auf. Die Diarrhöe dauerte die ganze Nacht hindurch. Am Morgen waren alle drei Personen ziemlich wohl.

Die nicht zubereiteten Pilze, von denen die zubereiteten ohne Auswahl genommen worden waren, bestanden zur Hälfte aus *Tricholoma tigrinum* (der Pilz, der dem Sammler verdächtig vorgekommen war und dessen Diagnose am eingesandten Muster von der Zürcher Kontrollstelle bestätigt wurde). Die übrige Hälfte setzte sich zusammen aus

nur vereinzelt Exemplaren von *Boletus edulis*, *Amanita rubescens*, *Clitocybe geotropa*, *Clitocybe mellea*, *Clitocybe imperialis*, *Hebeloma crustuliniforme*, *Russula delica*, *Russula alutacea*, *Cantharellus cibarius*, *Clavaria aurea?*, *Lycoperdon gemmatum*.

Sämtliche Pilze waren frisch und jung.

Gruppe II.

Am 6. IX. sammelte ein Pilzliebhaber, der ziemlich viele Pilze gut kennt und oft für sich sammelt, eine Anzahl junger Ritterlinge, die er für *Tricholoma portentosum* hielt. Er kennt *Tricholoma tigrinum*, aber die gesammelten Pilze waren jung und die Oberhaut war noch beinahe einfarbig und glatt, grau. Es wurde ausschliesslich diese Art am gleichen Abend gedünstet und von vier Personen mit Genuss verzehrt.

- 1) erwachsener Mann: einen ganzen Teller voll,
- 2) erwachsener Mann: 3 gehäufte Esslöffel,
- 3) erwachsene Frau: wie 2),
- 4) 1¹/₂jähriges Kind: 2 Kaffeelöffel voll.

Nach ¹/₄ bis ¹/₂ Stunde bei den drei Erwachsenen Übelkeit, heftiges wiederholtes Erbrechen. Eine halbe Stunde später erbrach auch das Kind. Letzteres hatte in der Nacht noch mehrmals Erbrechen, keinen Durchfall, und war am Morgen munter. Bei 2) und 3) in der Nacht noch mehrmals Erbrechen, gegen Morgen starke Diarrhöe, am Morgen ziemlich wohl. Keine Behandlung.

Bei 1) sehr heftiges, gehäuftes Erbrechen, qualvolles Würgen, grosse Mattigkeit, Blässe, eingesunkene Augen. Puls gut, keine Nervensymptome. Magenspülung 2 Stunden nach Mahlzeit, Rizinusöl. Darauf wurde das Erbrechen seltener und milder, wiederholte sich aber doch noch 36 Stunden lang. In der ersten Nacht starke Diarrhöe, häufige Entleerungen. Wegen Mattigkeit und Unmöglichkeit von Nahrungsaufnahme 2 Tage bettlägerig, dann rasche Erholung.

Bei dem nicht zubereiteten Teil der Pilze, die ich (Dr. F. Thellung) frisch am Abend sah, konnte man wegen der noch glatten Oberhaut wirklich an *Tricholoma portentosum* oder noch eher *terreum* denken; am nächsten Morgen waren aber durch Austrocknung bei allen Exemplaren kleine Schuppen deutlich geworden, und ich konnte alle Exemplare mit Sicherheit als Tigerritterlinge erkennen.

Tricholoma tigrinum kommt in den Wäldern um Winterthur ziemlich häufig vor.

Vergiftung durch *Amanita pantherina* DC.
am 8. IX. 21 in Winterthur.

Forstbeamter, Pilzkenner, sammelte ein Mischgericht mit vielen Pantherpilzen, die er auch schon ohne Schaden verspiesen hatte, auf die Empfehlung im ROTHMAYR'schen Buche hin. Abziehen der Oberhaut. Ass davon mittags mit Frau und 8jährigem Knaben. Symptome wie bei Fliegenpilz, nach 1—3 Stunden auftretend:

Vater war im Freien, hatte nachmittags rauschähnlichen Zustand, ging unsicher, hatte Mühe zu sprechen, verlor mehrmals den Hut aus der Hand. Gegen Abend Erbrechen, dann Besserung.

Mutter hatte bald nach Essen etwas Übelkeit, wurde dann schläfrig und schliesslich bewusstlos; bald trat hochgradige Aufgeregtheit dazu, Umsichschlagen, Schreien, Muskelzuckungen. Pulsbeschleunigung, etwas weite Pupillen. Zustand bedrohlich, aber nach Magenspülung rasche Erholung.

Knabe ass wenig. Nach Essen etwas Leibweh, ging an Schulspaziergang. Wurde schläfrig, taumelte; wollte Hirsche füttern, liess aber das Brot immer fallen. Dann völlig bewusstlos, Schlucklähmung, weite, starre Pupillen. Auch hier rasche Erholung nach Magenspülung im Spital.

Ich konnte sämtliche Abfälle im Kehrichteimer frisch untersuchen und fand: Einzelne *Boletus edulis*, *luteus*, *scaber*, *Tricholoma rutilans*, *Paxillus prunulus*, 1 Exemplar *Boletus luridus* (nicht *satanas*!), mehr *Amanita rubescens* und am meisten *Amanita pantherina*. Da von sämtlichen Pilzen Huthaut und Stiel vollständig entfernt worden waren, konnte ich an diesen die sichere Diagnose stellen. Es war kein Exemplar dabei von *Amanita muscaria* oder irgend einer Abart davon, und ebensowenig von *A. spissa*, *excelsa*, *valida* etc., sondern ausser sichern Perlpilzen nur typische Pantherpilze mit gestreiftem Hutrand, schlankem, weissem Stiel und typisch berandeter Knolle.

Der Fall scheint mir (Dr. F. Thellung) nicht unwichtig, da er bestätigt, dass die französischen, sowie die ältern und wissenschaftlichen deutschen Autoren recht haben mit der Giftigkeit des echten Pantherpilzes, gegenüber den populären deutschen und deutschschweizerischen (MICHAEL, GRAMBERG, RICKEN, ROTHMAYR). In Deutschland bricht sich allerdings jetzt die Erkenntnis allmählich Bahn, aber die Bücher führen noch irre.“

Seit 24 Jahren warnen wir Jahr für Jahr davor, als Erkennungszeichen der Giftigkeit oder Harmlosigkeit abzustellen auf das Kochen

des Gerichtes mit einem silbernen Löffel! Aber wir sind offenbar Prediger in der Wüste, denn immer und immer wieder müssen wir von sogenannten Pilzkennern uns belehren lassen, dass sie erstens alle Pilze kennen und dass zweitens für sie das Kochen mit dem berühmten Löffel ein schon von der Urgrossmutter sel. übernommenes, nie im Stiche lassendes Indizium sei!

Wer Speiseschwämme kennen lernen will, der beginne zuerst mit zwei, drei Arten, lerne die ganz genau unterscheiden, suche sie immer und immer wieder auf und wenn diese einmal sein „Eigentum“ geworden sind, dann füge er eine vierte, fünfte und sechste Art hinzu und erweitere derart schrittweise seine Kenntnisse.

Gute Dienste leisten ihm hiebei in allererster Linie folgende Werke:

1. MICHAEL, EDMUND. Führer für Pilzfreunde. Ausgabe B. Band I (1918), Abbildungen 1—82, Band II (1918), Abbildungen 83 bis 206, Band III (1919) Abbildungen 207—346. Verlag von Förster & Borries, Zwickau Sa.
2. GRAMBERG, E. Die Pilze unserer Heimat. 2 Bände. 3. Aufl. Band I mit 76, Band II mit 60 Tafeln. Quelle & Meyer, Leipzig 1921.
3. RICKEN, ADALBERT. Die Blätterpilze (Agaricaceae) Deutschlands und der angrenzenden Länder, besonders Österreichs und der Schweiz. XXIV und 480 S., 112 Tafeln. Theodor Oswald Weigel, Leipzig 1915.
4. HAHN, GOTTHOLD. Der Pilzsammler oder Anleitung zur Kenntnis der wichtigsten Pilze Deutschlands und der angrenzenden Länder. XXIII und 211 S., 32 Tafeln. Herm. Kanitz' Verlag, Gera 1903.
5. RICKEN, ADALBERT. Vademecum für Pilzfreunde. Taschenbuch zur bequemen Bestimmung aller in Mitteleuropa vorkommenden ansehnlicheren Pilzkörper, mit fünf Bestimmungstabellen und Zitaten bekannter Bildwerke. XXIV und 352 S. 2. Aufl. Quelle & Meyer, Leipzig 1920.
6. HERMANN, EMIL. Welche Pilze sind essbar? Wichtigstes Ergänzungswerk zu allen bisher erschienenen Pilzwerken. 192 S. Heilbronn a. Neckar.

No. 1, 2, 3 und 4 sind Abbildungswerke (die Abbildungen in No. 4 sind allerdings zum Teil etwas zu grob), No. 5 und 6 entbehren der Bilder und setzen daher schon einige Übung im Unterscheiden und in der Technik des Bestimmens voraus. Das ist auch der Fall hinsichtlich der verschiedenen Monographien, die der Vorsteher der

amtlichen Pilzkontrolle in St. Gallen, EMIL NÜESCH, publiziert hat, aus deren Reihe an dieser Stelle zu nennen sind:

NÜESCH, EMIL. Die braunsporigen Normalblätterpilze (Phaeosporae der Agariceae) der Kantone St. Gallen und Appenzell. Jahrbuch der St. Gallischen Naturwissenschaftl. Gesellschaft, 55. Band (1917 u. 1918) (1919), 177—322.

— — Die schwarzsporigen Blätterpilze der Kantone St. Gallen und Appenzell (Jahrbuch der St. Gallischen Naturwissenschaftl. Gesellschaft, 57. Band (1920 u. 1921) (1921), 141—169.

— — Die Röhrlinge (Pilzgattung Boletus) Bestimmungsschlüssel und Beschreibung aller Röhrlinge Mitteleuropas. 43 S. Verlag Huber & Co., Frauenfeld 1920.

— — Die Milchlinge (Pilzgattung Lactarius). Bestimmungsschlüssel und Beschreibung der Milchlinge Mitteleuropas. 50 S. Selbstverlag des Verfassers, St. Gallen 1921.

— — Die weissporigen Hygrophoreen (Pilzgattungen Limacium, Hygrophorus, Nyctalis). 66 S. Druck und Verlag von Carl Rembold, Heilbronn a. Neckar 1922.

Schliesslich empfehlen wir angelegentlichst dem Anfänger wie dem Fachmann die in Heilbronn erscheinende Zeitschrift „Der Pilz- und Kräuterfreund“, die stets eine Fülle von Anregungen bringt und in der Regel als Beilage vortreffliche Pilzbilder enthält. Sie steht gegenwärtig im 5. Jahrgang.

An die Behörden wie an die praktischen Ärzte richten wir die dringende Bitte, uns, wenn sie sich mit durch Pilzgenuss bedingten Vergiftungen zu befassen haben, vom Sachverhalt Mitteilung zu machen und uns, wo immer möglich, Proben des Pilzgerichtes oder noch besser die frischen Pilze, wenn solche noch erhältlich sind, zur Feststellung der Art zustellen zu wollen.

Am gefährlichsten sind und bleiben die unter dem Namen „Knollenblätterschwamm“ gehenden Amanita-Arten, *A. phalloides* und *Mappa*, am gefährlichsten, weil sie leicht im jugendlichen Zustande verwechselt werden können mit Champignons und weil die Vergiftungserscheinungen verhältnismässig erst geraume Zeit nach erfolgtem Genuss sich einstellen, sodass die Hülfe des Arztes dann häufig zu spät kommt. Man wird uns Dank wissen, wenn wir, unsern Bericht abschliessend, auch an dieser Stelle wiederum auf die Unterscheidungsmerkmale nachdrücklich hinweisen:

Champignon

Knollenblätterschwamm

Geruch:	angenehm, mandelnuss- oder anisartig	unangenehm, ähnlich einer frisch durchschnittenen, rohen Kartoffel, zum Teil süsslich
Oberhaut des Hutes:	ziemlich derb, ohne Fetzen einer äusseren Hülle	dünn, häufig mit Fetzen der äusseren Hülle besetzt, die aber bei Regen leicht abgewaschen werden
Fleisch: (unzuverlässiges Merkmal)	ziemlich dick beim Wiesen- od. Feldchampignon (<i>Psalliota campestris</i>), ziemlich dünn dagegen beim Schafchampignon (<i>Psalliota arvensis</i>)	sehr dünn
Blätter auf der Unterseite:	zuerst weiss, später rosarot bis schwarz	bleibend weiss
Sporen:	purpurbraun bis schwarz	weiss
Stiel:	gedrungen, starr u. brüchig, wenig biegsam, am Grunde schwach verdickt oder abgestutzt gerandet	schlank, biegsam, über dem Ring fein eingedrückt längsliniert, am Grunde mit dicker berandeter Knolle (<i>Amanita Mappa</i>) oder in einer Scheide steckend (<i>Amanita phalloides</i>)
Scheide:	fehlend	bei <i>Amanita phalloides</i> vorhanden, bei <i>Amanita Mappa</i> sehr hinfällig, an deren Stelle die Knolle oben berandet
Ring:	meist derbhäutig, dauerhaft (doch trifft man gelegentlich auch ringlose Exemplare an)	zarthäutig, dünn, bei Berührung oft am Finger haftend

Begriff und System der Pflanzensukzession.

Von

ERNST FURRER (Affoltern b. Zürich).

(Als Manuskript eingegangen am 14. März 1922.)

A classification to be true must be genetic and dynamic.

The plant societies must be grouped according to origin and relationship, and the idea of constant change must be strongly emphasised.

COWLES.

Die Ergebnisse der Sukzessionsforschung haben sich in jüngster Zeit, namentlich auch in der Schweiz, derart gemehrt, dass wir das Bedürfnis empfinden, sie in ein übersichtliches System zusammenzufassen, in das auch spätere Ergebnisse leicht eingereiht werden können. Ein allseitig befriedigendes System kann heute selbstverständlich noch nicht aufgestellt werden. Dazu ist die Sukzessionslehre zu jung und der Stoff zu wenig geklärt und in sich gefügt. Aber es ist immerhin eines Versuches wert, die grosse Mannigfaltigkeit der Vegetationswandlungen in ein System zu ordnen. Ich beschränke mich dabei auf die Schweiz; denn ihre Pflanzendecke ist so vielgestaltig, dass sie fast alle wichtigen Sukzessionserscheinungen der gemässigten und kalten Zone von nicht allzu scharf ausgesprochenem ozeanischem und kontinentalem Charakter aufweist. Das hier entwickelte System dürfte sich daher auf die meisten aussertropischen Gebiete anwenden lassen.

Da diese kleine Studie die Begriffs- und Systembildung nach der kritischen Seite behandelt, nicht nach der geschichtlichen, und da sie sich grösstenteils auf eigene Naturbeobachtung stützt, so wird nur beiläufig auf Literatur verwiesen. Umfassende Literaturnachweise finden sich in den am Schluss dieser Arbeit erwähnten Veröffentlichungen.

1. Allgemeines Wesen der Pflanzensukzession.

Die Erdoberfläche hat keine bleibende Form. Die Bewegungen von Luft und Wasser, Abtragung und Aufschüttung, ferner die Tätigkeit der Lebewesen und endogene Vorgänge bewirken, dass

das Antlitz der Erde sich fortwährend verändert. Dieses Geschehen greift tief in das Leben der Pflanze und der Pflanzenvereine ein.

Gletscher stossen vor und begraben unter sich Wiesen und Wälder. Sie schürfen den Untergrund auf, hobeln an den Tallehnen und befördern Moränenschutt das Tal hinaus. Nach ihrem Rückzug hinterlassen sie Rundhöcker und Moränen, die von der Vegetation in Beschlag genommen werden. Bäche und Flüsse, die das Tal durch ihre erosive Tätigkeit vertiefen, unterspülen die Tallehnen und schaffen nackte Anrisse, die bergaufwärts sich vergrössern und in fächerförmiger Verteilung bis an die Gräte hinaufwandern können. Dadurch wird die Vegetationsdecke abgetragen; aber sie entwickelt sich wieder langsam von neuem auf dem entblössten Boden. Den Anrissen gegenüber, auf der konkaven Seite der Flussbiegungen, lagern sich bei Hochwasser Kiesbänke ab, von denen die Vegetation rasch Besitz ergreift. Am Fuss der Berge wachsen durch Abwitterung die Gehängeschuttkegel und Blockfelder, wo die Vegetation an den weniger gefährdeten Stellen mit Erfolg auf Eroberungszüge ausgeht. Auch die Wasserbecken sind in der Geschichte der Erde nur eine vorübergehende Erscheinung. Die Vegetationsgürtel, die sie umgeben, arbeiten an der Verlandung und schreiten im Lauf der Zeit langsam gegen das Innere des Beckens vor. Auf Dünen und Mooren ist die Wandlung der Vegetation schon vor Jahrzenten in den Hauptzügen geklärt worden, weil es da besonders nahe lag, bei Vegetationsstudien den Weg zu verfolgen, den die Pflanzen bei ihrer Besiedelung einschlagen. Endlich sei an die menschliche Kultur erinnert, die durch ihre tiefen Eingriffe den natürlichen Werdegang der Vegetation in neue Bahnen lenkt.

So kann jedes Stück Vegetation als etwas Werdendes oder Gewordenes aufgefasst werden. Diese Betrachtungsweise ist der leitende Gedanke der Sukzessionslehre, an deren Ausbau im Grossen wie im Kleinen viele Pflanzengeographen der letzten Jahrzehnte erfolgreich tätig gewesen sind.

2. Grundbegriffe.

Die zeitliche Folge von Pflanzengesellschaften an einem gegebenen Ort heisst Sukzession. Der Begriff der Sukzession ist somit der allgemeinste Ausdruck für die zeitliche Veränderung der Vegetationsdecke. Daneben bedarf es eines Begriffs, der nur gewisse, möglichst bestimmte und scharf umschriebene Sukzessionen umfasst, genau so wie der Artbegriff in der Systematik eine bestimmte Sippe, der Assoziationsbegriff in der Pflanzensoziologie eine bestimmte Pflanzen-

gesellschaft bezeichnet. Eine solche Einheit ist die Serie. Darunter soll vorläufig eine Sukzession verstanden werden, die mit Neuland beginnt und mit einer klimatisch bedingten Pflanzengesellschaft abschliesst.

Der Begriff der Serie ist dann immer noch äusserst dehnbar. Aber wir können ihm bestimmtere Form geben durch die Forderung, dass bei der Aufstellung einer Serie weitere Bedingungen erfüllt sind. Solche Forderungen müssen sich aus dem Wesen der Sukzession ergeben, deren bezeichnende Erscheinung ist, dass die Sukzession im Laufe der Zeit verschiedene Vegetationsstadien durchläuft. Für die Selbständigkeit der Serie fallen daher folgende Gesichtspunkte ins Gewicht:

1. Die Zahl der Stadien;
2. Der floristische, physiognomische und ökologische Charakter der Stadien, besonders der Anfangs- und Endstadien.¹⁾

Bei der Aufstellung von Serien ist darauf zu achten, dass sie in ihrer Umschreibung einander ungefähr ebenbürtig und nicht zu weit und nicht zu eng gefasst sind. Wo sich das Bedürfnis einstellt, eine Gliederung in kleinere Einheiten vorzunehmen, die nach unserer Festlegung den Namen Serie nicht mehr verdienen, betrachte man diese Einheiten als Varianten (oder Subserien). Sie sind begrifflich den Varianten der Assoziationen (den Subassoziationen) zur Seite zu stellen, gliedern sich also

1. in Höhenvarianten, indem die über verschiedene Höhenstufen verteilte Serie mit zunehmender Höhe eine allmähliche Vereinfachung erfährt; denn die Zahl der konkurrierenden Arten wird geringer und die Daseinsbedingungen gestalten sich ungünstiger;
2. in Gebietsvarianten, kurz auch Fazies genannt, weil von Gebiet zu Gebiet mit dem Wechsel der floristischen Zusammensetzung der Pflanzendecke das floristische Bild der Serie sich ändert;

¹⁾ Diese Fassung habe ich dem Serienbegriff bereits 1916 in etwas einfacherer Form gegeben in „*Riassunto di fitogeografia bormiese*“ (Malpighia, Fasc. 7—10, 1916). Im Abschnitt „*Generalità sullo studio dei consorzi vegetali*“ sagte ich von der Serie: Questa nozione comprende le successioni somiglianti nel carattere fisiografico e nel numero delle fasi (stadi), anche di certi tipi biologici che determinano il carattere genetico-dinamico delle fasi — deutsch: Dieser Begriff umfasst die Sukzessionen, die in ihrem physiographischen Charakter und in der Zahl der Stadien einander gleichen, ebenso in gewissen Lebensformen, die dem genetisch-dynamischen Charakter der Stadien ihr Gepräge geben.

3. in Bodenvarianten (Substratvarianten) je nach der chemisch-physikalischen Eigenart des Bodens, sofern diese auch äusserlich im Gang der Sukzession ihren floristischen, physiognomischen oder ökologischen Ausdruck findet;
4. in Kulturvarianten, innerlich verschiedenartig, weil durch ungleiche Ursachen bedingt, immer aber durch kulturellen Eingriff unmittelbar oder mittelbar hervorgerufen.

Bei Kulturvarianten lassen sich meist mit Deutlichkeit eine Hemmungs- und eine Regenerationsphase auseinanderhalten, die im gleichen Verhältnis zu einander stehen wie Druck und Entspannung in der Physik. Der Eingriff des Menschen in den natürlichen Gang der Dinge bewirkt in der Regel zunächst eine Hemmung. Lässt er z. B. einen Schuttkegel beweiden, der sich bereits mehr oder weniger übergrast hat und der schon einjährige Gehölzkeimlinge als Vorboten des kommenden Waldes enthält, so bleibt die Vegetation im Zustand des Rasens stehen. Bei regelmässiger intensiver Beweidung fallen nämlich die noch zarten Gehölzkeimlinge dem Zahn des Weideviehs zu Opfer. Dagegen begünstigt der Weidgang die Erhaltung des Rasens. Er bleibt zwar nicht in dem Zustand stehen, den die natürliche Sukzession bis zum Beginn der Beweidung erreicht hat, sondern verändert seine floristische Zusammensetzung, indem düngerliebende und den Huftritt ertragende Arten begünstigt werden, während dünger- und trittscheue Arten zurücktreten oder verschwinden. Erst wenn die Beweidung aufhört, wird die Hemmung gelöst, und die Sukzession tritt in die Regenerationsphase ein. Im Rasen gehen Gebüsch und Wald auf, und die Sukzession strebt in raschem Gang dem Ziel zu, das auch der natürlichen Sukzession gesteckt ist.

Setzt die Beweidung erst ein, wenn sich der Gehängeschutt bereits leicht bebuscht hat, so bleibt die Sukzession während der Dauer regelmässiger intensiver Beweidung auf dem Stadium des Gebüsches stehen. Das Weidevieh frisst alle Triebe und verhindert daher die Sträucher und jungen Bäumchen, in die Höhe zu wachsen. Wiederum wird durch die Beweidung der natürliche Werdegang nicht nur gehemmt, sondern dazu noch abseits gelenkt, indem nur biss-harte Sträucher sich behaupten und vermehren, während bissempfindliche Sträucher zurückgehen. Erst mit dem Aufhören des Weidgangs werden die Triebkräfte der natürlichen Sukzession frei und lassen diese aus dem Nebengeleise der Kulturvariante wieder der natürlichen Bahn zueilen.

Das im ganzen stabile End- (oder Klimax-) Stadium, dem die

Serie aus labilen Anfangs- und Übergangsstadien zustrebt, ist immer noch Schwankungen unterworfen.

Ist z. B. das Endstadium ein Wald, so entstehen durch den Sturz alter, abgestorbener Bäume, durch Wind- und Schneebruch kleine Lichtungen, die einer geringen Veränderung des Unterwuchses rufen, und erst wenn durch Kronenschluss die Wunde im Waldkörper ausgeheilt ist, stellt sich die früher dagewesene Begleitflora wieder ein. Derartige Veränderungen können als Endschwankungen (oder Klimax-Schwankungen) bezeichnet werden. Ähnliche Erscheinungen innerhalb früherer Stadien können kurz Schwankungen genannt werden.

Wo der Eingriff in das Endstadium tiefer geht, wie etwa durch Lawinenschlag, kann nicht mehr von einer Endschwankung gesprochen werden. Wird eine Waldfläche durch eine Lawine kahl gefegt, ohne dass die Erdschicht dabei abgetragen wird, so bedarf es zumeist eines Übergangsstadiums oder deren zwei bis drei, um das Dasein des Endstadiums wieder zu ermöglichen. Für diese teilweise Wiederholung der Serie, die zum Wald führt, ist am besten der Name Teilserie am Platz, auch wenn sie nicht genau in der Bahn der früheren Serie verläuft, sondern nur auf deren Endglied hinzielt. Zum Unterschied gegenüber der Teilserie kann das, was bis jetzt kurz als Serie bezeichnet wurde, auch Hauptserie genannt werden.

Teilserien fügen sich durchaus nicht nur an den Schluss einer Hauptserie an, sondern können sich in jedes Stadium einer Hauptserie oder einer Variante einschieben. So kann Lawinenverheerung in jedem Stadium der Waldentwicklung eintreten. Gewöhnlich wird sie die Vegetation nicht samt aller Erde völlig wegtragen, so dass nicht eine Hauptserie von vorn ihren Kreislauf beginnt, sondern lediglich eine Teilserie einsetzt.

Schwankungen und Teilserien werden also beide durch Rückschläge eröffnet. Ihre Unterschiede haben rein graduellen Charakter. Sind die Rückschläge so geringfügig, dass sie nicht vor das Stadium zurückführen, so liegen Schwankungen vor. Reichen sie weiter, so sind sie als Teilserien zu bezeichnen.

Auch Kulturvarianten können durch einen Rückschlag ihren Ursprung nehmen. Wo ein Wald zur Schaffung von Gras- oder Ackerland gerodet wird, ist die Beseitigung des Gehölzes der Rückschlag in der Waldserie, die zu dem gerodeten Wald geführt hat, und mit der Rodung hebt nun die Kulturvariante an.

3 Stadien (3'', 4'' und 5'') bis zur völligen Ausheilung des zerstörten Schlussvereins, wobei sie sich diesem während ihres Verlaufs mehr und mehr annähert.

In dem Schema finden wir auch die grosszügig gedachte, an DAVIS sich anlehrende Dreiteilung der Vegetationszyklen von COWLES wieder. Die Hauptserie und ihre Varianten entsprechen seiner biotischen Sukzession, die dadurch verursacht wird, dass durch die Lebenstätigkeit eines Pflanzenvereins dessen Daseinsbedingungen für einen andern immer günstiger, für den bestehenden immer ungünstiger sich gestalten, bis der alte dem neuen weichen muss. Seine topographische Sukzession, durch Erosion, Schuttaufhäufung und anderes geologisches Geschehen herbeigeführt, schliesst den Abbau mit ein und kommt im Schema durch alle im Rahmen der Kreisfläche dargestellten (ausgezogenen, gestrichelten und punktierten) Linien mit Ausschluss der Kulturvarianten zum Ausdruck. Hingegen lässt sich die erdgeschichtliche (= klimatische, regionale) Sukzession nur andeuten. Nehmen wir an, ein kleines Stück Erdoberfläche sei seit der Karbonzeit bis heute unverändert geblieben und durch alle Zeiträume der Erdgeschichte hindurch bis heute mit Vegetation bestanden gewesen. Dann ist nicht anzunehmen, dass heute wie damals die Karbonflora mit ihren waldbildenden Gefässkryptogamen diesen Fleck Erdrinde bedeckt. Im mesozoischen Zeitalter sind die Gymnospermen vom benachbarten Gebiet eingedrungen, nach ihnen die Dikotylen und Monokotylen und haben so in einer erdgeschichtlichen Sukzession den Karbonwald in das Endstadium der Jetztzeit übergeführt.

Gebiets- und Höhenvarianten lassen sich in diesem Schema nicht unterbringen. Gebietsvarianten weichen von der Hauptserie hauptsächlich durch ihren floristischen Charakter ab, liessen sich also durch parallele Linien eintragen. Höhenvarianten unterscheiden sich durch ihren einfacheren Verlauf, der vor allem auf der Verminderung der Stadien und der zugehörigen Boden- und Kulturvarianten beruht und der besser in neuen Schemata zur Darstellung gelangt. Mit dem Schema der Hauptserie zusammen lassen sie sich zu einem dreidimensionalen Schema kombinieren.

Damit dürfte die Leistungsfähigkeit dieses Schemas erschöpft sein. Es vermag den Begriff der Serie natürlich nicht völlig zu klären; denn jeder Vergleich hinkt. Es hilft uns aber die innere Gliederung der Serie verstehen. Noch mehr Gesichtspunkte in dem Schema unterbringen, hiesse das Schema überladen und den Vergleich durch übertriebenen Schematismus zum Hinken bringen.

Diese Erörterung des Begriffs der Serie vermittelt natürlich nicht sofort eine klare Vorstellung; denn jeder Begriff ist ein Erfahrungswert und muss erarbeitet werden. Der Artbegriff ist uns auch nicht in seiner vollen Breite und Tiefe klar, wenn wir nicht selber viele Pflanzen beobachten, bestimmen, sie vergleichen und die Variabilität der Arten verfolgen. Ebenso wenig können wir uns durch die Definition ein Bild des pflanzensoziologischen Begriffs der Assoziation gestalten, wenn wir nicht selber Bestandesaufnahmen machen, die Bestände in der Natur und die Listen auf ihre floristische Eigenart prüfen und sie in ihrem Wert gegeneinander abwägen. Genau so müssen wir uns in den Begriff der Serie durch vergleichende Beobachtung hineinleben.

3. Das System der Sukzession.

Die Zahl der Serien ist im Umkreis der Schweiz allein so gross, dass eine Zusammenfassung zu Seriengruppen ein Gebot der Übersichtlichkeit ist. Gleich wie die Arten und Assoziationen nach dem Grade ihrer Verwandtschaft zu Einheiten höherer Ordnung zusammengefasst werden, jene zu Gattungen, Familien, Klassen, diese zu Assoziationsgruppen, so soll auch die Seriengruppe jene Serien vereinigen, die nach sukzessionistischen Gesichtspunkten die grösste Verwandtschaft aufweisen. Wir gelangen danach zur Aufstellung von 7 Seriengruppen, die sich in einem Schlüssel wie folgt zusammenstellen lassen:

1. Serie im ersten Stadium der nicht völlig geschlossenen Gesteins-, Rasen- oder Gehölzvegetation stehen bleibend.

Einerserien.

- 1*. Serie aus mindestens zwei Stadien bestehend und mit geschlossener Vegetation abschliessend.

2. Serie auf Festland beginnend und nach Überwindung des edaphischen Anfangsstadiums rasch aus dem Edaphismus heraustretend und auf möglichst kurzem Wege dem klimatischen Endglied zueilend.

(Klimatophile Serien.)

3. Mit Rasen abschliessend.

Rasenserien.

- 3*. Mit Gebüsch abschliessend.

Gebüschserien.

- 3**. Mit Wald abschliessend.

Waldserien.

- 2*. Serie im Wasser oder auf Ufergebieten beginnend und nach Überwindung des edaphischen Anfangsstadiums noch lange in edaphischen Zuständen verharrend und nur langsam dem klimatischen Endglied zustrebend.

(Edaphophile Serien.)

4. Stadien der Serie längs fließenden, also nährstoff- und sauerstoffreichen Gewässern durch zentrifugale Ausbreitung in konzentrischen Kreisen zum Auenwald oder dessen Stellvertreter führend und darüber hinaus zum Mesophytenwald¹⁾ als Endglied.

Auenserien.

- 4*. An stehenden, also nährstoff- und sauerstoffarmen Gewässern durch zentripetales Fortschreiten der Vegetationsgürtel deren Verlandung anstrebend, mit Gras- oder Gehölzflur als Abschluss.

Verlandungsserien.

¹⁾ Hiezu rechne ich entgegen Warming (1902) auch den subalpinen Nadelwald.

4**. An fliessenden und stehenden Gewässern die beweglichen Sanddünen überwachsend und befestigend. Dünenserien.

Wenden wir uns nunmehr der Charakteristik und Gliederung der einzelnen Seriengruppen zu.

I. Gruppe der Einerserien.

Einerserien kommen nur da zur Entwicklung, wo die Ungunst von Klima und Boden den Lebenskreis der Pflanzen in hohem Mass einengt. Die Zahl der Arten, die in dieser Enge des Spielraums ihr Dasein fristen können, ist gewöhnlich nicht gross. Ihre bodenbildende Tätigkeit ist so matt, dass für anspruchsvollere Eindringlinge die Lebensbedingungen meist nicht genügen, dass also die wichtigsten Erstansiedler das Vegetationsbild dauernd beherrschen. Die Vegetation gelangt nie zu völligem Schluss, sondern bleibt mehr oder weniger offen. Würde sie sich zu einem Rasen, Gebüsch oder Wald schliessen, so gingen die meisten Ansiedler infolge der stark veränderten Lebensbedingungen zugrunde; neue Pflanzen würden einziehen und damit ein neues Stadium schaffen.

Die Gruppe der Einerserien gliedert sich wie folgt in Untergruppen:

a) Einerserien der Polsterfluren, auf die alpine Höhenstufe beschränkt. Serie der *Silene exscapa*, *Androsace helvetica* usf.

b) Einerserien der Grastreppen, als Einerserie ebenfalls auf die alpine Stufe beschränkt. Serie der *Carex sempervirens*, der *Festuca Halleri*, der *Sesleria coerulea* usf.

c) Einerserien der Rasenflecken, wie vorige der alpinen Stufe eigen. Serie der *Carex curvula*, der *Carex firma*, der *Carex mucronata*, der *Elyna myosuroides* usf.

d) Einerserien der Spalierrasen, wiederum ausschliesslich in der alpinen Stufe. Serie der *Dryas*, der *Salix retusa*, der *Loiseleuria procumbens*.

e) Einerserie der Strauchfluren, bezeichnend für den Strauchgürtel und windgepeitschte Felsen der obern subalpinen Stufe. Einzige Serie der *Pinus montana* als Krummholz.

f) Einerserien der Baumfluren (als offen bleibende Vegetation im Gegensatz zu der geschlossenen Waldvegetation), an vegetationsfeindlichen Lagen des Waldgebietes.

1. Einerserie der Föhre, an föhnbestrichenen Steilhängen in nordalpinen Quertälern, so im Urner Reusstal etwa zwischen 700 und 1200 m; Hauptvertreter:

Pinus silvestris	3	5	2	Festuca varia	3	4	3
Betula verrucosa	1	3	2	Primula hirsuta All.	4	5	3
Calluna vulgaris	3	4	2	Saxifraga Cotyledon	1	2	3 ¹⁾

Diese Hauptserie gilt für Urgestein. Ihr zur Seite stehen die Bodenvariante auf Kalk in den voralpinen Föhntälern und die Gebietsvariante der zentralalpiner Längstäler, hier bedingt durch Regenarmut in Verbindung mit Steilheit des Bodens und ausgezeichnet durch artenreichere, „xerotherme“ Flora.

2. Einerserie der Birke, das ennetbirgische Analogon zur Einerserie der Föhre im Urnerbiet; Begleitpflanzen und Standort wie dort. Sehr schön z. B. in der Tessinschlucht bei Rodi.

3. Einerserie der Flaumeiche, an steilen, sonnigen Kalkfelsen des Jura, wo die Buche nicht hinkommt. Begleitflora mit bezeichnenden Jurapflanzen und zahlreichen Sträuchern neben Kräutern.

II. Gruppe der Rasenserien.

Dazu rechne ich alle klimatischen Serien, die mindestens zwei Stadien umfassen und in einem krautigen oder Spalierrasen ihren natürlichen Abschluss finden. Im einfachsten Fall ist das erste Stadium eine offene Flur, und schon das zweite Stadium führt zum dauernden Rasenschluss. Damit beide Stadien als solche auseinander gehalten werden können, müssen sie floristisch selbständig sein, d. h. die wesentlichen floristischen Bestandteile müssen sich mindestens zur Hälfte in den beiden Stadien voneinander unterscheiden. Als wesentlich bezeichne ich alle Arten, die in ihrer Eigenschaft der Häufigkeit oder Stetigkeit oder Treue mindestens den Grad 3 verdienen. Damit ist eine Norm geschaffen, die in schwierigen Fällen zur Unterscheidung die Grundlage bieten kann. (Vergl. BRAUN.)

Gehölzvegetation tritt, ausser Spalierrasen, im Verlauf einer Rasenserie nicht auf. Künstliche Schaffung von Grasland im Waldgürtel kann niemals als Schlussglied der Rasenserie aufgefasst werden, sondern ist die durch kulturellen Eingriff erzeugte Hemmungsphase einer Kulturvariante, die nach Aufhören des Kultureingriffs in die Regenerationsphase eintritt und durch sie dem Endstadium der Waldserie zustrebt.

Die Gliederung der Gruppe der Rasenserien in Untergruppen und Serien ergibt sich am besten durch folgenden Schlüssel:

¹⁾ Die drei Ziffern bedeuten die Grade von Häufigkeit, Stetigkeit und Treue nach der Skala von BRAUN (1921 und früher). 5 bedeutet den höchsten, 1 den niedrigsten Grad.

1. Serie mit zwei Stadien, einem offenen Anfangsstadium und einem geschlossenen Endstadium des Rasens. (Einfache Rasenserien.)
2. Anfangsstadium auf beweglichem Gehängeschutt, häufig ein Treppenrasen- (Grastreppen-) Verein (Einfache Grastreppenserien), z. B. *Festuca violacea*-Treppen → *Curvuletum*.
- 2*. Anfangsstadium auf Ruhschutt, häufig durch Spaliersträucher gebildet. (Einfache Spalierrasenserien), z. B. Kieselschuttflur → *Azaletum*.
- 2**. Anfangsstadium auf Fels, meist durch horstbildende Glumifloren ausgezeichnet (Einfache Felsrasenserien), z. B. *Firmetum* → *Seslerietum*.
- 1*. Serie mit 3 Stadien, einem offenen Anfangsstadium und zwei Rasenstadien. (Erweiterte Rasenserien.)
 3. bis 3**. wie 2. bis 2**.

III. Gruppe der Gebüschserien.

Der Endzustand des geschlossenen Gebüschs geht als zweites oder späteres Stadium aus einer Serie hervor, die auf festem Boden ihren Ursprung nimmt. Sie besteht gewöhnlich aus zwei Stadien: einer offenen Gesteinsflur und dem Endzustand des Gebüschs. Seltener schiebt sich noch ein Rasen ein. Die Gebüschserien sind zur Hauptsache auf den Strauchgürtel beschränkt, der sich zwischen die subalpinen Wälder und die alpinen Matten einschiebt. Doch stossen sie von da aufwärts in die Höhenstufe der Matten vor und dringen an vegetationsfeindlichen Örtlichkeiten wie Lawinenzügen, wo sich der Wald nicht hinwagt, gelegentlich in tiefere Stufen vor. Die den Abschluss bildenden Sträucher sind daher anspruchslose Gewächse, was bewirkt, dass sie schon im ersten Stadium auftreten und dieses unmittelbar in das Endstadium überführen können.

Es können vier Serien auseinandergehalten werden:

1. Serie des Krummholzgebüsches, mit mehreren Bodenvarianten, so:
 - 1a. Die *Seslerietum*-Variante auf sonnigem Kalkschutt, besonders mit:

<i>Sesleria coerulea</i>	<i>Carex humilis</i>
<i>Trisetum distichophyllum</i>	<i>Dryas octopetala</i> ;
 - 1b. Die *Carex ferruginea*-Variante, auf sonnenarmem, feuchterem Kalkschutt, mit den diesem Seggenbestand eigenen hygrophilen Begleitern;

- 1c. Die Rhodoretum-Variante, auf Abwitterungshalden und mässig steilem Kalkfels, mit dem Rhodoretum hirsuti als Übergangsverein;
- 1d. Die Kieselvarianten mit Kieselflora.
- 2. Serie des Grünerlengebüschs.
- 3. Serie des Junipero-Rhodoretums.
- 4. Serie des hochalpinen Weidengebüschs.

IV. Gruppe der Waldserien.

Zu den Waldserien zählen alle klimatophilen Vegetationswandlungen, die auf möglichst kurzem Weg zum Wald führen. Die Gliederung der vollen Serie lässt sich in die vier Merkworte: Gesteinsflur, Rasen, Gebüsch, Wald zusammenfassen. Am vielfältigsten ist der Anfangsverein. Weil es Fels- oder Schuttvegetation ist, trägt er meist mesophilen, seltener xerophilen, nie hydrophilen Charakter. Die Stadien zwei und drei sind oft verwischt und unvollkommen ausgebildet oder ineinander verflochten. Sie sind vielfach mehr nur kräuter- und buschreiche Übergangsfuren als ausgesprochene Rasen- und Gebüschfuren. Nach ihrer ökologischen Bedeutung sind sie die vorbereitenden Stadien für die kommenden Wälder, die je nach der Konkurrenzfähigkeit der waldbildenden Bäume ein bis zwei, zur Seltenheit sogar drei Stadien bilden. Je baumfeindlicher ein Klima, desto einfacher das waldbildende Endstadium, da dann weniger Bäume miteinander in Konkurrenz treten, desto einfacher auch der Verlauf der Waldserie, weil die baumförmigen Vertreter des Endstadiums anspruchslos genug sind, um schon recht frühe im Verlauf der Serie aufzutreten.

Die Zahl der Waldserien ist so gross, dass ich sie nach wesensverwandten Untergruppen hier in einem Schlüssel zusammenstelle:

- 1. Serie mit nur einem Waldstadium als Abschluss. (Einfache Waldserien.)
- 2. Föhrenwald als Endstadium. (1. Einfache Föhrenwaldserie.)
- 2*. Flaumeichenwald als Endstadium. (2. Einfache Flaumeichenwaldserie.)
- 2**. Birkenwald als Endstadium. (3. Einfache Birkenwaldserie.)
- 2***. Fichte oder Lärche als Endstadium. (4. Einfache Alpenwaldserie.)
- 1*. Serie mit zwei (selten in Varianten drei) Waldstadien als Abschluss. (Erweiterte Waldserien.)

3. Buchenwald als Endstadium. (Erweiterte Buchenwaldserie.)
4. Mit vorausgehendem Föhrenwald. (5. Föhren-Buchenwaldserie.)
- 4*. Mit vorausgehendem Flaumeichenwald. (6. Flaumeichen-Buchenwaldserie.)
- 4**. Mit vorausgehendem Birkenwald. (7. Birken-Buchenwaldserie.)
- 3*. Fichtenwald als Endstadium. (Erweiterte Fichtenwaldserien.) Je nach dem vorausgehenden Waldstadium:
 5. (8. Föhren-Fichtenwaldserie.)
 - 5*. (9. Birken-Fichtenwaldserie.)
 - 5**. (10. Lärchen-Fichtenwaldserie.)
 - 5***. (11. Erlen-Fichtenwaldserie.)
- 3**. Arvenwald als Endstadium. (Erweiterte Arvenwaldserie.)
Mit vorausgehendem Lärchenwald. (12. Lärchen-Arvenwaldserie.)

Von den Baumflurserien, die ich bei den Einerserien untergebracht habe, unterscheiden sich die einfachen Waldserien nur graduell. Wo die Lebensbedingungen zu einer dichteren Bevölkerung als bei der Baumflur gegeben sind, vollzieht sich eine Wandlung in der Begleitflora. Lichtliebende Gesteinspflanzen machen nach und nach lichtscheuen Waldpflanzen Platz. Durch diese Wandlung ist die Waldserie gegenüber der Einerserie gekennzeichnet. In der Natur ist freilich eine scharfe Grenze nicht gegeben.

Klima und Boden sind da, wo sich einfache Waldserien abwickeln, etwas weniger waldfeindlich als im Gebiet der Baumflurserien, aber immerhin noch waldfeindlich genug. Wo die Bedingungen für das Dasein der Wälder noch besser sind, erscheint eine grössere Anzahl baumförmiger Konkurrenten auf dem Kampfplatz, und der erste Wald aus anspruchslosen Bäumen, die in einfachen Waldserien den Abschluss bilden, wird in solch waldfreundlicheren Gebieten von anspruchsvolleren und konkurrenzkräftigeren Waldbäumen verdrängt. Für alle dem Waldwuchs holden Gebiete sind daher erweiterte Waldserien die Regel.

Diese erweiterten Waldserien unterscheiden sich nur graduell von den einfachen, genau so wie die einfachen von den Baumflurserien. Scharfe Grenzen bestehen in der Natur nicht. Da und dort lassen sich alle drei Serienarten nahe beisammen beobachten. So

stehen an der linken Reusstalflanke zwischen Wassen und Gurtnellen an abschüssigen Felswänden lockere Föhrenbestände, worin uns die Einerserie der Föhrenbaumflur entgegentritt. An etwas weniger steil geböschten Halden vermag die Föhre sich zu einem Walde zu schliessen und bringt damit die einfache Föhrenwaldserie zum Abschluss. An noch günstigeren Lagen, namentlich im Windschatten des Föhn, bildet die Föhre mehrfach den Pionierwald, fällt aber später der Fichte zum Opfer, weiter unten im Tal, um Amsteg und Erstfeld, auch der Buche. Damit tritt uns die erweiterte Waldserie entgegen.

Diese drei Stufen der Serienentwicklung — Baumflurserie, einfache und erweiterte Waldserie — sind demnach der Ausdruck von verschieden günstigen Waldwuchsbedingungen, die teils edaphischer, teils klimatischer Natur sind.

Wenn der Verlauf einer Waldserie der Ausdruck des Allgemein- oder Lokalklimas ist, so muss er auch von geographischem Wert sein. So ergibt sich denn, dass die aufgestellten Serien für geographisch leicht umschreibbare Gebiete bezeichnend sind, sei es unter dem Allgemeinklima bestimmter Landesteile oder an Orten mit lokalklimatischen Färbungen, sei es an Orten mit bestimmten Böden oder endlich in bestimmten Höhenstufen.

Als Hauptserie möchte ich die vom normal geböschten Gehänge-schutt ausgehenden Waldserien betrachten. Ist die Böschung übermaximal, so wird die Hauptserie ihren Abschluss nicht erreichen; vielmehr wird vorher der erosive Abbau eintreten. Nimmt die Hauptserie ihren Anfang auf Felsen, so liegt eine Bodenvariante vor. Je nach Felsart, Exposition, Höhenlage usf. treten eine Menge Varianten der Hauptserie in Erscheinung, sofern durch diese veränderten Bedingungen der Verlauf der Serie auch abändert. Kulturelle Eingriffe und deren Aufhören bewirken Kulturvarianten, Lawinenschlag ruft Teilserien, die wiederum beide den einzelnen Hauptserien unterzuordnen sind.

V. Gruppe der Auenserien.

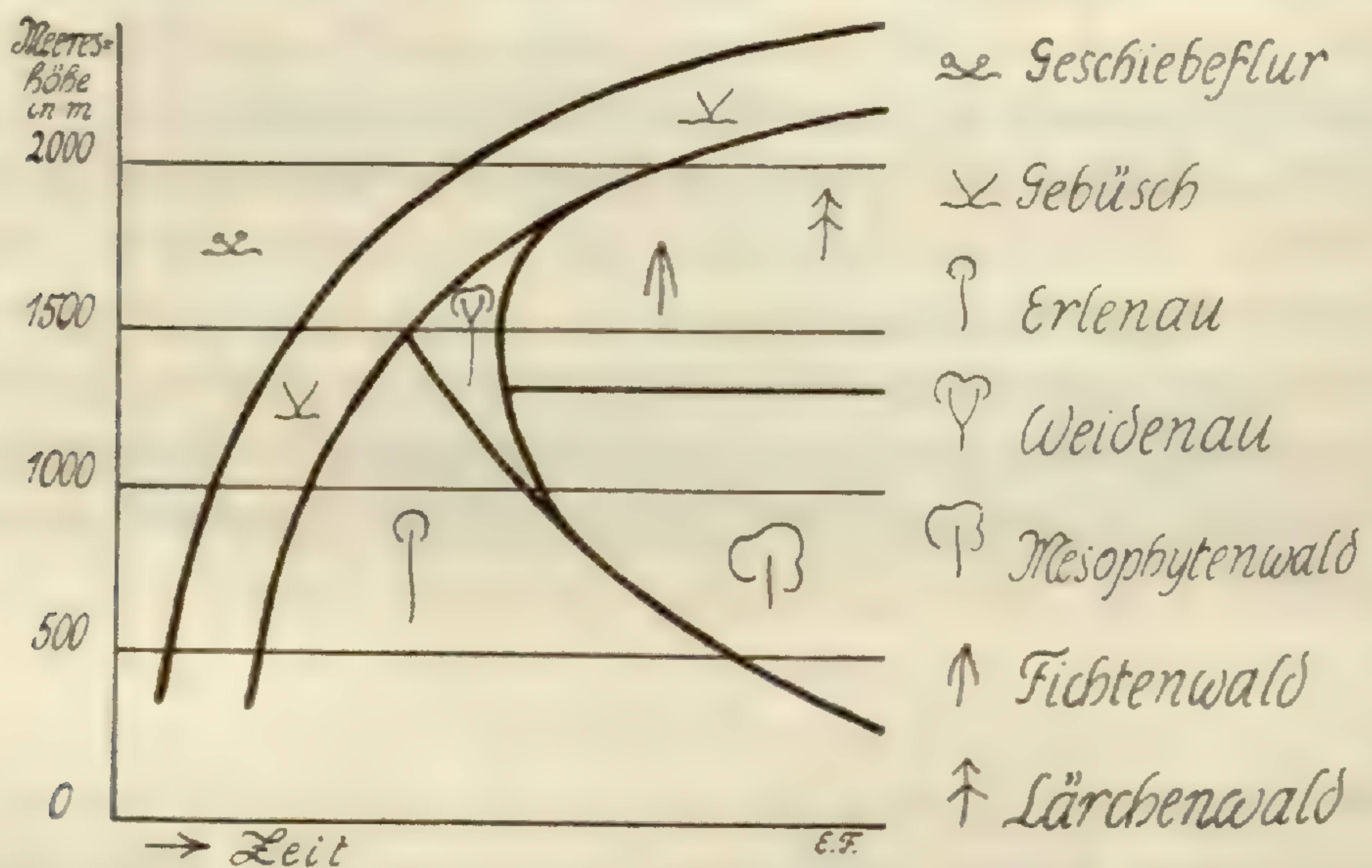
Der Gruppe der Waldserien stehen die Auenserien am nächsten; denn auch hier führen waldfreie Stadien in Wald über. Die ökologischen Bedingungen sind jedoch andersartig, auch die physiographischen und damit die edaphischen. Das erste Stadium umfasst ökologisch und floristisch stark abweichende Pflanzengesellschaften: Sand- und Kiesfluren, auch Quell- und Wasserfluren, die alle unter sich innerhalb des ersten Stadiums Sukzessionen unterworfen sind, weil

durch Übersandung einer Kiesbank, durch Ablenkung und Trockenlegung von Wasseradern und durch andere unerwartete, unberechenbare Veränderungen Kleinsukzessionen in Gang kommen. Es spielen sich also bei einer Auenserie bezeichnenderweise topographische Sukzessionen innerhalb der biotischen ab, während sich sonst die biotischen innerhalb der topographischen bewegen. Ökologisch einheitlicher durch ihre meist hydrophile Natur sind die folgenden Gebüsch- und Waldstadien, und erst das Endstadium des Mesophytenwaldes trägt keine hydrophilen Züge mehr.

Die volle Auenserie gliedert sich zur Hauptsache in vier Stadien: Ein Anfangsstadium aus Kräutern und Keimlingen von Holzpflanzen, zwei Übergangsstadien aus Gebüsch und nachfolgendem edaphisch bedingtem Wald und dem klimatisch bedingten Endstadium des Mesophytenwaldes.

Es gibt Fälle, wo der anfänglich hydrophile Charakter schon im dritten Stadium verschwunden ist. In Gebirgslagen, wo die Konkurrenz der Bäume geringer ist, fließen auch die Stadien drei und vier ineinander zusammen.

Bezeichnend für die Auen ist das fleckweise Auftreten neuer Stadien: Die Ausbreitung neuer Bestände in konzentrischen Kreisen nach aussen, bis diese übereinandergreifen und so die einzelnen Pflanzengesellschaften einander ins Gehege kommen.



Veränderung der Erlenau-Serie mit zunehmender Meereshöhe, graphisch dargestellt.

Die vielgestaltigen Auenserien lassen sich zu drei Hauptserien gruppieren, die alle wieder ihre besonderen Varianten aufweisen:

serien die Ausbreitung im Allgemeinen zentrifugal erfolgt, treiben bei der Verlandung die ringförmig angeordneten Vegetationsgürtel einander in zentripetaler Richtung vor sich her. Auch ist ein stehendes Gewässer nährstoff- und sauerstoffarm, während die fließenden Gewässer im Bereich der Auenserien nährstoff- und sauerstoffreich sind.

Verlandungsserien können auch im Bereich der Auenserien auftreten. Auf Schotterebenen, wo ein Fluss in mannigfachen Krümmungen oder Verästelungen seinen Weg nimmt, können Seitenarme abgeschnürt und zu Giessen werden, die ganz nach Art der Teiche verlanden. Das ist indes kein Grund dafür, dass Auen- und Verlandungsserien nicht auseinanderzuhalten sind, denn überall in der Natur finden sich Übergänge.

Die Verlandungsserien zerfallen in zwei Untergruppen; davon umfasst die eine die Flachmoorserien, die andere die Hochmoorserien. Der allgemeine Verlauf der Flachmoorserie ist etwa wie folgt:

1. Serie: Die Röhricht-Verlandung:

Potametum → Röhricht → Magnocaricetum → Parvocaricetum →
→ Moorwald → Mesophytenwald.

Alpenwärts erfährt diese Serie erhebliche Veränderungen, namentlich Kürzungen. *Nymphaea* des ersten Stadiums steigt nicht weit hinauf, hingegen *Potamogeton*, wird aber oft durch *Sparganium* ersetzt. Das Röhricht fällt oft schon unter 1000 m aus, tritt aber vereinzelt noch über 1500 m auf. Das *Magnocaricetum* hat im Mittelland in *Carex elata* (*stricta*) seinen Hauptvertreter, in den Alpen in *Carex inflata*. Auch das *Parvocaricetum* erfährt bergwärts tiefgreifende floristische Veränderungen. Der Moorwald, der im Mittelland besonders durch Birke und Erle vertreten ist, hat in höheren Lagen eine schwächliche Ausbildung oder fällt ganz weg, indem der Mesophytenwald sofort im *Parvocaricetum* Wurzel fasst, im Mittelland der Laubwald, in der subalpinen Stufe der Fichtenwald.

2. Serie. In der obersten subalpinen Stufe und einige hundert Meter über die Waldgrenze hinaus vollzieht sich die Verlandung in derart veränderter Form, dass sie nicht mehr als Variante der vorigen Serie aufgefasst werden kann. Es ist die alpine Verlandung:

Eriophoretum → Parvocaricetum → Nardetum → Klimax.
Scheuchzeri

Dabei kann Klimax als klimatisch bedingtes Endstadium einen Wald

oder einen Rasen (z. B. *Curvuletum*) bedeuten, je nachdem sich die Serie unterhalb oder oberhalb der Waldgrenze abwickelt¹⁾.

Die Hochmoorserien sind in der Regel eine Abzweigung der Flachmoorserie und haben das allgemeine Schema:

Flachmoor → Übergangsmoor → Hochmoor.

Einzelne Serien sind bereits von berufenen Forschern beobachtet und beschrieben worden.

Hierher ist auch die Waldvermoorung zu rechnen. Sie kann zwar als Endschwankung von Waldserien aufgefasst werden, da die aus Wäldern hervorgegangenen Moore wieder im Wald aufgehen. Da diese Schwankungen jedoch über das gewöhnliche Mass der Endschwankungen hinausgehen, sind sie als besondere Serien hier unterzubringen.

VII. Gruppe der Dünenserien.

In Binnenländern gelangen Dünen längs Seen, auf Schotterebenen und in Wüsten zur Ausbildung. Von den Stranddünen unterscheiden sie sich durch den Mangel an Salzgehalt und daher in der Serie durch den Ausfall eines Anfangsstadiums von halophilen Gewächsen. Im übrigen steht die Vegetation hier wie dort unter der heftigen Wirkung des Windes und hergewehten, sich anhäufenden Sandes, was der Serie ihren besonderen Charakter gibt.

In der Schweiz sind freilich die Dünenserien so dürftig und so wenig bezeichnend ausgebildet, dass sich die Aufstellung einer besonderen Dünengruppe nicht rechtfertigt. Da sie im Waldgebiet liegen, lassen sie sich ebensowohl in die Waldserien einreihen. In Anlehnung an die Dünenvorkommnisse anderer Länder ist es jedoch von Interesse festzustellen, was von den Erscheinungen der Dünenserien noch in unserem Lande zu finden ist.

4. Kritische Betrachtung des Systems der Sukzession.

Welches Gewicht den einzelnen Gesichtspunkten bei der Aufstellung eines Systems gegeben werden muss, ist eine Frage, deren Beantwortung bei allen Bemühungen um objektive Beurteilung doch viel Subjektives an sich hat. Dieser Umstand hat zusammen mit der noch lückenhaften Kenntnis der Sukzessionserscheinungen dazu geführt, dass die seit einem Vierteljahrhundert aufgestellten Systeme

¹⁾ In einiger Abweichung von LÜDI und anderen Pflanzengeographen unterscheidet ich nicht zwischen Klimax- und Endstadium, sondern fasse beide zusammen. Das Endstadium ist für mich gleichzeitig das Klimaxstadium, der „Höhepunkt“ der Serie, über den hinaus eine progressive Entwicklung nicht schreiten kann. Entweder folgt darauf der Abbau, oder es treten End- (Klimax-) Schwankungen oder Teilsereien in Erscheinung.

grundverschieden gegliedert sind. Häufig wird einem bestimmten Gesichtspunkt zu viel Bedeutung eingeräumt, und ihm gegenüber treten Gesichtspunkte zurück, die in den Augen anderer Forscher in erster Linie massgebend sind.

Ich will versuchen die Wege zu zeichnen, die ich bei der Systembildung beschritten habe, und die richtungsbestimmenden Gedanken hervorzuheben.

Jedes System hat den Mangel, dass Nahestehendes und durch mancherlei Beziehungen Verbundenes auseinandergerissen und in entfernten Winkeln untergebracht wird. Dieser Mangel lässt sich nie völlig beseitigen; denn es lassen sich niemals eine grössere Menge Tatsachen und Ideen nach dem Grad ihrer Verwandtschaftsbeziehungen gleichzeitig annähern. Bei der Systembildung soll indes dieser Mangel grundsätzlich bekämpft werden. Spätere Forschungen auf dem Gebiet der Sukzessionslehre werden ergeben, in wie weit mir dies hier gelungen ist. Wer schon diese und jene Sukzessionszusammenhänge beobachtet hat, findet vielleicht über verschiedene Abteilungen des Systems verstreut, was er gerne beisammen hätte, oder sieht Erscheinungen unter einen Hut gebracht, in denen er nur wenig Wesensverwandtschaft zu erkennen vermag. Eine gerechte Prüfung aller Sukzessionserscheinungen und eine möglichst allseitige Abwägung ihrer wissenschaftlichen Bewertung dürfte jedoch zur Einsicht führen, dass das hier entwickelte System im grossen Ganzen nach den heute leitenden Gesichtspunkten orientiert ist, und es sollte nicht schwer halten, ohne wesentliche Umgestaltung des Systems neue Sukzessionsbeobachtungen einzureihen.

Zunächst schränke ich die Sukzessionen zeitlich auf die geologische Gegenwart ein. Vegetationswandlungen früherer geologischer Zeitalter sind Gegenstand der Paläontologie und sollen hier nicht in das System einbezogen werden. Die von COWLES aufgestellten erdgeschichtlichen Sukzessionen fallen daher nicht mehr in den Rahmen dieses Systems¹⁾.

Nach Ausschaltung dieser erdgeschichtlichen Sukzessionen verbleiben noch jene, deren Stadien alle in lebendem Zustand der

¹⁾ Ich habe in einer mit BRAUN verfassten Schrift (Remarques sur l'étude des groupements de plantes. Montpellier 1913) für diese erdgeschichtlichen Sukzessionen, die COWLES als regionale bezeichnete, den Ausdruck der phylogenetischen Sukzession vorgeschlagen, weil sie den Wechsel der Vegetation in seiner Abhängigkeit von der Phylogenie der Arten wiedergibt. Die Vegetation, als Individuum betrachtet, erscheint dann im Verlauf der erdgeschichtlichen Sukzession selbst als phylogenetische Entwicklung. Heute möchte ich an diesem Namen nicht mehr festhalten, da er leicht unrichtige Vorstellungen weckt. Einfacher und verständlicher ist der Ausdruck „erdgeschichtlich“.

direkten Beobachtung zugänglich sind. Sie sind daher nicht so unsicherer hypothetischer Natur, häufig sogar eigentliche Beobachtungstatsachen, sofern wenigstens die Umwandlung der Stadien ineinander durch direkte Beobachtung feststellbar ist.

Für die Gliederung dieser Sukzessionen sind natürlich die Hauptserien am geeignetsten, da sie einen möglichst vollständigen Verlauf aufweisen, nämlich mit einem offenen Anfangsverein auf Neuland beginnen, meist mehrere Übergangsvereine durchlaufen und mit einem klimatisch bedingten Schlussverein abschliessen. Von ihnen lassen sich die meist weniger bezeichnenden vier Varianten und die gekürzten Teilserien ohne weiteres ableiten. Weil ich alle durch kulturellen Einfluss hervorgerufenen Sukzessionen zu blossen Varianten, nämlich Kulturvarianten erniedrigt habe, so ist damit die Einteilung in primäre und sekundäre Sukzessionen im Sinne von CLEMENTS und LÜDI abgelehnt. Danach bedeuten primäre Sukzessionen die ohne Einfluss des Menschen sich vollziehenden Sukzessionen, sekundäre die durch die Mittel seiner Kultur hervorgerufenen. GAMS hat innerhalb gewisser Grenzen recht, wenn er (S. 412) darauf hinzuweisen versucht, dass eine durch kulturellen Eingriff hervorgerufene Sukzession sich im gleichen Geleise bewegt wie die natürliche Sukzession. „Eine durch den Menschen bewirkte Trockenlegung eines Gewässers wirkt genau so wie eine solche durch Erdkrustenbewegung und Verlandung. Eine künstliche Wegböschung oder ein Bahndamm ist für die Vegetation ebenso gut Neuland wie ein durch Spaltenfrost oder andere physiographische Kräfte verursachter Erdrutsch.“ Nun weichen die sekundären (Kultur-) Sukzessionen von den primären (natürlichen) allerdings bisweilen erheblich ab. Man denke nur an den Einfluss der Sense, der ausserhalb des menschlichen Kulturbereichs nichts Entsprechendes hat. In den meisten Fällen bewirkt der Eingriff des Menschen in den natürlichen Werdegang Stillstände, Hemmungen und Ablenkungen. Bei tieferen Eingriffen sind diese mit vorausgehenden plötzlichen Rückschlägen verbunden, die für die Begriffs- und Systembildung in der Sukzessionslehre belanglos sind. Wesentlich ist, dass der Mensch, so gewalttätig seine Hand in das Geschehen der Natur eingreifen will, die Natur nie zur Unnatur entstellt. Immer sind die Triebkräfte der natürlichen Sukzession tätig und streben eine Wiederherstellung der Vegetation an, die von Natur aus das Anrecht auf den Boden hat. Die sekundären Sukzessionen sind daher gewissermassen Spezialfälle der primären, was 1906 schon SHANTZ herausgeföhlt hat. In einer pflanzengeographischen Studie vom Pikes Peak, worin er den Sukzessionen CLEMENTS' System zugrunde

legte, bekannte er, dass die „sekundären Sukzessionen in einem gewissen Sinne primär“ seien. (Bot. Gaz., Bd. 22. 1906). Einzig vom besonderen wirtschaftlichen, niemals vom allgemeinen wissenschaftlichen Standpunkt aus lässt es sich rechtfertigen, wenn die Sukzessionen in primäre und sekundäre geschieden werden.

Damit ist auch dem Unterschied von progressiver und regressiver (retrogressiver) Sukzession eine andere Form gegeben, als er in der Literatur durch amerikanische und nordische Botaniker gewöhnlich bekommt. Progression ist nach diesen das Bestreben der Vegetation, sich in der Richtung nach dem Endstadium hin zu entwickeln; Regression ist die umgekehrte Entwicklungsrichtung, also vom natürlichen Endstadium weg. Ein Blick auf meine Hauptserien, ihre Varianten und Teilserien lässt erkennen, dass diesen allen progressiver Charakter zukommt, denn Stillstände, Hemmungen und Ablenkungen, wie sie die Kulturvarianten aufweisen, können nicht als rückläufige Bewegungen bezeichnet werden, und die Rückschläge bei der Eröffnung von Teilserien und tiefer greifenden Kulturvarianten können keineswegs als Sukzession betrachtet werden. Diese erfolgen urplötzlich von heute auf morgen, oder gar von einer Minute zur andern, und wiederholen sich auf lange Zeit oder überhaupt nicht mehr, laufen also dem im Wort „Sukzession“ steckenden Sinn des Allmählich-Schrittweisen zuwider.

Wenn wir einen Wald reuten, draufhin stocken und ackern und nachher Kartoffeln stecken oder Gemüsesetzlinge pflanzen, so haben wir eine regressive Sukzession verübt, die von sehr zweifelhaftem wissenschaftlichem Wert ist. Behalten wir durch alljährliche Bebauung des Ackerlandes den Charakter der Kulturvegetation bei, so vollzieht sich keine Sukzession, wenn wir von kryptogamen Kleinsukzessionen absehen wollen, die sich zwischenhinein auf Stallmist, in Kuhfladenteichlein und anderswo in Menge abspielen. Es liegt demnach weder Progression noch Regression vor. Das gleiche wäre der Fall, hätten wir die Waldblösse durch Saat in Wiese umgewandelt. Und wenn wir die Wiese düngen, die ursprüngliche floristische Zusammensetzung der Wiese also etwas verändern und den Boden verbessern, so kann wiederum nicht von Regression, aber auch kaum von Progression die Rede sein; es handelt sich lediglich um eine mit Ablenkung verbundene Hemmung der natürlichen Progression. Überlassen wir aber das Kulturland sich selbst, bis der Wald eingezogen ist, so erfolgt eine bemerkenswerte Sukzession progressiver Art, die ich als Regenerationsphase auffasse und der Kulturvariante derjenigen Waldserie zuzähle, die sich normalerweise, ohne Eingriff des Menschen,

auf Neuland in dem Gebiet abspielt. Ich kann mich daher mit der Gegenüberstellung von Progression und Regression nicht befreunden, da die natürlichen Triebkräfte der Sukzession alle progressive Tendenzen bekunden und die Regression überhaupt keine Sukzession ist.

Es ergibt sich sonach, dass die Hauptserien in erster Linie zur Einheit im System der Sukzession berufen sind, während die viererlei Varianten und Teilserien als abgeleitete Sukzessionen diesen untergeordnet werden. Wie sind nun aber die Hauptserien gegenseitig abzugrenzen? Die Antwort geht aus der Begriffsbestimmung der Serie hervor und geht dahin, dass Charakter und Zahl der Stadien, besonders der Anfangs- und Endstadien, zur Unterscheidung heranzuziehen sind. Wie sich die praktische Durchführung gestaltet, geht aus der Gliederung des vorstehend entwickelten Systems hervor. Allzu starke Betonung eines einzigen Gesichtspunktes führt zu Einseitigkeit. Nur eine allseitige Rücksichtnahme auf möglichst viele Gesichtspunkte kann ein befriedigendes System ergeben.

Ich fände es unbillig, wollte ich an dieser Stelle nicht der Quellen gedenken, aus denen ich bei meinen ersten Vegetationsstudien geschöpft habe: der Werke COWLES' aus den Jahren 1899 und 1901. So reich die altweltliche Literatur an einzelnen Sukzessionsbeobachtungen ist, so wäre es mir doch nie gelungen, die entwicklungsgeschichtliche Betrachtung der Vegetation grundsätzlich in einer Gebietsmonographie (1914) durchzuführen, wenn mir COWLES dazu nicht Anregung und Mut gegeben hätte. Seine Richtlinien, die ich als Motto an den Kopf meiner Arbeit gesetzt habe, machte ich zu den meinigen. In welchem Umfang mein System in den Grundsätzen des grosszügigen Amerikaners wurzelt, geht am besten aus der beigegebenen Gegenüberstellung hervor. Ich füge auch das von LÜDI 1919 ausgearbeitete System bei, da es ja im grossen Ganzen von den gleichen Gedanken getragen ist.

Hingegen lässt sich das System von GAMS (1918) nicht in die gleiche Übersicht einordnen, da es auf andern Grundsätzen aufgebaut ist. Es hat denn auch vor LÜDI (1919, S. 55) wenig Gnade gefunden, obwohl nicht zu bestreiten ist, dass es gedanklich hübsch durchgebildet ist und durch seine Eigenartigkeit, wenigstens vom theoretischen Standpunkt aus, alle Beachtung verdient. Wie weit es die Kraftprobe der praktischen Verwendbarkeit erträgt, bleibt abzuwarten. Was GAMS auf neue Wege geleitet hat, ist das Bestreben, die unscheinbaren Sukzessionen, wie sie sich unter Kryptogamen abwickeln, im System nicht in den Hintergrund treten zu lassen gegenüber den siphonogamen Sukzessionen, die eigentlich allein physiognomisch von

COWLES 1901	FURRER 1914	FURRER 1922	LÜDI 1919 u. 1921
<p>B. Coastal Group</p> <p>A. Inland Group</p> <p>1. River Series</p> <p>2. Pond - swamp - prairie - Series</p> <p>3. Upland Series</p>	<p>D. Küstenserien</p> <p>B. Quer zu den Regionen*... verlaufende Serien (Wasserläufe und La- winenzüge)</p> <p>C. Lokale Serien (Sümpfe und Seen)</p> <p>A. Regionale Serien</p> <p>1. In der alpinen Region...</p> <p>2. Im Strauchgürtel</p> <p>3. Im Waldgürtel</p>	<p>A. u. 1. Einerserien</p> <p>C. Edaphophile Serien</p> <p>7. Dünen-serien</p> <p>5. Auenserien</p> <p>6. Verlandungsserien . . .</p> <p>B. Klimatophile Serien . . .</p> <p>2. Rasenserien</p> <p>3. Gebüschserien</p> <p>4. Waldserien</p>	<p>A. Primäre Sukzession</p> <p>I. Im Wasser ihren Ursprung nehmende Reihen</p> <p>a) In fließendem Wasser</p> <p>b) In stehendem Wasser</p> <p>II. Auf trockenem Boden ih- ren Ursprung nehmende Reihen</p> <p>a) Vom steilen Fels aus- gehend</p> <p>b) Vom flachen Fels aus- gehend</p> <p>c) Vom ruhenden Schutt ausgehend</p> <p>d) Vom bewegl. Schutt ausgehend (Geröllhal- den, Flussgeschiebe, Wallmoränen)</p> <p>B. Sekundäre Sukzessionen</p>
	<p>* Region im Sinn von Höhen- stufe.</p>		

Bedeutung sind. Doch lassen sich, wie FREY ¹⁾ in einem bemerkenswerten Versuch dargetan hat, die kryptogamen Sukzessionen auch auf dem hier beschrittenen Wege systematisch verwerten.

Schliesslich bleibt noch die Frage zu erörtern, ob im System der Sukzession die Vegetationsbeschreibung eines Gebietes untergebracht werden kann. Ich kann dies nicht bejahen. Das System der Sukzession ist nur zur Aufnahme von Sukzessionsbeobachtungen fähig. Beschreibungen von Pflanzenvereinen gehören nur beiläufig hinein. Ich kann weder LÜDI zustimmen, der in seiner verdienstvollen botanischen Bearbeitung des Lauterbrunnentalles die Beschreibung der Pflanzenvereine grundsätzlich in Sukzessionsbeschreibungen unterbringt, noch kann ich das Vorgehen von BRAUN billigen, der den genetischen Wert der Arten einzig durch Zeichen in Bestandeslisten ausdrücken will, obwohl beide Bestrebungen von viel Geschick getragen sind und insofern Anerkennung verdienen, als sie die dynamische und die statische Vegetationsforschung zu vereinheitlichen und ineinander zu verschmelzen trachten. Statische und dynamische Vegetationsbetrachtung sind aber einander gleichwertig, und keine soll und darf der andern untergeordnet werden, so lange sich uns nicht Wege auftun, die uns ermöglichen, die Gesichtspunkte des Seins und Werdens unter einem höheren, umfassenderen Gesichtspunkt schadlos zu vereinen.

Literatur.

Ich nenne hier nur einige, mit der vorliegenden Studie in engerem Zusammenhang stehende Arbeiten, die alle reichlich auf Spezialliteratur verweisen.

BRAUN-BLANQUET, JOSIAS, Prinzipien einer Systematik der Pflanzengesellschaften auf floristischer Grundlage. Jahrb. st. gall. Naturf. Ges. Bd. 57. 1921.

CLEMENTS, FRED. E., Plant Succession. Washington 1916.

COWLES, HENRY C., The ecological relations of the vegetation of the sand dunes of Lake Michigan. Bot. Gaz. Bd. 27. 1899.

— — The ecology of Chicago and vicinity. A study of the origin, development and classification of plant succession. Daselbst. Bd. 31. 1901.

— — The causes of vegetative cycles. Daselbst. Bd. 51. 1911.

FURRER, ERNST, Vegetationsstudien im Bormiesischen. Vierteljahrsschrift der Naturf. Ges. in Zürich. Bd. 59. 1914. (Diss. Zürich.)

GAMS, HELMUT, Prinzipienfragen der Vegetationsforschung. Daselbst. Band 63. 1918. (Diss. Zürich.)

¹⁾ FREY, EDUARD, Die Vegetationsverhältnisse der Grimselgegend im Gebiet der zukünftigen Stauseen. Jahrb. d. philos. Fakultät II d. Univ. Bern. Bd. 1. 1921. (Auszug der später erscheinenden Diss.)

- LÜDI, WERNER, Die Sukzession der Pflanzenvereine. Mitteil. d. Naturf. Ges. in Bern aus dem Jahr 1919. Bern 1920. (Diss. Bern.)
- — Die Pflanzenges. des Lauterbrunnentales und ihre Sukzession. Beitr. z. geobot. Landesaufnahme 9. Zürich 1921.
- SIEGRIST, RUDOLF, Die Auenwälder der Aare. Mitteil. d. Aarg. Naturf. Ges. 13. 1913. (Diss. Zürich.)
- WARMING, EUGEN, Lehrbuch der ökol. Pflanzengeographie. Berlin 1902.
-

Über Leucochloridium.

Von

KARL HESCHELER.

(Als Manuskript eingegangen am 22. April 1922.)

Zu den merkwürdigsten Parasiten unter den Saugwürmern gehört die Gattung *Leucochloridium*, die durch die Art *L. paradoxum* C. G. Carus genauer bekannt ist. Als geschlechtsreife Form, *Urogonimus macrostomus* Montic. (Rud.) (*Distomum macrostomum* Rud.) lebt dieser Trematode im Enddarme von Singvögeln. Die Eier gelangen mit dem Vogelkot ins Freie und werden zufällig von Schnecken gefressen. In der Bernsteinschnecke (*Succinea putris* L.) schlüpft aus dem Ei eine Larve (Miracidium), welche die Magenwand der Schnecke durchbohrt, in der Leibeshöhle und in verschiedenen, dem Darne benachbarten Organen, so auch in der Leber, zu einer Sporocyste wird, die reich verästelt im Körper der Schnecke auswächst. Die interessanteste Erscheinung bilden die kolbigen Endäste des Keimschlauches (der Sporocyste), die in die Schneckenfühler eindringen, diese stark auftreiben und dann ein auffälliges, grün und teilweise rötliches, in ringförmigen Streifen gelagertes Pigment zeigen. Dazu kommt eine rasch erfolgende rhythmische Verlängerung und Verkürzung dieses im Schneckenfühler enthaltenen Teiles der Sporocyste. Dadurch angelockt, picken die Singvögel die infizierten Schneckenfühler ab. Im Keimschlauche aber finden sich die Anlagen der jungen Saugwürmer (Cercarien), die so in den Vogeldarm gelangen und sich hier zu den geschlechtsreifen Formen entwickeln. In diesem Entwicklungsgang ist offenbar die Sporocyste mit ihren pigmentierten Endverzweigungen das auffälligste Stadium, das den Namen *Leucochloridium paradoxum* erhalten hat. Die Lebensgeschichte dieses Parasiten ist seit längerer Zeit, allerdings zuerst nur lückenhaft, bekannt; eine erste vollständigere Beschreibung des Lebenszyklus gab E. ZELLER 1874 (Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 24) an Hand von württembergischem Material; dann bearbeitete in monographischer Darstellung auf Anregung von Leuckart 1889 G. A. HECKERT den Parasiten (Biblioth. zoolog. I. Bd.) auf Grund von Funden aus der Umgebung von Leipzig. *Leucochloridium* scheint

eine ziemlich weite, doch sehr sporadische Verbreitung zu haben. In neuester Zeit, 1920, wurde es auch aus Fairport, Iowa, U. S. A., von TH. B. MAGATH als *Leucochloridium problematicum* n. sp. beschrieben (Journ. of parasit. Vol. VI); hier werden auch noch andere nordamerikanische Funde signalisiert. Immerhin gehört es zu den seltenen tierischen Erscheinungen, die nicht jedem Zoologen lebend zu Gesichte kommen.

Am 19. Juni 1919 machte Herr ALPHONSE THOMMEN in Môtiers-Travers (Kt. Neuchâtel) das Zoologische Institut der Universität Zürich auf Schnecken aufmerksam, die im Garten seiner Villa in Môtiers leben und dadurch merkwürdig erscheinen, dass in ihren Fühlern raupenartige Lebewesen sich finden. Die Beobachtung von Herrn Thommen war durchaus zutreffend, denn schon die alten Beobachter heben die Ähnlichkeit der Leucochloridien mit Insektenlarven hervor, und diese Ähnlichkeit ist es ja auch, welche die Vögel veranlasst, die Fühler abzupicken. Der Verfasser dieser Zeilen vermutete, dass es sich um Bernsteinschnecken handle, die mit Leucochloridien infiziert seien. Das übersandte lebende Material bestätigte die Richtigkeit der Vermutung. Die Objekte erregten im Zoologischen Institut grosses Interesse; niemand hatte hier bis dahin lebende Leucochloridien gesehen. Die lebhaften Pulsationen der auffällig gefärbten Fühler machen in der Tat einen starken Eindruck. Es wurde versucht, eine Anzahl Individuen, die Herr Thommen in freundlicher Weise zur Verfügung stellte, im Garten des Institutes anzusiedeln. Die Fundstelle in Môtiers dürfte wohl die erste von *Leucochloridium* in der Schweiz bekannt gewordene sein. Im Frühjahr 1920 begann dann Herr H. MÖNNIG aus Ceres (Südafrika), der sich speziell für Parasitologie interessierte, eine Untersuchung, da trotz der eingehenden Beschreibung von Heckert noch verschiedene Fragen offen geblieben waren und seit jener Publikation die Kenntnis der Trematoden im ganzen doch wesentliche Fortschritte gemacht hat. Bei dieser im Zoologischen Institut in Zürich durchgeführten Untersuchung wurde Herr Mönnig durch Herrn Prof. Dr. O. FUHRMANN in Neuchâtel, den erfahrenen Plathelminthenkenner, in wertvoller Weise unterstützt.

Es ist besonders eine Reihe physiologisch-ökologischer Probleme, die an den Entwicklungsgang von *Leucochloridium* sich knüpft, noch der Abklärung bedürftig, aber auch die feinere Anatomie und Histologie des Parasiten lässt noch manches offen. Herr Mönnig wandte sich in erster Linie den letztgenannten Fragen zu, und so liegt jetzt als Resultat seiner Untersuchung eine Abhandlung vor:

„Über *Leucochloridium macrostomum* (*Leucochloridium*

paradoxum Carus). Ein Beitrag zur Histologie der Trematoden. Von Dr. HERMANN O. MÖNNIG.“ Jena, Gustav Fischer, 1922.

Als gültiger Name wird nach dem Vorschlage von F. POGHE (1907, Zool. Anz. Bd. 31) anerkannt: *Leucochloridium macrostomum*. Die wichtigsten Ergebnisse dieser Untersuchung sind folgende: Die Sporocyste, welche im Schneckenkörper wuchert und Schläuche vor allem in die Leber und dann in den Vorderkörper hineintreibt, von denen diejenigen, welche in die Schneckenfühler eindringen, die auffällige Pigmentierung annehmen, war bis dahin als ein Schlauch- oder Fadenwerk ohne weitere funktionelle Differenzierung beschrieben worden, abgesehen davon, dass die grossen, pigmentierten Schläuche als blosse Brutreservoirs bekannt waren. Es lässt sich nach den Beobachtungen von Mönnig an der Sporocyste ein Zentralkörper von den von ihm abgehenden Schläuchen unterscheiden. Der Zentralkörper stellt allein die Keimstätte der Cercarienbrut dar und sorgt für die Ernährung der ganzen Sporocyste mit ihrem Inhalt. Die Schläuche dagegen dienen lediglich der Verbreitung der Brut (der Cercarien), die im Vogeldarme zu geschlechtsreifen Distomeen wird. Schon Heckert hatte beobachtet, dass neben den grün pigmentierten Schläuchen auch solche mit braunem Pigment vorkommen, die sich auch auf ein und derselben Schnecke nebeneinander zeigen können, aber nicht der gleichen Sporocyste angehören. Beiderlei Schläuche sind durch dünne, hohle Stiele, die einen Schliessmechanismus besitzen, mit dem Zentralkörper verbunden. Gegenüber abweichenden neueren Angaben werden hierin in der Hauptsache die Beobachtungen von Heckert bestätigt.

Infolge Anwendung der modernen mikrotechnischen Methoden gelingt es Mönnig, einen genauern Einblick in den histologischen Aufbau der Sporocyste zu gewinnen. Die Resultate werden mit den Ergebnissen der neuern Forschungen an andern Trematoden verglichen.

Die Wandung der Sporocyste zeigt von aussen nach innen folgende Lagen: Cuticula, Subcuticula, Muskelschlauch und eine innerste Zelllage (gewöhnlich „Keimepithel“ genannt), in der unter anderem Myoblasten und Parenchymzellen liegen und die gegen den Hohlraum der Sporocyste durch eine kernhaltige Innenmembran abgeschlossen wird.

Die Frage der Herkunft der Cuticula — ein für die Trematoden und Cestoden altes und viel umstrittenes Problem, über dessen Entwicklung eine gedrängte historische Uebersicht gegeben wird — kann auf Grund der Beobachtungen an jungen Schlauchanlagen nur soweit beleuchtet werden, als die Befunde zu Gunsten der Ansicht sprechen, dass die Cuticula ein Produkt von Parenchymzellen der Subcuticularschicht sei.

Der Muskelschlauch setzt sich aus einer äusseren Ring- und inneren Längsfaserschicht zusammen. Die Fasern sind das Produkt von Myoblasten, welche bei *Leucochloridium* ein Syncytium in Form eines Netzwerkes bilden. Die Hauptmasse des letztern liegt innerhalb der Längsfaserbündel. Alle Myoblasten sind so aufs engste miteinander verbunden und eine Faser erscheint nicht ausschliesslich an einen Myoblasten gebunden. Dieser ungewöhnliche Zustand hängt möglicherweise mit der Pulsationsfähigkeit der Schläuche zusammen. Auffälligerweise ist kein besonderes Myoblastensystem für die Ring- und kein besonderes für die Längsfasern vorhanden. Die Muskelfasern sind spiralig gestreift und scheinen eine relativ beträchtliche Länge zu haben. Das bei den Platonen so charakteristische Parenchym fehlt auch in der Wandung des Sporocystenschlauches nicht und schliesst zwischen seinen Verästelungen zahlreiche interzelluläre Lücken ein, die mit Flüssigkeit erfüllt sind. Die Kontraktionen der Schläuche, die bei den jungen peristaltisch, bei den ausgewachsenen rhythmisch sind, treten nur im distalen Schlauchabschnitt auf, so dass die Inhaltsmasse gegen die Ursprungsstelle des Schlauches gedrückt wird. Da die Beobachtung zeigt, dass bei der Kontraktion durch die Ringmuskulatur eine wesentliche Verlängerung des Schlauches nicht stattfindet, müssen offenbar die Elemente der Wandung dicht aneinander gepresst werden; dann ist aber zweckmässig, dass zwischen diesen Elementen eine Flüssigkeit sich findet, die ausweichen kann. Die innere, kernhaltige Membran der Schlauchwandung besteht aus grossen, platten Zellen.

Ist derart das Bild im proximalen Teile des Schlauches, so erscheint es im distalen verändert, weil hier die Wandung bedeutend dicker wird und nun in derselben starke Pigmentansammlungen sich finden, welche die anderen histologischen Elemente zum Teil verdecken. Das Pigment ist in Form von freien Körnchen zwischen den Ringmuskelfasern gelagert; es ist das Ausscheidungsprodukt besonderer Pigmentzellen. Da, wo äusserlich Pigmenthöcker am Schlauche erscheinen, sind diese Pigmentzellen in der Schlauchwandung stark gehäuft und wölben diese nicht nur gegen aussen, sondern auch gegen das Lumen des Schlauches buckelartig vor. Gelegentlich hängen, wenn starker Druck herrscht, solche pigmentierte Wandungspartien geradezu bruchsackartig in das Lumen hinein.

Der am Stiel der Schläuche vorhandene, schon von Heckert beschriebene Schliessmechanismus verhindert das Zurücktreten der Cercarienbrut in den Zentralkörper der Sporocyste. Das ist von besonderer Wichtigkeit, wenn ein Vogel den Schlauch abreisst, da

sonst nur wenige Cercarien in den Vogeldarm gelangen würden. Die Schliesseinrichtung wird durch Zottenbildung des Parenchyms der Wand hervorgerufen. Diese einspringenden Zotten stehen beim Verschlusse des Lumens unter beträchtlichem Drucke.

Mönnig fand so wenig wie seine Vorgänger in der Sporocyste von Leucochloridium ein Nervensystem, trotzdem die modernen Mittel zu dessen Nachweis angewendet wurden. Sollte das Nervensystem wirklich fehlen, so hätte man in diesem Falle die interessante Tatsache zu konstatieren, dass an den Schläuchen eine sehr lebhafteste Muskel-tätigkeit stattfindet, die sich in den Pulsationen äussert, ohne dass eine Regulation durch nervöse Elemente gegeben wäre.

Auch ein Exkretionssystem war in der Sporocyste nicht nachweisbar, wogegen es in den Cercarien wohl entwickelt ist und wahrscheinlich auch der Miracidiumlarve zukommt. Auch hierin decken sich die Beobachtungen an der Sporocyste mit den früheren. Da aber sonst die Distomeensporocysten das Wassergefässsystem besitzen, ist vielleicht bei Leucochloridium dessen Nachweis nur mit besonderen, bis jetzt nicht überwundenen Schwierigkeiten verbunden.

Gegenüber den schlauchartigen Teilen der Sporocyste stellt der Zentralkörper diejenige Partie dar, die direkt aus der Miracidiumlarve hervorgegangen ist und an der die Schläuche als Auswüchse erster bis dritter Ordnung entstehen. Wenn sehr viele Schläuche angelegt sind, nimmt dieser Zentralkörper, der anfangs elliptisch war, eine sehr unregelmässige Form an, entsprechend der unregelmässigen Verteilung der Schlauchanlagen und zufolge des Umstandes, dass bei jeder Schlauchbildung zunächst ein Auswuchs der Wandung des Zentralkörpers sich bildet. Von den Beobachtungen über die Schlauchentwicklung interessieren besonders die über die Bildung des Pigments, welches, was schon die früheren Untersucher feststellten, erst in den Schläuchen entsteht, die in die Schneckenfühler eingetreten sind. Dennoch sind die Pigmentzellen viel früher, wenn die jungen Schläuche noch in der Leibeshöhle der Schnecke liegen, zu erkennen. Mönnig stellte eine Reihe von Versuchen an, die zeigen, dass das Pigment nur unter dem Einflusse des Lichtes sich bildet. Ein Teil der Wandungszellen des Zentralkörpers und ebenso der proximalen Partien der Schlauchanlagen dienen der Ernährung der Cercarienbrut, die sich im Lumen der Sporocyste (Zentralkörper und Schläuche) findet. Sie liefern eine körnige Masse, die durch Bersten der Wandung in das Lumen der Sporocyste gelangt.

Auch über die Cercarien bringt die Untersuchung von Mönnig vieles Neue. Jeder ausgewachsene Schlauch enthält etwa 150—200

Cercarien. Die Hülle, von der die Cercarie umgeben ist, entsteht durch einen Häutungsprozess und ist eine Cuticularbildung. An den Saugnäpfen und beim Exkretionsporus zeigt diese Hülle trichterförmige Einstülpungen, an der Mundöffnung und am Exkretionsporus ist sie durchbrochen. Sie wird durch feine Fädchen mit der Körpercuticula der Cercarie verbunden. Die Topographie des Exkretionssystems wird zum ersten Male ausreichend genau beschrieben. Es sind 12 Gruppen von je 3 Wimperflammenzellen in regelmässiger bilateral-symmetrischer Anordnung zu konstatieren.

Das Studium der Entwicklung der Cercarien führt auf die Frage der Entstehung und Deutung der Zellen, welche die erste Anlage der Cercarien bilden, eine Frage, die in das Gebiet der Fortpflanzungserscheinungen im Tierreich im allgemeinen hinübergreift. Der Autor pflichtet der jetzt im Vordergrund stehenden Ansicht bei, wonach es sich um parthenogenetisch sich entwickelnde Eier handelt und der Wechsel der Generationen bei den Trematoden als Heterogonie anzusehen ist. Neue strikte Beweise vermag er zwar aus seinen Beobachtungen nicht zu erbringen, dennoch sprechen alle Feststellungen zugunsten der erwähnten Ansicht. Die Keimzellen lokalisieren sich zu Ovarien, sie werden von der „Innenmembran“ (siehe oben) der Sporocystenwandung gebildet. Mit Korschelt sieht Mönnig die Sporocyste als stark reduziertes Weibchen an; der Hohlraum der Sporocyste ist ein Gonocoel, die „Innenmembran“ ein Keimepithel, das in den Schläuchen steril wird.

Hat so die mit modernen technischen Methoden durchgeführte, neue Untersuchung von *Leucochloridium* die anatomisch-histologischen Verhältnisse des Parasiten in Zusammenhang mit den Ergebnissen der neueren Trematodenanatomie gebracht, so bleibt nun an physiologisch-ökologischen Beobachtungen an diesem Objekt noch reichlich zu tun übrig. Einiges kann Mönnig unter teilweiser Bestätigung älterer Angaben feststellen, so Beobachtungen über die Regeneration der Schläuche nach ihrer Entfernung. Das Tempo der Neubildung hängt wesentlich von äusseren Umständen, wie Jahreszeit, Temperatur, Futter der Schnecken etc. ab. Dass die Sporocysten in der Schnecke überwintern, war bekannt; die Präparate zeigen, dass dabei an der Sporocyste keine Veränderungen vor sich gehen.

Die Auftreibung der infizierten Schneckenfühler wird nicht etwa durch eine Hypertrophie der Schneckengewebe, sondern nur durch Dehnung der Fühlerwand verursacht.

Die Pulsationsfrequenz der Schläuche in den Fühlern wird vom Lichte beeinflusst; im Dunkel hört die Pulsation rasch auf. Im

diffusen Tageslicht des Laboratoriums wurde eine Frequenz von 72 Pulsationen pro Minute beobachtet, im grellen Sonnenlichte eine solche von 120. Es scheinen auch die Schläuche ein und derselben Sporocyste in dem Pulsationsrhythmus weitgehend von einander unabhängig zu sein. Für genaue Feststellungen ist jedenfalls die Frage des Fehlens eines Nervensystems (siehe oben) von Wichtigkeit.

Wie das in so überraschender Weise an eine spezielle Form des Parasitismus angepasste Leucochloridium sich aus anderen Trematoden mit bekanntem und als typisch angesehenem Entwicklungsgang herausdifferenziert haben könnte, versucht L. v. GRAFF (in „Das Schmarotzertum im Tierreich“, Leipzig 1907) zu zeigen. Es sei hier die betreffende Stelle noch angefügt:

„Auch die Abweichung des *Urogonimus macrostomus* vom typischen Entwicklungsgange ist auf ähnliche Weise zu erklären. Ursprünglich auf dem normalen Wege in einen Wasservogel als Endwirt gelangt, hat dieser Saugwurm eine Verkürzung seiner Entwicklung erfahren, zu welcher wahrscheinlich die Änderung der Lebensweise des ersten Zwischenwirtes, der Bernsteinschnecke (*Succinea*), den Anstoss gegeben hat. Solange als diese Schnecke, wie die mit ihr nahe verwandten Schlamm Schnecken (*Limnaea*) ein Wassertier war, hatte unser Saugwurm die typische Art der Entwicklung. Als aber die Bernsteinschnecke allmählich ein Bewohner des sumpfigen Waldbodens wurde, fiel für die im Keimschlauch gebildeten Cercarien die Möglichkeit weg, auszuwandern. Der Keimschlauch erreichte, da er nicht durch Auswanderung seiner Brut entlastet wurde, eine bedeutendere Grösse als vorher, er verästelte sich und einzelne seiner Aeste wuchsen bis in die Fühler hinein, die ja gelegentlich von den Singvögeln angepickt wurden, so die Cercarien direkt in den Darm überführend, wo dieselben nach Abwerfen des Schwanzes zu geschlechtsreifen Saugwürmern auswuchsen. Deren — noch heute mit einer für das Aufspringen im Wasser bestimmten Deckelnaht versehene — Eier gingen mit dem Vogelkoth ab, der auf Blättern sich ausbreitend, wieder von Bernsteinschnecken gefressen wurde, in deren Magen jetzt die Miracidien ausschlüpften, um mit der ihnen eigentümlichen Bohrbewegung durch die Magenwand in die Leibeshöhle der Schnecke zu gelangen. Diese neue Lebensweise mit dem Ausfall der beiden aktiven Wanderungen — als Miracidium in den ersten Zwischenwirt, und als Cercarie von da in den zweiten Zwischenwirt — hatte zur Folge, dass allmählich die diesen Wanderungen dienenden Organe, nämlich das Flimmerkleid des Miracidium und der Ruderschwanz der Cercarie, eine Rückbildung erfuhren. Tatsächlich ist ja von ersterem immer noch ein kleiner

Rest vorhanden, und statt der Cercarien werden heute im Keimschlauch des *Urogonimus macrostomus* gleich von Anfang an schwanzlose junge Saugwürmer gebildet. Indessen war trotz dieser Anpassung an die veränderten äusseren Lebensbedingungen die Erhaltung der Art gefährdet. Wo sehr viele Singvögel vorhanden und deren Konkurrenz um die Nahrung lebhaft waren, mochte die Wahrscheinlichkeit, dass die Fühler der Bernsteinschnecke angepickt werden, ausreichend gross gewesen sein. Wenn aber die Zahl der Vögel aus irgend einem Grunde abnahm oder ein Ueberfluss an anderer Nahrung vorhanden war, sank die Wahrscheinlichkeit der Uebertragung in den Vogeldarm. Da trat helfend zur Seite die Eigentümlichkeit der tierischen Haut, bei stärkerer Belichtung Farbstoff zu bilden. Die in die Fühler einwachsenden Zweige des Keimschlauches erfuhren aber eine solche Belichtung, namentlich dann, wenn sie stark angeschwollen waren und die Haut des Fühlers prall spannten. Solche Keimschläuche, welche die individuelle Anlage Farbstoff zu bilden, besaßen, mussten den Vögeln mehr in die Augen fallen als andere und wenn gar unter den mannigfaltigen Arten der Fleckung solche waren, die einer mehr oder weniger deutlichen Querringelung glichen, so waren diese, weil sie an die gegliederten Maden gemahnten, viel anziehender für die Vögel als andere. So wurde die heutige merkwürdige Zeichnung der Keimschlauchenden gezüchtet und so auch die, eine rhythmische Bewegung ermöglichende Muskelausstattung derselben. Und dazu kamen zwei weitere Neuerwerbungen. So die lange Lebensdauer dieser Keimschläuche, welche nach HECKERT, dem wir die genaue Kenntnis dieser Verhältnisse verdanken, erst mit dem Tode ihres Wirtes zu Grunde gehen sollen. Ferner die merkwürdige Art, wie sich die gefärbten Enden des Keimschlauches zu dem im Schneckenkörper verborgenen Geflechte verhalten. Die Stelle, an welcher beide zusammenhängen, hat die Eigenschaft, sehr leicht zu brechen, und in einem solchen Falle kann man beobachten, dass durch die Bruchstelle die im Schlauch enthaltene Brut nicht austritt. Es ist nämlich in der Basis des Schlauches eine Ringklappe vorhanden, die wohl der aus dem Geflechte zuwandernden Brut den Eintritt, aber nicht den Austritt ermöglicht. Auf diese Weise füllt sich der Schlauch immer mehr, er schwillt mit Zunahme der reifen Brut an und wenn der Vogel ihn erfasst, so reißt er leicht ab, ohne zu zerplatzen oder an der Durchtrennungsstelle Brut austreten zu lassen. So wird dem Vogel der ganze Inhalt des Schlauches ohne Verlust einverleibt.“

v. GRAFF weist sodann noch auf die interessante, schon früher bekannte (durch die neuen hiesigen Beobachtungen bestätigte) Tat-

sache hin, dass die infizierten Schnecken sich vorzugsweise auf der Oberfläche der Blätter aufhalten und so viel auffälliger sind als ihre nicht infizierten Genossen, welche in der Nähe des Bodens oder an der Unterseite der Blätter kriechen. Wenn er dann mit Looss an eine Erklärung in dem Sinne denkt, dass die mit Leucochloridium behafteten Schnecken zerstörte oder geschwächte Augennerven in den Fühlern haben und infolgedessen das Licht nicht scheuen, so scheint allerdings diese Erklärung schon deswegen nicht ausreichend, weil nach den Untersuchungen von MÖNNIG die Schneckengewebe und auch die Augennerven durch den Parasiten nicht beeinträchtigt werden. Es steht also die restlose Abklärung dieser merkwürdigen Erscheinung noch aus.

V. GRAFF wendet sich sodann gegen Einwendungen, die der Deutung aller der auffälligen Einrichtungen der Leucochloridiencyste als Anpassungserscheinungen gemacht worden sind, so der Deutung der Ähnlichkeit der pigmentierten Schläuche mit Insektenlarven als Mimicry, ferner gegen den Einwand, es sei nicht dem Leucochloridium die Absicht zuzutrauen, für seine Brut die eigene Existenz opfern zu wollen. Diese Einwendungen enthalten „zwei in Laienkreisen weit verbreitete Irrtümer.“

„Erstens denjenigen, dass die Zoologen insgesamt den Tieren bei der Bildung der Schutzfärbungen und -Gestaltungen eine bewusste Mitwirkung zumuteten. Wenn es auch schwer ist, bei Darstellung solcher Verhältnisse Ausdrücke zu vermeiden, welche dem menschlichen Leben entnommen sind, so meint doch in der Tat kein Zoologe, der von „Nachäffung“ oder „Anpassung“ spricht, etwas anderes, als dass morphologische oder physiologische Tatsachen vorliegen, welche mit bestimmten anderen Formzuständen oder Funktionen harmonieren und in bezug auf diese zweckdienlich erscheinen. Wie wir uns diese Harmonien zustande gekommen denken, habe ich Ihnen ja eben gezeigt, indem ich versuchte, die Entstehung der Entwicklungsverhältnisse von *Fasciola hepatica* und *Urogonimus macrostomus* aus der typischen Entwicklungsweise der entoparasitischen Saugwürmer zu erklären. Der zweite Irrtum ist der, dass das organische Individuum Selbstzweck sei. Wenn wir nicht schon seit WEISMANN wüssten, dass das tierische und pflanzliche Individuum nichts anderes ist, als ein Mittel zur Erhaltung seiner Art, so müsste die Betrachtung der Erscheinungen des Schmarotzertums uns darauf führen. Denn kaum eine andere Tatsachengruppe zeigt deutlicher als diese, wie äussere Gestalt und innerer Bau, Entwicklungs- und Lebensweise nur der einen Aufgabe dienen, die Erhaltung der Art zu sichern. Und für diese Auf-

fassung des individuellen Lebens erscheint allerdings die Selbstaufopferung des Leucochloridium zu Gunsten seiner Brut nicht etwa unnatürlich, sondern im Gegenteile als das einzig natürliche, selbstverständliche!“

Jakob Früh zum 70. Geburtstag.

Lange Jahre gemeinsamer Tätigkeit verbindet den Professor der Geographie an der Eidgenössischen Technischen Hochschule, Dr. JAKOB FRÜH, mit seinen Kollegen von der Geologie und Mineralogie Alb. Heim u. U. Grubenmann, deren 70. Geburtstagfeste vor kurzem gefeiert werden konnten. Mit heute, dem 22. Juni 1922, tritt auch JAKOB FRÜH in die Reihen der Jubilare. Seine jetzigen und ehemaligen Schüler, seine Kollegen und Freunde wollen die Gelegenheit nicht vorbeigehen lassen, ohne ihm, dem trefflichen Lehrer und Forscher, ihre tiefgefühlte Dankbarkeit und Verehrung bezeugt zu haben, verbunden mit dem innigsten Glückwunsch zum Jubelfeste.

J. Früh ist am 22. Juni 1852 zu Märwil im Kanton Thurgau geboren worden. Relativ spät in die Mittelschule eingetreten, studierte er daraufhin an der Universität Zürich und am eidgenössischen Polytechnikum Naturwissenschaften. 1876 erhielt er das Diplom als Fachlehrer in naturwissenschaftlicher Richtung. Es verschaffte ihm die Stelle eines Professors für Naturwissenschaften und Geographie an der Kantonsschule in Trogen. In vorbildlicher Weise hat J. Früh dieses Amt von 1877—1890 bekleidet, stets darauf bedacht, durch eigene Forschungen den Kontakt mit den Wissenschaften nicht zu verlieren. Von besonderem Einfluss auf die weitere Entwicklung war ein zur Erholung von einem Halsleiden in Algier verbrachter Herbst und Winter (1888/89). Die neuartigen Landschaftsbilder, die intensive Versenkung in die algerische Landeskunde, mit tatkräftiger Unterstützung durch die dort lebenden Gelehrten, reiften in ihm den Entschluss, sich voll und ganz dem Studium der Erdkunde zu widmen.

So trat Früh im Herbst 1889 von der Lehrstelle in Trogen zurück, um als Assistent am geologischen Museum des eidgenössischen Polytechnikums in Zürich die Möglichkeit zu weiterer wissenschaftlicher Ausbildung zu finden. Zur speziellen fachlichen Orientierung begab er sich im Sommer 1891 nach Berlin zu v. RICHTHOFEN und v. HELMERT. Durch von Richthofen an dessen Freund v. NEUMAYER, damals Direktor der deutschen Seewarte in Hamburg, warm empfohlen,

war es ihm weiterhin vergönnt, die reichen Hilfsmittel, Kartensammlungen, Bibliotheken und Archive dieser Anstalt benützen zu dürfen. Reisen nach Dänemark und Exkursionen in Norddeutschland bildeten den Abschluss.

1891 und 1892 erfolgte die Habilitation an der Universität und am eidgenössischen Polytechnikum. 1899 brachte die Ernennung zum Professor für Geographie an letzterer Anstalt, die ihm seit 1915 auch eigene Räume im naturwissenschaftlichen Gebäude verschaffte.

Jedem, dem es vergönnt war, in diesen 30 Jahren akademischer Tätigkeit sein Schüler zu sein, wird in Erinnerung bleiben, mit welcher Begeisterung und Liebe zur Wissenschaft der Jubilar Erdkunde im weitesten Sinne zu vermitteln weiss. Jede Vorlesung ist reich an Einzelheiten, die Zeugnis ablegen von aussergewöhnlich vielseitigem Wissen und unermüdlicher Verarbeitung des Stoffes. In das Verständnis der Oberflächengestaltung, der Siedelungsverhältnisse und staatlichen Einrichtungen des Vaterlandes, in die Kenntnis ferner Länder, in die physikalische Geographie führen seine Vorlesungen und Übungen in vorbildlicher Weise ein.

Was die Landeskunde J. Früh verdankt, wird nie vergessen werden. Mit grosser Freude hat man es begrüsst, dass die Redaktion des Handbuches der Geographie der Schweiz ihm übertragen wurde. Insbesondere auf den Gebieten der Sedimentforschung, der Erdbeben- und Moorforschung hat Früh Grosses geleistet.

Die 1888 erschienene Preisschrift „Zur Kenntnis der Nagelfluh der Schweiz“ ist für die Untersuchung grobklastischer Sedimente wegleitend geblieben. Die gemeinsam mit C. SCHRÖTER herausgegebene Preisschrift „Die Moore der Schweiz mit Berücksichtigung der gesamten Moorfrage“ ist ein Standardwerk von internationaler Bedeutung geworden. Als Mitglied und später Präsident der schweizerischen Erdbebenkommission hat Früh unschätzbare Dienste geleistet. 1899/1901 wurde der Jubilar von dem als Schiedsrichter waltenden schweizerischen Bundesrat als Experte im Grenzstreit Frankreich-Brasilien beigezogen. Am internationalen Geographenkongress in Genf (1908) waltete J. Früh als Leiter einer wohlgelungenen Exkursion. Zahlreich sind denn auch die Ehrungen, die dem Forscher und Lehrer zuteil wurden. Wir Zürcher haben in erster Linie zu danken, dass eine ehrenvolle Berufung an die Universität Bern als Nachfolger von Brückner abgelehnt wurde. Sicherlich war dieser Entscheid nicht leicht, gestatteten doch die Verhältnisse an der Fachlehrerabteilung der E. T. H. keine spezielle Ausbildung von Geographen

und bedeutete die Ablehnung somit einen Verzicht auf die Gründung einer eigentlichen Schule.

Uns allen ist aber J. Früh nicht nur als Lehrer und Forscher, sondern auch als Mensch von geradem, altschweizerischem Charakter lieb und wert geworden. Möge es ihm vergönnt sein, noch lange unter uns zu wirken, und möge das hier beigefügte Verzeichnis der vom Jubilar gehaltenen Vorlesungen und Uebungen, sowie der wissenschaftlichen Werke der Jungmannschaft ein Ansporn sein, in der Liebe zur Wissenschaft, in der Gewissenhaftigkeit und dem Pflichteifer nie zu erlahmen.

Im Namen der Schüler, Kollegen und Freunde

Paul Niggli.

I. Hauptsächlichste Lehrtätigkeit.

a) Allgemeines.

1. Vorlesung (regelmässig): Ozeanographie und Seenkunde (phys. Geogr., 2 Std., Abt. IX).
2. Meteorologie und Klimatologie, 2 Std., anfänglich „Atmosphäre“, dann „Haupterscheinungen der Atm.“, 2 Std., oblig. für Forstschule und Abt. IX, empfohlen für Landwirte und Zivil-Ingenieure.
3. Geographie der Schweiz, 2 Std., seit 1893.
4. Grundzüge der Anthropogeographie d. Schweiz, 1 Std.
5. Grundzüge der allgemeinen Anthropogeographie (von ihm zuerst in der Schweiz gelesen) schon früh, Mitte der 90er Jahre, 1 Std.

b) Ausserschweizerische Länderkunde.

6. Länderkunde der atlantischen Staaten (Skandinavien, Niederlande, Frankreich) 1 St.
7. Länderkunde Canadas und der Vereinigten Staaten, 1 St., wiederholt.
8. Länderkunde von Afrika, 2 St., N.- und S.-Afrika betonend, wirtschaftl. etc.
9. Länderkunde von Nordasien und Südasiens, 1 St.
10. Länderkunde des Mittelmeergebietes.
11. Länderkunde von Südamerika.

Durch den Krieg veranlasst:

12. Länder des germanischen Mittelmeeres.
13. Mittel-Europa mit Berücksichtigung der Kriegsschauplätze.

c) Zur physikalischen Geographie.

14. Morphologie der Küsten, Häfen, Inseln 1 Std., wiederholt.
15. Morphologie ehemals vergletschter Gebiete, 1 Std., mehrmals.
16. „Polarländer“.
17. Allgemeine Geologie in Vertretung des für ein Wintersemester beurlaubten Herrn Prof. HEIM, 4 Std.
18. Die diluvialen Bodenformen der Schweiz in ihrer landschaftlichen und ökonomischen Bedeutung.

d) Übungen.

1. Geogr. Übungen, Abt. IX, 2 Std. Winter 1907/08, regelmässig seit 1912.
2. Auf Ansuchen von Studierenden der Landwirtschaft: Übungen in Meteorologie und Klimatologie, spez. „Wetter“. Sommer 1913.
3. Seminaristische Übungen mit Hrn. Prof. SCHRÖTER, Wintersemester 1911/12 bis 1918/19.
4. Als Früh Dozent an der Universität war, las er: Methodik der Schulgeographie, 1893/94 Sommer.

Als Vorstand der IX. Abteilung der E. T. H. amte er der Jubilar vom Herbst 1909 bis Herbst 1915.

II. Publikationen.

A. Über schweizerische Erdbeben.

Die schweizerischen Erdbeben im Nov. 1881. Jahrb. des tellurischen Observatoriums Bern. 1881. 2 Tf.

Die schweizerischen Erdbeben 1886—1904. Annalen der schweiz. meteorolog. Centralanstalt. Zürich, Jahrg. 1891 pro 1888, 91; ib. pro 1892—94, 1895—1899, 1900—1904 (19 Jahrgänge).

Ergebnisse 25-jähriger Erdbebenforschung in der Schweiz, 1880—1904, Verhandl. Schweiz. Nat. Ges. Luzern. 88. Versammlung, 1905. S. 141—149.

Über die 35-jährige Tätigkeit der schweiz. Erdbebenkommission incl.

Bau der Erdbebenwarte, mit 1 Karte, 7 Ill. Verh. Schweiz. Nat. Ges. 1911. Genf. S. 57—80.

B. Über andere geographische und geologische Thematika.

- 1880 Geolog. Begründung der Topographie d. Sentis und der Molasse. Ber. St. Gall. Nat. Ges. 1879/80. S. 267—289.
- 1881 Zur Geschichte der Terraindarstellung. Kettler, Ztschr. für wissenschaftl. Geogr. II 1881. S. 156—160; 214—216.
- 1883 Über Torf und Dopplerit, Inaug.-Diss. Univ. Zürich, auch Sep. 1 Tafel.
- 1885 Kritische Beiträge zur Kenntnis des Torfes. Jahrb. geolog. Reichsanstalt. Wien. Bd. 35. 1 Tf. S. 677—726.
- 1886 Zur Geologie von St. Gallen und Thurgau, mit besonderer Berücksichtigung d. Kalktuffe. 1 Taf. Ber. d. St. Gall. Nat. Ges. 1884/85. S. 91—173.
- 1887 Moderne Höhlenbewohner in der Schweiz. Zeitschr. Globus, Braunschweig 1897. 2 Ill.
- 1888 Zur Kenntnis der Nagelfluh d. Schweiz. Preisschrift. Denkschr. Schweiz. Nat. Ges. XXX. Zürich 1888, vgl. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1891.
- 1890 Zur Kenntnis der gesteinsbildenden Algen der Schweizeralpen (Lithothamnien) in Abh. schweiz. paläont. Ges. Zürich 1890. 1 Tafel. 32 S.
- 1891 Der gegenwärtige Standpunkt d. Torfforschung. Bull. schweiz. bot. Ges. Basel 1891 und Verh. schweiz. Nat. Ges. Davos 1890.
- 1891 Untersuchung der schweizerischen Moore, ausgeführt durch die Moor-Kommission der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft (FRÜH, SCHRÖTER, STEBLER). Zürich 1891 (Fragenschema).
- 1895 Über Orientierung und Orientierungsmittel. Schweiz. päd. Zeitschr. V. Zürich 1895. S. 22—40.
- 1895 Über Windschliffe am Laufen b. Laufenburg a. Rh. Zeitschr. „Globus“ 1895 mit Plan, S. 117—120; vgl. Eclogae geol. helv. IV.
- 1896 Zur Kritik einiger Talformen und Talnamen d. Schweiz. Festschr. Nat. Ges. Zürich 1896. 1 Tafel. II. Bd. S. 318—339.
- 1896 Schwimmende Inseln. Hettner. Geogr. Zeitschr. II, Leipzig 1896. S. 216—218.
- 1896 Die Drumlinlandschaft mit spezieller Berücksichtigung des alpinen Vorlandes. Ber. d. St. Gall. Nat. Ges. 1894/95. St. Gallen 1896. S. 325—396. Mit 3 Tafeln.

- 1897 Zur Kenntnis des Bodensees. Petermann's geogr. Mitt. Gotha 1897. S. 217.
- 1897 Gasausströmungen im Rheintal. Ber. Nat. Ges. St. Gallen. 1895/96. St. Gallen 1897.
- 1897 „Ein Relief“, zugleich Relieffrage im allgemeinen. Schweiz. päd. Ztschr. VII, Zürich 1897. S. 113—124.
- 1898 Ausblicke auf die verschiedenen Gebiete der Geographie, Vortrag, gehalten an der konstituierenden Sitzung der Geographischen Gesellschaft Zürich, 23. Nov. 1897. Schweizerische pädagogische Zeitschrift, Jahrgang 8, S. 1—12, 1898.
- 1899 Ueber postglacialen Löss im St. Galler Rheintal, mit Berücksichtigung der Lössfrage im allgemeinen. Vierteljahrsschr. d. Nat. Ges. Zürich. Bd. 44. S. 157—191.
- 1899 Ueber postglac. Löss im Rhonetal. Eclogae geol. helv. VI. S. 47—59. Lausanne 1899.
- 1900 Ueber Moorausbrüche. Vierteljahrsschr. Nat. Ges. Zürich. Bd. 42, S. 202—237, und „Globus“, Braunschweig 1900, Bd. 72.
- 1901 Die Abbildung der vorherrschenden Winde durch die Pflanzenwelt. 2 Fig., 2 Taf. Jahresber. geogr.-ethnogr. Ges. Zürich 1901/02, vgl. Bull. American geogr. Soc. Bd. 26, 1904.
- 1902 Verbesserung der Illustrationen. Hettners geogr. Zeitschr. VIII, 1902. S. 285—289.
- 1903 Bestimmung der Oberflächenentwicklung für den Säntis. Hettners geogr. Zeitschr. IX, 1903. S. 167—168.
- 1903 Ueber postglacialen Löss (Lösssand) bei Andelfingen. Vierteljahrsschr. Nat. Ges. Zürich. 1903. S. 430—439.
- 1904 J. FRÜH und C. SCHRÖTER. Die Moore der Schweiz mit Berücksichtigung der gesamten Moorfrage. Preisschr. 750 S. 4^c, 4 Taf., 1 Moorkarte d. Schweiz. 1 : 500 000, in: Beiträge z. Geologie d. Schweiz, geotechn. Serie, III. Lief. Bern 1904.
- 1904 Inselberge im St. Galler Rheintal, Jahrb. Nat. Ges. St. Gallen 1903/04. Eclog. geol. helv. Bd. VIII 1903. S. 409.
- 1905 Ueber Naturbrücken und verwandte Formen mit spezieller Berücksichtigung der Schweiz. Jahrb. Nat. Ges. St. Gallen. 6 Fig., 4 Tf. S. 354—382. Nachträge im Jahrb. 1906. Mit 3 Tf. S. 377—387.
- 1906 Ueber Form und Grösse d. glacial. Erosion, 4 Fig. Verh. schweiz. Nat. Ges. St. Gallen 1906. S. 261—307.
- 1907 Ueber Wasserhosen auf Schweizer-Seen. Jahresber. geogr.-ethnogr. Ges. Zürich 1906/07, 4 Fig. S. 105—127; vgl. A. Wegener, Wind und Wasserhosen in Europa. Braunschweig 1907.

- 1908 Excursion z. Studium d. morpholog. Verhältnisse d. Alpen und ihrer Vorländer. Livret-guide des exc. sc. IX^{ème} Congrès intern. de géographie Genève 1908.
- 1908 Compte-Rendu du IX^{ième} Congrès internat. de géographie 1908: Einbruch des Lötschbergtunnels, T. II, pag. 326—29. Karte 1 : 50 000. Genève 1910.
- 1909 Zur Morphologie d. untern Thurgau. Beiträge z. Kenntnis d. Rheingletschers. Mitt. Nat. Ges. Frauenfeld. XVII. 1909.
- 1911 Erratische Blöcke und deren Erhaltung im Thurgau. Mitt. Nat. Ges. Frauenfeld. XVIII. 1911.
- 1911 Unsere geolog. Landesaufnahme v. Standpunkt d. Agrogeologie. Eclogae geol. helv. XI, 1910. S. 713—25, und Verh. Schweiz. Nat. Ges. Solothurn 1911. S. 248.
- 1913 Die beiden Deckenschotter auf d. westl. Seerücken etc. Mitt. d. Nat. Ges. Frauenfeld. XIX. 1913. 2 Tf. 2 Fig. S. 3—21.
- 1915 Penitentes. Entwicklungsformen u. Verbreitung des Büsserschnees. 1 Taf. Petermanns geogr. Mitt. Bd. 61. Gotha 1915.
- 1919 Zur Morphologie d. Zürcher Oberlandes, mit 1 Karte 1 : 100 000. HEIM-Festschr. Vierteljahrsschr. der Nat. Ges. Zürich. 1919. 1 Karte. S. 16—34.

C. Kleinere Mitteilungen.

- 1885 Geologische Exkursion ins Rheinthal. Ausgeführt am 14. Aug. 1884. Ber. St. Gall. Nat. Ges. 1883/84. S. 101—114.
- 1888 Reste v. Rhinoceronten in d. granitisch. Molasse v. Appenzell a. Rh. Ber. d. St. Gall. Nat. Ges. 1886/87. S. 462—463.
- 1895 Kohlenreste im Schweizerbild (für Nüesch, Schaffh.). Neue Denkschr. Schw. Nat. Ges. Bd. 35 und 2. Aufl.
- 1896 Anleitung zu geol. Beobachtungen etc. auf Dufourbl. IV u. IX. Ber. d. St. Gall. Nat. Ges. 1895/96.
- 1901 Analyse eines afrikanisch. Staubfalles in Mitteleuropa. Abh. k. preuss. met. Inst. II. Berlin 1901. S. 59 ff.
- 1901 Föhn im Fort Good Hope 66° 20 n. Mackenzie River, Canada: in Hann, Met. Zeitschr. XVIII.
- 1903 Das Karrenproblem. (Hettners geogr. Ztschr. 1903. S. 223—225.).
- 1904 Neue Drumlinlandschaft innerhalb des diluvialen Rheingletschers. Eclogae VIII. S. 213—216. Etymologie des Wortes Flysch. ibid. S. 217—220.
- 1904 Notizen z. Naturgeschichte d. Kt. St. Gallen: I. Isolierte marine Molasse in der Rheinebene östl. Blatten-Rorschach. II. Flugsand (Dünen) im Rheintal. III. Hochmoore oberhalb Plons

- W Mels. Jahrb. d. St. Gall. Nat. Ges. für 1902/1903. S. 492 bis 498.
- 1907 Zum Begriff Nagelfluh etc. Ecl. IX. S. 408—412; ib. „Zur Bildung d. Tösstales“. S. 388.
- 1907 Zur Morphologie von Brunnen-Schwyz. 1 Fig. Ecl. geol. helv. IX. S. 396—407.

D. Referate.

„Jahresbericht über die Länderkunde der Schweiz“. In H. Wagners geogr. Jahrb. Gotha, zum ersten Mal eingeführt 1894, Bd. XVII; fortgeführt bis 1909 (Uebernahme durch Prof. H. WALSER, Bern). Grössere Referate in Hettners Zeitschr. 1895, 1901, 1903, in Globus, Bd. 72 und 73; Rezensionen in Petermanns Mitt., Mitarbeiter an der Arbeit über „Schweiz. Tonlager“ 1907.

Preise für Separata aus der Vierteljahrsschrift.

Der Autor erhält von der Gesellschaft 50 Freiexemplare ohne Umschlag geheftet, weitere Exemplare ohne Umschlag sind zu nachstehenden Preisen erhältlich:

	25 Exempl.	50 Exempl.	75 Exempl.	100 Exempl.	125 Exempl.	150 Exempl.	175 Exempl.	200 Exempl.	225 Exempl.	250 Exempl.	275 Exempl.	300 Exempl.
	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.
$\frac{1}{8}$ Bogen = 2 Seiten	1. 50	3. —	4. 50	6. —	7. 25	8. 70	10. 15	11. 60	12. 60	14. —	15. 40	16. 80
$\frac{1}{4}$ „ = 4 „	2. 30	4. 60	6. 90	9. 20	11. —	13. 20	15. 40	17. 60	18. 90	21. —	23. 10	25. 20
$\frac{1}{2}$ „ = 8 „	3. 85	7. 70	11. 55	15. 40	18. 25	21. 90	25. 55	29. 20	31. 95	34. 50	37. 95	41. 40
$\frac{1}{1}$ „ = 16 „	6. 95	13. 90	20. 85	27. 80	32. 75	39. 30	45. 85	52. 60	55. 35	61. 50	67. 65	72. 70
Umschläge mit dem Titel der Abhandlung	16.—	18. —	20. —	22. —	24. —	26. —	28. —	30. —	32. —	34. —	36. —	38. —

Die Kosten für Heften und Beschneiden sind in diesen Preisen inbegriffen, nicht aber diejenigen für allfällige Tafeln.

Die „**Vierteljahrsschrift**“ der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich — in Kommission bei Beer & Co. — kann durch jede Buchhandlung bezogen werden. Bis jetzt sind erschienen Jahrgang 1—66 (1856—1921) als Fortsetzung der in 4 Bänden (1847—1855) veröffentlichten „**Mitteilungen**“ der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich. Der Verkaufspreis der Jahrgänge 51—61 beträgt Fr. 12.—, Jahrgang 62 und 63 je Fr. 22.—. Ältere Jahrgänge sind, soweit noch vorhanden, zu reduzierten Preisen erhältlich. Der 41. Jahrgang — Festschrift der Naturforschenden Gesellschaft zur Feier ihres 150jährigen Bestehens — kostet 20 Fr., der 64. Jahrgang (1919) Fr. 40.—, der 65. (1920) Fr. 34.—, Jahrgang 66 Fr. 24.—.

Die seit 1799 in ununterbrochener Folge von der Gesellschaft herausgegebenen „**Neujahrsblätter**“ sind ebenfalls durch die Buchhandlung Beer & Co. zu beziehen.

Seit 1875 sind erschienen:

P. Arbenz: Über Karrenbildungen. 1913. G. Asper: Wenig bekannte Gesellschaften kleiner Tiere. 1881. R. Billwiller: Kepler als Reformator der Astronomie. 1878. Die meteorologische Station auf dem Säntis. 1888. Ernst Blumer: Geschichte des Erdöls. Bilder aus der Vergangenheit unseres Planeten. 1920. K. Bretscher: Zur Geschichte des Wolfes in der Schweiz. 1906. H. Brockmann-Jerosch: Surampfele und Surchrut. 1921. C. Cramer: Bau und Wachstum des Getreidehalmes. 1889. M. Dügge: Die Schwefelbakterien. 1919. A. Forel: Die Nester der Ameisen. 1893. H. Fritz: Aus der kosmischen Physik. 1875. Die Sonne. 1885. U. Grubenmann: Ueber die Rutilnadeln einschliessenden Bergkrystalle vom Piz Aul im Bündneroberland. 1899. Dr. David Friedrich Wiser (1802—1878). Lebensbild eines Zürcher Mineralogen. 1918. C. Hartwich: Das Opium als Genussmittel. 1898. Alb. Heim: Ueber Bergstürze. 1882. Geschichte des Zürichsees. 1891. Die Gletscherlawine an der Altels am 11. September 1895 (unter Mitwirkung von L. Du Pasquier und F. A. Forel). 1896. Neuseeland. 1905. Der Bau der Schweizeralpen. 1908. Die Mythen. 1922. Arn. Heim: Über Grönlands Eisberge. 1911. Auf dem Vulkan Smeru auf Java. 1916. Th. Herzog: Reisebilder aus Ostbolivia. 1910. K. Hescheler: *Sepia officinalis* L. Der gemeine Tintenfisch. 1902. Der Riesenhirsch. 1909. J. Jäggi: Die Wassernuss und der Tribulus der Alten. 1884. Die Blutbuche zu Buch am Irchel. 1894. C. Keller: Über Farbenschutz in der Tierwelt. 1879. A. Lang: Geschichte der Mammutfunde (mit Bericht über den Fund in Niederweningen). 1892. G. Lunge: Beleuchtung sonst, jetzt und einst. 1900. C. Moesch: Wohin und warum ziehen unsere Vögel. 1877. Der japanische Riesensalamander und der fossile Salamander von Oeningen. 1887. J. Pernet: Hermann v. Helmholtz. 1895. A. de Quervain: Aus der Wolkenwelt. 1912. M. Rikli: Kultur und Naturbilder von der spanischen Riviera. 1907. Eine Frühlingssfahrt nach Kreta 1917. F. Rudio: Zum hundertsten Neujahrsblatt der Naturforschenden Gesellschaft. 1898. E. Schär: Das Zuckerrohr. 1890. H. Schinz: Schweizerische Afrika-Reisende und der Anteil der Schweiz an der Erschliessung und Erforschung Afrikas überhaupt. 1904. Otto Schlaginhaufen: Die wichtigsten fossilen Reste des Menschengeschlechts. 1914. Die Technik der künstlichen Fischzucht. Tabelle zur leichten Bestimmung der Fische der Schweiz. Fischfauna des Kantons Zürich. 1880. C. Schröter: Die Flora der Eiszeit. 1883. Der Bambus. 1886. Die Schwebeflora unserer Seen (das Phytoplankton). 1897. Die Palmen und ihre Bedeutung für die Tropenbewohner. 1901. Leo Wehrli: Der versteinerte Wald zu Chemnitz. 1915. A. Weilenmann: Über die Luftströmungen, insbesondere die Stürme Europas. 1876. Die elektrischen Wellen und ihre Anwendung zur drahtlosen Strahlentelegraphie nach Marconi 1903.

Zur Beachtung.

Die Bücherbestände der Naturforschenden Gesellschaft, die mit dem 1. Januar 1916 in den Besitz und damit auch in die Verwaltung der Zentralbibliothek übergegangen sind, stehen den Mitgliedern unserer Gesellschaft nach Massgabe der Benutzungsordnung der Zentralbibliothek zur Verfügung.

Vierteljahrsschrift
der
Naturforschenden Gesellschaft
in
Zürich.

Herausgegeben

von

Prof. Dr. **Hans Schinz**

Direktor des Botanischen Gartens und Museums der Universität Zürich.

Siebenundsechzigster Jahrgang. 1922. [✓] Drittes und [✓] Viertes Heft.

Ausgegeben am 31. Dezember 1922.

Zürich,
in Kommission bei Beer & Co.
1922.

Buchdruckerei Gebr. Fretz A. G., Zürich

MAY 5 1923

Inhalt.

	Seite
R. Billwiller. Der Firnzuwachs pro 1921/22 in einigen schweizerischen Firn- gebieten. IX. Bericht der Gletscherkommission der Physikalischen Gesellschaft Zürich	388
Ausgegeben als Separatabdruck am 23. Dezember 1922.	
Karl Hescheler. Moschusochsenreste aus dem Kanton Schaffhausen	372
Ausgegeben als Separatabdruck am 23. Dezember 1922.	
A. Kiefer. Über Regelflächen zweiten Grades	381
Ausgegeben als Separatabdruck am 23. Dezember 1922.	
A. Kienast. Erweiterungen des Abelschen Satzes für Potenzreihen und ihre Umkehrungen	209
Ausgegeben als Separatabdruck am 25. November 1922.	
Gunnar Samuelsson. Zur Kenntnis der Schweizer Flora	224
Ausgegeben als Separatabdruck am 23. Dezember 1922.	
Hans Schinz und Henry Sigerist. Notizen zur schweizerischen Kultur- geschichte	394
55. Ferdinand Rudio: Die Eulerausgabe (Fortsetzung)	396
56. A. de Quervain: Aufstellung des grossen Universalseismographen in der Erdbebenwarte Zürich	399
57. A. de Quervain: Beginn regelmässiger meteorologischer Beob- achtungen auf dem Jungfrauoch, in 3454 m Höhe	400
58. Nekrologe: Otto Busse, Heinrich Suter, Traugott Sandmeyer, Otto Stoll, Eugen Bolleter, Konrad Escher-Schindler, Fritz Bützberger, Ernst Sidler-Huguenin, Gabriel Narutowicz	401
Ausgegeben als Separatabdruck am 31. Dezember 1922.	
H. Schwarz und G. Laupper. Von der Heukohle zur Naturkohle. Eine kritisch- vergleichende Studie über die Genesis beider Kohlen	268
Ausgegeben als Separatabdruck am 23. Dezember 1922.	
Richard A. Sonder. Über die Ursachen der Erdkontraktion	177
Ausgegeben als Separatabdruck am 31. Juli 1922.	
Dr. F. G. Stebler zum 11. August 1922	199
(Phot. Aufnahme von C. Ruf, Zürich.)	
Ausgegeben als Separatabdruck am 11. August 1922.	
<hr style="width: 10%; margin: auto;"/>	
Prof. Dr. Schlaginhaufen. Sitzungsberichte von 1922	I
Verzeichnis der Mitglieder der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich auf den 31. Dezember 1922	XXXVII

Über die Ursachen der Erdkontraktion.

Von

RICHARD A. SONDER (Herrliberg b. Zürich).

(Als Manuskript eingegangen am 1. Mai 1922.)

Die geologische Untersuchung der Gebirge hat unzweideutig erwiesen, dass die äusseren Partien der Erdrinde sich zusammengeschoben haben. Falls diese Stauchungen bei konstantem Erdumfang stattfanden, müssen andere Gebiete der Erdkruste vorhanden sein, welche dem Zusammenschub äquivalente Dehnungen und Zerreiassungen aufweisen, Zonen, welche bei dem gewaltigen Ausmass des Rindenüberschusses der Gebirge (in den Alpen z. B. gegen 300 km) ebenso auffällig zu Tage treten müssten, wie die Faltungen selbst. Solche „Narben“ sind bis heute nirgends aufgefunden worden, noch besteht grosse Wahrscheinlichkeit, dass derartige Gebilde in den unzugänglichen Ozeantiefen zu suchen sind. Diese Feststellung bildet das Fundament der Theorie, dass sich der Erdumfang in den vergangenen geologischen Zeiten verkürzt hat.¹⁾

Die Ursache einer derartigen Schrumpfung wurde in einer säkulären Abkühlung gesucht: Der Weltraum ist kalt, die Erde ist in ihrem Innern heiss (Vulkane, Temperaturzunahme mit der Tiefe); unser astronomisches Wissen macht die Annahme wahrscheinlich, dass der Erdkörper einmal als Ganzes glutflüssig war. Es muss deshalb eine allmähliche Abkühlung und eine entsprechende thermische Kontraktion erfolgt sein, welche letztere zu den Stauchungen des äusseren Gesteinsmantels führte. Dies sind kurz die Gedankengänge der thermischen Kontraktionslehre.

Ein näheres Eintreten auf dieselbe zeigt aber bald, dass sie einer kritischen Betrachtung kaum standzuhalten vermag. Insbesondere lassen sich folgende Einwände erheben:

1. Die thermische Abkühlung im Laufe der Zeit ist viel zu gering, als dass sich daraus die konstatierbare Kontraktion her-

¹⁾ Eine demnächst erscheinende Arbeit wird sich speziell mit den geologischen Konsequenzen der Erdkontraktion befassen, und auch hier einige neue Gesichtspunkte zur Diskussion bringen (lit. 16).

leiten liesse. M. P. RUDZKI berechnet (lit. 1), dass eine Abkühlung, welche eine Radiusverkürzung von 50 km nach sich zöge, 500 Millionen Jahre gedauert haben müsse. Er scheint dabei günstige Voraussetzungen gemacht zu haben, denn NATHORST (ebenda) kommt für 5 km (Abkühlung = 30°) auf 200 Millionen Jahre. Eben angegebene Zeitzahlen müssten nun aber sicher ganz bedeutend hinaufgesetzt werden, denn sie nehmen keine Rücksicht auf die radioaktiven Substanzen der Erdrinde, welche auf alle Fälle den Abkühlungsvorgang bedeutend verzögern müssen. STRUTT und andere sind sogar zu dem Resultat gekommen, die Wärmeproduktion beim radioaktiven Zerfall könne möglicherweise den säkularen Wärmeverlust völlig ersetzen (lit. 2). Weiterhin sind in obiger Berechnung diejenigen Wärmemengen nicht berücksichtigt, welche durch die Kontraktion selbst erzeugt werden. Sie setzen ferner die gewöhnlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten in Rechnung. Es bestehen aber Gründe zur Annahme, dass letztere mit steigenden Drucken kleiner werden.

Alle diese Faktoren sind für eine starke thermische Kontraktion ungünstig. Man kann deshalb mit Sicherheit sagen, dass eine Kontraktion von 50 km einen ganz bedeutend längeren Zeitraum als 500 Millionen Jahre beanspruchen würde. Aus der geologischen Geschichte ist folgendes zu entnehmen: die letzte grosse Faltung erfolgte Ende Tertiär und hatte eine auf 30—60 km zu schätzende Radiusverkürzung zur Folge. Eine entsprechende Grossfaltung mit ähnlichem Rindezusammenschub fand im Oberkarbon statt. Die tertiäre Rindenstauchung könnte also nur auf die thermische Abkühlung der Zwischenzeit zurückgeführt werden. Wenngleich die geologische Zeitmessung auf ziemlich „dehnbaren Grundlagen“ beruht, so scheint doch eine derartig lange Dauer des zwischenliegenden Mesozoikums ganz unwahrscheinlich, die angegebene Zahl ist vielleicht um das Zehnfache übersetzt.

2. Es ist anzunehmen, dass eine rein thermische Kontraktion einer grösseren Massenkugel im allgemeinen nicht Kompression, sondern Zerrungen in den äussern Rindenteilen hervorrufen wird. Die Abkühlungsgeschwindigkeit und damit die Kontraktionsgeschwindigkeit wird nämlich da am grössten sein, wo das grösste Temperaturgefälle herrscht, bei einem erstarrenden Weltkörper also anfänglich sicher an der Oberfläche, wo eine sprungartige Temperaturdifferenz vorliegt. Nach dem Innern zu kann nur eine allmähliche Temperaturzunahme vorhanden sein, wegen der wachsenden Isolierhülle, denn Gesteine sind bekanntlich äusserst schlechte Wärmeleiter. Auch mit der Verkleinerung des Ausdehnungskoeffizienten nach der Tiefe zu muss gerechnet werden.

Man hat sich demnach eine erkaltende und deshalb zunehmend kontrahierte Rinde über einem heissen, mehr oder weniger volumkonstanten Kern zu denken. Die Kruste müsste demnach für den Kern zu klein werden: Dehnungen, Zerreiassungen, Spalten resultieren. Erst in sehr späten Abkühlungsstadien (mit dem Vorrücken der maximalen Abkühlungsgeschwindigkeit nach der Tiefe) wären Kompressionserscheinungen denkbar, immerhin lange nicht in dem Ausmass, wie sie aus dem Rindezusammenschub zu folgern sind. Zur Illustration des eben Gesagten sei der englische Physiker DAVISON zitiert, welcher berechnet, dass bei einem Rindenalter von 174 Millionen Jahren die Abkühlung höchstens 644 km tief ins Innere fortgeschritten sein könne, maximale Abkühlungsgeschwindigkeit in einer Tiefe von 116 km (lit. 3, S. 17 ff.)

Einer Erklärung der säkularen Erdkontraktion infolge thermischer Abkühlung stehen also grosse Schwierigkeiten im Wege, und man darf es als feststehend betrachten, dass eine etwelche Abkühlung nur kleine thermische Kontraktionen zur Folge haben könnte. Zur Hauptsache müssen andere Faktoren die Erdschrumpfung bewirken. Es müssen im Erdinnern Vorgänge stattfinden, durch welche spezifisch leichtere Stoffe in spezifisch schwerere übergeführt werden. Ein solcher Prozess scheint nur denkbar, wenn damit stoffliche Änderungen verknüpft sind: Wenig dichte Elemente müssen sich in dichtere umwandeln. Die Erdkontraktionslehre führt deshalb letzten Endes zur Theorie der Umwandlungsfähigkeit der Elemente.

Theoretische Möglichkeit der Umwandlung von Elementen.

Die Untersuchungen von RUTHERFORD, BOHR u. a. haben es wahrscheinlich gemacht, dass alle Atome aus gleichen Bausteinen bestehen, nämlich aus positiven Ladungen und einer entsprechenden Anzahl negativer Elektronen. Ferner dürften alle Atome einen analogen Bau besitzen, die positiven Ladungen vereinigen sich zu einem zentralen Atomkern, die negativen Elektronen gruppieren sich nach bestimmten Gesetzen um diesen Zentralpunkt herum. Zum Verständnis der nachfolgenden Ausführungen ist es nötig, etwas näher auf den Atombau einzugehen, da sich diese Arbeit auch an Leser richtet, welche mit den neuesten Atomtheorien nur teilweise vertraut sein mögen.

Die Elektronenhülle.

Für die Aussenanordnung der Elektronen sind zwei Möglichkeiten denkbar: konzentrisch kreisende Elektronenringe nach Art eines Pla-

netensystems, oder aber eine mehr allseitige Verteilung auf ineinandergeschachtelten Schalen. Die erstgenannte Auffassung nimmt Bezug auf die Lichtemission (BOHR). Aus den Valenzverhältnissen, ferner aus den Beobachtungen an kristallisierten Substanzen (lit. 4) ergeben sich starke Argumente für eine allseitig schalige Anordnung. Da diese Atomauffassung den Ergebnissen dieser Arbeit besser angepasst ist, soll ihr hier der Vorzug gegeben werden. Unter besonderer Berücksichtigung des Baus des periodischen Systems kommt man zu ungefähr folgenden Vorstellungen.

Da man für alle Atome einen gleichen Bau der Elektronenhülle annehmen muss (Hochfrequenzspektren), soweit es die Zahl der vorhandenen Aussenelektronen gestattet, zeigt ein komplexes Atom folgendes Bild: Von innen nach aussen stösst man zuerst auf einen Ring von zwei Elektronen (Typ Helium); dann auf eine Doppelschale von je 8 Elektronen in einer Schicht (einschichtiger Typ Neon, zweischichtiger Typ Argon); es folgt eine Doppelschale von je 18 Elektronen pro Schicht (einschichtiger Typ Krypton, zweischichtiger Typ Xenon); die Elemente mit höchstem Atomgewicht weisen endlich noch eine äusserste Schale von 32 Elektronen auf (Typ Emanation). Die eben angeführten Elemente, welche also jeweils eine vollständige Aussenschale besitzen, zeigen keinerlei chemische Tendenzen, ihre Aussenschale scheint in völligem Gleichgewicht befindlich. Die Elemente mit unvollständiger Aussenschale dagegen zeigen das Bestreben, zur Abgabe resp. Anlagerung von Elektronen, sie sind also nicht im Gleichgewicht. Periodizität entsteht dadurch, dass Elemente mit wenigen Aussenelektronen dieselben besonders leicht verlieren und deshalb ausgesprochen positiven Charakter besitzen, die Elemente mit mehr oder weniger vollständiger Aussenschale sind elektro-negativ, indem sie durch Anlagerungen von Elektronen die Aussenschale zu vervollständigen suchen (lit. 5). Diese kurz skizzierten Verhältnisse erfahren insofern eine Komplizierung, als es anscheinend bei den Aussenschalen zu 18 Elektronen und entsprechend bei den höheren mit 8—10 Elektronen bereits zu einer nicht völlig stabilisierten Schalenbildung kommt (verhältnismässige chemische Passivität, Einsetzen einer Unterperiode mit den Elementen Cu, Ag, Au).

Der Atomkern.

Wenngleich die Aussenelektronen die Übermittler der chemischen und physikalischen Eigenschaften sind, so ist doch die chemische Individualität einzig und allein durch die zentrale positive Ladung, d. h. den Atomkern, gegeben, denn die Zahl der Aussenelektronen vermag

sich zeitweise zu ändern (Ionenbildung), ohne dass ein anderes Element entsteht. Sie sind also nicht das Massgebende, sondern man muss die Atomkerne untersuchen, wenn man die Verwandlungsmöglichkeit der Elemente ineinander prüfen will. Nun hat man aber allen Grund zur Annahme, dass auch die Kerne der verschiedenen Atome, ähnlich wie die Elektronenschalen, aus gleichen Bausteinen bestehen, und zwar vor allen Dingen aus positiven Elementarladungen. Soviel man heute weiss, unterscheiden sich die verschiedenen Elemente nur durch die unterschiedliche, positive Zentralladung, welche die normale Anzahl der Aussenelektronen und damit das chemische und physikalische Verhalten bestimmen. Folgende Tatsachen sprechen dafür, dass der Kern selbst elektronenartig struiert ist. Die positive Kernladung ist nachgewiesenermassen die Hauptträgerin der Atommasse, zu der die Elektronen nur einen sehr kleinen Bruchteil beisteuern. Nun sind die relativen Atomgewichte viel häufiger, als sich aus der Wahrscheinlichkeitsrechnung ergibt, annähernd ganze Zahlen, ja es konnte neuestens bei den Elementen, welche von dieser Regel abweichen, nachgewiesen werden, dass sie eine Mischung von Kernen mit ganzzahligem Atomgewicht darstellen (z. B. die verschiedenen Isotopen des Chlors u. a.). Diese Tatsachen machen es äusserst wahrscheinlich, dass alle Kerne aus gleichen Einheiten aufgebaut sind, nämlich aus positiven Elementarladungen von der relativen Masse 1. Bei den höher geladenen Kernen sind sicher auch noch negative Elektronen vorhanden, wie der radioaktive Zerfall anzeigt. Wahrscheinlich ist der Wasserstoffkern direkt als diese positive Elementarladung anzusprechen.

Alle Atome wären demnach materiell wesensgleich und unterscheiden sich nur in der Zahl der strukturell vereinigten Bausteine. Es besteht deshalb die Möglichkeit, dass sich die Elemente unter geeigneten Bedingungen ineinander verwandeln können, und zwar wird diese Verwandlung an eine Zu- oder Abnahme der Kernladung geknüpft sein. Es ist deshalb nicht ausgeschlossen, dass die schwereren Atomkerne sich im Laufe der kosmischen Entwicklung aus einfacheren heranbildeten. Eine direkte Bestätigung der Umwandlungsfähigkeit der Elemente bietet der radioaktive Zerfall, wobei Elektronen und Heliumkerne ausgeschleudert werden. Es entstehen dabei eine Reihe anderer Elemente und schliesslich Blei. Die radioaktiven Elemente, deren Kern aus irgend einem Grunde instabil ist, enthalten also die Bausteine von Elementen niedrigerer Kernladung eingeschlossen. Ferner ist es

RUTHERFORD gelungen, den Stickstoffkern mittelst α -Strahlen (ionisierte He-Kerne) auseinanderzuschliessen, wobei Wasserstoffkerne entstanden.

Man steht deshalb auf nicht allzu hypothetischer Basis, wenn man der Erdkontraktion eine materielle Evolution im Erdinnern zu Grunde legt. Eine naheliegende Annahme ist, dass dieser Aufbauprozess von den äussern physikalischen Bedingungen abhängig ist, und dass das Endprodukt verschieden oder gleich sein wird, je nach dem äussern physikalischen Feld, unter dem sich die Evolution vollzog. Die stoffliche Zusammensetzung irgend eines Weltkörpers, sei es, dass man ihn als Ganzes betrachtet, sei es, dass man äussere oder innere Zonen ins Auge fasst, muss demnach eine gesetzmässige und nie eine zufällige sein. Für die Kontrolle dieser Folgerung bieten sich zwei Möglichkeiten:

1. Vergleich der Dichten der verschiedenen Planeten.
2. Vergleich der chemischen Zusammensetzung von Erdrinde, Steinmeteoriten, und Sternoberflächen.

Vergleich der Dichten der verschiedenen Planeten.

Folgende Tabelle orientiert über Komponenten des Sonnensystems, geordnet nach abnehmenden Massen:

	Masse		Dichte	
	Sonne = 1	Erde = 1	Wasser	Erde = 1
Sonne	1	333 400	1,39	0,25
Jupiter	1 : 1047 ± 0	318	1,36	0,23
Saturn	1 : 3501,6 ± 0	95	0,66	0,13
Neptun	1 : 19 300 ± 200	17,2	1,28	0,23
Uranus	1 : 22 869 ± 30	14,8	1,34	0,24
Erde	1 : 333 400 ± 0	1	5,57	1
Venus	1 : 409 000 ± 2000	0,81	5,2	0,82
Mars	1 : 3 093 500 ± 3000	0,11	3,99	0,72
Merkur	1 : 6 000 000 (—15 000 000)	0,034	6,2—3,2	1,1—0,59
Mond	—	0,012	3,4	0,61

Einzelne Daten sind dabei unsicher, so die Dichten von Uranus und Neptun, da die grosse Entfernung die Radienmessung beeinträchtigt. Beim Planeten Merkur ist man sogar über die Masse im Zweifel, weil er wegen seiner Kleinheit nur geringe Störungen in der Bahn der benachbarten Planeten hervorruft.

Die äussern grossen Planeten.

Auffällig ist sofort deren geringe Dichte, wenn man sie mit der Erde und den andern kleinen Planeten vergleicht. Man hat diese Tatsache zweifellos mit einer rückständigen Entwicklung in Verbindung zu bringen, indem eben ein Himmelskörper sich um so langsamer entwickelt, je grösser seine Masse ist. Die Sonne ist von allen Komponenten des Sonnensystems am wenigsten ausgereift, ebenso dürfte die Oberfläche von Jupiter, des grössten Planeten, nach den Veränderungen seiner Atmosphäre zu schliessen, noch nicht erstarrt sein. Miteinander vergleichbar sind Saturn und Neptun, weil sie annähernd gleiche Masse besitzen, und deshalb vielleicht auch ungefähr im gleichen Entwicklungsstadium befindlich sind. Sie besitzen in der Tat fast gleiche Dichte, d. h. voraussichtlich ungefähr gleiche Zusammensetzung, können also einigermassen als Beleg dafür gelten, dass gleiche physikalische Entwicklungsbedingungen (gegeben durch die gleichen Massen) zu gleichen Resultaten führt.

Die kleinen innern Planeten.

Von diesen besitzt die Erde die grösste Masse, sie wird deshalb in ihrer Entwicklung relativ am weitesten zurück sein. Die geologische Geschichte der Erdrinde beweist, dass die Erdschrumpfung bis in die allerjüngste Zeit angedauert haben muss, dass also die kosmische Entwicklung im Erdinnern noch nicht abgeschlossen ist. Andererseits muss die Erde doch einen sehr gealterten Planetentyp darstellen, ihre Dichte ist relativ hoch; man weiss ferner, dass sie schon seit sehr langer Zeit mit einer festen Rinde überdeckt ist. Eine vergleichende Studie zwischen der Erdkonstitution und derjenigen der andern kleinen Planeten scheint deshalb möglich. Es zeigt sich sofort, dass die Innenzusammensetzung dieser letzteren wesentlich verschieden sein muss, was den relativen Anteil an schwereren Stoffen anbelangt. Es lässt sich ferner auch keine Dichtebeziehung in Betreff auf den Sonnenabstand ersehen.

Ob eine Gesetzmässigkeit in evolutionistischem Sinne besteht, lässt sich auf folgender Basis nachprüfen: Gemäss früheren Annahmen, muss die kosmische Entwicklung unter gleichen Bedingungen zu gleichen Resultaten führen. Von aussen nach innen fortschreitend, werden in der Erde Zonen von unterschiedlichen physikalischen Bedingungen vorhanden sein. Entsprechende Zonen müssen sich auf andern Planeten wiederfinden, wenngleich in anderer Mächtigkeit wegen der verschiedenen Schwerkraft. Derartig einander zugeordnete Schalen besässen demnach gleiche chemische Konstitution und mithin

gleiche Dichte. Falls man nun über die jeweilige Dichte der verschiedenen Tiefenstufen der Erde orientiert ist, lässt sich das Innere der andern Planeten in Schalen von supponiert gleicher Dichte unterteilen, woraus sich eine theoretische Gesamtdichte eines jeden Planeten ergibt. Diese muss, wenn die Voraussetzungen richtig sind, ungefähr mit der astronomisch berechneten wahren Dichte übereinstimmen.

Die Konstitution des Erdinnern (vergl. lit. 6).

Die Geschwindigkeiten seismischer Wellen, welche sich durch grössere Erdtiefen hindurch fortpflanzen, sind geeignet, uns Aufschluss zu geben über die Erdkonstitution in diesen Tiefen. Aus ihnen kann ersehen werden, dass nach der Tiefe hin verschiedene Diskontinuitätsflächen existieren, welche Erdschalen von verschiedener Wellengeschwindigkeit trennen. E. WIECHERT und seine Schüler erklärten diese Erscheinung durch mehr oder weniger sprungweise Änderung der chemischen Zusammensetzung resp. der Dichte mit der Tiefe. Diese Auslegung scheint plausibel, weil ja infolge des hohen spezifischen Gewichtes der Erde nach innen zu bedeutend dichtere Stoffe liegen müssen als diejenigen, welche die Rinde zusammensetzen. Die sprungartigen Dichteänderungen liessen sich vom evolutionistischen Standpunkt aus folgendermassen erklären: Es existieren für die leichteren Stoffe, welche die Rinde zusammensetzen, gewisse Druckgrenzen, über welche hinaus deren Existenzbedingungen ungünstig werden. Im Druckfelde der Erde äussern sich diese Übergänge durch konzentrisch angeordnete Unstetigkeitsflächen.

Die neueren Arbeiten von GEIGER und GUTENBERG lassen auf folgende Hauptdiskontinuitätsflächen schliessen:

- I 1193 ± 50 km Tiefe
- II 2454 ± 100 km Tiefe

KLUSSMANN (lit. 7) berechnete, gestützt auf diese Daten, die Dichten der innern Kernzonen, indem er für den Aussenmantel verschiedene denkbare Dichten einsetzte. Er fand folgende Tabelle, worin die fettgedruckten Zahlen wohl den Vorzug verdienen:

Vorausgesetzte Dichte der Aussenrinde	3,0	3,2	3,4	3,6
Gefundene Dichte des Zwischenmantels	7,2	6,6	6,0	5,4
Gefundene Dichte des Kerns	8,3	8,7	9,1	9,5

In den Meteoriten besitzt man einen weiteren Anhaltspunkt über die Zusammensetzung des Innern von kosmischen Körpern, da

dieselben voraussichtlich aus Bruchstücken grösserer Himmelskörper bestehen. Die Meteoriten zerfallen in die beiden Hauptgruppen der Eisen- und Steinmeteoriten mit spezifischen Gewichten von 3—3,6 und 7,5—8. (Es existieren auch verbindende Zwischenglieder.) Man hätte demnach zur Hauptsache nur einen Steinmantel und einen Kern zu unterscheiden. Unter Berücksichtigung der mittleren Erddichte müsste der Übergang im Erdinnern zwischen 1200—1600 km liegen. In den grossen Zügen kann dieses Bild mit dem Resultat der Erdbebenforschung in Einklang gebracht werden, wenngleich die angegebenen Einzelwerte für Zwischenmantel und Kern kaum ihr Äquivalent besitzen. Immerhin muss man bedenken, dass der heutige Zustand des Erdinnern noch nicht definitiv sein kann. Es soll aber im Folgenden die Möglichkeit berücksichtigt werden, dass im Erdinnern nur Mantel und Kern zu unterscheiden ist.

Das physikalische Feld im Innern von kosmischen Massenkörpern.

Als Hauptfaktoren, welche den Kondensationsprozess der Materie beeinflussen können, wird man Temperatur und Druck zu berücksichtigen haben; zwei Faktoren, welche einander entgegenwirken: Temperatursteigerung verursacht Expansion, Drucksteigerung Kompression. Es scheint deshalb wahrscheinlich, dass der Tiefendruck die Bildung schwererer Elemente fördern wird, die Temperaturerhöhung mit der Tiefe dagegen verzögernden Einfluss hat. Über die Temperaturzunahme nach dem Innern der Erde ist man ungenügend orientiert, weil man nicht weiss, wie tief hinab der feststellbare Oberflächengradient gilt. Die Temperatur kann also bei dem folgenden Vergleich nicht berücksichtigt werden. Falls man aber die nicht unwahrscheinliche Annahme macht, dass die Innentemperatur bei entwickelteren kleineren Himmelskörpern geringer ist, so wird ihr Einfluss der sein, dass bei ihnen bereits etwas geringere Drucke den festgelegten Tiefenstufen der Erde entsprechen. Mit andern Worten: die Dichteverhältnisse der Erde sind noch nicht völlig ausgereift, die zu berechnenden theoretischen Dichten müssen etwas kleiner als die wahren ausfallen.

Der Druck im Erdinnern. Derselbe kann ohne Zuhilfenahme von Hilfshypothesen (z. B. LAPLACEsche Formel) nicht berechnet werden. Der Druck einer Tiefenstufe wird etwas höher liegen als der berechnete hydrostatische Druck, weil es sich um ein konvergentstrahliges Gravitationsfeld handelt. Der hydrostatische Druck stellt somit einen Minimalwert dar (Formel I). Ebenso kann man

einen Maximalwert des Druckes angeben, welcher auf keinen Fall überschritten werden kann, nämlich das Gesamtgewicht der überlagernden Massenschale, dividiert durch die Kugeloberfläche der betreffenden Tiefenstufe (Formel II). Dass diese Werte zu hoch ausfallen, insbesondere bei grossen Tiefenstufen, ersieht man leicht daraus, dass sich daraus für das Erdzentrum ein unendlicher Druck ergeben würde. Obige Formeln lassen sich folgendermassen in geeigneter Form herleiten:

Formel I. Bezeichnet man mit R den Gesamtradius der zu untersuchenden Massenkugel, mit r den variablen Radius der Tiefenstufe, mit s_1 die Dichte des überliegenden Kugelmateriale und mit G endlich das mit der Tiefe sich ändernde Gewicht der Masseneinheit, so ist der gesuchte Druck in gr gleich

$$P = \int_r^R s_1 G dr$$

Wenn c die Gravitationskonstante, m die Masse der Kernkugel vom Radius r , m_0 und R_0 Masse und Radius der Erde bedeuten, so ist

$$G = \frac{c \frac{m}{r^2}}{c \frac{m_0}{R_0^2}} = \frac{m R_0^2}{m_0 r^2}$$

Weiterhin sei die Dichte der Erde s_0 , die Dichte der jeweiligen Kernkugel s' . Dann ist

$$G = \frac{\frac{4}{3} \pi r^3 s' R_0^2}{\frac{4}{3} \pi R_0^3 s_0 r^2} = \frac{r \cdot s'}{R_0 s_0}$$

s' ist mit wechselnder Tiefenstufe variabel, sobald der Kern diskontinuierlich unterteilt ist. Befindet man sich in einer Schale von der Dichte s_1 und besitzt der Kern, welcher von der nächsttieferen Diskontinuitätsfläche mit dem Radius a umschlossen ist, die Dichte s_2 , so bekommt man für s' folgende Gleichung:

$$s' = \frac{\frac{4}{3} \pi a^3 s_2 + \frac{4}{3} \pi (r^3 - a^3) s_1}{\frac{4}{3} \pi r^3} = \frac{a^3 s_2 + s_1 (r^3 - a^3)}{r^3}$$

somit ist

$$G = \frac{1}{R_0 s_0} \left[\frac{a^3}{r^2} (s_2 - s_1) + s_1 r \right]$$

Wenn schliesslich a der Radius der ersten Diskontinuitätsfläche eines Massenkörpers vom Radius R bedeutet, so erhält man den zugehörigen Tiefendruck

$$P_a = \int_a^R \frac{s_1}{R_0 s_0} \left[\frac{a^3}{r^2} (s_2 - s_1) + r s_1 \right] dr$$

Durch Auflösung des Integrals und seine Umformung findet man als Formel I

$$P_a = \frac{s_1 (R - a)}{R_0 s_0} \left[\frac{a^2}{R} (s_2 - s_1) + \frac{s_1}{2} (R + a) \right]$$

Formel II. Wenn δ den geographischen Breitenwinkel, φ den Längewinkel bedeutet, $r^2 \sin \delta d\delta d\varphi dr$ also dem Volumenelement entspricht, so findet man für den Druck

$$P_a = \frac{\int_a^R \int_0^\pi \int_0^{2\pi} s G r^2 \sin \delta d\delta d\varphi dr}{4\pi a^2}$$

Durch analoge Umformung der Gleichung wie oben und durch Auflösung der Integrale, erhält man als Formel II den folgenden Ausdruck:

$$P_a = a (s_2 - s_1) s_1 \frac{R - a}{R_0 s_0} + s_1^2 \frac{R^4 - a^4}{4a^2 R_0 s_0}$$

Theoretische und wahre Dichten der kleineren Planeten.

In folgender Tabelle finden sich die theoretischen Dichten, welche sich aus obigen Formeln berechnen, den wahren Dichten gegenübergestellt, unter der Annahme, dass für Aussenmantel, Zwischenschale und Kern die Dichten 3,4; 6; 9,1 gelten:

	Radius in km	Äquivalente Tiefenstufen nach				Dichte		
		I		II		I	II	wahre
		Druck in kg pro cm ² 413000	1180000	Druck in kg pro cm ² 515000	1942000			
Erde	6370	1200	2450	1200	2450	5,6	5,6	5,6
Venus	6100	1360	2820	8270	2530	5,10	5,31	5,2
Mars	3400	188 000	Zentraler Druck in kg pro cm ²	(1870)	(2570)	3,4	(3,7)	4
Merkur	2400	93 000		—	—	3,4	—	?
Mond	1740	49 000		—	—	3,4	—	3,4

Das Resultat der Berechnungen entspricht also völlig der Theorie, die berechneten Dichten liegen etwas unterhalb den wahren, wenn man die Resultate von Formel I als genauer betrachtet. Der Unterschied der Resultate ist relativ klein beim Planeten Venus, was zu erwarten ist, steht er doch in seiner Masse und voraussichtlich in seinem Entwicklungsstadium der Erde am nächsten. Die Differenz ist am grössten beim Planeten Mars, was keine weitere Beeinträchtigung obiger Resultate darstellt, weil ja der bedeutend kleinere Mars sicher schon völlig ausgereift ist. Die Mondichte zeigt an, dass es tatsächlich von einer gewissen Minimaldruckgrenze an abwärts (Gesteinsmantel der Erde) nicht mehr zur Bildung eines zentralen Metallkerns kommt.

Unter der Annahme eines 1400 km mächtigen Mantels von der Dichte 3,4 und eines entsprechenden Kerns von der Dichte 8 (Meteoriten!) erhält man eine theoretische Dichte der Venus von 5,3, also einen annehmbaren Wert. Das Resultat würde ebenfalls wenig verändert, falls man annimmt, es finde ein allmählicher Übergang von Steinmantel zu Kern statt; die bestehenden Unsicherheiten in der Abgrenzung der verschiedenen Dichteschichten kommen also für das Endresultat nur in geringfügigem Masse in Betracht. Es geht aus obigen Berechnungen hervor, dass auf den verschiedenen Planeten Schichten gleicher Dichte unter gleichen Druckbedingungen liegen, also auf kleineren Massenkörpern erst entsprechend tiefer sich befinden als auf grösseren. Die Grösse des vorhandenen Metallkerns ist eine Funktion des Innendrucks.

Man hat somit ein Mittel in der Hand, aus den Radien gealterter Weltkörper Rückschlüsse auf deren Dichte und damit deren Masse zu ziehen. Praktische Bedeutung erlangt dieses Resultat beim Planeten Merkur. Über seine Masse ist man, wie ausgeführt (S. 182) nicht orientiert, am genauesten kennt man noch den Radius. Aus dessen Grösse lässt sich folgern, dass die Dichte dieses Planeten wenig über 3,4 liegen kann, vielleicht 3,5 beträgt (Vergleich der Zentraldrucke von Mond, Merkur, Mars). Daraus würde sich eine Masse von $\frac{1}{9\,700\,000}$ der Sonne ergeben. In der Literatur findet man Angaben von $\frac{1}{6\,000\,000}$ bis $\frac{1}{15\,000\,000}$. Nun hat aber 1911 BACKLUND anlässlich des Durchganges des Enkeschen Kometen eine neue Massenberechnung durchgeführt, welche ebenfalls $\frac{1}{9\,700\,000}$ ergab und welche eine der zuverlässigsten Massenbestimmungen des Merkurs ist. Die Theorie scheint sich mithin auch am Merkur zu bewähren.

Die Kontraktionsmöglichkeiten kosmischer Massenkugeln.

Fassen wir nochmals zusammen: Die Verdichtung der Materie durch Umwandlung einfacherer Atome in komplexere ist weitgehend vom Druck abhängig. Je höher die wirkende Masse, desto höher der Innendruck, um so grösser also auch der sich bildende schwere Kern. Unter einem gewissen Druckminimum wird sich kein Metallkern mehr bilden können, d. h. die chemische Zusammensetzung wird sich nach der Erstarrung im Innern nicht mehr ändern. Daraus muss man schliessen, dass derartige Massenkugeln nach der Erstarrung keine nennenswerte Kontraktion mehr erleiden werden. Für sie kann höchstens eine leichte thermische Kontraktion in Frage kommen. Ist diese Konsequenz der Theorie erfüllt?

Es wurde bereits festgestellt, dass der Mond zu geringe Masse besitzt, als dass es bei ihm zur Bildung eines Kerns hätte kommen können. Es sind deshalb auf seiner Oberfläche die Spuren einer thermischen Kontraktion zu erwarten, d. h. Risse, Spalten usw., wie auf Seite 179 ausgeführt wurde. Diese Folgerung wird durch die Tatsachen bestätigt. Da reliefzerstörende Faktoren auf der Mondoberfläche nicht wirksam sind, so hat sich dort die primäre Erstarrungskruste zu erhalten vermocht. Zahlreiche Rillen und kilometerlange Spalten (bis zu 5 km breit) weisen auf eine rasche Abkühlung und Kontraktion der Oberfläche hin. Auch die rätselhaften schmalen Lichtstreifen, insbesondere diejenigen, welche strahlenartig von einigen Kratern ausgehen und sich längs grössten Kreisen (Mondmeridianen) tausende von Kilometer weit fortsetzen, dürften am ehesten solche rissartige Zertrümmerungszonen (keine klaffende Spalten, setzen sie sich doch über die Unebenheiten fort) darstellen, längs welchen an der Oberfläche sich sublimierende Gase emporgestiegen sind. Diese Strahlensysteme besitzen auf der Erde weder ein tektonisches noch sonstiges Äquivalent und müssen deshalb wohl eine charakteristisch lunare Erscheinung sein. In der Tat entstehen solche Bruchsysteme, wenn durch rasche Kontraktion die Aussenrinde zu klein wird, wie CARPENTER und NASMYTH (lit. 15, S. 127) durch folgendes Experiment nachgewiesen haben: Eine bei 4° mit Wasser gefüllte und verschlossene Glaskugel wurde abgekühlt, bis das sich ausdehnende Wasser die Wandung sprengte. Von der schwächsten Stelle aus entwickelte sich ein ganz analoges strahlenartiges Sprungsystem, wie es die Mondstrahlen zeigen. Derartige Bruchsysteme setzen eine völlig verfestigte Rinde voraus. Damit stimmt überein, dass die wenigen grossen Mondkrater der Mondmeere (zuletzt verfestigt) meist

einen solchen Strahlenkranz besitzen, während von den viel zahlreicheren Kratern der „terrae“ (zuerst verfestigt) nur relativ wenige ebenfalls Strahlen besitzen.

Sichere Anzeichen einer stattgehabten Kompression lassen sich auf der Mondoberfläche nicht beobachten. Faltengebirge, denjenigen der Erde vergleichbar, treten keine auf. Ein Rindenzusammenschub und deshalb eine Kontraktion der inneren Partien kann demnach für den Mond nicht angenommen werden, denn es scheint sehr unwahrscheinlich, dass sich diese Störungen alle auf der erdabgewandten Seite vollzogen haben. Aus diesen Tatsachen ergibt sich klar die Unwahrscheinlichkeit einer thermischen Erdkontraktion, denn es müssten die Kontraktionswirkungen auf beiden Weltkörpern zum mindesten proportional gleich sein. Wenn man für die Erde, vorsichtig geschätzt, seit beginnender Erstarrung eine Radiusverkürzung von 5% annimmt (dieselbe ist wahrscheinlich bedeutend grösser), so ergäbe das für die Mondrinde einen äquivalenten Zusammenschub von 500 km, welcher der Beobachtung sicher nicht entgehen könnte. Dass es bei einer derartigen Kontraktion zu Rindenstauchungen hätte kommen müssen, lässt sich daraus ersehen, dass der maximal denkbare Tangentialstress in der Mondrinde sich auf ca. 75 000 kg pro m² berechnen lässt (spez. Gewicht der Aussenschale zu 2,6), also ein Druck weit höher als jegliche Gesteinsfestigkeit. Der Gegensatz zwischen Mond- und Erdtopographie bildet somit eine starke Stütze einer Kernverdichtungstheorie im obigen Sinne.

Ein weiterer Vergleich der Oberflächengestaltung ist nur noch mit dem Planeten Mars möglich, weil bei ihm allein die Oberfläche selbst gesehen werden kann. Eine Kontraktion vom Mars durch Kernevolution scheint nach den gegebenen Daten nur in beschränktem Masse möglich, deren eventuelle Folgen auf die Rinde müssen durch die auf diesem Planeten tätige Erosion schon längst zerstört worden sein, weil die Innenentwicklung bei dieser kleinen Massenkugel sicher schon lange abgeschlossen ist. In der Tat zeigt Mars in bezug auf Relief ein undifferenziertes, eintöniges Oberflächenbild.

Vergleich der chemischen Zusammensetzung der verschiedenen Himmelskörper.

Zu einem solchen Vergleich besitzt man folgende Basis:

Der Durchschnittschemismus der Erdrinde.

Der Durchschnittschemismus der Meteoriten.

Die Spektralanalyse des Sonnenlichts usw.

Der Durchschnittschemismus der Erdrinde.

Man darf mit CLARKE annehmen, dass die Gesteine der Erdoberfläche uns die mittlere Zusammensetzung der Rinde bis zu ca. 16 km vermitteln. Nach abnehmender Häufigkeit geordnet, gelten für die verschiedenen Atomtypen die folgenden Verhältniszahlen (hauptsächlich zusammengestellt nach lit. 8, 9, 10):

O	Si	H	Al	Na	Mg	Ca	Fe	K	C	Ti	Cl
30	9,5	9,5	2,5	1	.86	.80	.73	.60	.17	.08	.06
F	S	P	N	Mn	Ba	Li	Cr	V	Sr	Zr	Ni
.05	.03	.03	.02	.01	.007	.007	.004	.004	.004	.003	.002
Be	B	Br	Sn	Co	Zn	Y	A	Cu	Ce	As	Pb
.001	.....	.....	.....	.....	.....	.0001	.....	.....	.....	.....	.....
Sc	Mo	Rb	Wo	J	La	Sb	U	Se	Th	Kr	Ag
.....	.....	.000	01	.....	.....	.....	.....	.....	.000	001	.....
Cd	Hg	Bi	Cs	Nb	Ne	Te	Sa	Ta	Xe	Pt	Au
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.000	0001	.....	.....	.....
.Ga	In	Tl	Os	Ir	Ge	Rh	Pd	Ru	Ra		
.....	.....	.000	000	001	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

Es ist klar, dass obige Schätzung nur approximative Bedeutung hat, es werden besonders bei den selteneren Elementen vielfach unrichtige Einreihung vorhanden sein, sobald es sich um annähernd die gleichen absoluten Werte handelt. Am geringsten sind die relativen Schätzungsfehler bei Elementen, welche durch gleichartige Konzentrationsprozesse in der Natur angereichert wurden, also insbesondere bei chemisch verwandten Elementen, z. B. As und Sb. Dagegen ist es absolut unmöglich, seltener, wesensfremde Elemente auf ihre gegenseitige relative Stellung hin auszuwerten, sobald es sich um annähernd die gleichen prozentualen Anteile handelt, z. B. As und Ce.

Der Durchschnittschemismus der Steinmeteoriten.

Aus der von Farrington gegebenen Durchschnittszusammensetzung der Steinmeteoriten (lit. 11, S. 277) ergeben sich folgende atomare Verhältniszahlen:

O	Si	Mg	Fe	S	Al	Ca	Na	Ni	H	C	K	Cr
22,4	6,5	5,6	4,8	.63	.51	.41	.26	.22	.22	.05	.04	.04

Mn	P	Co	Ti	Sn
.03	.015	.009	.002	.001

Ausserdem fanden sich auf den Meteoriten noch folgende Elemente geordnet nach steigender Atomnummer:

He, Li, N, Cl, A, V, Cu, As, Se, Sr, Zr, Mo, Ru, Pd, Sb, J, Ba, Ce, Dy, Wo, Os, Ir, Pt, Au, Tl, Bi, U.

Der Chemismus der Sonnenoberfläche.

Über die qualitative Zusammensetzung der Sterne gibt uns die Spektralanalyse Auskunft. Es ist denkbar, dass uns die Linienintensität gewisse Anhaltspunkte gibt über die relative Verbreitung der verschiedenen Atomarten. Die Sonne ist von allen Sternen am besten bekannt. Die auf ihr bisher gefundenen Elemente lassen sich nach abnehmender Linienintensität folgendermassen einordnen (nach ROWLAND):

Ca, Fe, H, Na, Ni, Mg, Co, Si, Al, Ti, Cr, Mn, Sr, V, Ba, C, Sc, Y, Zr, Mo, La, Nb, Pd, Nd, Cu, Zn, Cd, Ce, Be, Ge, Rh, Ag, Sn, Pb, Er, K, He, O, Ga, Li, Rb.

Zweifelhaft festgestellt sind:

Ir, Os, Pt, Ru, Ta, Th, W, U.

Immerhin liegen die Verhältnisse nicht so einfach, dass man aus der Linienintensität sichere Schlüsse auf die Verbreitung der betreffenden Elemente ziehen könnte. Denn ebenso wie die Aussenelektronen Träger der chemischen Eigenschaften sind, so verursachen sie auch die Lichtemission, was von Element zu Element zu unterschiedlichen Wirkungen auf die Stärke der bekannten Linien führen kann, weil die Eigenschaften der äusseren Elektronenschalen periodische Wechsel zeigen.

Die Aussenelektronen kreisen nach BOHR auf bestimmten Bahnen um das Atom herum. Absorption resp. Lichtemission entsteht dadurch, dass die Elektronen auf äussere Bahnen geworfen werden oder auf innere Bahnen wieder zurückfallen. Die bei diesem Vorgang stattfindenden Energiegehaltswechsel des Elektrons finden ihr Äquivalent in Aufnahme resp. Aussendung von Licht bestimmter Wellenlänge, d. h. es entsteht eine Spektrallinie. Je mehr Energie deshalb das Atom aufnimmt, desto weiter vom Zentrum ab liegen die Elektronenbahnen, wodurch auch andere Linien entstehen werden, bei eintretenden Bahnwechseln. Schliesslich kann ein Elektron soweit abkommen, dass es in den Wirkungskreis anderer Atomkerne gerät, das Ursprungsatom wird dadurch ionisiert. Es ist leicht ersichtlich, dass mit Energieaufnahme die Bedingungen der Lichtemission sich ändern müssen, spe-

ziell die eventuell eintretende Ionisation kann auf die Lichtemission der verbleibenden Elektronen von grossem Einfluss sein. Mit steigender Erregung (Erhitzung) muss sich ein Wechsel im Emissionsspektrum vollziehen. Neue Linien treten auf, während die bisherigen Linien sich abschwächen und in extremen Fällen schliesslich ganz verschwinden. Derartige Erscheinungen zeigen sich bereits im Laboratorium beim Übergang vom Flammenspektrum zum Spektrum des elektrischen Ofens, und schliesslich zum ganz heissen Flammenbogenspektrum. Diese Veränderungen muss man auch für die Sternspektren berücksichtigen, insbesondere werden auf der Sonne und noch mehr auf den heissern Sternen ionisierte Zustände häufig sein.

Eine interessante Arbeit hierüber veröffentlichte M. N. SAHA in bezug auf die Sonne (lit. 12). Zur Illustration des eben Gesagten sei ein Beispiel aus ihr angeführt. Natrium ist leicht ionisierbar, Kalium, das nächste Leichtmetall, ist leichter, und Rubidium noch leichter ionisierbar. Die bekannten Linien dieser Leichtmetalle im Flammenspektrum rühren vom neutralen Atom her, die Linien der ionisierten Atome liegen dagegen im Ultravioletten und sind nicht beobachtbar, weil derartige Strahlen von der Erdatmosphäre absorbiert werden. Aus den Berechnungen ergab sich nun, dass bei Sonnentemperatur (6000°) sehr viele Na-Atome ionisiert sein müssen, von K sind die meisten von Rb endlich alle Atome ionisiert. Nun weisen aber die Sonnenflecken niedrigere Temperatur auf (4000°), neutrale und deshalb sichtbare Rb-Atome sind in den Flecken denkbar, während zugleich die Linien der andern Leichtmetalle hier stärker hervortreten müssen. Dies Resultat wird durch die Tatsachen besätigt, insbesondere gelang es H. N. RUSSEL (lit. 13) bei der Nachprüfung das auf der Sonne bisher nicht bekannte Rb im Fleckenspektrum nachzuweisen. Ähnliches kann natürlich auch bei andern Elementen eintreten, oder aber es können andere Faktoren sich geltend machen, welche die Stärke der bekannten Linien beeinflussen oder deren Auftreten überhaupt verhindern. Es ist somit aus dem Nichtbeobachten der Linien eines Elementes nicht auch sein Nichtvorkommen auf der Sonne erwiesen. Über die Stärke der vorhandenen Linien entscheidet somit erstens die Gesamtzahl der entsprechenden Atome und zweitens der physikalische Erregungszustand.

Aus der Zusammensetzung der Erdrinde und der Meteoriten geht hervor, dass die relative Verbreitung der verschiedenen Atomtypen um sehr grosse Beträge differiert. Die eben erwähnten Einflüsse müssen von Element zu Element schon sehr stark verschieden sein, wenn die Linienintensität nicht mehr massgebend für die relative Verbreitung sein soll. Zwischen Elementen mit aufeinanderfolgenden Atom-

nummern innerhalb einer Periode sind sie jedenfalls nicht sehr gross. Es sind also für derartig nah verwandte Elemente Umstellungen kaum zu befürchten (stärkere Linien bei geringerer Atomzahl), wenn die Linienintensität deutliche Unterschiede zeigt. Unbrauchbar ist die ROWLANDsche Serie nur für den Vergleich von nicht verwandten Elementen.

Unter Vermeidung dieser Fehlerquellen lassen sich obige Daten folgendermassen graphisch vergleichen: Auf der Abszisse (vergleiche Figur) trägt man die Atomnummern der Elemente ab, ferner nummeriert man in den verschiedenen Serien die Elemente derart, dass das seltenste Element die kleinste „Häufigkeitsnummer“ erhält. Diese Zahlen liefern die Ordinaten zu einer Kurve, deren Steigen und Fallen uns relativ fehlerfrei über die Häufigkeit verwandter Atome orientiert, denn es ist klar, dass desto grössere Mengenunterschiede zwischen zwei Atomen bestehen, je mehr Elemente sich zwischen dieselben einschieben, je grösser also der Unterschied der Häufigkeitsnummern ist. Diese Kurven müssen uns unzweifelhaft Auskunft darüber geben, ob die Verteilung der Materie auf die verschiedenen Atomarten auf den verglichenen Himmelskörpern eine zufällige ist oder nicht, denn nur im zweiten Falle wird man einen gleichsinnigen Kurvenverlauf der verschiedenen Serien erhalten können.

Ein Blick auf die drei Kurven zeigt, dass die Probe positiv ausfällt. Mit wenigen Ausnahmen lässt sich eine auffällige Parallelität im Steigen und Fallen beobachten. Es muss deshalb für Erdrinde, Steinmeteoriten und Sonnenoberfläche eine in den grossen Zügen gleichsinnige relative Verteilung der Materie auf die verschiedenen Atomtypen angenommen werden. Ein Beispiel möge zeigen, dass aus den Stern- resp. Sonnenspektra folgerichtige Schlüsse auf die Zusammensetzung der Erdrinde gezogen werden können. Das Element Skandium tritt relativ früh in den Sternspektren auf, seine Linien sind deutlich im Sonnenspektrum. Es kann deshalb auch auf der Erde nicht zu den allerseltensten Elementen gehören, zu welchen es lange Zeit gerechnet wurde (J. H. L. VOGT zählt es z. B. an fünftletzter Stelle auf, lit. 8, S. 325). Neuerdings wurde denn auch von G. EBERHARD nachgewiesen, dass Sc zwar immer nur in geringen Quantitäten vorhanden ist, dafür aber vielleicht das weitverbreitetste Element unter den seltenen Erden ist (lit. 14, S. 472).

Die Tatsache der analogen Zusammensetzung von Erdrinde, Sonnenoberfläche und Steinmeteoriten würde erklärt durch die Annahme, dass alle drei genetisch von der gleichen Urmaterie abstammen, z. B. vom KANT-LAPLACESchen Urnebel, ohne dass man stoffliche Veränderungen

voraussetzen müsste. In einer solchen Annahme wäre aber gleichzeitig die Konsequenz eingeschlossen, dass alle Planeten in abgekühltem Zustand ungefähr die gleiche Dichte besitzen, was nicht stimmt. Es bleibt somit als alleinige Möglichkeit die Annahme einer Evolution der Materie zum mindesten im Innern der grössern Planeten, d. h. es muss ein solcher Prozess stattfinden oder stattgefunden haben, wie er hier zur Erklärung der Erdschrumpfung angenommen wurde.

Schlussbetrachtungen.

Wir sind von der Feststellung ausgegangen, dass durch eine rein thermische Abkühlung der Erde die Faltungerscheinungen der Rinde nicht erklärt werden können. Abschliessend sei darauf hingewiesen, dass, wie schon längst bekannt, rein thermische Abkühlung ebenso wenig die Entwicklung der Fixsterne begreiflich macht. Die Geologie lehrt uns, dass die Sonne seit Millionen und Millionen von Jahren immer ungefähr im gleichen Glanze gestrahlt haben muss, denn man besitzt Kenntnis von schon vorgeschichtlichen Eiszeiten, welche bei einer bedeutend heisseren Sonne undenkbar wären. Es sind deshalb ohne merkliche Abkühlung in dieser sehr langen Zeit ungeheure Energiemassen von der Sonne ausgestrahlt worden, deren Herkunft von der thermischen Abkühlungslehre aus absolut unerklärbar sind. Die radioaktiven Substanzen zeigen an, dass intraatomar viel Energie aufgespeichert ist, und geben damit einen Hinweis, in welcher Richtung die Lösung des stellaren Energieproblems gesucht werden muss. Dass damit die Lehre von der Konstanz der Elemente fallen gelassen werden muss, ist klar. Ein prinzipieller Unterschied zwischen Materie und Energie kann nach den neuesten Anschauungen der Physik und der Atomtheorie nicht mehr bestehen, und da ein Gramm Masse eine ungeheure Energiemasse darstellt, so bieten sich hier ganz neue Gesichtspunkte zum Verständnis der Fixsternentwicklung.

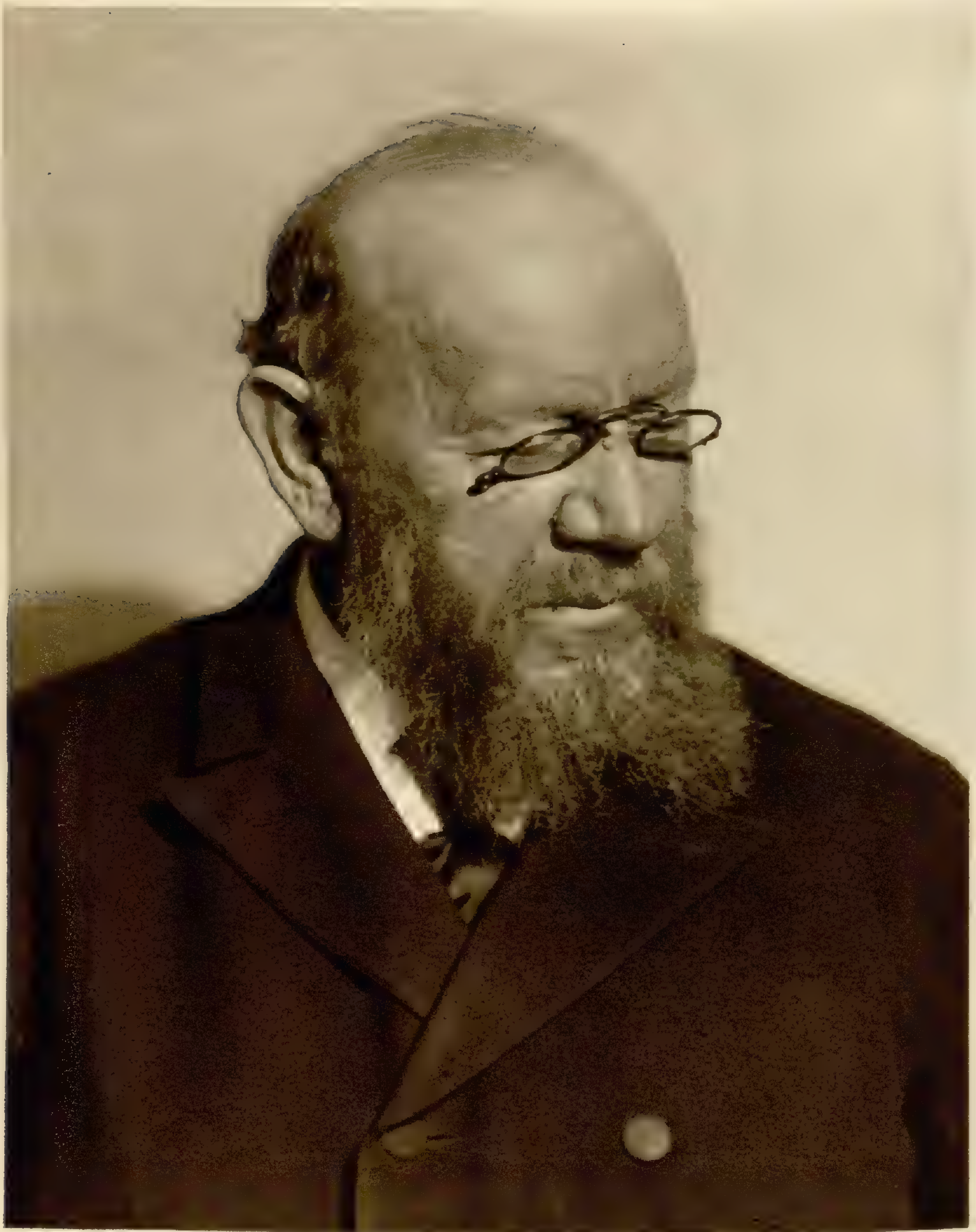
Bekanntlich lassen sich von der Sonne an rückwärts, zunehmend heissere Fixsternstypen abgrenzen, welche bei gleichzeitig abnehmender Dichte ein immer einfacheres Spektrum aufweisen, indem die Linien der schwereren Elemente verschwinden. Ausgangspunkt dieser Serie sind wahrscheinlich die leuchtenden Gasnebel, welche ausser H und He nur noch wenige andere nichtidentifizierte Linien zeigen. Diese Fixsternserie suggeriert unbedingt den Gedanken an eine Evolution der Materie aus einfacheren Gebilden, ein Gedanke, welcher schon sehr frühzeitig ausgesprochen wurde (CLARKE, LOCKYER).

Eine Evolution der Materie im Erdinnern passt sich zwanglos in diesen Entwicklungsgang ein und stellt eine materielle Kondensation unter besonderen Bedingungen dar, gewissermassen als Fortsetzung obiger Fixsternentwicklung.

Im Speziellen handelt es sich bei dieser Innenverdichtung um die Ausbildung eines Metallkerns, welcher vorwiegend aus Eisen und Nickel besteht und der vielleicht bei sehr hohen Drucken auch grössere Mengen an Edelmetallen enthalten mag. Am meisten Interesse verdient bei dieser Kernkondensation das Energieproblem. Wird bei einem derartigen Prozesse Wärme frei oder Wärme gebunden? Aus der Fixsternentwicklung heraus wird man vermuten, dass die Elementgenese mit einer gewaltigen Energieproduktion verknüpft ist. Erhitzt sich demnach die Erde bei ihrer Schrumpfung? Der Geologe kann sich sicher nicht auf diesen Standpunkt stellen. Wenn die Erde ihre Temperatur überhaupt ändert, so ist eine Wärmeabnahme mit den Tatsachen weitaus am besten vereinbar. Eine Erklärung dieser Schwierigkeiten scheint in folgenden Tatsachen angedeutet: Die maximale Energieproduktion beobachtet man bei den Sternen der ersten Fixsternklasse, dieselben zeigen noch ein relativ einfaches Spektrum mit wenigen Elementen von leichterem Atomgewicht. In dem Masse als die schwereren Elemente sich geltend machen, sinkt auch die Sterntemperatur; die Bildung dieser Elemente scheint demnach weniger Energie zu liefern. Die Erdkontraktion braucht mithin nicht mit einer Wärmeproduktion verknüpft zu sein, welche zuletzt zu einer starken Erhöhung der Oberflächentemperatur führen könnte. Überhaupt ist vielleicht die äussere Wärmebilanz gar nicht von so ausschlaggebender Bedeutung für die Vorgänge im Erdinnern, wie man anfänglich anzunehmen geneigt ist. Ein Verständnis dieser Prozesse erfordert allerdings eine eingehendere Kenntnis über den Atombau als dem heutigen Wissen entspricht. Immerhin sind in dem hier vorgelegten Material Tatsachen enthalten, welche anscheinend fruchtbringende Leitlinien für die Atomforschung werden können. Dies soll in einer andern Arbeit näher ausgeführt werden, wobei dann, an Hand weiterer Gesichtspunkte, etwas eingehender auf eben angetönte Probleme eingetreten werden kann.

Literaturnachweis.

1. J. KOENIGSBERGER, Berechnung des Erdalters. Geol. Rundschau. 1910.
 2. LAWSON, Zeitmessung in Geologie auf Grund der radioaktiven Erscheinungen Die Naturwissenschaften. 1917.
 3. v. WOLFF, Vulkanismus I. 1914.
 4. P. NIGGLI, Kristallstruktur und Atombau. Zeitschr. f. Kristallographie, 1921.
 5. W. KOSSEL, Über die physikalische Natur der Valenzkräfte, Naturwissenschaften. 1919.
 6. B. SIMMERSBACH, Heutiger Stand unseres Wissens vom Innern der Erde. Jahrb. nassauischen Vereins f. Natkd. Wiesbaden 70. 1917.
 7. KLUSSMANN, Über das Innere der Erde. Diss. Göttingen. 1915.
 8. J. H. L. VOGT, Relative Verbreitung der Elemente. Zeitschr. f. prakt. Geologie. 1898.
 9. BEYSCHLAG, KRUSCH, VOGT, Lagerstätten der nutzbaren Mineralien. Bd. I. 1914.
 10. F. CLARKE, Data of Geochemistry. Washington 1911.
 11. F. BERWERTH, Fortschritte der Meteoritenkunde. Fortschr. f. Mineralogie, Krist. u. Petr. Bd. 5.
 12. M. N. SAHA, Elements in the Sun. Phil. Mag. 1920. II.
 13. H. N. RUSSEL, Properties of Matter as illustrated by the Stars. Publ. Astronomical Soc. Pacific. 1921.
 14. G. EBERHARD, Sitzungsber. Berliner Akad. 1908.
 15. S. GÜNTHER, Vergleichende Mond- und Erdkunde. Braunschweig. 1911.
 16. R. A. SONDER, Kontraktionstheorie und erdgeschichtliche Diastrophismen; Geol. Rundschau. 1922.
-



BRUNNER & CO. AG ZURICH

Dr. F. J. Hebler

Dr. F. G. Stebler zum 11. August 1922.

FRIEDRICH GOTTLIEB STEBLER ist am 11. August 1852 in Safneren, jenem Teil des bernischen Seelandes geboren worden, wo vordem die Aare in breiten Bogen durch den flachen Talgrund ihren Weg sich bahnte und oftmals grosse Strecken Landes unter Wasser setzte. Der Bauer des Seelandes ist bekannt als fleissig, zäh in der Verbesserung seines Bodens und offenen Sinnes für den Fortschritt in seinem Berufe. Schon um die Mitte des 18. Jahrhunderts hat er unter kräftiger Förderung der damals physiokratischen Anschauungen huldigenden Aristokratie des alten Berns den Vorteil vermehrten Futterbaues erkannt und manches Dorf der Gegend hat sich in jener Zeit durch Anpflanzung der Esparsette und anderer Futterpflanzen aus früherer Armut zu bescheidenem Wohlstand und damit zu besserer Bildung und grösserer geistiger Freiheit emporgearbeitet. Ganz besonders aber ist es dem unermüdlichen Fleisse der Bewohner des Seelandes zu danken, dass nach durchgeführter Juragewässerkorrektion sehr rasch grosse, bisher unbebaute Gebiete der Kultur, vornehmlich dem Ackerbau, erschlossen wurden. Nirgends in der Schweiz werden die grundverbesserten Gebiete so mustergültig bewirtschaftet wie hier.

Auf diesem Boden ist Dr. Stebler herangewachsen. Und wie ihm die Überlieferung im landwirtschaftlichen Betriebe seiner engern Heimat die Richtung gab für seine spätere Tätigkeit in der Förderung des Acker- und Futterbaues, der er mit der Zähigkeit und Geschicklichkeit des Seeländers oblag, so wirkte in ihm auch nach, was er im Elternhause sah und lernte. Neben dem landwirtschaftlichen Betriebe besass sein Vater eine ländliche Mühle, die heute noch den Seeländer Bauern ihr selbst gepflanztes Getreide vermahlt. So erlernte Stebler schon in seiner Jugend neben der Landwirtschaft auch das Müllergewerbe von Grund aus, und er kam so auch in engsten Verkehr mit der bäuerlichen Bevölkerung und lernte damit ihre Anschauungsweise, ihre Bedürfnisse und Wünsche kennen, was ihm alles später so sehr zu statten kam.

Im Frühjahr 1870 trat Stebler in die landwirtschaftliche Schule Rütli bei Bern ein. Diese Schule stand damals unter der Leitung

von RUDOLF HÄNI, eines durch seine Veröffentlichungen auf dem Gebiete des Pflanzenbaues bekannten und von Stebler stets hochgeschätzten Mannes. Nach Beendigung des zweijährigen Kurses verliess er im Frühjahr 1872 die Rütli, um während des Sommers in Fleurier als angehender Landwirt sich zu betätigen. Im Herbst dieses Jahres liess er sich sodann an der Universität Halle a. S. als Landwirt immatrikulieren. Er besuchte unter anderem die Vorlesungen von CONRAD (Nationalökonomie), MÄRCKER (Agrikulturchemie), KRAUS (Botanik), besonders aber von JULIUS KÜHN (Landwirtschaft), mit dem er auch später noch in regem schriftlichem Verkehr blieb. Nach einer längeren Studienreise nach dem Norden (Hannover, Holstein, Schleswig und Dänemark), wobei er Gelegenheit fand, bei CH. JENSEN in Kiel und E. MÖLLER-HOLST in Kopenhagen die Untersuchung des landwirtschaftlichen Saatgutes, die Samenkontrolle, praktisch kennen zu lernen, siedelte er im Herbst 1874 an die Universität Leipzig über, wo er die Vorlesungen von ROSCHER (Nationalökonomie), BLOMEYER und BIRNBAUM (Landwirtschaft), LEUCKART (Zoologie), KNOP (Agrikulturchemie) besuchte und im botanischen Institut unter Hofrat AUGUST SCHENK arbeitete. Am 25. Juli 1875 bestand er dort in den Fächern Landwirtschaft, Botanik und Nationalökonomie die Doktorprüfung. In die Schweiz zurückgekehrt wurde er zunächst von der Regierung des Kantons Bern zum kantonalen Brennereiinspektor gewählt. Abhandlungen, die er in den Berner Blättern für Landwirtschaft über die Notwendigkeit der Einrichtung einer Samenkontrollstation in der Schweiz veröffentlichte, führten ihn dazu, im Mattenhof bei Bern eine solche Anstalt in bescheidenstem Umfange als private Unternehmung einzurichten. Im Jahr 1879 siedelte er sodann auf Rat von Regierungsrat BODENHEIMER nach Zürich über, um sich an der seit 1871 bestehenden landwirtschaftlichen Abteilung der eidg. techn. Hochschule als Privatdozent zu habilitieren. Er las zunächst über Milchwirtschaft und Futterbau, später regelmässig im Wintersemester über Alpwirtschaft. Im Jahr 1901 gab er nach 25jähriger Dozententätigkeit die Vorlesungen an der forst- und landwirtschaftlichen Abteilung auf.

Um jene Zeit kam auch die Frage der Errichtung einer staatlichen agrikulturchemischen Untersuchungsanstalt in Fluss, und es führten so die Bestrebungen, die Dr. Stebler zuerst in der Schweiz angebahnt hatte, dazu, dass die von ihm gegründete Samenkontrollstation am 1. Januar 1878 als erste eidg. landwirtschaftliche Versuchs- und Untersuchungsanstalt in den Besitz des Bundes überging. Sie hat sich in der Folge unter der geschickten Leitung ihres Gründers ausserordentlich rasch und kräftig entwickelt, sodass sie nicht bloss

vom Inlande, sondern namentlich auch vom Auslande in ausserordentlich starkem Masse in Anspruch genommen wurde.

Mit dem Jahre 1882 begann sich Dr. Stebler in verstärktem Masse der Versuchstätigkeit auf dem Gebiete des Futterbaues zu widmen. Er entfaltete, in glücklichster Weise von Prof. Dr. C. SCHRÖTER ergänzt, angeregt und unterstützt, eine ausserordentlich fruchtbare Tätigkeit, insbesondere durch die Herausgabe der beiden Bände: „Die besten Futterpflanzen“, eines Werkes, durch das die Kenntniss der Gräser und Kleearten bei der bäuerlichen Bevölkerung der ganzen Schweiz ungemein gefördert worden ist, und das auch im Auslande grosse Anerkennung gefunden hat, sodass es ins Französische, Englische und Russische übersetzt wurde. Daneben begann er mit C. Schröter die Erforschung der schweizerischen Matten und Weiden, über die im ganzen 15 Beiträge erschienen sind. Besondere Werke wurden den Alpenfutterpflanzen, den Streuepflanzen und den Unkräutern der Wiesen und Weiden gewidmet. Im Jahr 1903 erschien als Abschluss seiner Dozententätigkeit das Handbuch der Alpwirtschaft. Vom Jahr 1901 an begannen die Monographien aus den Schweizer Alpen, die sich mit der Natur und dem Volksleben einzelner abgelegener Täler im Oberwallis befassen, zu erscheinen.

Im Jahre 1882 und von 1889 bis 1916 redigierte Stebler mit ausserordentlichem Erfolg die schweizerische landwirtschaftliche Zeitschrift, deren Leserzahl während dieser Zeit von 500 auf über 10 000 wuchs. Gross ist die Zahl der kurzen Abhandlungen über Futterbau, Ackerbau und Alpwirtschaft, die von ihm darin erschienen sind, und die neben der geschickten Auswahl des Stoffes hauptsächlich dazu beigetragen haben, den Leserkreis so sehr zu erweitern.

Im Jahr 1917 trat er in den Ruhestand über.

Heute kann Dr. F. G. STEBLER auf ein Leben reich an Erfolgen und an Anerkennung zurückblicken. Auch das Ausland ist seiner Bedeutung gerecht geworden; ist er doch u. a. korrespondierendes Mitglied der Landwirtschaftsgesellschaft in Wien und Foreign Associate der Highland and Agricultural Society of Scotland in Edinburgh. Alle Unternehmungen, die ihm anvertraut waren, gediehen dank seiner klugen und umsichtigen Leitung. Die Samenkontrollstation entwickelte sich zu einer der ersten Anstalten ihrer Art und zur einzigen, die eigentliche internationale Bedeutung erlangte. Von Anfang an erblickte er ihre Aufgabe nicht einseitig im Schutze der Landwirtschaft vor Übervorteilung im Saatguthandel; er wurde auch der Stellung der Händler gerecht und suchte die zuverlässigen unter ihnen zur Mitarbeit in der Herbeiführung gesunder Zustände im Verkehr mit

Saatgut herbeizuziehen. So erwarb er sich ihr Vertrauen, umsomehr, als er die Bedürfnisse des Handels, namentlich nach rascher Berichterstattung bei grösstmöglicher Genauigkeit und Sicherheit der Ergebnisse richtig erkannte und bestrebt war, die Untersuchungsmethoden nach jeder Richtung auszubauen. Durch die Heranziehung des Handels zur Mitarbeit war aber auch der Landwirtschaft am besten gedient.

Die gleiche klare Erkenntnis der Bedürfnisse der landwirtschaftlichen Praxis betätigte er in der Förderung des Futterbaues, der Alpwirtschaft und anderer landwirtschaftlichen Betriebszweige. Alle seine Schriften hierüber wie die zahlreichen Vorträge, die er überall in der Schweiz gehalten hat, sind klar, leichtverständlich und gehen ohne überflüssiges Beiwerk darauf aus, dem Praktiker das zu bieten, was ihm not tut. Deshalb auch die rasch sich folgenden Auflagen aller seiner Schriften und der ungewöhnliche Erfolg in der Leitung der schweizerischen landwirtschaftlichen Zeitschrift. Er hat aber auch namentlich durch die mit Prof. SCHRÖTER zusammen veröffentlichten Beiträge zur Kenntnis der Matten und Weiden der Schweiz und die genauen Beschreibungen der Futterpflanzen und ihrer Standortsansprüche manche wissenschaftlich wertvolle Tatsache aufgedeckt. Ganz besonders von Vorteil war ihm die Gabe mit der ländlichen Bevölkerung zu verkehren bei der Erforschung der Lebensgewohnheiten und der Lebensbedingungen der Bergbevölkerung und ihrer Einrichtungen, denen er die fünf so wertvollen Monographien aus den Walliser Bergen gewidmet hat.

Dem öffentlichen Leben und auch der Tätigkeit in Vereinen ist er in weiser Selbstbeschränkung fern geblieben. Dafür hat er sich durch seine persönliche Liebenswürdigkeit, seinen Humor und seine Lebensweisheit eine grosse Zahl von Freunden und Bekannten erworben, die mit den vielen, die ihn nur aus seinen Werken kennen, ihm bei seinem siebzigsten Geburtstage noch einen langen und sonnigen Lebensabend wünschen.

A. Volkart.

Veröffentlichungen von Dr. F. G. Stebler.

(Zusammengestellt von E. NEUWEILER.)

1876

1. STEBLER F. G.: Untersuchungen über das Blattwachstum. Dissertation. Leipzig 1876.
2. — Milch- und Graswirtschaft in der Schweiz. Sonderabdruck aus der Schweiz. landw. Zeitschrift 1876.

1877

3. — Samenschwindel in der Schweiz. Sonderabdruck aus der Schweiz. landw. Zeitschrift 1877.

1878

4. — Samenfälschung und Samenschutz. Zürich u. Bern 1878.

1881

5. — Der rationelle Futterbau und die schweizerische Landwirtschaft. 1. bis 3. Auflage, Bern 1881, 1883, 1883.
 6. — Die Grassamenmischungen zur Erzielung des grössten Futterertrages von bester Qualität. 1. bis 3. Auflage, Bern 1881, 1884, 1895.
 7. — Über den Einfluss des Lichtes auf die Keimung. Vierteljahrsschrift der Naturforsch. Gesellschaft Zürich, XXVI, 1881. S.102.

1882

8. — La culture fourragère rationelle et l'agriculture suisse. Genève 1882. Übersetzung der 1. Auflage von No. 5, veranstaltet von der Fédération des Sociétés d'agriculture de la Suisse romande.

1883

9. STEBLER F. G. und C. SCHRÖTER: Die besten Futterpflanzen I. Teil. 1. bis 4. Auflage. 4. Auflage STEBLER F. G. und A. VOLKART. Bern 1883, 1892, 1902, 1913.
 10. STEBLER F. G.: Der rationelle Getreidebau in der schweizerischen Landwirtschaft. (Vortrag) Bern 1883.
 11. — Hebung des Futterbaues. Bericht an das Eidg. Handels-, Industrie- und Landwirtschaftsdepartement. Zürich 1883.

1884

12. — III. Getreide im Bericht über die schweiz. Landesausstellung in Zürich. Zürich 1883.
 13. STEBLER F. G. und C. SCHRÖTER: Die besten Futterpflanzen. II. Teil. 1. bis 3. Auflage. 2. Auflage F. G. STEBLER allein, 3. Auflage STEBLER F. G. und A. VOLKART. Bern 1884, 1895, 1908.

1885

14. STEBLER F. G.: Culture des graines fourragères. Berne 1885.
 15. STEBLER F. G. und C. SCHRÖTER: Les meilleures plantes fourragères. I^{re} partie. Traduit par Henri Welter. 2 éditions. Berne et Paris 1884, 1894.
 16. — Les meilleures plantes fourragères. II^{me} partie. 3 éditions. 1^{re} et 2^{me} édition traduit par Henri Welter, 3^{me} par André Borel. Berne et Paris 1884, 1896, 1911.

17. STEBLER F. G.: Wie berechnet man eine Grassamenmischung. Bern 1885.

1886

18. — Anlage von Streuwiesen. Aarau 1886.

1887

19. STEBLER F. G. und C. SCHRÖTER: Beiträge zur Kenntniss der Matten und Weiden der Schweiz. I.—XV. Landwirtschaftliches Jahrbuch der Schweiz.
I. Methode und Zweck der Untersuchungen der Matten und Weiden der Schweiz. Bd. I. 1887. S. 77.
20. II. Untersuchung über den Einfluss der Düngung auf die Zusammensetzung der Grasnarbe. Bd. 1. 1887. S. 93.
21. III. Über den Einfluss des Bewässerns auf die Zusammensetzung der Grasnarbe der Wiesen. Bd. 1. 1887. S. 149.
22. IV. Einfluss des Beweidens auf die Zusammensetzung des Rasens. Bd. 1. S. 178.

1888

23. STEBLER F. G. und C. SCHRÖTER: Beiträge zur Kenntniss der Matten und Weiden der Schweiz. I.—XV. Landwirtschaftliches Jahrbuch der Schweiz.
V. Ertragreiche Formen des französischen Raygrases (*Arrhenatherum elatius* M. u. K.). Bd. 2. 1888. S. 132.
24. VI. Einfluss der Grösse der Samenkörner auf das Erntequantum an Grünfutter bei weissem Pferdezahlmais. Bd 2. 1888. S. 136.
25. VII. Das Borstgras (*Nardus stricta* L.) ein schlimmer Feind unserer Alpwirtschaft. Bd. 2. 1888. S. 139.
26. STEBLER, F. G.: Les mélanges des graines fourragères pour obtenir les plus forts rendements de bonnes qualités. Traduit par C. Denaille. Paris et Carignan 1888.
27. — Über die Anlage und Behandlung von Streuwiesen. 1. und 2. Auflage. Zürich 1888 und 1892.
28. — Die Streuekultur der Schweiz. Jahrbuch der k. k. Landwirtschafts-Gesellschaft Wien. 1888.

1889

29. STEBLER F. G. und C. SCHRÖTER: Die Alpenfutterpflanzen. 1. Auflage. Bern 1889.
30. — The best forage plants, translated by N. A. Mac Alpine. London 1889.

31. — Beiträge zur Kenntnis der Matten und Weiden der Schweiz. I.—XV. Landwirtschaftliches Jahrbuch der Schweiz. VIII. Die Fürstenalp und die Futterbauversuche auf dem alpinen Versuchsfeld daselbst. Bd. 3. 1889. S. 29.

1890

32. STEBLER F. G.: Welche Erfolge sind mit dem feldmässigen Futterbau gemacht worden? Internationaler land- und forstwirtschaftlicher Kongress zu Wien 1890. Heft 41. Wien 1890.
33. — Welche Erfahrungen wurden in der neueren Zeit über die Gewinnung und Zucht von Grassamen gemacht? Internationaler land- und forstwirtschaftlicher Kongress zu Wien 1890. Heft 42. Wien 1890.
34. — Übersicht, Tabellen und Skizzen zu den Vorträgen über Alpenossenschaft und ihr Betrieb, als Manuskript gedruckt 1890.
35. — Futterbau in Furrer's Volkswirtschaftslexikon der Schweiz. Bern 3 Bände. Bern 1885 bis 1892. Bd. 1. S. 672.
36. — Getreidebau in Furrer's Volkswirtschaftslexikon der Schweiz. Bern 1885 bis 1892. Bd. 1. S. 706.

1891

37. STEBLER F. G. und C. SCHRÖTER: Beiträge zur Kenntnis der Matten und Weiden der Schweiz. I.—XV. Landwirtschaftliches Jahrbuch der Schweiz. IX. Die wichtigsten Unkräuter der Futterwiesen und ihre Bekämpfung. Bd. 5. 1891. S. 141.
38. — Versuche über den Einfluss der Bodenart, Neigung und Exposition auf das Gedeihen einer Grassamenmischung. Mitteilung der Schweizerischen Zentralanstalt für forstliches Versuchswesen. Bd. 1. 1891. S. 27.
39. STEBLER F. G., J. FRÜH und C. SCHRÖTER: Frageschema für die Untersuchung der schweizerischen Moore durch die schweizerische Moorkommission. Zürich 1891.

1892

40. STEBLER F. G. und C. SCHRÖTER: Beiträge zur Kenntnis der Matten und Weiden der Schweiz. I.—XV. Landwirtschaftliches Jahrbuch der Schweiz. X. Versuch einer Übersicht über die Wiesentypen der Schweiz. Bd. 6. 1892. S. 95.
41. — Das alpine Versuchsfeld auf der Fürstenalp ob Trimmis. Jahrbuch des Schweizer Alpenclub. 26. Jahrgang. 1892. S. 76.

42. — Arve im Avers. Jahrbuch des Schweizer Alpenclub. 27. Jahrgang. 1892. S. 383.

1893

43. STEBLER F. G. und E. LAUR: Die Bekämpfung der Futternot durch den Anbau von Ersatzfutterpflanzen. Aarau 1893.

1894

44. — Versuche mit Moorhirse, Pferdezahnmais, Mohar und Inkarnat-
klee. Landwirtschaftliches Jahrbuch der Schweiz. Bd. 8. 1894.
S. 123.

45. — Ungarischer und deutscher Hopfenklee. Landwirtschaftliches
Jahrbuch der Schweiz. Bd. 8. 1894. S. 310.

1896

46. — Prämierung des Kunstfutterbaues im Kanton Zürich. Zürich
1896.

47. STEBLER F. G. und C. SCHRÖTER: Les plantes fourragères alpestres.
1^{re} édition. Traduit par Henri Welter. Berne, Paris et Milan
1896.

1897

48. STEBLER F. G.: Beiträge zur Kenntnis der Matten und Weiden
der Schweiz. I—XV. Landwirtschaftliches Jahrbuch der Schweiz.
XI. Die Streuwiesen der Schweiz. Bd. 11. 1897. S. 1.

1898

49. — Die besten Streuepflanzen. 1. Auflage, Bern 1898.
50. — Beiträge zur Kenntnis der Matten und Weiden der Schweiz.
I—XV. Landwirtschaftliches Jahrbuch der Schweiz.
XII. Versuche mit amerikanischer und Provencer Luzerne.
Bd. 12. 1898. S. 243.
51. — XIII. Ist der nordamerikanische Rotklee den bessern europäischen
Sorten wirklich ebenbürtig? Bd. 12. 1898. S. 248.
52. STEBLER F. G. und C. SCHRÖTER: Vergl. 8, russische Übersetzung
der 2. Auflage, von J. J. Barsunow, unter der Redaktion von
P. S. Kossowitsch. Petersburg 1898.

1899

53. STEBLER F. G.: Beiträge zur Kenntnis der Matten und Weiden
der Schweiz. I—XV. Landwirtschaftliches Jahrbuch der Schweiz.
XIV. Die Unkräuter der Alpweiden und Alpmatten und ihre
Bekämpfung. Bd. 13. 1899. S. 1.

1900

54. — Der rationelle Futterbau (Thaerbibliothek) 4. bis 9. Auflage
von 5. Berlin 1900, 1903, 1909, 1912, 1917, 1920.

1901

55. — Monographien aus den Schweizeralpen: I. Ob den Heidenreben. Bern 1901. 36. Beilage zum Jahrbuch des Schweizer Alpenclub. Bd. 36. 1901.

1902

56. STEBLER F. G. und A. VOLKART: Die Anlage von Kunstwiesen auf den höheren Alpen. Landwirtschaftliches Jahrbuch der Schweiz. Bd. 16. 1902. S. 105.

1903

57. STEBLER F. G.: Monographien aus den Schweizeralpen: II. Das Goms und die Gomser. Bern 1903. 38. Beilage zum Jahrbuch des Schweizer Alpenclub. 38. Jahrgang. 1903.
58. — Alp- und Weidewirtschaft (Handbuch). Berlin 1903.

1905

59. STEBLER F. G. und A. VOLKART: Beiträge zur Kenntnis der Matten und Weiden der Schweiz. I—XV. Landwirtschaftliches Jahrbuch der Schweiz.
- XV. Der Einfluss der Beschattung auf den Rasen. Bd. 19. 1905. S. 67.

1906

60. STEBLER F. G.: Der Kalkgehalt einiger Esparsetteböden. Landwirtschaftliches Jahrbuch der Schweiz. Bd. 20. 1906. S. 177.
61. STEBLER F. G. und A. VOLKART: Kulturversuche mit Wicken. Landwirtschaftliches Jahrbuch der Schweiz. Bd. 20. 1906. S. 243.
62. STEBLER F. G.: Die Herkunftsbestimmung der Saaten. Zeitschrift für angewandte Botanik. Bd. 4. 1906. S. 221.
63. — Die Hauszeichen und Tesseln der Schweiz. Archiv für schweizer. Volkskunde. Zürich 1906.

1907

64. — Monographien aus den Schweizeralpen: III. Am Lötschberg; Land und Volk von Lötschen. Zürich 1907.
65. — Beitrag in Thallmayer Rudolf A.: Die dritte alpwirtschaftliche Studienreise steirischer Landwirte in der Schweiz 1906. Bruck a. d. Mur 1907.

1908

66. — Alpwirtschaft. Im Handwörterbuch für Staatswissenschaften von J. Conrad, L. Elster, W. Lexis und Edg. Löhnis. Jena 1908. II. Auflage. 1921.

67. — Klee- und Grassaaten mit besonderer Berücksichtigung der Herkunfts- und Zuchtfrage. Jahrbuch der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft. 1908.

1910

68. STEBLER F. G. und A. VOLKART: Versuche mit Futtermaissorten verschiedener Provenienz. Landwirtschaftliches Jahrbuch der Schweiz. Bd. 24. 1910. S. 155.

1911

69. — Versuche mit Knaulgras verschiedener Herkunft. Landwirtschaftliches Jahrbuch der Schweiz. Bd. 25. 1911. S. 171.

1913

70. STEBLER F. G.: Monographien aus den Schweizeralpen: IV. Sonnige Halden am Lötschberg. Bern 1914. 49. Beilage zum Jahrbuch des Schweizer Alpenclub. Jahrgang 49. 1914.

1917

71. — Versuche mit Kleearten und Gräsern. Landwirtschaftliches Jahrbuch der Schweiz. Bd. 31. 1917. S. 1.

1922

72. — Monographien aus den Schweizeralpen: V. Die Vispertaler Sonnenberge. Jahrbuch des Schweizer Alpenclub. Jahrgang 56. Bern 1922. S. 1.

Neben diesen Publikationen sind viele Versuchsergebnisse Dr. STEBLER'S niedergelegt in den Jahresberichten der Schweizerischen Samenuntersuchungs- und Versuchsanstalt in Zürich und Oerlikon-Zürich. Jahresberichte 1—39. 1878—1917. Ebenso veröffentlichte er zahlreiche kleinere belehrende Artikel in der schweizerischen landwirtschaftlichen Pressé, namentlich in der Schweiz. landw. Zeitschrift und gab gemeinsam mit C. SCHRÖTER die Schweizerische Gräsersammlung (5 Faszikel zu 50 Nummern) sowie weitere Lehrherbarien heraus.

Erweiterungen des Abelschen Satzes für Potenzreihen und ihre Umkehrungen.

Von

A. KIENAST, Küsnacht (Zürich).

(Als Manuskript eingegangen am 12. Juli 1922).

I. Es sei $f(x) = \sum_1^x a_k x^k$ eine Potenzreihe mit dem Konvergenzradius 1. Dann kennt man Beziehungen zwischen

1° dem Grenzwert $\lim_{x \rightarrow 1} f(x)$, falls er existiert, und

2° dem Grenzwert $\lim_{n \rightarrow x} \sum_1^n a_k$ oder, falls dieser nicht existiert,

dem HÖLDERSchen, CESAROSchen oder auf ähnliche Art¹⁾ gebildeten Grenzwerten.

Das Beispiel von Herrn RIESZ²⁾

$$\sum_1^{\infty} k^{-1-\alpha} x^k$$

zeigt, dass die Funktion $f(x)$ zwischen endlichen Grenzen oszillieren kann, wenn x sich 1 nähert, während der Mittelwert

$$\lim_{n \rightarrow x} \sum_1^{n-1} \frac{1}{k+1} s_k \bigg/ \sum_1^n \frac{1}{k}, \quad s_k = \sum_1^k a_r$$

existiert und endlich ist.

Ich habe daher die Frage in Betracht gezogen: Kann man aus den Reihenkoeffizienten a_k und numerischen Grössen arithmetische Ausdrücke bilden, die in Beziehung stehen zu Eigenschaften der Oszillationen der durch die Reihe dargestellten Funktion.

¹⁾ A. KIENAST. Extensions of Abel's theorem and its converses, Proc. Cambridge Phil. Soc. vol. XIX. 1918.

²⁾ Vgl. G. H. HARDY. Slowly oscillating series, Proc. London Math. Soc. ser. 2, vol. 8 (1910) p. 310.

Wie kann man aber Eigenschaften der Oszillationen zum Ausdruck bringen? Hiezu können die bei oszillierenden Wertefolgen benutzten Mittelwerte als Wegweiser dienen. Man kann den Quotienten

$$1) \quad \int_a^x f(t) g(t) dt \bigg/ \int_a^x g(t) dt$$

ansehen als Mittelwert, gebildet aus den Grössen $f(t) = \sum_1^x a_k t^k$, denen man die Gewichte $g(t) dt$ zuschreibt. Es ist selbstverständlich, dass die Definitionsgebiete der beiden Funktionen $f(t)$, $g(t)$ und das Intervall $a \leq t \leq x$ passenden Beschränkungen unterliegen.

Für den vorliegenden Zweck ist $f(x)$ definiert für $|x| < 1$ und oszilliert für $x \rightarrow 1$. Unter Verwendung von Funktionen der logarithmisch-exponentiellen Skala erhält man als die einfachsten 1) entsprechenden Ausdrücke die folgenden, die leicht vermehrt werden können:

$$\lim_{x \rightarrow 1} e^{-\frac{1}{1-x}} \int_0^x f(t) e^{(1-t)^{-1}} (1-t)^{-2} dt$$

$$2) \quad \lim_{x \rightarrow 1} \left[\frac{1}{1-x} \right]^{-1} \int_0^x f(t) (1-t)^{-2} dt = \lim_{x \rightarrow 1} M_1^{(1)}(x)$$

$$3) \quad \lim_{x \rightarrow 1} \left[\lg \frac{1}{1-x} \right]^{-1} \int_0^x f(t) (1-t)^{-1} dt = \lim_{x \rightarrow 1} M_2^{(1)}(x)$$

$$4) \quad \lim_{x \rightarrow 1} \left[\lg \lg \frac{1}{1-x} \right]^{-1} \int_{1-e^{-1}}^x f(t) \left[(1-t) \lg \frac{1}{1-t} \right]^{-1} dt = \lim_{x \rightarrow 1} M_3^{(1)}(x)$$

II. Bei der Annäherung an 1 kann x verschiedenen Wegen folgen; in diesem Aufsätze wird gewöhnlich vorausgesetzt, dass diese innerhalb des Gebietes $D = D(\psi_0)$ liegen, das von STOLZ¹⁾ eingeführt wurde, und definiert ist durch

$$\varrho < 2 \cos \psi \quad , \quad (|\psi| \leq \psi_0 < \frac{1}{2}\pi)$$

wenn gesetzt wird: $1 - x = \varrho e^{i\psi}$.

In den nachfolgenden Beweisen wird Bezug genommen auf zwei Sätze:

¹⁾ Vgl. PRINGSHEIM, Acta Mathematica, Bd. 28, S. 3.

Satz von STOLZ¹⁾): Wenn $\lim_{n \rightarrow \infty} \sum_1^n a_k = \lim_{n \rightarrow \infty} s_n = l$ existiert und endlich ist und wenn b_k positive Zahlen sind, wobei $\lim_{n \rightarrow \infty} \sum_1^n b_k = \lim_{n \rightarrow \infty} t_n = \infty$, dann folgt

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{t_n} \sum_1^n b_k s_k = \lim_{n \rightarrow \infty} s_n = l .$$

Satz von PRINGSHEIM²⁾): Es werde vorausgesetzt, dass

- (i) die Zahlen b_k positiv und $\sum b_k$ divergent seien;
- (ii) für jedes x innerhalb D $\sum b_k |x|^k / |\sum b_k x^k| < G$, wo G eine endliche Konstante ist;

(iii) $\lim_{n \rightarrow \infty} \sum_1^n a_k / \sum_1^n b_k = l$;

dann folgt

$$\lim_{x \rightarrow 1} \sum a_k x^k / \sum b_k x^k = l ,$$

wenn x sich der Stelle 1 auf einem beliebigen Wege innerhalb D nähert.

III. Der folgende Satz zeigt, dass die Integralmittelwerte für oszillierende Funktionen die natürliche Erweiterung darstellen von $\lim_{x \rightarrow 1} f(x)$ für eine nicht oszillierende Funktion.

Satz 1. Wenn $\lim_{x \rightarrow 1} f(x) = l$ existiert und endlich ist, dann existieren alle Integralmittelwerte 2) 3) 4) und besitzen den Wert l .

Der Beweis wird geführt für den Mittelwert 2).

Voraussetzung ist, dass $\lim_{x \rightarrow 1} f(x) = l$, falls x nach der Stelle 1

wandert längs eines beliebigen Weges, der innerhalb eines Teilgebietes $\psi_1 < \psi < \psi_2$ des STOLZschen Gebietes D liegt. Dann kann man immer zu jedem beliebig klein gewählten ε ein r so bestimmen, dass

$$|f(x) - l| < \varepsilon ,$$

5) sobald $\rho < r$ und $\psi_1 < \psi < \psi_2$.

¹⁾ Math. Ann. Bd. 14, S. 232.

²⁾ Acta Mathematica, Bd. 28, S. 7.

Nun sei x_1 ein beliebiger fester und x ein veränderlicher Wert im Gebiet 5); dann ist

$$J(x) = \int_0^x f(t) (1-t)^{-2} dt = \int_0^{x_1} f(t) (1-t)^{-2} dt + \int_{x_1}^x f(t) (1-t)^{-2} dt$$

Da das erste dieser Integrale von x unabhängig ist, folgt

$$\lim_{x \rightarrow 1} M_1^{(1)}(x) = \lim_{x \rightarrow 1} \left\{ (1-x) \int_{x_1}^x l(1-t)^{-2} dt + (1-x) \int_{x_1}^x [f(t)-l] (1-t)^{-2} dt \right\}$$

Für das zweite dieser Integrale ergibt sich

$$\left| (1-x) \int_{x_1}^x [f(t)-l] (1-t)^{-2} dt \right| < |1-x| \varepsilon \int_{x_1}^x |1-t|^{-2} |dt|$$

Der Wert des Integrals, der hier abzuschätzen ist, bleibt unverändert, wenn der Integrationsweg zwischen x_1 und x abgeändert wird, solange er den Einheitskreis nicht verlässt. Daher sei das Integral genommen über die gerade Strecke $x_1 \dots x$. Es sei t ein beliebiger Punkt dieser Strecke, c der Abstand der Geraden $x_1 \dots x$ vom Punkt 1, und $1-t = \sigma e^{i\varphi}$; ferner bezeichne α den Winkel, durch welchen man die positive Hälfte der reellen Axe drehen muss, bis sie mit der Geraden von x_1 nach x zusammenfällt; die Winkel φ und α seien positiv gezählt entgegengesetzt dem Sinne des Uhrzeigers. Dann ist:

$$|dt| = \frac{\sigma d\varphi}{\sin(\varphi - \alpha)}$$

$$\sigma \sin(\varphi - \alpha) = c$$

$$|1-x| = \frac{c}{\sin(\varphi_2 - \alpha)}$$

wenn der Winkel φ_1 zu $t = x_1$ und φ_2 zu $t = x$ gehört. So wird

$$|1-x| \int_{x_1}^x |1-t|^{-2} |dt| = \frac{c}{\sin(\varphi_2 - \alpha)} \int_{x_1}^x \frac{d\varphi}{\sigma \sin(\varphi - \alpha)} = \frac{\varphi_2 - \varphi_1}{\sin(\varphi_2 - \alpha)}$$

Aus dem Dreieck gebildet durch die Punkte 1, x , x_1 ergibt sich

$$|1-x_1| \sin(\varphi_2 - \varphi_1) = |x-x_1| \sin(\varphi_2 - \alpha)$$

sodass endlich

$$\frac{\varphi_2 - \varphi_1}{\sin(\varphi_2 - \alpha)} = \frac{|x-x_1|}{|1-x_1|} \cdot \frac{\varphi_2 - \varphi_1}{\sin(\varphi_2 - \varphi_1)}$$

und, da $\varphi_2 - \varphi_1 < 2\psi_0 < \pi$, ist ersichtlich, dass dieser Quotient

kleiner bleibt als eine endliche Konstante K , wenn sich x der Stelle 1 nähert. Also kann der Wert des Integrals

$$\left| (1-x) \int_{x_1}^x [f(t)-l] (1-t)^{-2} dt \right| < K \cdot \epsilon$$

so klein gemacht werden, als man will. Dadurch folgt

$$\lim_{x \rightarrow 1} M_1^{(1)}(x) = \lim_{x \rightarrow 1} (1-x) \int_{x_1}^x l (1-t)^{-2} dt = \lim_{x \rightarrow 1} (1-x) l \left[\frac{1}{1-x} - \frac{1}{1-x_1} \right] = l$$

Auf ähnliche Weise lässt sich der Beweis für 3) und 4) durchführen.

IV.

Satz 2. Wenn $\lim_{x \rightarrow 1} e^{-\frac{1}{1-x}} \int_0^x f(t) e^{(1-t)^{-1}} (1-t)^{-2} dt = l$ existiert und

endlich ist, dann existiert auch $\lim_{x \rightarrow 1} (1-x) \int_0^x f(t) (1-t)^{-2} dt$

und besitzt den Wert l .

Satz 3. Wenn $\lim_{x \rightarrow 1} (1-x) \int_0^x f(t) (1-t)^{-2} dt = l$ existiert

und endlich ist, dann existiert auch

$\lim_{x \rightarrow 1} \left[\lg \frac{1}{1-x} \right]^{-1} \int_0^x f(t) (1-t)^{-1} dt$ und besitzt den Wert l .

Satz 4. Wenn $\lim_{x \rightarrow 1} \left[\lg \frac{1}{1-x} \right]^{-1} \int_0^x f(t) (1-t)^{-1} dt = l$ existiert

und endlich ist, dann existiert auch

$\lim_{x \rightarrow 1} \left[\lg \lg \frac{1}{1-x} \right]^{-1} \int_{1-e^{-1}}^x f(t) \left[(1-t) \lg \frac{1}{1-t} \right]^{-1} dt$ und besitzt den

Wert l .

Die Umkehrungen dieser Sätze sind nicht richtig.

Die Beweise sind auf gleiche Art zu führen. Hier folgt derjenige für Satz 3. Partielle Integration ergibt:

$$\int_0^x f(t) (1-t)^{-1} dt = \left| (1-\xi) \int_0^{\xi} f(t) (1-t)^{-2} dt \right|_0^x + \int_0^x d\xi \int_0^{\xi} f(t) (1-t)^{-2} dt$$

Nun bezeichne man

$$(1-x) \int_0^x f(t) (1-t)^{-2} dt = K(x)$$

dann ist die Voraussetzung ausgedrückt durch $\lim_{x \rightarrow 1} K(x) = l$; somit ist

$$\lim_{x \rightarrow 1} \left[\lg \frac{1}{1-x} \right]^{-1} \int_0^x f(t) (1-t)^{-1} dt = \lim_{x \rightarrow 1} \left[\lg \frac{1}{1-x} \right]^{-1} \int_0^x K(\xi) (1-\xi)^{-1} d\xi$$

Hier kann auf der rechten Seite Satz 1 angewendet werden und es ergibt sich die Behauptung von Satz 3.

V. Man kann die Integralmittelwerte 2) 3) 4) in Verbindung setzen mit folgenden Mittelwerten:

Aus den Koeffizienten der Potenzreihe $f(x) = \sum_1^{\infty} a_k x^k$, mit

Konvergenzradius 1, bilde man $\sum_1^n a_k = s_n$.

Es seien b_k ($k = 1, 2, \dots$) die Glieder einer unendlichen Folge von positiven reellen Zahlen und

$$\sum_1^n b_k = t_n \quad ; \quad \lim_{n \rightarrow \infty} t_n = \infty$$

Dann werden die Mittelwerte ¹⁾ definiert:

$$6) \quad \left\{ \begin{array}{ll} s_n^{(1)} = \frac{1}{t_n} \sum_1^{n-1} b_{\lambda+1} s_{\lambda} & n = 2, 3, \dots \\ s_n^{(2)} = \frac{1}{t_n} \sum_2^{n-1} b_{\lambda+1} s_{\lambda}^{(1)} & n = 3, 4, \dots \\ \dots \dots \dots \end{array} \right.$$

Zu jeder Folge b_k gehört eine Reihe von Mittelwerten $s_n^{(2)}$. Im folgenden kommen zur Verwendung $b_k \equiv 1$; dann nennt man die Mittel arithmetische; $b_k = \frac{1}{k}$; diese Mittel werden logarithmische genannt. Ferner werden noch die Ausdrücke gebraucht:

¹⁾ A. KIENAST, Proc. Cambridge Phil. Soc. vol. XIX (1918): vol. XX (1920).

$$7) \left\{ \begin{aligned} r_n^{(1)} &= \sum_1^n t_k a_k & n &= 1, 2, 3, \dots \\ r_n^{(2)} &= \sum_1^{n-1} \frac{b_{k+1}}{t_k} r_k^{(1)} & n &= 2, 3, \dots \\ r_n^{(3)} &= \sum_2^{n-1} \frac{b_{k+1}}{t_k} r_k^{(2)} & n &= 3, 4, \dots \\ &\dots \dots \dots \end{aligned} \right.$$

Die Beweisführungen stützen sich auf einige Identitäten, die leicht zu verifizieren sind.

$$8) \left\{ \begin{aligned} s_n^{(1)} &= s_n - \frac{r_n^{(1)}}{t_n} \\ s_n^{(2)} &= s_n^{(1)} - \frac{r_n^{(2)}}{t_n} \\ &\dots \dots \dots \end{aligned} \right.$$

woraus

$$9) \left\{ \begin{aligned} \sum_1^\infty s_{n+1}^{(1)} x^{n+1} &= \sum_1^\infty s_n x^n - \sum_1^\infty \frac{r_n^{(1)}}{t_n} x^n \\ \sum_1^\infty s_{n+2}^{(2)} x^{n+1} &= \sum_1^\infty s_{n+1}^{(1)} x^{n+1} - \sum_1^\infty \frac{r_{n+1}^{(2)}}{t_{n+1}} x^{n+1} \\ &\dots \dots \dots \end{aligned} \right.$$

Ferner

$$10) \quad s_n^{(k)} - s_{n-1}^{(k)} = \frac{b_n}{t_n} \frac{r_{n-1}^{(k)}}{t_{n-1}}$$

$$11) \quad \sum_{\lambda=k}^{n-1} [s_{\lambda+1}^{(k)} - s_{\lambda}^{(k)}] = s_n^{(k)} = \sum_k^{n-1} \frac{b_{\lambda+1}}{t_{\lambda+1}} \frac{r_{\lambda}^{(k)}}{t_{\lambda}}$$

Endlich lassen sich aus dem Integralmittelwert 2) durch Iteration folgende Mittelwerte bilden:

$$M_1^{(2)}(x) = \left[\frac{1}{1-x} \right]^{-1} \int_0^x M_1^{(1)}(t) (1-t)^{-2} dt$$

.....

$$M_1^{(k)}(x) = \left[\frac{1}{1-x} \right]^k \int_0^x M_1^{(k-1)}(t) (1-t)^{-2} dt$$

VI. Jetzt sei speziell $b_k = 1$. Dann besteht

Satz 5. Von den beiden Bedingungen

$$\lim_{x \rightarrow 1} M_1^{(\lambda)}(x) = l \text{ (endlich)}$$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} r_n^{(\lambda+1)} = 0$$

ist jede notwendig für die Existenz von

$$\lim_{n \rightarrow \infty} s_n^{(\lambda)} = l$$

und zusammengenommen sind sie auch hinreichend.

Beweis: Wenn $\lim_{n \rightarrow \infty} s_n^{(\lambda)} = l$ existiert und endlich ist, dann folgt mittelst des Satzes von STOLZ $\lim_{n \rightarrow \infty} s_n^{(\lambda+1)} = l$ und eine der Gleichungen 8) ergibt $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} r_n^{(\lambda+1)} = 0$.

Somit ist die zweite Bedingung notwendig.

Aus $f(x) = \sum_1^{\infty} a_k x^k$ folgt

$$(1-x)^{-1} f(x) = \sum_1^{\infty} s_k x^k$$

$$(1-x)^{-2} f(x) = \sum_1^{\infty} (k+1) s_{k+1}^{(1)} x^k$$

$$M_1^{(1)}(x) = (1-x) \int_0^x (1-t)^{-2} f(t) dt = \sum_2^{\infty} [s_k^{(1)} - s_{k-1}^{(1)}] x^k$$

$$M_1^{(2)}(x) = (1-x) \int_0^x (1-t)^{-2} M_1^{(1)}(t) dt = (1-x) \sum_3^{\infty} s_k^{(2)} x^k$$

.....

$$12) M_1^{(\lambda)}(x) = (1-x) \int_0^x (1-t)^{-2} M_1^{(\lambda-1)}(t) dt = \sum_{\lambda+1}^{\infty} [s_k^{(\lambda)} - s_{k-1}^{(\lambda)}] x^k$$

somit wegen 10)

$$13) M_1^{(\lambda)}(x) = \sum_{\lambda+1}^{\infty} \frac{1}{k(k-1)} r_{k-1}^{(\lambda)} x^k.$$

Wenn nun $\lim_{n \rightarrow \infty} s_n^{(\lambda)} = l$ existiert und endlich ist, dann ergibt der ABELsche Satz für Potenzreihen, angewendet auf 12)

$$\lim_{x \rightarrow 1} M_1^{(\lambda)}(x) = l;$$

somit ist die erste Bedingung ebenfalls notwendig.

Zum Beweise der letzten Behauptung des Satzes bemerke man, dass die beiden Voraussetzungen

$$14) \quad \lim_{x \rightarrow 1} M_1^{(\lambda)}(x) = l$$

$$15) \quad \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} r_n^{(\lambda+1)} = 0$$

diejenigen sind des Satzes von TAUBER ¹⁾ mit Bezug auf die Reihe 13).

Deshalb folgt aus 14) und 15)

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{k=1}^n \frac{1}{k(k-1)} r_{k-1}^{(\lambda)} = l ;$$

11) ergibt schliesslich

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{k=1}^n \frac{1}{k(k-1)} r_{k-1}^{(\lambda)} = \lim_{n \rightarrow \infty} s_n^{(\lambda)} = l ,$$

womit Satz 5 vollständig bewiesen ist.

Satz 6. Von den beiden Bedingungen

$$\lim_{x \rightarrow 1} M_1^{(1)}(x) = l \quad (\text{endlich})$$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} r_n^{(1)} = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} \sum_1^n k a_k = 0$$

ist jede notwendig für die Existenz von

$$\lim_{n \rightarrow \infty} s_n = l$$

und zusammengenommen sind sie hinreichend.

Beweis: Wenn $\lim_{n \rightarrow \infty} s_n = l$ existiert und endlich ist, so folgt daraus $\lim_{n \rightarrow \infty} s_n^{(1)} = l$ und somit aus der ersten der Formeln 8) $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} r_n^{(1)} = 0$ und aus 12), für $\lambda = 1$, $\lim_{x \rightarrow 1} M_1^{(1)}(x) = l$. Die Bedingungen sind daher notwendig.

Wenn $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} r_n^{(1)} = 0$ existiert, so ergibt die zweite der Formeln 7)

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} r_n^{(2)} = 0 . \text{ Letzterer Grenzwert zusammen mit } \lim_{x \rightarrow 1} M_1^{(1)}(x) = l$$

zieht nun, wegen Satz 5, $\lim_{n \rightarrow \infty} s_n^{(1)} = l$ nach sich und endlich ergibt die erste der Formeln 8)

$$\lim_{n \rightarrow \infty} s_n = l .$$

w. z. b. w.

¹⁾ Vgl. E. LANDAU, Darstellung und Begründung einiger neuerer Ergebnisse der Funktionentheorie, S. 52. Der Satz gilt nicht nur bei radialer Annäherung an 1, sondern im ganzen Gebiet D von STOLZ.

Die Integralmittelwerte $M_1^{(\lambda)}(x)$ ($\lambda = 1, 2, \dots$) sind durch die Sätze 5 und 6 in Verbindung gebracht mit dem arithmetischen Mittel $\lim_{n \rightarrow \infty} s_n^{(1)} = l$. Wenn aber dieses existiert und endlich ist, dann ist $\lim_{x \rightarrow 1} \sum_{k=1}^{\infty} a_k x^k = l$ ¹⁾ und $f(x)$ oszilliert somit nicht. Es scheint aber

nicht ohne Interesse, zu bemerken, dass es Funktionen $f(x)$ gibt, für die $\lim_{x \rightarrow 1} f(x)$ nicht vorhanden ist, während $\lim_{x \rightarrow 1} M_1^{(1)}(x)$ existiert und endlich ist. Ein derartiges Beispiel ist

$$f(x) = e^{\frac{\alpha i}{1-x}} \quad (\alpha \text{ reell}).$$

Es ist $\lim_{x \rightarrow 1} M_1^{(1)}(x) = \lim_{x \rightarrow 1} (1-x) \int_0^x e^{\frac{\alpha i}{1-x}} (1-x)^{-2} dx = 0$, wenn $\arg(1-x) \geq 0$. Daraus ist zu schliessen, dass für diese Funktion keines der arithmetischen Mittel $\lim_{n \rightarrow \infty} s_n^{(\lambda)}$, $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} r_n^{(\lambda)}$ existiert.

VII. Ich betrachte jetzt den Integralmittelwert 3) und setze ihn in Verbindung mit dem logarithmischen Mittel $s_n^{(1)}$. Infolgedessen ist in diesem Abschnitt $b_k = \frac{1}{k}$, $t_n = \lg n + \alpha_n$ mit $\lim_{n \rightarrow \infty} \alpha_n = \text{EULERSCHE}$ Konstante. Man kann diesen Mittelwert $M_2^{(1)}(x)$ ebenso iterieren, wie das mit $M_1^{(1)}(x)$ geschehen ist, allein der Faktor $\left[\lg \frac{1}{1-x} \right]^{-1}$ scheint die Entwicklung von Formeln analog zu 12) und 13) zu verhindern.

Satz 7. Von den beiden Bedingungen

$$\lim_{x \rightarrow 1} M_2^{(1)}(x) = l \quad (\text{endlich})$$

$$16) \quad \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{t_n} r_n^{(2)} = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{\lg n} \sum_{k=1}^{n-1} \frac{1}{k+1} \frac{r_k^{(1)}}{\lg k + \alpha_k} = 0$$

ist jede notwendig für die Existenz von

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{\lg n} \sum_{k=1}^{n-1} \frac{s_k}{k+1} = \lim_{n \rightarrow \infty} s_n^{(1)} = l$$

und zusammengenommen sind sie hinreichend.

¹⁾ Siehe A. KIENAST, Proc. Cambridge Phil. Soc. vol. XIX (1918), Theorem 3, p. 130.

Beweis: Wenn $\lim_{n \rightarrow \infty} s_n^{(1)} = l$ existiert und endlich ist, dann folgt aus dem Satz von STOLZ $\lim_{n \rightarrow \infty} s_n^{(2)} = l$ und somit aus 8) $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{r_n^{(2)}}{t_n} = 0$.

Durch Entwicklung von 3) ergibt sich

$$M_2^{(1)}(x) = \sum_2^{\infty} \frac{1}{k} s_{k-1} x^k / \sum_1^{\infty} \frac{1}{k} x^k$$

woraus durch die Sätze von PRINGSHEIM und STOLZ folgt

$$\lim_{x \rightarrow 1} M_2^{(1)}(x) = \lim_{n \rightarrow \infty} s_n^{(1)} = l,$$

falls x auf irgend einem Wege innerhalb D sich 1 nähert.

Somit sind die beiden Bedingungen notwendig.

Um zur Umkehrung zu gelangen, folgert man aus 9)

$$\sum_1^x s_n x^n = \sum_1^x \frac{r_n^{(1)}}{t_n} x^n + \sum_2^x \frac{r_n^{(2)}}{t_n} x^n + \sum_3^x s_n^{(2)} x^n$$

womit

$$M_2^{(1)}(x) = \left[\lg \frac{1}{1-x} \right]^{-1} \left\{ \sum_1^x \frac{1}{n+1} \frac{r_n^{(1)}}{t_n} x^{n+1} + \sum_2^x \frac{1}{n+1} \frac{r_n^{(2)}}{t_n} x^{n+1} + \int_0^x \left[\sum_3^x s_n^{(2)} t^n \right] dt \right\}$$

Wegen 16) ergibt der Satz von PRINGSHEIM

$$\lim_{x \rightarrow 1} M_2^{(1)}(x) = \lim_{x \rightarrow 1} \left[\lg \frac{1}{1-x} \right]^{-1} \int_0^x \left[\sum_3^x s_n^{(2)} t^n \right] dt = l.$$

Indem man für $\lg \frac{1}{1-x} = N$ die Reihe setzt, erhält man hieraus

$$\frac{Z}{N} = \sum_0^x \frac{1}{k+1} \left[s_k^{(2)} - l \right] x^{k+1} / \sum_0^x \frac{1}{k+1} x^{k+1} = g(x), \quad \lim_{x \rightarrow 1} g(x) = 0.$$

Bezeichnet man

$$\sum_0^m \frac{1}{k+1} \left[s_k^{(2)} - l \right] x^{k+1} = K_m(x)$$

so ist

$$Z = K_m(x) = \sum_0^m \frac{1}{k+1} \left[s_k^{(2)} - l \right] x^{k+1} = K_m(x) + g(x) \cdot \lg \frac{1}{1-x}$$

$$\text{also } s_{m+1}^{(3)} - l = \frac{K_m(x)}{\sum_0^m \frac{1}{k+1}} + g(x) \frac{\lg \frac{1}{1-x}}{\sum_0^m \frac{1}{k+1}} = L_m(x)$$

Dies ist eine Identität für jede ganze positive Zahl m und für jedes x , dessen $|x| < 1$. Man lasse x sich 1 nähern innerhalb D und betrachte x in denjenigen Punkten x_m seines Weges, für die

$$|x_m| = 1 - \frac{1}{m+1}. \quad \text{Dann kann man zeigen}$$

$$17) \quad \lim_{m \rightarrow \infty} L_m(x_m) = 0.$$

Das Verhalten von $L_m(x)$ bei Annäherung von x an 1 ist abhängig von demjenigen von $g(x)$ und $K_m(x)$; letztere sind unabhängig von dem Wege, den x innerhalb D befolgt; daher ist auch 17) unabhängig von diesem Wege.

Zum Beweise von 17) sind einige Ungleichungen nötig. Setzt man

$$1-x = |1-x| e^{i\psi}$$

so folgt

$$\left| \lg \frac{1}{1-x} \right| = \lg \frac{1}{|1-x|} \left\{ 1 + \psi^2 / \left(\lg \frac{1}{|1-x|} \right)^2 \right\}^{1/2} = \delta \lg \frac{1}{|1-x|}, \quad \lim_{x \rightarrow 1} \delta = 1.$$

Die Punkte x und $|x|$ liegen auf einem zum Konvergenzkreis konzentrischen Kreise. $|x|$ hat unter allen Punkten dieses Kreises den kleinsten Abstand von 1. Daher

$$|1-x| > 1 - |x|$$

also

$$\lg \frac{1}{|1-x|} < \lg \frac{1}{1-|x|}$$

$$\left| \lg \frac{1}{1-x} \right| < \delta \lg \frac{1}{1-|x|}$$

und somit

$$18) \quad \left| \lg \frac{1}{1-x_m} / \sum_{o}^m \frac{1}{k+1} \right| < \delta \lg m / \sum_{o}^m \frac{1}{k+1} < K_1,$$

wo K_1 eine endliche von m unabhängige Konstante ist.

Zweitens liefert die Identität 11)

$$d_k = \frac{1}{k+1} \left[s_k^{(2)} - l \right] = \frac{1}{k+1} \left\{ \sum_2^{k-1} \frac{b_{\lambda+1}}{t_{\lambda+1}} \frac{r_\lambda^{(2)}}{t_\lambda} - l \right\}$$

also

$$(k+1) |d_k| \leq \sum_o^{k-1} \frac{b_{\lambda+1}}{t_{\lambda+1}} \left| \sum_2^{k-1} \frac{b_{\lambda+1}}{t_{\lambda+1}} \frac{r_\lambda^{(2)}}{t_\lambda} / \sum_o^{k-1} \frac{b_{\lambda+1}}{t_{\lambda+1}} \right| - l$$

Aus der Voraussetzung 16) und dem Satz von STOLZ folgt nun,

dass die Grössen $\left| \frac{\sum_2^{k-1} \frac{b_{\lambda+1}}{t_{\lambda+1}} \frac{r_\lambda^{(2)}}{t_\lambda}}{\sum_0^{k-1} \frac{b_{\lambda+1}}{t_{\lambda+1}}} \right|$ eine endliche von k

unabhängige obere Schranke besitzen; man kann daher eine endliche von k unabhängige Grösse K_2 angeben, sodass

$$(k+1) |d_k| < K_2 \sum_0^{k-1} \frac{b_{\lambda+1}}{t_{\lambda+1}} = K_2 \left[\lg \lg k + \mathfrak{C} + \vartheta_k \right] \text{ für } k \geq 3$$

$$(k+1) |d_k| < K_2 \quad \text{für } k \leq 2,$$

worin \mathfrak{C} eine endliche von k unabhängige Konstante, und $\lim_{k \rightarrow \infty} \vartheta_k = 0$

ist. Ist k genügend gross, so kann man setzen

$$|d_k| < K_3 (k+1)^{-1} \lg \lg k$$

Mit Hilfe dieser Abschätzung bekommt man

$$\begin{aligned} |K_m(x_m)| &< \left| \sum_0^m d_k (1-x_m^{k+1}) - \sum_{m+1}^\infty d_k x_m^{k+1} \right| \\ &< |1-x_m| \sum_0^m |d_k| \frac{|1-x_m^{k+1}|}{|1-x_m|} + K_3 \sum_{m+1}^\infty \frac{\lg \lg k}{k+1} |x_m|^{k+1} \end{aligned}$$

Für $k > 0$ ist im Einheitskreis $|1-x^{k+1}| \leq (k+1) |1-x|$; ferner

ist für jedes x_m innerhalb D $\frac{|1-x_m|}{1-|x_m|} < \gamma^{-1}$, somit

$$\begin{aligned} &< \frac{\gamma}{m+1} \sum_0^m (k+1) |d_k| + K_3 \frac{\lg \lg (m+1)}{m+2} \frac{|x_m|^{m+2}}{1-|x_m|} \\ &< \frac{\gamma K_2}{m+1} \left\{ 3 + \sum_3^m \left[\lg \lg k + \mathfrak{C} + \vartheta_k \right] \right\} + K_3 \lg \lg (m+1) \end{aligned}$$

$$19) \quad |K_m(x_m)| < K_4 \lg \lg (m+1),$$

wo K_4 eine endliche von m unabhängige Konstante ist.

Aus 18, $\lim_{x \rightarrow 1} g(x) = 0$ und 19) ergibt sich die Behauptung 17).

Damit ist gezeigt: zu jedem beliebig klein gegebenen $\varepsilon > 0$ lässt sich die ganze positive Zahl N finden, sodass $|L_m(x_m)| < \varepsilon$, oder was dasselbe,

$$|s_{m+1}^{(3)} - l| < \varepsilon, \text{ wenn } m > N.$$

Folglich gilt

$$20) \quad \lim_{n \rightarrow \infty} s_m^{(3)} = l.$$

1) PRINGSHEIM, Acta Mathematica Bd. 28, S. 4.

Die Voraussetzung 16) hat zur Folge $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{r_n^{(3)}}{t_n} = 0$; dieses und 20) ergeben, wegen 8), $\lim_{n \rightarrow \infty} s_n^{(2)} = l$ und schliesslich folgt hieraus und aus 16)

$$\lim_{n \rightarrow \infty} s_n^{(1)} = l,$$

womit Satz 7 bewiesen ist.

VIII. Setzt man

$$21) \quad b_k = \int_{1-e^{-1}}^1 t^{k-1} \left[\lg \frac{1}{1-t} \right]^{-1} dt$$

$$r_k(x) = b_k^{-1} \int_{1-e^{-1}}^x t^{k-1} \left[\lg \frac{1}{1-t} \right]^{-1} dt$$

so lässt sich zeigen

$$22) \quad \lim_{n \rightarrow \infty} n \lg n b_n = 1$$

$$\sum_1^n b_k = t_n = \lg \lg n + \varepsilon_n, \quad \lim_{n \rightarrow \infty} \varepsilon_n = 0.$$

Die Definition 4) liefert

$$M_3^{(1)}(x) = \sum_1^{\infty} b_{k+1} s_k v_{k+1}(x) / \sum_0^{\infty} b_{k+1} v_{k+1}(x)$$

und es besteht der

Satz 8. Von den beiden Bedingungen

$$\lim_{x \rightarrow 1} M_3^{(1)}(x) = l \quad (\text{endlich})$$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{r_n^{(2)}}{t_n} = 0$$

ist jede notwendig für die Existenz von

$$\lim_{n \rightarrow \infty} s_n^{(1)} = l$$

und zusammengenommen sind sie auch hinreichend. Dabei

sind die Mittel $\frac{r_n^{(2)}}{t_n}$ und $s_n^{(1)}$ auf Grund der Formeln 6) und

7) zu bilden unter Benutzung der durch 21) und 22) definierten b_k und t_n .

Der Beweis verläuft völlig analog demjenigen in VII; die notwendigen Abschätzungen sind jedoch erheblich umfangreicher, infolge der hier verwendeten viel komplizierteren b_k .

Endlich gestattet eine von mir anderswo¹⁾ durchgeführte Überlegung den Satz zu beweisen:

$$\text{Es seien } b_k = \int_{1-e^{-1}}^1 t^{k-1} \left[\lg \frac{1}{1-t} \right]^{-1} dt ; \quad \sum_1^n b_k = B_n$$

$$c_k = \frac{1}{(k+1) \lg(k+1)} ; \quad \sum_1^n c_k = C_n$$

$$s_n^{(1)} = B_n^{-1} \sum_1^{n-1} b_{\lambda+1} s_\lambda ; \quad t_n^{(1)} = C_n^{-1} \sum_1^{n-1} c_{\lambda+1} s_\lambda .$$

Wenn einer der beiden Grenzwerte $\lim s_n^{(1)}$, $\lim t_n^{(1)}$ existiert und endlich ist (oder zwischen endlichen Schranken oszilliert), dann nähert sich der andere derselben Grenze (oder oszilliert zwischen denselben Schranken).

¹⁾ «Proof of the equivalence of different mean values» Proc. Cambridge Phil. Soc. vol. XX (1920) p. 82.

Zur Kenntniss der Schweizer Flora.

Von

GUNNAR SAMUELSSON (Upsala).

(Als Manuskript eingegangen am 2. September 1922.)

Im vorigen Jahre war es mir vergönnt, zwecks botanischer Studien einige Monate in der Schweiz zu verbringen. Dabei benutzte ich u. a. die Gelegenheit, mich in den Museen über einige Pflanzengruppen zu unterrichten, mit denen ich mich schon zu Hause beschäftigt hatte. Es wurde mir dabei klar, dass die Auffassung nordischer Floristen über verschiedene Formenkreise ziemlich stark von der in der Schweiz vorherrschenden abweicht. Dadurch bekam ich Veranlassung, eingehender zu prüfen, ob sich die Ansichten, zu denen wir im Norden gekommen sind, auch auf die betreffenden Formenkreise in der Schweiz übertragen lassen, oder ob Unterschiede vorhanden sind. Meine Erfahrungen, die ich im Verlaufe des Aufenthaltes verschiedenen Schweizer Kollegen vorgelegt habe, waren derartig, dass ich von ihnen Anregung bekam, meine Resultate auch betreffs der Schweizer Flora zusammenzustellen.

Selbstverständlich benutzte ich auch die Gelegenheit zu Exkursionen. Einige besonders schöne machte ich in Gesellschaft der Herren Prof. Dr. C. SCHRÖTER und Dr. J. BRAUN-BLANQUET (Zürich), Dr. E. FREY und Dr. W. LÜDI (Bern). Sehr ergiebig war eine Exkursion nach den Tessiner Seen, die ich allein ausführte.

Von den Schweizer Herbarien habe ich in erster Linie diejenigen der beiden grossen Zürcher Museen benützt. Ihren Vorständen, Prof. Dr. C. SCHRÖTER (Bot. Mus. der Eidgen. Techn. Hochschule) und Prof. Dr. HANS SCHINZ (Bot. Mus. der Universität), die mir auch später Material nach Upsala gütigst gesandt haben, bin ich zu grossem Dank verpflichtet. Prof. SCHRÖTER hat mir ausserdem Luzula-Sammlungen aus anderen Schweizer Museen besorgt. Einiges Material verdanke ich auch dem Geobotanischen Institut RÜBEL, Zürich. Nach meiner Rückkehr nach Upsala habe ich auch Sammlungen aus den schwedischen Museen, sowie den Museen in Berlin und Wien (Naturhist.

Staatsmus. und Bot. Mus. d. Universität), zum Vergleich heranziehen können. Ausserdem war es mir von grossem Vorteil, die in Rede stehenden Fragen mit einigen der allerbesten Kenner der Schweizer Flora mündlich und schriftlich besprechen zu können. Ich denke dabei vor allem an Prof. Dr. A. THELLUNG, Dr. E. BAUMANN und Dr. J. BRAUN-BLANQUET, alle in Zürich. Diesen Herren und auch einigen nicht genannten sage ich hiermit meinen besten Dank.

Upsala, Botanisches Museum der Universität, Mai 1922.

1. Einige Bemerkungen über die Bewertung der systematischen Einheiten.

Während meiner Arbeit mit verschiedenen kritischen Pflanzengruppen ist es mir mehr und mehr aufgefallen, wie weit die Auffassungen der Autoren betreffs der Rangstufe der einzelnen systematischen Einheiten noch in unseren Tagen auseinandergehen. Die einen arbeiten mit eng, die anderen mit weit gefassten „Arten“ usw. Da ich gefunden habe, dass meine Betrachtungsweise von der in der Schweiz vorherrschenden ziemlich erheblich abweicht, will ich zuerst versuchen, meine Stellung klarzulegen und zu begründen. Dadurch bekomme ich auch Gelegenheit einige Prinzipienfragen zu behandeln, die meiner Ansicht nach von den meisten Floristen und Phytographen stark vernachlässigt worden sind. Auf eine Besprechung der einschlägigen Literatur muss ich indessen im allgemeinen aus verschiedenen Gründen verzichten.

Der Rang einer systematischen Einheit ist wohl eigentlich nie objektiv festzustellen. Es muss deshalb gewissermassen Geschmacksache sein, ob man eine „Form“ als Art, Unterart oder Varietät auffassen will. Aber praktisch bedeutungslos ist die Frage durchaus nicht. Und glücklicherweise gibt es auch oft gewisse Anhaltspunkte für ein objektiveres Verfahren. Eine gewisse Unsicherheit wird übrigens oft von ungenügender Kenntnis bedingt: wenn z. B. eine richtige Begrenzung der Typen gegeneinander nicht erreicht worden ist (vgl. z. B. das unten über *Luzula campestris* und verwandte Arten gesagte). Der Spezialist — natürlich ein guter, d. h. einer mit scharfem Blick für die Einheiten — ist ohne Zweifel der beste Beurteiler hierhergehöriger Fragen. Nicht selten findet man die Ansicht ausgesprochen, dass der Verfasser eines floristischen Handbuches ein besseres Urteil abzugeben imstande sei, weil er grössere Verwandtschaftsgruppen gleichmässiger überblicken kann. Diese Auffassung ist entschieden abzulehnen. Der Herausgeber einer Flora hat ja im allge-

meinen keine Möglichkeit, sich in die einzelnen Gruppen so genau einzuarbeiten. Nichtsdestoweniger findet man oft Typen, die der Spezialist als gute Arten auseinandehält, in den Floren als Unterarten oder sogar nur als Varietäten oder „Rassen“ behandelt. Und hierbei kommt es sogar bisweilen vor, dass sie bei unrichtigen Kollektivarten untergebracht werden; so zum Beispiel wenn *Potamogeton panormitanus* Biv. als Unterart zu *P. pusillus* L. gestellt wird. Mit dieser Art zeigt jene freilich eine grosse habituelle Ähnlichkeit, aber besonders durch die ringsum geschlossenen Blatthäutchen kommt *P. panormitanus* verwandtschaftlich *P. mucronatus* Schrad. viel näher (vgl. J. O. HAGSTRÖM: „Critical Researches on the Potamogetons“; in Kungl. Sv. Vet.-Akad. Handl. 55:5, 1916).

Überhaupt wird meiner Ansicht nach mit der systematischen Abstufung innerhalb der Arten ein grosser Unfug getrieben. Man sehe vor allem die bekannte „Synopsis der mitteleuropäischen Flora“ von P. ASCHERSON und P. GRAEBNER. Besonders unklar ist der Begriff der Unterart („Subspezies“) geworden. Man findet als Unterarten scharf getrennte Typen aufgeführt, die viel besser als Arten betrachtet und auch von den Spezialisten fast stets als solche aufgefasst werden, gleichzeitig mit anderen, die fast nur graduell verschieden sind oder durch eine zusammenhängende Reihe von Formen so vollständig ineinanderfliessen, dass man nur die extremsten herausgreifen kann. Ja, sogar Standortmodifikationen werden bisweilen als Unterarten aufgeführt. Meinerseits gehe ich so weit in der andern Richtung, dass ich meine, man sollte so viel wie möglich vermeiden, mit „Unterarten“ zu arbeiten. Doch gebe ich zu, dass sich dies kaum vollständig durchführen lässt. Zum grossen Teil hängt zweifellos die Unsicherheit damit zusammen, dass man sich den Speziesbegriff nicht klar gemacht hat.

Was ist denn eigentlich eine Art? Die meisten Phytographen leben wohl noch in der Vorstellung, dass eine Art eine scharfe Einheit darstellt, die ganz bestimmte Grenzen ohne irgendwelche „Übergangsformen“ zu den „nächstverwandten“ Arten aufweisen muss. Aber dann kennen sie gewiss zu wenig von den Resultaten der modernen Vererbungslehre! Die einzigen objektiv existierenden Einheiten sind ja die Genotypen. Aber kein vernünftiger Mensch wird wohl diese heutzutage als „Arten“ behandeln. Man muss durch Abstraktion eine höhere Einheit aufbauen. Und dann kann man die Art kaum anders definieren, denn als eine mehr oder weniger gut umgrenzte Gruppe von Genotypen oder vielleicht besser von Biotypen — der Systematiker arbeitet ja nur mit diesen —, welche in den

wesentlichsten Merkmalen übereinstimmen. Wenn eine solche Gruppe von den nächststehenden durch eine deutliche Diskordanz getrennt ist, dann liegt eine sogenannte gute Art vor. Und wenn dessen ungeachtet nicht alle derartige Einheiten allgemein als Arten anerkannt sind, wie z. B. innerhalb *Alchemilla*, *Hieracium*, *Taraxacum*¹⁾ usw., so hängt dies mehr von der Bequemlichkeit der Systematiker als von stichhaltigen Gründen ab.

Die Meinungen über die Bewertung der Einheiten gehen wohl eigentlich nur dann entschiedener auseinander, wenn keine auffallende derartige Diskordanz vorkommt. Als sehr verbreitet begegnet man der Auffassung, dass es zwischen Arten keine „Zwischenformen“ geben dürfe, wohl aber zwischen einer Hauptart und ihren Unterarten oder zwischen diesen letzteren untereinander. Und man spricht in diesem Fall von „nicht-hybriden Zwischenformen“. Diese Betrachtungsweise ist aber natürlich unhaltbar. Die Bastardierung spielt ja fast überall eine sehr grosse Rolle. In einer Gegend kann sogar ein Bastard viel häufiger als die auch nur annähernd „reinen“ Arten sein. So gilt dies z. B. von *Salix nigricans* Sm. \times *phylicifolia* L., *Betula pubescens* Ehrh. \times *verrucosa* Ehrh., *Quercus Robur* L. \times *sessiliflora* Salisb. usw., und wohl die wenigsten Botaniker werden diese „Arten“ nicht als solche anerkennen. Die meisten sogenannten Zwischenformen dürften sogar durch Bastardierung entstanden sein, wenn es sich nämlich nicht ganz einfach um Modifikationen handelt, die unmittelbar von den Aussenfaktoren hervorgerufen und erblich nicht fixiert sind.

Wird die grosse Bedeutung der Bastardierung auch anerkannt, so will man öfter einen prinzipiellen Unterschied zwischen Artbastarden und „Blendlingen“ darin finden, dass jene eine deutlich herabgesetzte Fertilität zeigen sollen, diese aber nicht. Und da sich diese Sache (wenigstens in den Herbarien) am leichtesten durch eine Untersuchung des Pollens feststellen lässt, so hat man gesagt, ein Artbastard muss einen schlecht entwickelten oder jedenfalls aus ungleich grossen Körnern bestehenden Pollen haben. Aber auch diese Anschauung ist nicht haltbar. Einerseits gibt es z. B. innerhalb der Gattungen *Primula*, *Salix* usw. zwischen Arten, die man wohl stets als gute Arten betrachtet hat und ansehen wird, Bastarde, die ebensogut wie die Eltern fruchten. Und aus eigener Erfahrung kenne

¹⁾ Es bedeutet für unseren Gesichtspunkt nichts, dass in diesen Gattungen die Konstanz der kleinen Typen durch die Apogamie bedingt ist! Dies ist eine interessante Erklärung der Tatsachen, darf aber nicht für sich die Bewertung beeinflussen.

ich wenigstens ein paar unzweifelhafte *Sparganium*-Bastarde (*S. affine* Schnitzl. \times *Friesii* Beurl. und *S. Friesii* Beurl. \times *simplex* Huds.), deren Pollenkörner gut gefüllt sind und in der Grösse nur unbedeutend und nicht mehr als bei den Eltern wechseln. Man muss sich auch in diesem Zusammenhang vergegenwärtigen, dass die zur Untersuchung gelangten Individuen späteren Bastardgenerationen angehören können, und dass eventuell Rückkreuzung mit den Eltern die Fertilität hat steigern können. Leider hat man hierhergehörigen Fragen an experimentell hergestellten Artbastarden noch allzuwenig Aufmerksamkeit gewidmet. Aber schon jetzt ist der Schluss berechtigt, dass man auch eine vollständige Fertilität bei Zwischenformen nicht als Beweis gegen den Artwert der Haupttypen anführen darf.

Gibt es denn überhaupt keine objektive Möglichkeit, zu entscheiden, ob eine Pflanzenform am besten als Art oder als Einheit niedereren Ranges aufzufassen ist? Trotz der soeben besprochenen Erfahrungen über die Fertilität der Bastarde glaube ich, dass dieselbe gute Dienste leisten kann. Und unter diesem Gesichtspunkte hat, glaube ich, eine eingehende — und kritische! — Beachtung auch der spontanen Bastarde ihre grösste Bedeutung. Sie bietet ein wichtiges Hilfsmittel, die Typen und ihre Merkmale schärfer zu fassen. Als Gattungen, bei welchen sich die Erkenntnis der Bastarde in dieser Hinsicht schon von grösster Bedeutung erwiesen hat, können z. B. *Agrostis* (MURBECK), *Puccinellia* (HOLMBERG), *Epilobium* (HAUSSKNECHT) usw. erwähnt werden. Zwei andere derartige Fälle werden unten eingehender behandelt. Wenn man durch Untersuchung der Fertilität die sogen. Zwischenformen zwischen den Haupttypen, die sonst „Artmerkmale“ aufweisen, als sichere Bastarde ausmustern kann, dann glaube ich, liegen gar keine Gründe vor, jenen den Artwert abzuspochen. Dass unsere Augen den morphologischen Unterschied als ziemlich unbedeutend auffassen, hat unter solchen Umständen wenig zu sagen. Man kann z. B. von Gräsern und Halbgräsern nicht verlangen, dass sie so grosse Habitusunterschiede wie die Bäume aufweisen! Wer wollte behaupten, dass z. B. zwischen *Carex flava* L. und *C. lepidocarpa* Tausch. betreffs des genetischen Aufbaus oder der ökologischen Ansprüche kleinere Unterschiede als zwischen *Quercus Robur* und *Q. sessiliflora* beständen?

Viel subjektiver muss das Urteil ausfallen, wenn die Zwischenformen keine deutlich herabgesetzte Fertilität aufweisen. Und auch in solchen Fällen kann das Vorkommen von fertilen „Zwischenformen“ nur ein scheinbares sein. Sie können Modifikationen sein, die sich bei der Kultur gar nicht als Zwischenformen herausstellen würden. Am

meisten auffallend sind wohl solche Fälle bei gewissen Wasserpflanzen, bei welchen es vereinzelte Individuen gibt, die nicht sicher unterzubringen sind — jedenfalls bei Herbarexemplaren nicht! —, die jedoch zweifellos sehr gute Arten sind. Ich erinnere z. B. an *Alisma Plantago* L. und *A. gramineum* Gmel. oder an *Sagittaria sagittifolia* L. und *S. natans* Pall. Liegen wahre Zwischenformen vor, so ist ihre Häufigkeit von grösster Bedeutung, sowie die Feststellung wie sich die Typen gegeneinander in verschiedenen nicht-morphologischen Hinsichten, wie betreffs der Ökologie, der Verbreitung usw., verhalten. Ihre Bewertung wird in solchen Fällen mehr eine praktische Frage. Oft liegt indessen eine Gefahr darin, „Formen“ auf eine niedrigere Rangstufe zu stellen. Sie werden leicht vernachlässigt, ihre Verbreitung nicht hinreichend beachtet, usw. Ihr Aufstellen als Arten regt dagegen zum eingehenderen Studium viel stärker an.

Es ist eigentlich selbstverständlich, dass das Naturstudium für die Beurteilung der systematischen Stellung einer Pflanzenform von grundlegender Bedeutung sein muss. Und doch, wie oft hängt nicht die Degradierung einer Art nur von Herbarforschungen ab? Man findet in einem Herbar einige Individuen, die man nicht sicher bestimmen kann, und ! Als Beispiel kann ich nicht unterlassen, folgendes anzuführen. Bei der Behandlung der *Alisma*-Formen erwähnen ASCHERSON und GRAEBNER in ihrer „Synopsis“ (a. a. O., I, 1896--98, S. 382), dass die verschiedensten Spezialisten sich für die spezifische Selbständigkeit von *A. Plantago* und *A. arcuatum* Mich. (= *A. gramineum* Gmel.) ausgesprochen haben. Dessen ungeachtet nehmen sie dieselben nur als Unterarten auf und schreiben: „Auch wir gestehen, dass wir, obwohl wir bei lebenden Pflanzen nie im Zweifel waren, doch nicht alle trocknen, namentlich schwächlichen Exemplare sicher zwischen *A.* und *B.* haben vertheilen können.“ Man weiss ja, wie z. B. Farbenabstufungen von allergrösster Bedeutung beim Trocknen vollständig verschwinden können. Seitdem ich z. B. *Carex caespitosa* L. richtig kennen gelernt habe, bin ich in der Natur in keinem einzelnen Fall über die Zugehörigkeit einer Form zu dieser Art oder zu *C. Goodenowii* Gay, besonders ihrem *juncella*-Typus, im Unklaren geblieben, dagegen bei Herbarexemplaren öfters! Dass man selbst keine hinreichende Erfahrung hat und die richtige Begrenzung nicht erfasst hat, wird oft auch nicht genügend beachtet. Mehrmals habe ich als Übergangsformen zwischen zwei Arten gedeutete Pflanzen gesehen, die unbedingt zu einer dritten Art gehören, usw.

2. *Equisetum hiemale* L. \times *ramosissimum* Desf.

Wenn ich eine Pflanze, die ich in einer sehr grossen Herde am Strassenrand bei Rocabella im Tessin (11. VIII. 1921) fand, für diesen Bastard halte, so bedeutet dies keinen bemerkenswerten Neufund. Vielmehr wird sie in der „Flora der Schweiz“ von H. SCHINZ und R. KELLER (2. Teil, 3. Aufl., 1914, S. 8) gerade aus derselben Gegend als *E. hiemale* var. *Schleicheri* Milde angegeben. Es gilt deshalb nur meine Deutung der Pflanze zu begründen.

Equisetum ramosissimum beobachtete ich in ganz typischer Tracht in der Grenzzone am Lago Maggiore bei Locarno, und die Pflanze von Rocabella nahm eine so ausgeprägte Zwischenstellung zwischen jener Art und dem mir wohlbekanntem *E. hiemale* ein, dass ich schon auf den ersten Blick an einen Bastard dachte. Und da eine Untersuchung der Sporenentwicklung höchstens 5—10% einigermaßen gut entwickelte Sporen ergab, so erschien mir die Sache ganz klar. Bei Durchmusterung der Literatur fand ich indessen, dass solch ein Bastard bis jetzt nicht sicher bekannt war, und dass meine Pflanze offenbar in den Rahmen des *E. hiemale* var. *Schleicheri* fällt.

Was ist aber eigentlich *Equisetum hiemale* var. *Schleicheri*? Hierüber schreibt J. MILDE in seiner bekannten „Monographia Equisetorum“ (in Nov. Act. Acad. Leopold.-Carol. 32, 1867, S. 526): „Dass die var. *Schleicheri* des *E. hiemale* den Uebergang in *E. ramosissimum* Desfont. vermittelt, war mir längst unzweifelhaft“, worauf er Formen beschreibt, die dem *E. ramosissimum* so nahe kommen, dass sie kaum sicher davon zu unterscheiden sind. Besonders die nicht überwinterten Halme sind ja tatsächlich etwas für eine *hiemale*-Form so völlig fremdes, dass schon dieses Merkmal einen Einfluss des auch nicht überwinterten *E. ramosissimum* wahrscheinlich machen muss. Die Spaltöffnungsreihen können sogar von zwei Linien gebildet sein; das ist ein ausgeprägtes *ramosissimum*-Merkmal. In allem nimmt die var. *Schleicheri*, meine ich, gerade dieselbe Stellung in der Reihe *E. hiemale*—*ramosissimum* wie *E. trachyodon* A. Br. in der Reihe *E. hiemale*—*variegatum* ein. Die Bastardnatur dieser letzteren Pflanze dürfte wohl jetzt ziemlich allgemein anerkannt sein (vgl. besonders O. R. HOLMBERG in Botan. Notis., 1920, S. 165), obgleich sie bisweilen an Lokalitäten vorkommt, wo die Stammarten nicht zu entdecken sind. Sehr bemerkenswert ist folgende Angabe von MILDE (a. a. O., S. 522): „Die Sporen fand ich stets abortirt, farblos, von den verschiedensten Grössen.“ Das einzige, das gegen ihre Bastardnatur sprechen würde, ist ihr Vorkommen an einigen Lokalitäten ausserhalb des Verbreitungsgebietes von *E. ramosissimum*. Aber die meisten derartigen Fund-

orte liegen an Flüssen, die an den Ufern ihres obern Laufes *E. ramosissimum* beherbergen und deshalb Rhizomteile herabschwemmen können. Und da die Sterilität wohl kaum eine absolute ist, so ist ja auch eine selbständige Ausbreitung mit Sporen nicht ausgeschlossen. Ich glaube mich deshalb berechtigt, das *E. hiemale* var. *Schleicheri* ganz einfach als ein Synonym zu *E. hiemale* \times *ramosissimum* zu stellen. Hiermit will ich selbstverständlich nicht sagen, dass alle zu dieser Varietät gestellte Pflanzen dem Bastard zuzurechnen sind. Vielmehr habe ich unter diesem Namen Pflanzen gesehen, die nichts anderes als schwache Formen des echten *E. hiemale* darstellen.

Anhangsweise will ich noch die Aufmerksamkeit auf die Übergangsformen *Equisetum ramosissimum*—*variegatum* lenken, die MILDE (a. a. O., S. 186) u. a. aus „den tiefer gelegenen Theilen der Schweiz“ erwähnt. Auch ich sah in den Zürcher Herbarien solche kritische Formen, aber da sie mir jetzt nicht mehr zugänglich sind, so kann ich sie gegenwärtig nur zu weiterer Untersuchung empfehlen. Wahrscheinlich wird auch hier eine Sporenuntersuchung wertvolle Dienste leisten.

3. *Bromus ramosus* Huds. (coll.)

In der „Flora der Schweiz“ von SCHINZ und KELLER (2. Teil, 3. Aufl., 1914, S. 39), finden sich bei *Bromus ramosus* zwei Varietäten aufgenommen, und zwar var. *serotinus* (Aschers.) Hack. et Briquet und var. *Benekeni* (Lange) A. et Gr. Nach der Beschreibung folgt eine Bemerkung: „Es finden sich bei uns ∞ Zwischenformen“, welches natürlich den Grund darstellt, warum die beiden Typen nicht höher bewertet wurden. Da ich mich mit den skandinavischen Formen eingehend beschäftigt habe (vgl. Svensk Botan. Tidskr. 16, 1922, S. 43 u. ff.), und ich unter ihnen keine Zwischenformen gefunden habe, so hat es mich interessiert, in den Zürcher Herbarien nachzusehen, ob die Verhältnisse in der Schweiz wirklich anders als bei uns liegen.

Als erstes Resultat meiner Revision ergab sich, dass die Bestimmungen sehr unzuverlässig waren. Weiter fand ich, dass auch in den betreffenden Sammlungen die beiden Typen scharf getrennt hervortreten, wenn man nicht zu grosses Gewicht auf kleinere Wechsel in den Einzelmerkmalen legt, sondern ihre Gesamtheit und den ganzen Habitus berücksichtigt. Ich sah kein einziges unsicheres Individuum. Und hat man nur einmal die beiden Typen erfassen gelernt, so unterscheidet man sie in der Natur leicht auf den ersten Blick. Und da sie ausserdem oft am gleichen Standort nebeneinander vorkommen, so ist es klar, dass ich sie als gute Arten betrachten muss.

Die für eine sichere Bestimmung besten Unterscheidungsmerkmale dieser beiden *Bromus*-Arten lassen sich folgendermassen gegenüberstellen.

B. ramosus Huds.

Oberste Blattscheide mit langen Haaren dicht besetzt, aber ohne kurzflaumige Behaarung.

Ährenrispe sehr locker, untere Rispenäste nur mit einem grundständigen Zweig, auch vollreif allseitig ausgebreitet. Tragschuppe der untersten Rispenäste lang bewimpert.

B. Benekeni (Lange) Syme.

Oberste Blattscheide ohne oder nur mit einzelnen längeren Haaren, dagegen fast stets dicht kurzflaumig.

Ährenrispe wenig ausgebreitet, untere Rispenäste mit 3 – 5 kurzen Zweigen, vollreif ziemlich zusammengezogen und einseitig. Tragschuppe der untersten Rispenäste zumeist ohne längere Haare.

Vor allem ist auf die Behaarung der obersten Blattscheide zu achten, und in allererster Linie darauf, ob eine kurzflaumige Behaarung vorkommt oder nicht. Nur ein paar Mal habe ich nämlich von *Bromus ramosus* Individuen gesehen, die am allerobersten Teil jener Blattscheide eine sehr schwache flaumige Behaarung zeigten. Und in diesen Fällen war ihre Zugehörigkeit zu *B. ramosus* sonst so deutlich, dass auch hier keine Rede von Zwischenformen sein kann. Zu den erwähnten Merkmalen kommt als wichtiger Umstand hinzu, dass *B. ramosus* etwa zwei Wochen später als *B. Benekeni* blüht und fruchtet.

Auch die Verbreitung der beiden Arten ist verschieden. Im Grossen ist *Bromus ramosus* eine mehr westliche, *B. Benekeni* eine mehr östliche Art. In der Schweiz dürften sie sich regional wenig verschiedenartig verhalten.

4. *Cyperus rotundus* L.

Am kiesigen Ufer des Lago Maggiore bei Locarno, und zwar zwischen Muralto und Riva Piana, fand ich (10. VIII. 1921) einige Stöcke einer *Cyperus*-Art, die sich als der aus der Schweiz nicht bekannte *C. rotundus* L. herausstellte. Diese Art ist eine in der ganzen Mediterranregion sehr verbreitete Pflanze, die an Ufern und auf Feldern zu Hause ist. Bei Locarno kam sie unter einer Menge von annuellen Anthropochoren vor. Es können erwähnt werden: *Panicum miliaceum* L., *Eragrostis pilosa* (L.) Pal., *Commelina communis* L., *Che-nopodium leptophyllum* Nutt.¹⁾, *Amarantus retroflexus* L., *A. deflexus* L.,

¹⁾ Diese Art fand ich überall um Bellinzona, Locarno und Lugano sehr verbreitet.

A. albus L., *Phytolacca americana* L., *Portulaca oleracea* L., *Lepidium virginicum* L., *Oxalis stricta* L., *Euphorbia maculata* L., *Impatiens Roylei* Walpers, *Solanum luteum* Mill., *Erigeron canadensis* L., *Galinsoga parviflora* Cav. Ob *Cyperus rotundus* in solcher Gesellschaft ursprünglich ist oder nicht, ist wohl sehr unsicher. Wenn nicht, so ist die Pflanze als eingebürgert anzusehen.

5. *Scirpus mamillatus* Lindb. fil.

Es ist ja allgemein bekannt, dass *Scirpus palustris* L. eine polymorphe Art darstellt. Dass man *Sc. uniglumis* Link. als gute Art davon abtrennen muss, steht meiner Ansicht nach ausser Frage, wie oft sie auch fortwährend, besonders in Mitteleuropa, als Unterart behandelt wird. Niemand dürfte „Übergangsformen“ gesehen haben. Die Verbreitung und die ganze Ökologie sind auch grundverschieden. Aber auch *Sc. palustris* im engeren Sinn ist heterogen. Den nordischen Formenkreis hat HARALD LINDBERG vor etwa 20 Jahren auf zwei Arten verteilt, von denen er die eine als *Sc. mamillatus* Lindb. fil. — auch die Kombination *Heleocharis mamillata* Lindb. fil. wurde einmal verwendet — neubeschrieben hat, und die andere als *Sc. eupaluster* Lindb. fil. bezeichnet [vgl. „Die nordeuropäischen Formen von *Scirpus* (*Heleocharis*) *paluster* L.“, Acta Soc. Fauna et Flora Fenn. 23 : 7, 1902]. Seine eingehende Behandlung ist mit zahlreichen instruktiven Abbildungen, besonders von Früchten, ausgestattet. LINDBERG glaubte, dass *Sc. mamillatus* auf Nordeuropa beschränkt sei und kaum in Mitteleuropa vorkomme. Vor einigen Jahren hat indessen A. VON HAYEK die Pflanze für Steiermark nachgewiesen (vgl. „Schedae ad floram stiriacam exsiccatam“, 19. u. 20. Lief., 1910, S. 8). Aus der Schweiz war sie nicht bekannt. In den Herbarien liegt sie jedoch von mehreren Lokalitäten vor.

LINDBERG gibt a. a. O. (S. 4) folgende Beschreibung der beiden betreffenden Arten.

Scirpus eupaluster Lindb. fil.¹⁾ Halm dunkelgrün, fest, undurchsichtig, trocken fein oder nicht gestrichelt, mit ca. 20 dicht gestellten Gefässbündeln; Palissadengewebe hoch, ringsum; Bastbündel dicht gestellt, Bastzellen mit sehr kleinen Lumina; Markgewebe mit dicht gestellten, festen Diaphragmen. Nuss verkehrt-eiförmig, der verdickte Griffelgrund gut abgeschnürt, kegelförmig, mehr hoch als breit. Perigonborsten mit kurzen Anhängseln, 4 (*f. typica*) oder ziemlich selten 0

¹⁾ Es liegen kaum dringende Gründe vor, den Namen *Sc. palustris* L. fallen zu lassen. Man kann ihn sicher in emendiertem Sinn für *Sc. eupaluster* Lindb. fil. gelten lassen.

(f. *nulliseta*), den verdickten Griffelgrund nicht überragend, selten rudimentär (f. *subnulliseta*).

Scirpus mamillatus Lindb. fil. Halm hellgrün, weich, durchsichtig, trocken deutlich gefurcht, mit 4—5 Furchen an jeder Seite, mit ca. 12 entfernt gestellten Gefässbündeln; Palissadengewebe ziemlich dünn, nur auf der Aussenseite der Gefässbündel; Bastbündel entfernt stehend. Bastzellen mit grösseren Lumina; Markgewebe mit ziemlich entfernt gestellten Diaphragmen von geringerer Festigkeit. Nuss hellbraun, glänzend, rundlich, der verdickte Griffelgrund niedrig, fast sitzend, zitzenförmig. Perigonborsten mit längeren Anhängseln, 5 oder gewöhnlich 6 (sehr selten 8, niemals 0), den verdickten Griffelgrund überragend, niemals rudimentär.

Seit 1902 habe ich diese Art in Mittelschweden öfters gesehen und in der Natur immer wieder mit *Scirpus palustris* verglichen. Im allgemeinen habe ich sie schon nach dem Habitus, d. h. Farbe und Festigkeit, leicht unterscheiden können. Bisweilen bin ich indessen auf helle, ziemlich weiche Pflanzen gestossen, die sich wegen des Nüsschens und der Perigonborsten als *Sc. palustris* angehörend erwiesen haben. Aber nie bin ich auch in solchen Fällen im Zweifel geblieben, wenn nur die Pflanzen hinreichend weit entwickelt waren. In manchen Gegenden von Schweden ist *Sc. mamillatus* häufig und zwar, wie LINDBERG (a. a. O., S. 7) ganz richtig angibt, wächst sie „in der Regel nicht wie *Sc. eupaluster* an Seeufern mit festem Sand- oder Lehmboden, sondern in Teichen, kleinen Tümpeln und auf sumpfigen Wiesen mit loserem Boden, besonders gern auf Torf“.

Nach meiner Erfahrung muss ich der Meinung LINDBERGS zustimmen, dass *Scirpus mamillatus* eine gut charakterisierte Art darstellt. Derselben Auffassung sind meines Wissens auch alle andern nordischen Botaniker, die die Pflanze in der Natur kennen gelernt haben. LINDBERG selbst gibt ausserdem einen Bastard mit *Sc. palustris* aus Finnland an (a. a. O., S. 10). Dieser war eine deutliche Zwischenform, deren Früchte nur zu ca. 50% entwickelt waren.

In Herbarien stösst man selbstverständlich bei der Bestimmung nicht selten auf Schwierigkeiten, besonders wenn die gesammelten Individuen zu jung sind. Eine anatomische Untersuchung des Halmes dürfte jedoch auch in solchen Fällen zu einer sicheren Entscheidung leiten können.

In den Sammlungen der Zürcher Museen liegt *Scirpus mamillatus* in zahlreichen Exemplaren vor. Leider hatte ich bei der Revision keine Zeit zur anatomischen Untersuchung, und es ist deshalb nicht ausgeschlossen, dass ich einzelne schlecht entwickelte Individuen, die

zu dieser Art zu rechnen sind, bei *Sc. palustris* habe liegen lassen. Sicher kann ich *Sc. mamillatus* von folgenden Schweizer Lokalitäten angeben.

Kt. Waadt. La Vallée (1853 L. Favrat).

Kt. Freiburg. Agy, an der Sarine (1916 Jaquet).

Kt. Aargau. Bünzermoos (O. Buser).

Kt. Baselland. Vogelsang bei Arisdorf (1828 Münch).

Kt. Schaffhausen. Wydlenweier (Schalch).

Kt. Zürich. Unterriffersweiler Allmend (1879 K. Hegetschweiler); Moorwiesen bei Oerlikon (1865 E. S. Fries); Eisweiher bei Oerlikon gegen Seebach (1894 A. Volkart); Weiher ob Rafz (1915 I. Frymann); zwischen Schlosshof und Töss, am linken Ufer der Töss (1884 H. Siegfried); Vorbahnhof Zürich (1875 C. Schröter; 1889 E. Wilczek; 1889 Treadwell sen.); Klösterli am Zürichberg (Hb. Huebschmann); Vordermoos bei Rüslikon (1881 K. Forster); Ausser-sihl, Utobrauerei (1891 A. Pillichody); Sihlhölzli (1885 A. Lohbauer; 1887 K. Bertschinger); Riet bei Altstetten (1911 H. R. Schinz); Ziegelhütte Bonstetten (1894 A. Volkart).

Kt. Schwyz. Sihltal bei Einsiedeln (1901 M. Dügge).

Kt. St. Gallen. Tottenweil bei St. Gallen (1869 A. Linder).

Kt. Wallis. Saas-Fee 1820 m (1899 A. Keller).

Kt. Graubünden. Puschlav, Mündung des Poschiavino, 970 m (1902 H. Brockmann-Jerosch); Maloja (O. Heer).

6. *Carex vulpina* L. und *C. nemorosa* Rebent.

In den meisten grösseren europäischen Florenwerken findet man unter *Carex vulpina* L. eine var. *nemorosa* (Rebent.) Koch. Sie wird als eine Schattenform charakterisiert, und zwar von schlafferer Gestalt mit lockerem Blütenstand, längeren Tragblättern, blassgrünen bis weisslichen Deckblättern, grünlich bleibenden Fruchtschläuchen usw. Besondere Lokalitätsangaben finden sich sehr selten angegeben. Nach dieser Auffassung besitzt die betreffende Varietät keinen systematischen Wert.

Es hat indessen nicht völlig an Stimmen gefehlt, die der var. *nemorosa* einen höheren Rang haben zuerkennen wollen. Von den älteren Autoren hat sich in erster Linie C. HAUSSKNECHT mit der Sache beschäftigt. In der Österr. Botan. Zeitschr., Bd. 27 (1877), hat er diese Pflanzen eingehend besprochen. Er meint, es liegen zwei sehr gut getrennte Arten vor, die sich durch eine ganze Reihe von Merkmalen unterscheiden. In Thüringen war *Carex nemorosa* Rebent. die unbedingt häufigste der beiden Arten. Offenbar ohne die

Ausführungen HAUSSKNECHTS zu kennen, ist HARALD LINDBERG neuerdings zu ganz übereinstimmenden Ansichten gekommen. Er spricht auch von „zwei gut charakterisierten Arten“ und setzt die Merkmale eingehend auseinander (vgl. Meddel. Soc. pro Fauna et Flora Fenn. 40, 1914, S. 311). Und in den „Schedae operis quod inscribitur Plantae Finlandiae exsiccatae“ (Helsingfors 1916) hat er bei den Nr. 509 und 510 lateinische Diagnosen und Figuren über Schläuche, Früchte und Deckblätter gegeben. Da dieses Werk selten ist und sehr wenig bekannt sein dürfte, so gebe ich LINDBERGS Diagnosen wieder.

Carex vulpina L. Folia viridia, spica compacta brunnea, breviter setaceo-bracteata, utriculi dorso evidenter nervosi, ventre haud vel obsolete nervosi, rostrum marginatum, marginibus dense dentatis, dorso fissum, apex squamarum longior, brunneus, subteres, obsolete dentatus. Cfr. FRIES Herb. norm. fasc. 9, n. 83, spec. ex Upsalia.

Carex nemorosa Rebent. Folia glauco-viridia, spica minus compacta, viridior, longior bracteata, utriculi dorso evidenter nervosi, etiam ventre aperte nervosi, rostrum haud marginatum, marginibus leviter dentatis, dorso non fissum, apex squamarum brevior, viridis, evidenter dentatus. — Cfr. REICHENBACH Herb. Fl. Germ. n. 411, sub nom. *Vignea nemorosa* (Rebent.), A. KNEUCKER, Carices exsiccatae, n. 155. sub. nom. *Carex vulpina* L., et n. 7 sub nom. *C. nemorosa* Rebent., specimina in n. 155 distributa f. *typica*, in n. 7 distributa tamen f. *umbrosa* formant.

Eine Revision grösserer Sammlungen aus Gegenden ausserhalb Finnlands und Schwedens hat meines Wissens bis jetzt niemand ausgeführt. Vor allem um die Verbreitung der beiden Typen etwas näher kennen zu lernen, habe ich die Sammlungen der Museen in Lund, Stockholm, Upsala, Gothenburg, Christiania, Bergen, Kopenhagen, Berlin, Wien (Statsmuseum und Universität), Zürich (Eidgen. Techn. Hochschule und Universität), Bern und Basel, sowie einige Privatherbarien untersucht. Einige Resultate habe ich anderswo in schwedischer Sprache veröffentlicht (vgl. Svensk Botanisk Tidskrift 16, 1922, S. 207 u. ff.). Hier will ich nur einige Punkte von allgemeinerem Interesse zusammenfassen und etwas über die Verbreitung der Arten in der Schweiz mitteilen.

Habituell lassen sich sogar die meisten Herbarexemplare schon nach den Blättern, besonders ihrer Farbe, der Form und Farbe der Ährchen, sowie der Ausbildung ihrer Tragblätter, auf die beiden Arten leicht verteilen. Als habituelles Merkmal kommt hinzu, dass der Stengel von *Carex nemorosa* nicht so dick wie der von *C. vulpina* ist. Um jedes Missverständnis zu vermeiden, sei bemerkt, dass die

graugrüne Blattfarbe von *C. nemorosa* erst beim Trocknen hervortritt, und dass die lebende Pflanze ebenso rein grün wie *C. vulpina* ist. Die schärfsten Merkmale finden sich indessen bei den Schläuchen. Hierbei muss ich jedoch gestehen, dass ich den Unterschied betreffs der Nervatur nicht so ausgeprägt gefunden habe, wie LINDBERG angibt. Oft sind freilich die Schläuche von *C. vulpina* an der Innenseite vollständig nervenlos, bisweilen sind sie indessen im untern Teil mit spärlichen Nerven ausgestattet. Andererseits kann die Nervatur bei *C. nemorosa* ziemlich schwach sein. Auch betreffs der Zähnung des Schnabels und der Deckblätter, sowie der Resistenz der Narben kommen Unterschiede vor. Es blieben mir deshalb einige Individuen unklar¹⁾, bis ich auf die feinere Struktur der Oberfläche der Schläuche aufmerksam wurde. Die Schläuche von *C. nemorosa* sind nämlich ausgeprägt glänzend, während jene von *C. vulpina* matt erscheinen. Bei Lupenvergrößerung sieht man auch, dass diese fein papillös sind, während jene sogar bei stärkerer Vergrößerung vollständig glatt sind. Auch die Anatomie der Schlauchwand ist verschieden. Die äusseren Epidermiszellen sind bei *C. vulpina* isodiametrisch, und ihre Wände stark verdickt, die Kutikula etwas vorgewölbt, bei *C. nemorosa* dagegen in die Längsrichtung des Schlauches etwas ausgedehnt und dünnwandiger. Nach diesem Merkmal liessen sich die bisher unsicheren Individuen ohne Schwierigkeit restlos verteilen. Ausserdem sei bemerkt, dass bei ausgeprägten Sonnenformen von *C. nemorosa* die Schläuche bei Vollreife schwarzgrau werden, während sie bei *C. vulpina* rotbraun sind.

Die Verbreitung der beiden Arten ist deutlich verschieden. *Carex vulpina* sah ich aus Sibirien (Altai) und Europa, und zwar aus Finnland, Schweden, Dänemark, Deutschland, Belgien, England (Oxford), Frankreich (Paris, Toulon), der Schweiz, Österreich, Böhmen, Mähren, Ungarn, Estland, Lettland, Polen, Russland, Italien und Griechenland. Die Verbreitung zeigt einen kontinentalen Anstrich. *C. nemorosa* sah ich aus allen europäischen Ländern, mit Ausnahme von Polen, dem eigentlichen Russland, den baltischen Randstaaten und Rumänien. Weiter von den Kanaren, aus Marokko, Kleinasien, Syrien, Persien, Kaukasien (Kuban) und Südafrika (Natal; eingeschleppt?). Die Verbreitung ist offenbar eine westlichere und mediterrane. Schon in Mitteleuropa ist *C. nemorosa* die weitaus häufigste der beiden Arten. Aus Deutschland sah ich im Hb. Berol. 32 Nummern von dieser und nur 12 von *C. vulpina*.

¹⁾ Selbstverständlich sehe ich von einigen, noch zu jungen Individuen ab.

Auch in der Schweiz haben die beiden Arten eine verschiedene Verbreitung. *Carex nemorosa* ist über die ganze Schweiz verbreitet, doch offenbar in den meisten Gegenden selten. Etwas reichlicher liegt sie in den Herbarien nur aus dem Mittellande vor. Aus dem Jura, den Nord- und Südalpen, sowie aus dem Tessin habe ich nur vereinzelte Belege gesehen. *C. vulpina* scheint eine wahre Seltenheit zu sein. Ich sah sie nur aus den niedrigeren Teilen der Nord- und West-Schweiz, und zwar von folgenden Lokalitäten:

Kt. Genf. Genf (1838 A. Meyer); Genf gegen Aire (1850 Müller-Argoviensis); Vernier (Latterre).

Kt. Waadt. Cossonay (1891 E. Bosshard); Marais de Lavigny, près d'Aubonne (1880 J. Vetter); Marais sur Bex (1840 E. Thomas).

Kt. Bern. pr. Thun (Guthnick).

Kt. Luzern. Rothsee (1884 E. Neumann).

Kt. Aargau. Hallwylersee (Müller-Argoviensis).

Kt. Zürich. Andelfingen (1906 P. Baumgartner; 1907 A. Thellung; 1909 Dr. Rohrer); Robenhausen (1888 Hb. Ekerhoff); Maschwander Allmend (1880, 1881 und 1887 K. Hegetschweiler; 1891 C. Schröter); Katzensee (1879 Dr. Huguenin; 1879, 1880 u. 1885 J. Jäggi; 1881 und 1885 F. Käser; 1885 C. Forster-Walder; 1888 A. Zschokke; 1909 Dr. Rohrer); Katzensee im Regensdorfer Wald (1891 A. Pillinghody); Böschholz Regensdorf (1907 E. S. Fries).

Kt. Thurgau. Nergetermoos (1892 Fisch).

Kt. Schaffhausen. Dorflinger Ried (Schalch); Müdlensee (1852 Schalch); Eischheimer Tal (1880 J. C. Bühner; 1909 E. Kelhofer); Wydlen bei Buchthalen (1908 E. Kelhofer).

7. *Carex flava* L. und nächststehende Arten.

Ich nehme diesen Formenkreis hier auf, hauptsächlich weil derselbe einige der oben dargestellten allgemeinen Gesichtspunkte gut illustriert. Eine tiefgreifende und vollständigere Bearbeitung eines grösseren Materials habe ich nicht durchgeführt, obgleich ich mich auch über diese Gruppe in den Zürcher Museen umgeschaut habe.

Oft wird in den Floren, so z. B. bei ASCHERSON und GRAEBNER, SCHINZ und KELLER usw., *Carex flava* L. (s. str.) mit *C. lepidocarpa* Tausch und *C. Oederi* Retz. zu einer Art zusammengeführt, die in verschiedener Weise gegliedert wird. Als Grund gilt das häufige Vorkommen „nicht-hybrider“ Zwischenformen. Dagegen lehnen die Spezialisten, um nur die Namen KNEUCKER, KÜKENTHAL u. PALMGREN zu nennen, diese Auffassung entschieden ab und stellen drei Arten auf. Die unzweideutigen und sterilen Bastarde in allen drei mög-

lichen Kombinationen bilden einen Hauptbeweis ihrer Auffassung. Dass die Spezialisten auf festerem Boden stehen, ist natürlich von Anfang an wahrscheinlich. Durch Studien in der Natur, sowohl in Schweden wie in der Schweiz, bin auch ich dazu gekommen, ihrer Auffassung beizustimmen.

Sogenannte Zwischenformen kommen ja zweifellos zwischen den betreffenden drei „Arten“ häufig vor. In der Reihe *Carex flava* — *Oederi* lassen sie sich leicht auf zwei Typen verteilen. Der eine ist *C. lepidocarpa*. Der andere ist stets steril und offenbar von Bastardnatur. Solche Bastarde finden sich fast überall, wo die beiden Arten zusammentreffen. Oft treten sie in grösster Menge auf und wechseln ziemlich stark, besonders je nach der beteiligten Form von *C. Oederi*. In den Herbarien kann man wohl nicht unter allen Umständen diesen Bastard von *C. lepidocarpa* \times *Oederi* sicher unterscheiden und auch in der Natur muss man genau auf die Vorkommensweise achten. Betreffs der Reihe *C. flava* — *Oederi* dürften die Ansichten ziemlich wenig auseinandergehen. Die einzige noch als Übergangsform in Frage kommende wäre wohl der *lepidocarpa*-Typus, dessen Zugehörigkeit zu *C. Oederi* jedoch für jedermann offenbar sein muss, der sich etwas eingehender mit der Gruppe beschäftigt hat.

Dass die Reihen *Carex flava* — *lepidocarpa* und *C. lepidocarpa* — *Oederi* kritischer sind, gebe auch ich unbedingt zu. Im allgemeinen hat man wohl die schwächsten Grenzen zwischen *C. flava* und *C. lepidocarpa* finden wollen. Mir ist es indessen nicht so gegangen! In der Natur bin ich nämlich nie auf unsichere Formen gestossen. In der Schweiz bekam ich mehrmals gute Gelegenheit diese Pflanzen zu beobachten. Wenn ich an einer Lokalität nur die eine Art fand, so sah ich auch keine „atypischen“ Individuen. Wohl aber, wenn die beiden Arten zusammen auftraten, und zwar unter sehr interessanten Umständen! Es muss indessen nachdrücklich betont werden, dass sichere Schlüsse nur dann möglich sind, wenn reife Früchte vorliegen. Die instruktivsten Verhältnisse beobachtete ich im Dietikonener Ried im Limmattal, Kt. Zürich (14. VI. 1921). *C. flava* und *C. lepidocarpa* traten hier beide massenhaft auf. Bald war die eine, bald die andere auf kleineren Flächen fast allein herrschend. In solchen Fällen fand ich nur vereinzelte „Zwischenformen“. Bisweilen stiess ich indessen auf Punkte, wo beide Arten reichlich und gemischt vorkamen. Und dann waren die „Zwischenformen“ sogar in der Mehrzahl. Sie waren schon aus einiger Ferne durch ihre bereits vergilbten Köpfchen zwischen den noch ganz grünen der reinen Arten sehr auffallend. Und diese ungleichzeitige Entwicklung war von der

Sterilität der Schläuche bei den „Zwischenformen“ bedingt. Diese hatten sich demnach — wie an den übrigen Stellen, wo ich sie beobachtete (Katzensee bei Zürich; Wintertal bei Mürren im Lauterbrunnental) — als sterile Bastarde herausgestellt. Auch in Herbarien sah ich sichere Bastarde aus der Schweiz.

Auch zwischen *Carex lepidocarpa* und *C. Oederi* habe ich einen sterilen Bastard, sowohl in Schweden wie in der Schweiz (Barchensee, Kt. Thurgau) gefunden. Leider habe ich nur wenig Gelegenheit gehabt, das gegenseitige Verhalten dieser Arten in der Natur zu studieren. Die Spezialisten werden wahrscheinlich auch hier alle Formen auf die beiden Arten und ihren Bastard restlos verteilen können.

Meine Beobachtungen im Feld haben bis jetzt nichts ergeben, das für fließende Grenzen zwischen den betreffenden *Carex*-Arten sicher sprechen würde. Wenn ich nicht über alle einzelnen Herbarexemplare klar geworden bin, so bedeutet dies wenig. Einige sind zu jung und deshalb ohne weiteres als unbestimmbar zu bezeichnen. Andere sind zweifellos Bastarde, ohne dass ich die Eltern mit Sicherheit bezeichnen konnte. Noch andere würden sicher von den eigentlichen Spezialisten unschwer gedeutet werden.

Nach obigem scheint es mir unzweifelhaft, dass *Carex flava* (coll.) wenigstens drei gute Arten umfasst. Aber innerhalb derselben kommen Typen vor, die so ausgeprägt sind, dass sie den Rang von Unterarten beanspruchen könnten. Ich denke dabei vor allem an die *C. lepidocarpa* subsp. *septentrionalis* Palmgr. exs. und ihre f. *jemtlandica* Palmgr. exs., weiter *C. Oederi* subsp. *oedocarpa* (Ands.) Palmgr. und *C. Oederi* subsp. *pulchella* Lönnr. C. A. M. LINDMAN („Svensk Fanerogamflora“, 1918) will die letztere sogar als Art betrachten. Auffallend ist auch, dass Formen von *C. Oederi* nicht selten steril sind, ohne dass dies auf einen Einfluss von anderen Arten hindeutet. Die *Oederi*-Formen verdienen eingehender studiert zu werden.

8. *Luzula campestris* (L.) DC. und nächststehende Arten.

Seit mehreren Jahren habe ich mich eingehend mit den nördlichen Formen der *Luzula campestris* (coll.) beschäftigt. In der Natur habe ich sie in den verschiedensten Gegenden von Schweden und Norwegen studiert, und von Herbarexemplaren habe ich mehrere Tausende untersucht. Da meine Resultate ziemlich erheblich von den in Mitteleuropa landläufigen Auffassungen über diese Gruppe abweichen, so habe ich zum Vergleich Material auch aus ausländischen Museen herangezogen. Aus Wien (Naturhist. Staatsmus. und Bot. Mus. d. Univ.) habe ich *Luzula sudetica* (Willd.) DC. und aus Berlin sowohl diese

Pflanze wie *L. pallescens* (Wg.) Bess. bei mir gehabt. In Zürich revidierte ich den ganzen Formenkreis in den Herbarien der Eidgen. Techn. Hochschule, der Universität und dem Geobotanischen Institut RÜBEL. Durch die Vermittlung von Prof. Dr. C. SCHRÖTER wurden auch die Sammlungen der Universitäten Basel, Bern und Lausanne, sowie diejenigen der Herbarien De Candolle, Boissier und Barbey-Boissier in Genf und des Rhätischen Museums in Chur nach Zürich gesandt. Selbstverständlich benützte ich auch auf meinen Exkursionen in der Schweiz jede Gelegenheit, die betreffenden Pflanzen zu beobachten. Die in dieser Weise bereicherten Erfahrungen haben meine auf das nordische Material begründeten Ansichten vollständig bestätigt.

F. BUCHENAU rechnet in seiner *Juncaceen*-Monographie im „Pflanzenreich“ (IV. 36, 1906; vgl. auch seine „*Monographia Juncacearum*“ in Englers Botan. Jahrb. 12, 1890) alle hier in Frage kommenden Formen zu einer Art, d. h. *Luzula campestris*. Von ihren 20 Varietäten kommen 8 in Europa vor. Von diesen sind mir var. *debilis* Vel. aus Bulgarien und var. *calabra* (Ten.) Buch. aus Süd-Italien ungenügend bekannt. Die beiden var. *congesta* (Thuill.) Buch. und var. *frigida* Buch. kommen seiner var. *multiflora* (Retz.) Cel. sehr nahe und sind mit dieser durch Übergangsformen verbunden. Die anderen vier dagegen betrachte ich als gute Arten. Einige Autoren, in neuerer Zeit in erster Linie ASCHERSON und GRAEBNER in „Synopsis der Mitteleuropäischen Flora“ (II: 2, 1902—1904), deren Aufstellung auch z. B. SCHINZ und KELLER in „Flora der Schweiz“ (I. Teil, 3. Aufl., 1909) folgen, unterscheiden zwei Arten, und zwar *L. sudetica* (Willd.) DC. mit der „Rasse“ var. *pallescens* (Wg.) Aschers. und *L. campestris* (L.) DC. mit der „Unterart“ subsp. *multiflora* (Retz.) Hartm. und deren var. *congesta*. Diese Anordnung ist meiner Ansicht nach eine durchaus künstliche. Die am meisten isolierte der betreffenden Typen ist nämlich zweifellos die *L. pallescens*, die von wesentlicheren Merkmalen kaum anders als die ungleichgrossen Perigonblätter mit *L. sudetica* gemein hat.

BUCHENAU sagt mehrerenorts, dass zwischen seinen Varietäten der europäischen *Luzula campestris* zahlreiche „Zwischenformen“ vorkommen. Und auch sonst liegen in der Literatur mehrere derartige Angaben vor. Hierin liegt natürlich auch der Grund, warum man nicht Arten hat anerkennen wollen. Bisweilen hat man wohl die „Zwischenformen“ als Bastarde gedeutet, aber zumeist hat man sie als „nicht-hybrid“ aufgefasst. In erster Linie hat man Zwischenformen *L. campestris* — *multiflora*, *L. multiflora* — *pallescens*, *L. multiflora* —

sudetica sehen wollen. Ich habe mehrere in dieser Weise von BUCHENAU bezeichnete Pflanzen gesehen. Meine Erfahrung weicht von derjenigen der betreffenden Verfasser wesentlich ab. Und ich glaube dass ich auf Grund meiner Erfahrung wagen darf, ihre Auffassung als unrichtig und auf ungenügende Kenntnis begründet zu bezeichnen. *L. pallescens* steht ganz isoliert. Ich sah keine Übergangsformen zu anderen Arten. Die als solche bezeichneten Exemplare haben sich restlos auf diese Art und *L. multiflora* verteilen lassen. Zwischen *L. campestris* und *L. multiflora* habe ich bis jetzt keine einzige Zwischenform gesehen. Alle, die nicht allzu jung oder ausserordentlich schlecht präpariert waren, haben sich auch hier ohne Zwang auf beide Arten verteilen lassen. Mehrmals enthielten Herbarbogen mit „Zwischenformen“ beide Arten. Merkwürdigerweise habe ich auch kein einziges Stück, weder in der Natur, noch in Herbarien gefunden, das als Bastard in Frage kommen könnte. Zwischen *L. campestris* und *L. sudetica* hat man wohl kaum einmal „Übergangsformen“ sehen wollen. Sie bewohnen ja auch im allgemeinen verschiedene Verbreitungsgebiete. Wenn sie aber ausnahmsweise zusammentreffen, so bilden sich Bastarde sehr leicht und treten bisweilen massenhaft auf. Ich habe solche mehrerenorts in Mittel-Schweden gefunden. Mehrere Tausende von Individuen habe ich geprüft und dabei nur ein Paar ausgebildete Früchte auffinden können. Die Pollenkörner sind vollständig leer. Betreffs *L. multiflora* und *L. sudetica* liegen die Verhältnisse etwas verwickelter. Letztere Art ist von den meisten Floristen — auch BUCHENAU! — sehr unklar erfasst worden. Man hat fast alle dunkeln Gebirgsformen aus der *Campestris*-Gruppe hierher gestellt. Und so hat man selbstverständlich ein *mixtum compositum* bekommen, das sich unmöglich gegen die verwandten Typen hat abgrenzen lassen. Wenn man aber *L. sudetica*, wie z. B. L. CELAKOVSKY (in Österreich. Bot. Zeitschr. 11, 1861, S. 316), R. VON UECHTRITZ (in sched. und in E. FIEKS „Flora von Schlesien“, 1881) und H. LINDBERG (in Meddel. Soc. pro Fauna et Flora Fenn. 31, 1904—1905, S. 10), begrenzt, so tritt sie als eine sehr ausgeprägte und scharf umgrenzte Art hervor. Die sogen. „Zwischenformen“, die zu *L. multiflora* überleiten würden, stellen teilweise eigene Formkreise dar, und zwar in Nordeuropa *L. frigida* (Buch.) Sam., in Asien und Amerika anscheinend neue Arten oder Unterarten. Teilweise sind sie nichts anderes als dunkelblütige Formen der echten *L. multiflora* (z. B. deren var. *fusconigra* Cel., var. *alpestris* R. Beyer usw.). Aber wie H. LINDBERG (a. a. O.) zuerst nachgewiesen hat, kommt auch zwischen *L. multiflora* und *L. sudetica* ein vollständig steriler Bastard (*L. hybrida*

Lindb. fil.) vor. Dieser ist wenigstens in Schweden und Finnland nicht selten in Gegenden, wo beide Arten zusammentreffen. An den kleinen braunen Blüten mit vollständig fehlschlagendem Fruchtansatz ist sie unter den Eltern leicht zu entdecken und erinnert habituell an *L. pallescens*, womit sie sogar verwechselt worden ist. Auch bei diesem Bastard sind die Pollenkörner ohne Inhalt.

Nach dieser Begründung meiner Ansicht, dass in der *Campestris*-Gruppe von *Luzula* eine Reihe von guten Arten vorkommen, will ich versuchen, eine Übersicht der in der Schweiz vorkommenden zu geben. Zuerst sei hervorgehoben, dass ich nur drei Schweizer Arten kenne, und zwar *L. campestris*, *L. multiflora* und *L. sudetica*. Die von G. BEAUVERD (in Bull. Soc. Bot. Genève, 2^e sér. X, 1918, S. 285) beschriebene *L. campestris* var. *vallesiaca* ist nichts anderes als eine Gebirgsform von *L. multiflora* mit etwas zusammengedrängtem Blütenstand. Die wahre *L. congesta* (Thuill.) Lej. — übrigens wohl am besten als Unterart von *L. multiflora* aufzufassen — ist eine atlantische Pflanze, die kaum in der Schweiz zu erwarten ist. *L. pallescens* ist eine östliche Pflanze, deren Verbreitung in den übrigen Ländern Mitteleuropas ein Vorkommen in der Schweiz nicht wahrscheinlich macht. *L. frigida* habe ich in typischer Tracht nur aus Nord-Europa gesehen. Die letzten drei Typen brauchen deshalb hier nicht weiter behandelt zu werden.

Die am leichtesten definierbaren Unterschiede zwischen den Arten der *Campestris*-Gruppe finden sich in den Innovationssprossen, Perigonblättern, Staubblättern, Griffeln, Früchten und Samen. Vielleicht die allerschärfsten Merkmale liegen in den Samen, die tatsächlich so verschieden sind, dass man in einer Mischung von solchen, die alle drei Arten und ausserdem *L. pallescens* enthält, die verschiedenen Arten leicht und eindeutig aussortieren kann. Die Grösse und Form der Samen selbst und deren Anhängsel (Caruncula) ist nämlich für jede Art ausserordentlich charakteristisch.¹⁾ Um die Variabilität der Samengrösse bei den beiden besonders oft verwechselten Arten *L. multiflora* und *L. sudetica* etwas zu beleuchten, habe ich von jeder Art 100 Samen aus Generalproben gemessen, die aus den Alluvionen des Inns bei Samaden (Ober-Engadin) stammen. Hier wuchsen beide Arten völlig durcheinander, wobei *L. multiflora* in einer dunkelblütigen Form vertreten war, und zwar von einem Typus, der oft für *L. sudetica* gehalten wird. Es ergab sich eine mittlere Samenlänge für

¹⁾ Dieser Umstand bezeugt auch, wie gefährlich es ist, zu junge Individuen, die nicht alle Merkmale ganz ausgeprägt zeigen, als „Zwischenformen“ zu bezeichnen.

L. multiflora von 1,60 mm²) (mittlerer Fehler $\pm 0,005$ mm), für *L. sudetica* 1,24 mm (mittlerer Fehler $\pm 0,006$ mm). Die Extreme waren für jene Art 1,41—1,71 mm, für diese 1,10—1,38 mm. In diesem Fall, der sicher zu den typischen gehört, berühren sich die Kurven nicht einmal. Dies findet jedoch nicht immer statt. Aus Norwegen kenne ich eine kleinsamige Form von *L. multiflora*, deren Samen kaum grösser als die von *L. sudetica* sind. Aber auch bei dieser Form ist das Samenanhängsel von der typischen *multiflora*-Gestalt (vgl. unten).

Für die drei in der Schweiz vorkommenden Arten können folgende Differentialdiagnosen gegeben werden.

L. campestris (L.) DC. Grundachse mit verlängerten Ausläufern. Seitliche Ährchen zuletzt \pm hängend. Perigonblätter der beiden Kreise annähernd gleich lang, breit lanzettlich, 3—4 mm. Antheren gelb, mehrmals länger als die Fäden. Griffel länger als der Fruchtknoten. Griffelreste lange bleibend. Frucht an der Spitze \pm abgerundet. Samen (einschl. des Anhängsels) 1,6—1,9 mm. Samenkörper unbedeutend länger als breit (etwa 4:3). Anhängsel gross, frisch bis halb, getrocknet etwa $\frac{1}{3}$ so lang als der Samenkörper.

L. multiflora (Retz.) Lej. Grundachse ohne Ausläufer. Alle Ährchen aufrecht. Perigonblätter der beiden Kreise annähernd gleich lang, schmaler, 2,5—3 mm. Antheren gelb, wenig länger als die Fäden. Griffel so lang wie der Fruchtknoten. Griffelreste bald hinfällig. Frucht an der Spitze \pm abgerundet, mit eingesenkten Seiten. Samen (1,3—) 1,4—1,7 mm. Samenkörner eiförmig (etwa 3:2). Anhängsel gross, frisch bis halb, getrocknet etwa $\frac{1}{4}$ so lang als der Samenkörper.

L. sudetica (Willd.) DC. Grundachse ohne Ausläufer. Ährchen gewöhnlich dicht gedrängt, die seitlichen, wenn gestielt, aufrecht. Perigonblätter schwarzbraun, die inneren deutlich kürzer als die äusseren 2—2,5 mm langen Antheren weisslich gelb, wenig länger als die Fäden. Griffel bedeutend kürzer als der Fruchtknoten bis fast fehlend. Griffelreste fast bis zur Fruchtreife bleibend. Frucht an der Spitze \pm zugespitzt, mit flachen Seiten. Samen 1,1—1,4 mm. Samenkörper eiförmig, fast doppelt so lang als breit. Anhängsel sehr klein, frisch kaum $\frac{1}{5}$, getrocknet etwa $\frac{1}{10}$ so lang als der Samenkörper.

Die regionale Verbreitung der Arten war sehr ungenau bekannt. Die Literaturangaben sind unzuverlässig. *Luzula campestris* ist indessen

²⁾ Die Messungen beziehen sich auf trockene Samen und wurden unter dem Mikroskop bei 35facher Vergrösserung ausgeführt.

in den meisten Teilen Europas häufig. Da sie eine verhältnismässig wärmeliebende Pflanze ist, fehlt sie in den nördlichen Teilen. In Schweden z. B. geht sie etwa bis 60° 30' N. Br. In Teilen des Mediterrangebietes scheint sie auch zu fehlen. Aussereuropäische Exemplare sah ich bis jetzt nicht. Wahrscheinlich kommt sie indessen auch in Nordafrika und dem westlichen Asien vor (vgl. BUCHENAU, a. a. O., S. 87). Ihre Höhenverbreitung in den Alpenländern ist festzustellen. In den Schweizer Herbarien sah ich keine Standorte oberhalb 1550 m.

Luzula multiflora, ist viel verbreiteter als die vorige Art. Fast in der ganzen nördlichen gemässigten Zone ist sie sehr verbreitet, oft sehr häufig, und scheint verschiedene geographische Rassen zu umfassen. Aus der eigentlichen Arktis lagen mir typische Exemplare wenigstens aus Grönland vor. In den Gebirgen steigt sie hoch über die Waldgrenze hinauf. Ich sah ein Exemplar aus 2750 m (Bernina-Heital: 1903 J. Braun-Blanquet). In der Schweiz dürfte sie überall und auf allen Gesteinsarten häufig sein.

Luzula sudetica ist sicher weniger verbreitet als die Literatur angibt. Alles was ich unter diesem Namen von aussereuropäischen Fundorten sah, darunter zahlreiche von BUCHENAU bestimmte Pflanzen, gehört zu anderen Arten. Dagegen ist sie in den meisten Gebirgsländern Europas verbreitet. Ich sah sie bis jetzt aus Island, Fennoskandien, den mitteleuropäischen Gebirgen (Harz, Schwarzwald, Auvergne, Vogesen, Erzgebirge, Riesengebirge, Sudeten, Karpathen), dem ganzen Alpen-System bis Bulgarien und den Pyrenäen. Ausserdem wäre sie vor allem in Schottland zu erwarten. Meine Nachforschungen auch in britischen Herbarien sind indessen negativ ausgefallen. In Nordeuropa steigt sie noch in Mittelschweden bis in die Ebene hinab, in Mittel- und Südeuropa hält sie sich entschieden zu den höheren Lagen. Ich sah aus der Schweiz keine Exemplare, die unterhalb 1300 m gesammelt waren. In den Schweizer Herbarien war sie überhaupt ziemlich spärlich, obgleich aus allen Teilen der Schweizer Alpen, vertreten. Ich selbst fand sie in den meisten besuchten Gegenden (Berner Oberland, Engadin und Puschlav), und zwar in allerlei feuchten Wiesen- und Wiesenmoor-Typen. In den Urgebirgsgebieten (Grimsel, Val Scarl oberhalb Scarl, Bevers, Samaden, St. Moritz, Bernina, Puschlav) war sie gerade häufig und massenhaft. Auf Kalk war sie dagegen auffallend spärlich. So fand ich sie im Kiental (Berner Oberland) nur auf einem Fleck in wenigen Individuen, im Lauterbrunnental nur an zwei Punkten, im Val Mingèr (Unter-Engadin) an einem Fleck ein Paar schwache Individuen, obgleich ich in diesen Gegenden meine Aufmerksamkeit beständig auf die Pflanze richtete. Am Pilatus und im

Val Sesvenna (ob Scarl) fand ich sie überhaupt nicht. In den Alpen scheint sie demnach kalkfliehend zu sein, was übrigens schon von älteren Autoren angedeutet worden ist.

Von den oben besprochenen Bastarden kann ich den einen auch aus der Schweiz angeben. Im Herbar der Universität Lausanne fand ich nämlich zahlreiche Exemplare von *Luzula campestris* \times *sudetica* aus Les Mosses, Kt. Waadt (1883 A. Mermod). Sie waren sehr ausgeprägt, ganz ohne Fruchtansatz, hatten von *L. campestris* vor allem deutliche, obgleich kurze Ausläufer und ziemlich grosse Blüten, von *L. sudetica* die festere, höhere Wuchsform, die aufrechten seitlichen Ährchenstiele, schwarzbraune Blüten, kürzere Griffel usw. *L. multiflora* \times *sudetica* konnte ich trotz eifrigem Nachsuchen unter den Eltern nicht auffinden.

Im Anschluss an diese Betrachtungen über die *Campestris*-Gruppe möchte ich noch eine *Luzula* kurz besprechen, die als *L. multiflora* (Retz.) Lej. \times *silvatica* (Huds.) Gaud. gedeutet worden ist. Ein solcher Bastard wird schon von BUCHENAU (a. a. O., S. 95) von einer Stelle in Deutschland erwähnt. Neuerdings hat auch I. MURR eine als diese Kombination gedeutete Pflanze aus Rojaberg (Vorarlberg und Liechtenstein) als *L. Johannis principis* eingehend beschrieben (vgl. „Liechtenst. Volksblatt“, 22. VI. 1921). Da ich auch selbst im Stutzerwald bei St. Moritz (4. VIII. 1921) eine *Luzula*-Form fand, die habituell eine deutliche Zwischenstellung zwischen den betreffenden Arten einnahm, und deshalb als Kreuzungsprodukt in Frage kommen könnte, so habe ich versucht, zu diesen Formen Stellung zu nehmen. Prof. MURR war so freundlich, mir ein reichhaltiges Material seiner Pflanze zu senden. Zum Teil halte ich die gesandten Exemplare für zweifellose Formen von *L. multiflora*. In erster Linie gilt dies von einigen gut fruchtenden Individuen, die nur etwas höher und schlaffer als gewöhnlich sind. Andere scheinen weniger fertil zu sein und neigen deutlicher gegen *L. silvatica* hinüber. Mit diesen stimmt meine St. Moritzer Pflanze ziemlich genau überein. Von den gewöhnlichen Formen der *L. multiflora* weichen diese Formen besonders durch die mehrmals zusammengesetzten Blütenstände mit langen Zweigen habituell sehr auffallend ab. Eine nähere Analyse der Blüten gibt indessen kaum etwas, das von *L. multiflora* abweicht. Leider habe ich keine Antheren in solchem Zustand gefunden, der eine Pollenuntersuchung ermöglicht. Die beiden betreffenden Arten stehen bekanntlich einander so fern, dass sie zu verschiedenen Untergattungen gerechnet werden. Die Möglichkeit einer Kreuzung ist unter solchen Umständen wenig wahrscheinlich. Bis auf weiteres stellt man wohl deshalb die ganze Formenreihe des *L. Johannis principis*, einschliesslich meiner St. Moritzer Pflanze, am

besten zu *L. multiflora*. Ihr Habitus ist indessen so eigentümlich, dass ich mit diesen Ausführungen die Aufmerksamkeit auf die Pflanze habe lenken wollen.

9. *Salix arbutifolia* Willd., eine wiederherzustellende Art.

Als ich im Ober-Engadin in Gesellschaft einiger Kollegen die Pflanze kennen lernte, welche man als die typische *Salix myrsinites* L. (var. *serrata* Neilr.) ausgab, so wollte ich zuerst kaum an die Richtigkeit der Bestimmung glauben. So fremdartig erschien mir ihr ganzer Habitus. Ich vermutete wenigstens eine hybridogene Beimischung von *S. glauca* L. Aber allmählich musste ich diese Auffassung insofern aufgeben, dass die Pflanze als eine gute Art auftritt, zu deren Charakteristika gerade eine, wenn auch stark wechselnde, Behaarung der Blätter zu gehören schien. Ich hatte ja die nordische *S. myrsinites* in Schweden und Norwegen öfters gesehen, und mit dieser wollte die Schweizer Pflanze gar nicht stimmen. Schon der Standort war verschieden. Während die nordische *S. myrsinites* in erster Linie eine Charakterpflanze einiger kalkreicher Wiesenmoortypen ist und sich dort als aufrechter bis halbmeterhoher Strauch entwickelt, so war die alpine Pflanze auf trockenen Weiden und, wenigstens wo ich sie sah, in allerschönster Entwicklung als Spalierstrauch auf Kalkgeröll zu Hause. Neben der Behaarung der Blätter — man hat ja auch eine var. *pilosa* Seringe besonders aufgestellt — bedeutete die vollständige Abwesenheit der vorjährigen Blätter, die ja für die nordische Art etwas so ausserordentlich Charakteristisches bedeuten, die auffallendste Abweichung gegenüber dieser Art.

Später habe ich die Verhältnisse in den Herbarien näher verfolgt. Es hat sich gezeigt, dass der alpine Typus auch betreffs der feineren Merkmale von dem nordischen deutlich abweicht. Die Blätter, sind bei der alpinen Pflanze mehr zugespitzt, dünner und nicht so fest lederartig, ihre Bezahnung vielleicht etwas dichter, ihre Nervatur dichter und entschieden schärfer hervortretend. Ihre Behaarung ist stärker — es kommen wie gesagt sogar seidig behaarte Formen vor — und mehr wollig. In letzterer Hinsicht weicht die Pflanze von der im Norden häufigen *Salix glauca* \times *myrsinites*, die sonst habituell sehr ähnlich sein kann, aber zumeist durch mehr gerade vorwärts gerichtete Haare ausgezeichnet ist, ziemlich auffallend ab.

Betreffs der regionalen Verteilung der beiden Typen hat es sich gezeigt, dass alle *Salix myrsinites* aus Fennoskandien, Schottland und der Arktis sich dem „nordischen“ Typus gut anschliessen (vgl. über von *Salix glauca* hybridogen beeinflusste Formen das soeben Gesagte).

Dem alpinen Typus gehört alles was ich aus den Alpenländern gesehen habe, mit Ausnahme der Formen, die zu *S. Jacquinii* Host. zu stellen sind. Aus den Karpathen, Pyrenäen und Zentral-Frankreich sah ich bis jetzt kein Material. Es ist indessen anzunehmen, dass die starke Verbastardierung von *S. myrsinites* mit andern Arten, vor allem *S. glauca*, *S. nigricans* und *S. phylicifolia* L., die Verhältnisse nicht so klar hervortreten lässt, wie es sonst wahrscheinlich der Fall wäre.

Die Unterschiede zwischen den beiden Typen sind von früheren Autoren nicht vollständig übersehen worden. In seiner bekannten Arbeit „*Salices Europaeae*“ (1866) sagt nämlich F. WIMMER (S. 100): „*Praeterea in borealibus*“ (scil. terris) „*et folia paullo maiora, exacte ovata, et iuli crassiores omnino maiores uti et germina sunt; ramulus quem iulus terminat, plerumque basi gemmae valvula longe supra anthesin persistente inclusus et foliis emarcidis anni superioris stipatus. In australioribus folia magis obovata sunt, aut supra mediam aut in tertia parte latissima, pilis diutius persistentibus, nonnunquam etiam subrotundo-ovata cum apiculo, praesertim in ramulis sarmentaceis; formae angustifoliae, foliis elliptico-lanceolatis, rariores sunt. Talem indicare videtur *S. arbutifolia* Willd. n. 56, Herb. Willd. 18167“. Dies stimmt mit meinen Beobachtungen sehr gut überein. Dass die Unterschiede sonst so wenig beachtet worden sind, kann wohl nur damit zusammenhängen, dass äusserst selten ein Botaniker Gelegenheit gehabt hat, beide Typen in der Natur kennen zu lernen.*

Es dürfte nach dem oben angeführten einleuchtend sein, dass es notwendig ist, die „alpinen“ und „nordischen“ Typen als Einheiten höheren Ranges auseinanderzuhalten. Meinerseits glaube ich sogar, dass hinreichende Gründe vorliegen, sie als Arten zu trennen. Mehrere als Arten anerkannte *Salices* dürften nicht stärker verschieden sein. Übrigens hat sich Dr. BRAUN-BLANQUET meiner Auffassung entschieden angeschlossen, nachdem ich ihm meine Gründe und gutes Material der nordischen *Salix myrsinites* vorgelegt habe.

Die Nomenklaturfrage ist ziemlich verwickelt. Dass der nordische Typus den *myrsinites*-Namen behalten muss, finde ich klar. In „*Species Plantarum*“ (Ed. 1, 1753, S. 1018) gibt freilich LINNÉ seine *Salix myrsinites* sowohl aus Lappland wie den Alpen an und führt ältere Synonyme aus beiden Gebieten auf. Aber die ersten Zitate gelten „*Flora Lapponica*“ und „*Flora Suecica*“. LINNÉS Abbildungen in jener Arbeit (Tab. VII, Fig. 6) weisen auch ziemlich deutlich auf den nordischen Typus hin. Dasselbe gilt von der von S. J. ENANDER gegebenen Beschreibung der Exemplare im LINNÉ'schen Herbar („*Studier öfver Salices i Linnés Herbarium*“, Upsala 1907). Es gilt also einen

Namen auch für die alpine Pflanze zu finden. Diese Frage hängt mit der Bewertung von *S. Jacquinii* Host. zusammen.

Die meisten späteren Salicologen betrachten *Salix Jacquinii* nur als eine Varietät von *S. myrsinites* mit (fast) ganzrandigen Blättern. Von einigen Österreichern, die ja im allgemeinen mit einem engeren Speziesbegriff arbeiten, wird sie indessen als Art aufgefasst. Und gewiss lassen sich auch gute Gründe einer derartigen Auffassung anführen. Die Blätter von *S. Jacquinii* sind grösser und dünner, ihre Nervatur weniger hervortretend, die Kätzchen und die Früchte schmaler, die Griffel deutlich länger als bei der oben als „alpiner *Myrsinites*-Typus“ bezeichneten Pflanze. Wenn man diesen mit *S. Jacquinii* zu einer Gesamtart vereinigen wollte, so hätte die Art *S. Jacquinii* (emend.) zu heissen, und man würde dann mit einer Unterart oder Varietät zu rechnen haben, deren richtiger Name, wenigstens als Varietät, sehr schwierig zu eruieren wäre.

In der Literatur findet man zahlreiche Spezies-Namen, die als Synonyme von *Salix myrsinites* aufgefasst werden. Man könnte demnach erwarten, einen zu finden, der für den alpinen *serrata*-Typus verwendbar wäre. Und dies scheint wirklich zuzutreffen. Die aus der Arktis, Sibirien oder Grossbritannien stammenden Namen sind wohl ohne weiteres hinfällig, wenigstens so lange es nicht nachgewiesen ist, dass die Pflanze auch dort vorkommt. Von den Namen, die aus den Alpenländern stammen, sind *S. acridentata* Gandog. und *S. pilosa* Schleich. „nomina nuda“. Dies gilt indessen von zwei anderen nicht. Der älteste ist *S. dubia* Suter (in „Flora Helvetica“, Vol. II, 1802, S. 283). Nach freundlicher Mitteilung von Prof. A. THELLUNG ist diese Art auf ein im Hb. SCHEUCHZER (im Herbarium der Eidgen. Techn. Hochschule Zürich) aufbewahrtes Exemplar begründet, das überhaupt keine *Myrsinites*-Form darstellt, sondern zu *S. hastata* L. gehört. Dagegen betrachte ich den Namen *S. arbutifolia* Willd. als verwendbar. Diese Art wird von WILLDENOW in „Species Plantarum“ (IV:2, 1805, S. 682) aufgestellt und beschrieben. Unter den Synonymen steht freilich *S. dubia* Suter, und auch die Zitate nach HALLER und BAUHINUS sind sehr verdächtig. Dagegen stimmt die Diagnose gut für unsere Pflanze. Sie ist auf Exemplare begründet, über die WILLDENOW sagt: „Sub nomine *S. arbutifolia* Afzelii mecum communicavit Cl. Flügge“. Es sind wohl dieselben, die sich heute noch in WILLDENOWS Herbar in Hb. Berol. befinden. Seine *Salices* wurden schon von WIMMER untersucht, der über unsre Pflanze a. a. O. (S. LVIII) sagt: „*S. arbutifolia* Willd. est *S. Myrsinites*“ (vgl. auch oben). Später hat auch Dr. S. J. ENANDER (Lillherrdal, Schweden) die Originale WILLDENOWS eingehend

geprüft. Er war so freundlich, mir seine Aufzeichnungen zur Verfügung zu stellen. Aus denselben geht hervor, dass von *S. arbutifolia* (No. 18167) zwei Bogen vorliegen. Beide enthalten junge, also wenig entwickelte, weibliche Zweige. Sonst stimmen sie mit den schwächer behaarten Formen von „*S. myrsinites* var. *serrata*“ aus den Alpen gut überein und gehören sicher in denselben Formenkreis. Dass die Pflanze von WILLDENOW als eigene Art an der Seite von *S. myrsinites* L., die er wohl hauptsächlich in der alpinen Form kannte, aufgenommen wurde, will wenig besagen, wenn man weiss, dass die neuen *Salix*-Arten WILLDENOWS oft sehr schwach begründet waren. Nach meiner Auffassung müssen wir demnach WILLDENOWS Namen *S. arbutifolia*, wir können sagen, in emendiertem Sinn aufnehmen.

10. *Rumex auriculatus* Wallr. (syn. *R. thyrsiflorus* Fingerh.)

Am Nordende des Lago Maggiore (11. VIII. 1921) fand ich einen grossen Rasen von *Rumex auriculatus* Wallr., und zwar unterhalb Gordola in der Piano di Magadino in einer „natürlichen“ Wiese in der Nähe des Seeufers. Da ich glaubte, die Pflanze sei in der Schweiz verbreitet, so widmete ich der Sache keine grössere Aufmerksamkeit und kann deshalb nicht mehr sagen, ob weitere Individuen vorhanden waren. Glücklicherweise nahm ich ein Belegstück mit und habe somit die Bestimmung zu Hause bestätigen können. Die Pflanze ist in keiner Flora für die Schweiz angegeben und scheint auch nicht unter anderen Namen in Herbarien vorzuliegen.¹⁾ Sie ist ja übrigens so charakteristisch, dass man sie nicht leicht übersehen kann.

Ob *Rumex auriculatus* im Tessin ursprünglich ist, kann natürlich in Frage gestellt werden. Die Pflanze wird ziemlich oft verschleppt, und verschiedene Standorte solcher Natur, z. B. Bahndämme, Wegränder usw., sind bekannt. Von derartigen Standorten aus kann sie sich jedenfalls in „natürliche“ Wiesen einbürgern. Überhaupt ist es ja oft fast unmöglich zu sagen, welche Arten der Wiesenflora der niederen Lagen in einer Gegend ursprünglich, und welche vom Menschen eingeführt sind. Mir scheint indessen, dass unsre Art ebenso gut das Bürgerrecht in der Tessiner Flora verdient wie die meisten anderen Wiesenpflanzen. Es zeigen ja auch andere Arten mit Hauptverbreitung in nördlicheren Teilen von Mitteleuropa isolierte Vorkommnisse im schweizerisch-italienischen Grenzgebiet.

¹⁾ In REICHENBACHS „*Icones Florae Germanicae et Helveticae*“ (P. 24, 1909, S. 54) wird sie freilich für „*Helvetia*“ aufgenommen. Ob aber diese Angabe einen wahren Grund hat, ist sehr unsicher.

12. *Ranunculus aquatilis* L. (s. str.).

Da es mich interessierte, eine Vorstellung von der Verbreitung des *Ranunculus aquatilis* L. s. str. (syn. *R. peltatus* Schrank) innerhalb der Schweiz zu bekommen, schaute ich mich etwas in den Zürcher Sammlungen um und fand dabei, dass eine Revision notwendig sei. Eine solche habe ich nicht in allen Einzelheiten ausführen können. Doch habe ich Verschiedenes gesehen, das verdient, mitgeteilt zu werden.

Mehr als drei Viertel aller zu *Ranunculus aquatilis* gestellten schweizerischen Exemplare fand ich falsch bestimmt. Die meisten waren nichts anderes als Formen, zumeist heterophylle, von *R. flaccidus* Pers. (syn. *R. paucistamineus* Tausch.). Der echte *R. aquatilis* scheint sogar eine wahre Seltenheit zu sein. Diese Art gedeiht offenbar nicht in den kalkreichen Gewässern der Schweiz. Auch in Nord-europa habe ich sie kalkmeidend gefunden. Die Verbreitung stimmt hier sehr nahe mit derjenigen von *Myriophyllum alterniflorum* DC. überein. Sichere Belege sah ich nur aus folgenden Schweizer Lokalitäten. (Wenn nichts besonders erwähnt, waren Schwimmblätter vorhanden).

Kt. Basel. Lange Erlen (1850 H. Christ). [Neudorf gegen Löchli (Steinegger) in Elsass].

Kt. Bern. Burgaeschisee (ohne Schwimmblätter, 1900 G. Wagner).

Kt. Waadt. Bottens, zwischen Cossonay und Echallens (I. Muret); Seen unterhalb vom Pass Grosjoun (1852 I. Muret).

Kt. Wallis. See bei „Torrent sur Grimentz“ (1885 F. O. Wolf). Nach Mitteilung von Prof. A. THELLUNG liegt der Fundort wenigstens 2200 m ü. d. M.

Kt. Tessin. Piano di Magadino, in einem Bächlein in der Nähe des Lago Maggiore (1921 G. Samuelsson); Breggia bei Chiasso (1921 A. Voigt). Beide gehören einer ziemlich kleinblütigen Form ohne Schwimmblätter an.

Ausser den erwähnten Exemplaren sah ich einige kritische Pflanzen, die freilich grosse Ähnlichkeit mit *Ranunculus aquatilis* zeigten, aber auch Abweichungen gegen andere Arten aufwiesen. In der Hoffnung, dass man durch Pollenuntersuchung ihrer Natur näher treten könnte, habe ich eine solche ausgeführt. Es zeigte sich dann zuerst, dass alle zweifelhaften Individuen einen schlechten Pollen hatten. Ihre Bastardnatur erschien dadurch wahrscheinlich. Für eine sichere Beurteilung war aber auch eine Untersuchung des Pollens der „reinen“ Arten notwendig. Das Resultat fiel hierbei ziemlich wechselnd und — unerwartet — aus.

Einen vollentwickelten Pollen fand ich überall bei *Ranunculus confervoides*¹⁾ (Fr.) Lange und *R. flaccidus*. Das einzige mir vorliegende Schweizer Exemplar von *R. Baudotii* Godr.²⁾ hat auch einen vollentwickelten (> 90 %) Pollen. Etwas schlechteren Pollen fand ich bei *R. circinnatus* Siebth. (Schwankung von 60 bis 85 % gutem Pollen).

Bei *Ranunculus aquatilis* fand ich bei den meisten „typischen“ Individuen einen guten (> 95 %) Pollen. Bei einer heterophyllen Pflanze zählte ich jedoch nur 80—85 % wohl entwickelte Körner, und eine andere derartige Pflanze aus Singen, unweit der Schaffhauser Grenze (1900 G. Wagner), die man höchstens mit Zweifel gegen *R. flaccidus* neigend, bezeichnen könnte, hatte nur 25—30 % gute Körner. Die isophyllen Formen hatten durchgehend schlechteren Pollen: das Berner Exemplar ca. 65 %, das eine Tessiner (leg. Verf.) ca. 85 % und das andere (leg. Voigt) nur ca. 40 % guten Pollen.

Noch verwickelter liegen die Verhältnisse bei *Ranunculus fluitans* Lam. Von den untersuchten Individuen zeigte nur ein französisches einen vollentwickelten (> 95 %) Pollen, ein anderes etwa 90 %. Sonst lagen die besseren Fälle zwischen 55 und 80 %. Alle diese bezogen sich auf grossblütige Pflanzen. Aber auch bei solchen habe ich viel schlechteren Pollen beobachtet, mit Schwankungen von 25 % bis zu vollständiger Rückbildung mit ausschliesslich leeren und kleinen Körnern. Bei den kleinblütigen Formen, u. a. bei allen aus der Umgebung von Zürich, fand ich eine sehr schlechte Ausbildung des Pollens, höchstens 15 % gute Körner. In einigen Fällen ergaben die Antheren überhaupt keinen Pollen, was vielleicht mit den Wasser-Verhältnissen zusammenhängt. Oder liegt eine Art weiblicher Individuen vor?

Obige Untersuchungen sprechen kaum für grössere Gesetzmässigkeit betreffs der Pollenentwicklung bei den Wasserranunkeln. Eine schlechte Ausbildung braucht nicht auf Hybridität zu deuten. Wahrscheinlich spielen Standortverhältnisse eine bedeutende Rolle. Aber meine Untersuchung, die im allgemeinen nur eine einzige Blüte von jedem Individuum umfassen konnte, gestattet natürlich keine weiter-

¹⁾ Wenn ich „*R. confervoides*“ schreibe, so will ich nicht sagen, dass diese Pflanze eine gute Art sei. Wahrscheinlich ist sie am besten als Unterart aufzufassen. Sicher ist sie von der Hauptform von *R. flaccidus* systematisch verschieden.

²⁾ Dieses war als „*R. trichophyllus* Chaix. var. *trichophyllus* Chaix. (= *genuinus*, f. *terrestris*“ von M. RIKLI bestimmt worden und stammt aus La Charrat im Wallis (1855 I. Muret), d. h. von derselben Lokalität, wo H. GAMS diese Art im Jahre 1916 gefunden und richtig gedeutet hat (vgl. Verh. d. Schweiz. Naturf. Ges., Bd. 99, 1918, S. 241). Die Annahme von GAMS, dass sie neuerdings eingeführt sei, dürfte deshalb kaum zutreffend sein.

gehenden Schlüsse, wenn so verwickelte Verhältnisse wie in diesem Falle vorliegen. Wenn ich dessenungeachtet einige Individuen als ziemlich sichere Bastarde bezeichne, so gründe ich diese Auffassung mehr auf die Gesamtmerkmale der Pflanze als auf die Ausbildung des Pollens derselben.

Ranunculus aquatilis \times *flaccidus*. So glaube ich eine Pflanze aus Bonfol im Berner Jura (1910 Dr. Dutoit) am besten zu deuten. Sie kommt dem *R. aquatilis* unbedingt am nächsten. Hierfür sprechen die wohl entwickelten, stumpfgelappten Schwimmblätter und die langen Blütenstiele. Andererseits neigt sie durch mehr schildförmige Schwimmblätter und kleinere Blüten gegen *R. flaccidus* hin. Die Fruchtbildung ist nicht gut, und der Pollen zeigt nur 60—70% wohl entwickelte Körner.

Ranunculus aquatilis \times *confervoides*. Zu diesem Bastard ziehe ich ohne Zögern drei Individuen aus den Alpen. Alle haben gut ausgebildete Schwimmblätter, die in der Form ziemlich nahe mit denjenigen von *R. aquatilis* übereinstimmen, doch stärker geteilt und mit spitzeren Zipfeln versehen sind. Dagegen sind sie bedeutend kleiner als bei dieser Art. Ausserdem weichen alle drei durch kürzere Blütenstiele, kleinere Blüten und die Zartheit aller Teile deutlich davon ab. Andererseits kann reiner *R. confervoides* wegen der Schwimmblätter, der grösseren Blüten und der gröberen Gestalt gar nicht in Frage kommen. Den Pollen fand ich bei den beiden Proben aus Zermatt sehr schlecht (bei einer nicht einmal 1%, bei der anderen weniger als 10% gute Körner). Etwas besseren, ca. 35% gute Körner, fand ich bei der Cognier Pflanze, die auch eine ziemlich gute Fruchtbildung aufwies. Gegen die Richtigkeit meiner Deutung spricht gewissermassen der Umstand, dass *R. aquatilis* von den betreffenden Fundstellen bis jetzt nicht bekannt geworden ist. Wenn er aber auch tatsächlich nicht vorkäme, so bedeutet dies wenig. Er kann verschwunden sein, wie ja ein Bastard von *R. confervoides* auch besser an das Alpenklima angepasst sein kann. Wenn man aber die vorliegenden Individuen nicht als Bastarde deuten will, so muss man sie zu *R. aquatilis* stellen. Die mir vorliegenden Exemplare sind folgende:

Kt. Wallis. Riffel ob Zermatt im Nikolaital, ca. 2550 m (1887 L. Favrat); Riffelberg im kleinen See von Gagen, ca. 2500 m (1893 E. Cornaz).

[Piemonte. Val de Cogne (1897 F. O. Wolf in Hb. Rübel)].

Das Cognier Exemplar ist von besonderem Interesse. Es war als *Ranunculus confervoides* bezeichnet, stellt indessen offenbar die Pflanze aus Cogne dar, die H. GAMS (in Verh. d. Schweiz. Naturf. Ges., Bd. 99,

1918, S. 241) als *R. ololeucus* Jord. bezeichnet. Überhaupt finde ich das Vorkommen dieser Art in den Schweizer Alpen sehr fraglich. Sie ist nämlich eine ausgesprochen atlantische Pflanze, die hier kaum, besonders nicht in so hohen Lagen ihre ökologischen Ansprüche befriedigt finden kann.

Ranunculus aquatilis \times *fluitans*. Bei der Beurteilung der hierhergezogenen Pflanze hat man gar keinen Anhaltspunkt an der Ausbildung des Pollens. Ich habe Unterschiede von 20—60% guten Körnern beobachtet, aber auch bei *R. fluitans* selbst fanden wir ja im allgemeinen einen sehr schlechten Pollen. Dessenungeachtet glaube ich, dass meine Auffassung in diesem Fall auf festem Boden steht. Die Zwischenstellung ist in fast allen Merkmalen so ausgeprägt, dass eine andere Deutung unnatürlich wäre. Ich denke an die Pflanze, welche die „Flora der Schweiz“ (2. T., 3. Aufl., 1914, S. 120) von SCHINZ und KELLER als *R. fluitans* var. *Crameri* Brügger aufnimmt, und zwar mit der Beschreibung: „Laubblätter zarter, haarartig, mit mehr auseinanderfahrenden Abschnitten, Blattscheiden schwach behaart, Blüten gross (Basel: Neudorf, Riehenteich)“. In Hb. Eidg. Techn. Hochsch. liegen vier Bogen unter diesem Namen. Ausserdem gehören sicher zur selben Form drei Bogen, die als „*R. aquatilis* L. var. *heterophyllus* Webb. als Art. f. *truncatus* Koch“ bezeichnet waren. Sie weichen nur durch entwickelte Schwimmblätter von jenen ab. Alle Exemplare stammen aus der Gegend von Basel, wo tatsächlich sowohl *R. aquatilis* (vgl. oben) wie *R. fluitans* in typischer Gestalt vorkommen. Weitere Beschreibung dürfte nicht notwendig sein. Ich sah folgende Exemplare:

Basel. Ohne nähere Lokalangabe (Hb. O. Heer); Riehenteich (1825 Münch); Wiese (1851 I. Muret). [Neudorf in Elsass (Baumann, 1839 Seeger).]

13. *Myriophyllum alterniflorum* DC.

In ihrer Abhandlung „Notice sur la flore littorale de Locarno“ (Boll. Soc. ticin. Sci. Natur., Bd. 1, 1904) haben C. SCHRÖTER u. E. WILCZEK eine *Myriophyllum*-Form als „*M. sp. var. brevifolium*“ beschrieben, ohne sicher entscheiden zu können, ob sie zu *M. spicatum* L. oder *M. verticillatum* L. zu stellen wäre. Sie kam mit einer dieser beiden Arten vor, da aber alles steril war (Anfang September 1903), blieb die Bestimmung unsicher. Später wurde die Pflanze mit *M. spicatum* f. *brevifolium* Caspary, die eine Seichtwasserform darstellt, identifiziert.

Die betreffende Pflanze lernte ich zuerst an von SCHRÖTER (2. IX.

1903 u. 20. III. 1909) und WALO KOCH (10. IX. 1919) gesammelten Exemplaren kennen. Obgleich sie alle steril waren — weil zu früh oder zu spät gesammelt! —, war mir klar, dass *Myriophyllum alterniflorum* DC. vorlag, d. h. eine für die Schweizer Flora nicht bekannte Art.

Um meine Bestimmung objektiv zu beweisen, suchte ich die betreffende Pflanze am angegebenen Standort auf. Ich fand sie überall im Lago Maggiore, zwischen Muralto (Locarno) und Piano di Magadino. Von dem gleichzeitig blühenden *Myriophyllum spicatum* war sie stets auf den ersten Blick zu unterscheiden. Leider kam ich etwas zu spät (10. VIII. 1921), um sie in schöner Blüte zu finden. Nach einigem Suchen fand ich indessen ausserhalb des Piano di Magadino ziemlich zahlreiche Individuen mit noch erhaltenen Blütenständen, welche die für *M. alterniflorum* charakteristischen wechselständigen oberen Blüten zeigten. Von der Begleitflora sind *Isoëtes echinosporum* und *Elatine Hydropiper* besonders erwähnenswert (vgl. unten).

Veranlasst durch meinen Fund hat Herr ALB. VOIGT (Lugano) *Myriophyllum alterniflorum* auch im Lago di Lugano gesucht und mehrfach reichlich gefunden und zwar ausschliesslich in der Urgesteinszone (vgl. Abh. Naturwiss. Ges. Isis in Dresden, 1920 — 21, S. 18). Die Bestimmung habe ich an freundlichst übersandten Exemplaren bestätigen können.

Das Vorkommen von *Myriophyllum alterniflorum* im Tessin ist von grossem Interesse. Es ist eine Pflanze von ziemlich ausgeprägter atlantischer Verbreitung, die in Zentraleuropa nur in gebirgigen Waldgegenden (östlich bis zum Böhmerwald) und im baltischen Heidegebiet vorkommt. Aus den Mittelmeerländern ist sie nur aus Portugal, Spanien, Sardinien und Algerien bekannt. In Fennoskandien hält sie sich deutlich von den kalkreicheren Gewässern der Lehmgebiete in Süd- und Mittelschweden fern. Ohne Zweifel liegt eine oligotraphente Pflanze vor. Mit dieser ihrer Natur stehen die Standorte im Tessin in schönstem Einklang. Es ist sicher nicht ein zufälliges Zusammentreffen, dass mehrere andere Wasserpflanzen, z. B. *Isoëtes echinosporum*, *Potamogeton polygonifolius*, *Elatine Hydropiper*, ihre einzigen oder fast einzigen Standorte in der Schweiz im Tessin haben. Alle sind nämlich mehr oder weniger kalkfliehend, und bekanntlich sind die Gesteine der Gegend in den meisten Teilen als kalkarm zu bezeichnen. Dass man die Ursachen dieser Verbreitung nicht in Klimaverhältnissen zu suchen hat, scheint mir klar. Keine dieser Arten ist besonders „wärme-liebend“. Zu diesen Fragen komme ich in einer bald erscheinenden grösseren Arbeit über die Wasserflora Fennoskandiens zurück.

14. *Oxycoccus microcarpus* Turcz.

Bei einem Besuch (30. VII. 1921) am Statzersee (1813 m) bei St. Moritz wurde meine Aufmerksamkeit auf eine kleine *Oxycoccus*-Form gelenkt, die überall in *Sphagnum*-Bülten, sowohl im sumpfigen Arvenwald wie im eigentlichen Moor am See, vorkam. Die Pflanze erwies sich als *O. microcarpus* Turcz. Am selben Tag fand ich sie, obgleich sehr spärlich, auch in dem fast vollständig trockengelegten Palüd Chapé und als ich am 4. August mit Dr. BRAUN-BLANQUET zusammen die Gegend wieder besuchte, in einem kleinen Sumpf in Palüd Choma (ob St. Gian bei Celerina). Wahrscheinlich ist die Pflanze in den zahlreichen Sümpfen der Gegend verbreitet, obgleich von *O. quadripetalus* Gilib. bis jetzt nicht unterschieden.

Oxycoccus quadripetalus ist bekanntlich eine ziemlich polymorphe Art. Ihre Abgrenzung gegen *O. microcarpus* macht jedoch selten Schwierigkeiten. Das am leichtesten fassbare Merkmal von *O. microcarpus* liefert der kahle (oder fast kahle) Blütenstiel (bei *O. quadripetalus* deutlich behaart!). Die Kleinheit aller Teile, wie Blätter, Blüten, Früchte usw., ist gewöhnlich sehr auffallend. Die Blattform ist auch dadurch etwas abweichend, dass die Blätter ihre grösste Breite fast an der Basis haben und ausgeprägter zugespitzt sind. Die Blüten haben eine gewöhnlich stärker rote Farbe, und die Früchte sind deutlich verlängert (birnen- oder zitronenförmig). Blütezeit und Fruchtreife fallen ein bis zwei Wochen früher als bei *O. quadripetalus*. Zusammen sind diese Merkmale hinreichend, um *O. microcarpus* als eine gute systematische Einheit zu bezeichnen. Da sie von *O. quadripetalus* auch ökologisch deutlich verschieden ist (vgl. unten!), so ist es klar, dass ihre Bewertung als eigene Art meiner Betrachtungsweise am besten entspricht. Dass einzelne nicht-sterile „Zwischenformen“ vorkommen, bedeutet dann weniger, da die mir bekannten Fälle fast ausnahmslos Stellen betreffen, wo typischer *O. microcarpus* auch vorkommt, und *O. quadripetalus* wahrscheinlich bei Nachuntersuchung nachzuweisen wäre. Obgleich ich beide hundertmal gesehen habe, so bin ich in der Natur nur einmal auf eine wahrhaft kritische „Zwischenform“, und zwar betreffs aller oben besprochenen Merkmale, gestossen, und sie kam tatsächlich mit beiden Arten zusammen vor, weshalb ihre Bastardnatur sehr wahrscheinlich ist. In Herbarien stellen sich gewisse Individuen, die sonst *O. microcarpus* am nächsten kommen, durch eine schwache Behaarung der Blütenstiele als etwas unsicher heraus, wenn sie auch vorläufig dieser Art am besten angegliedert werden.

Überall in der Gegend von St. Moritz war das Auftreten von

Oxycoccus microcarpus sehr charakteristisch. Wie gesagt, war die Pflanze fast ausschliesslich in Sphagneten zu Hause, aber gar nicht in allen Typen. Ich beobachtete sie spärlich auch zwischen nicht büldenformenden Sphagna und sogar in *Dreplanocladus*-Rasen, aber nur zufällig, und ihr eigentlicher Standort waren die *Sphagnum fuscum*-Bülden des offenen Moores. Diese gehören einer ausgeprägten Assoziation an, die in jener Gegend noch von *Calluna*, *Empetrum*, *Vaccinium Myrtillus*, *V. uliginosum*, *Polytrichum strictum*, *Sphagnum magellanicum*, *Cephalozia* (mehreren Arten), *Mylia anomala* usw. gebildet war. Im Sinne BRAUN-BLANQUETS dürfte *Oxycoccus microcarpus* sogar eine Charakterpflanze fast „erster Ordnung“ für diese Assoziation bedeuten.

Diese Pflanzengesellschaft entspricht gerade derjenigen, worin *Oxycoccus microcarpus* in Fennoskandien sein eigentliches Vorkommen hat. Es ist besonders zu beachten, dass die Pflanze bedeutend bestandesfester als *O. quadripetalus* ist. Wenn letztere Art freilich auch oft auf *Sphagnum fuscum*-Bülden vorkommt, ist sie doch in erster Linie unter nicht büldenformenden Sphagna zu Hause (vgl. E. MELIN „Studier över de norrländska myrmarkernas vegetation“, Upsala 1917, S. 126).

Später habe ich das Schweizer Material von *Oxycoccus* in den Herbarien der Eidg. Techn. Hochschule (Zürich) und BRAUN-BLANQUET untersucht. Wie erwartet, liegt *O. microcarpus* von mehreren Fundorten vor, nicht nur aus den Zentralalpen, sondern auch aus dem Jura und der Umgebung von Zürich¹⁾. In einigen Fällen lagen mit typischem *O. microcarpus* zusammen einzelne Individuen, die vor allem durch schwach behaarte Blütenstiele eine gewisse Annäherung an *O. quadripetalus* zeigten, und zwar aus Davos und Arosa, wo diese Art sicher vorkommt²⁾, dem Berner und Neuenburger Jura, sowie von Dübendorf bei Zürich, wo auch *O. quadripetalus* wahrscheinlich zu finden wäre. Von folgenden schweizerischen Lokalitäten sah ich typische Herbarexemplare von *O. microcarpus*.

Kt. Zürich. Kotzried bei Dübendorf (1875 C. Lehmann); Krutzleriet bei Dübendorf (1901 O. Naegeli).

Kt. Bern. Les Pontins, 1110 m (1862 L. Favrat); Sous le Rang bei Les Bois, 1025 m (Gouremon).

Kt. Neuenburg. Les Ponts (1881 G. Jeanjaquet).

¹⁾ Ein Exemplar aus Surleih im Oberengadin war von J. COAZ sogar folgendermassen bezeichnet: „*Oxycoccus palustris*, Pers. *Vaccinium Oxycoccus*, L. var. *microcarpus*, Turcz.“

²⁾ Davos, Hochmoor bei „Werden“ bei Laret, ca. 1520 m (1901 F. von Tavel); Schwarzsee bei Arosa, 1730 m (1908 J. Braun-Blanquet; 1912 C. Coaz).

Kt. Wallis. Hochmoor beim Lac de Champex, 1465 m (1903 Ruge).

Kt. Graubünden. See auf der Lenzerheide, 1490 m (1832 A. U. v. Salis); Nordufer des Lenzerheidesees, 1490 m (1908 J. Braun-Blanquet); Davos, Sumpf im Wald bei Laret, 1525 m (1916 K. Derks); Schwarzsee bei Arosa (1920 H. U. W. Knoll); St. Moritz (1847 U. A. von Salis, 1907 C. Schröter); Lej marsch bei St. Moritz, 1830 m (1895 J. Coaz); Stutzersee (1850 Krättli, 1916 B. Branger, 1921 G. Samuelsson); Surlej, 1800 m (J. Coaz).

Die Verbreitung von *Oxycoccus microcarpus* im übrigen Mitteleuropa ist fast vollständig unbekannt. Im norddeutschen Heidegebiet kommt die Pflanze sicher vor, aber anderwärts scheint sie nicht von *O. quadripetalus* auseinandergehalten worden zu sein.

16. *Gentiana engadinensis* Br.-Bl. et Sam. n. sp.

Mehrmals beobachtete ich im Engadin eine Pflanze, die ich zuerst für *Gentiana Amarella* L. hielt. Später erfuhr ich von Dr. J. BRAUN-BLANQUET, dass meine Pflanze mit *G. calycina* (Koch) Wettst. (= *G. anisodonta* Borb.) f. *engadinensis* Wettst. identisch sei. Aber auch nach seiner Meinung wäre sie wahrscheinlich von der echten *G. anisodonta* spezifisch verschieden. Die Sache verdiente offenbar eine genauere Untersuchung. Deshalb habe ich jetzt ein ziemlich reiches Material geprüft, und zwar aus dem Naturhistorischen Staatsmuseum in Wien, den botanischen Museen in Berlin, Lund, Stockholm, Upsala, Zürich (Eidg. Techn. Hochschule und Universität) und den Herbarien der Herren Dr. BRAUN-BLANQUET und Dr. RÜBEL (Zürich).

Was ich unter dem Namen *Gentiana anisodonta* Borb. oder *G. calycina* (Koch) Wettst. (inkl. subsp. *antecedens* Wettst.) gesehen habe, ist sehr heterogen. Einige Exemplare sind offenbar unrichtig bestimmt. Dies gilt auch von einigen, die von WETTSTEIN selbst oder K. RONNIGER, der ja auch als Spezialist für die Endotrichen Gentianen gilt, bestimmt waren. Nur als Lapsus calami zu betrachten sind wohl zwei Beispiele, wo *G. ramosa* Hegetschw. auf den Bogen eingemischt vorlagen. Aus Kärnten (Unterbergen im Rosental: 1907 L. Keller) und den Steiner Alpen in Krain (1862 A. Breindl) sah ich Pflanzen, die ich zu *G. carpathica* Wettst. stelle, und aus den Steiner Alpen in Steiermark eine Pflanze, die eine Zwischenstellung zwischen jener Art und *G. austriaca* A. et J. Kern. einnimmt (A. v. HAYEK: Flora stiriaca exsiccata, No. 84. *G. anisodonta* Borb.). Die fast vollständig unbewimperten, schmalen Kelchblätter und die stumpfen Kelchbuchten sprechen entschieden zugunsten dieser Auffassung. An-

dere Exemplare meine ich zu *G. rhaetica* A. et J. Kern. stellen zu müssen. Dies gilt von Pflanzen von Triest (Marcussina: 1898 Dr. Marchesetti) und aus der Grigna-Gruppe am Lago di Como (Val Meria unterhalb Cetra, Alpe di Lierna, Monte Coltignone: 1903—1905 G. Geilinger; von der letzten Lokalität in einer gegen *G. solstitialis* Wettst. neigenden Form).

In erster Linie sind es indessen *Aestivalis*-Formen, die ich von *Gentiana anisodonta*, auch kollektiv erfasst, ausscheiden möchte. Drei Nummern aus Kärnten und Krain, alle als *G. antecedens* Wettst. bezeichnet, halte ich für zweifellose *G. lutescens* Vel., die nach WETTSTEIN als *Aestivalis*-Form mit *G. austriaca* zusammengehört. Die meisten bezeichne ich indessen als *G. solstitialis* Wettst., d. h. die *Aestivalis*-Form von *G. germanica* Willd. und *G. rhaetica*. Zahlreiche derartige Exemplare sah ich aus Kärnten, Tirol (sogar vom Monte Baldo: 1879 A. Goiran), Salzburg, Graubünden, Tessin (Monte San Giorgio: 1917 Jaquet) und Nord-Italien (Grigna-Gruppe: 1905 G. Geilinger; Bormio von vier Lokalitäten: 1911 E. Furrer). Offenbar hat man sie als *G. anisodonta* (ganz besonders als subsp. *antecedens*) gedeutet, teils wegen der Lage der Fundstellen, teils wegen einer bei einigen Individuen vorkommenden leichten Bewimperung der Kelchblätter.¹⁾ Alles in allem habe ich so zahlreiche Exemplare der subsp. *antecedens* umdeuten müssen, dass sie mir überhaupt ein bischen verdächtig geworden ist.

Die Formen, die nach Ausmusterung der zu andern Arten WETTSTEINS gehörenden Exemplare übrig geblieben sind, sind auch nach

¹⁾ Dass eine leichte Bewimperung der Kelchblätter, wenigstens bei *G. germanica*, vorkommen kann, gibt schon WETTSTEIN zu (vgl. „Die europäischen Arten der Gattung *Gentiana* aus der Sektion *Endotricha* Froel.“, in Denkschr. d. kaiserl. Akad. d. Wiss., Math.-Nat. Cl., 64. Bd., 1897). Von Bedeutung sind in der betreffenden Hinsicht auch seine Angaben über das Vorkommen nicht-hybrider Zwischenformen *G. germanica*—*Sturmiana* und *G. rhaetica*—*Sturmiana*. Ich habe mich eingehend mit diesen Formenkreisen beschäftigt und bin zu der Auffassung gekommen, dass sie sich in den allermeisten Fällen ohne Zwang bei der *G. germanica* (inkl. *G. solstitialis*) oder der *G. rhaetica* unterbringen lassen. Ich betrachte es gerade als für diese „Arten“ charakteristisch, dass die Ränder ihrer Kelchzipfel deutlich papillös sind. Bisweilen sind die Papillen so kräftig entwickelt und treten dann zumeist auch auf den Nerven des Kelches auf, dass man sogar von einer „Bewimperung“ sprechen kann. Solche Formen sind indessen nicht, wie WETTSTEIN offenbar meint, auf diejenigen Gebiete beschränkt, wo *G. Sturmiana* und die andern Arten zusammentreffen. Der grösste Teil der in der Schweiz als *G. aspera* Hegetschw. bezeichneten Pflanzen, gleich wie die meisten von WETTSTEIN als *G. Sturmiana* (inkl. *G. norica*) bestimmten Schweizer Pflanzen, gehören zu diesen Formenkreisen. Aber auch an den Nord- und Westgrenzen der *G. germanica* kommen deutlich

meiner Ansicht zu einem engeren Verwandtschaftskreis zu rechnen. Und dass diesem die *Gentiana calycina* (Koch) Wettst. oder nach den jetzigen Nomenklaturregeln *G. anisodonta* Borb. — im weitesten Sinn! — entspricht, halte ich für sicher. In diesen fällt auch meine Engadiner Pflanze. Sie weicht von *G. Amarella* durch mehr ungleichgrosse und deutlicher bewimperte Kelchblätter, sowie etwas grössere Blüten ziemlich erheblich ab. Dass sie mit der f. *engadinensis* Wettst. von *G. anisodonta* identisch ist, habe ich mich durch authentisches Vergleichsmaterial (in Hb. RÜBEL) überzeugen können. Wenn man aber von den für alle Arten der *Germanica*-Gruppe gemeinsamen Merkmalen absieht, so kann man kaum andere durchgehende für den ganzen Formenkreis der *G. anisodonta* (im Sinne WETTSTEINS und anderer) auffinden als eine gewisse Ungleichblättrigkeit des Kelches und die Bewimperung desselben. Die „Art“ ist nämlich ausserordentlich polymorph, und man bekommt den Eindruck, dass sie spezifisch verschiedene Typen umfasst.

WETTSTEIN hat ja auch selbst eine Gliederung seiner *Gentiana calycina* vorgenommen und zwar in drei Unterarten: subsp. *calycina* (Koch) Wettst. (im engeren Sinn), subsp. *antecedens* Wettst. und subsp. *anisodonta* (Borb.) Wettst. Diese Einteilung geht indessen von seiner Auffassung vom Saisondimorphismus aus und berücksichtigt kaum andere Merkmale. Die subsp. *calycina* wäre die ungegliederte, subsp. *antecedens* die *Aestivalis*- und subsp. *anisodonta* die *Autumnalis*-Form. Nur nebenbei wird in der Diagnose („Die europäischen Arten der Gattung *Gentiana* aus der Sektion *Endotricha* Froel.“, in Denkschr.

bewimperte Formen vor. Ich sah z. B. einen sehr ausgesprochenen Fall aus Hannover (Northeim: leg. Schambach). In allen andern Merkmalen sind die betreffenden Formen als typische *G. germanica*, bezw. *G. solstitialis* oder *G. rhaetica* anzusehen und nicht als solche Übergangsformen aufzufassen, welche die Grenzen zwischen *G. aspera* (inkl. *G. Sturmiana* und *G. norica*) und jenen „Arten“ verwischen. Dass auch wirklich kritische Formen vorkommen, will ich indessen nicht verneinen. Sie scheinen jedoch selten zu sein. Vielleicht ist die ursprüngliche *G. aspera* eine solche Form. Aus der Schweiz sah ich bis jetzt nur zwei oder drei Bogen, die ich entschieden mit diesem Namen bezeichnen möchte. Die besten stammen aus den Glarner Alpen (O. Heer in Hb. Eidg. Techn. Hochsch.), von der untern Sandalp in Glarus (1907 W. Werndli in Hb. Univ. Zürich) und den Churfürsten (1904 H. R. Schinz in Hb. Univ. Zürich) und entsprechen am ehesten der *G. norica*. Ein Bogen aus der Oberkäsernalp im Maderanertal (1913 E. Schmid in Hb. Univ. Zürich) ist unsicher und könnte vielleicht in dem Formenkreis von *G. germanica* (sens. lat.) gehören. Die Originale HEGETSCHWEILERS habe ich leider nicht gesehen. Nach Mitteilung von Prof. A. THELLUNG stimmen sie indessen mit den oben besprochenen Exemplaren aus St. Gallen und Glarus gut überein. Für den ganzen Formenkreis von *G. germanica* (sens. lat.) scheint mir eine Neubearbeitung notwendig zu sein.

d. kaiserl. Akad. d. Wiss. Math.-Nat. Cl., 64. Bd., 1897, S. 327) für die subsp. *antecedens* bemerkt, dass ihre Blüten kleiner und die Fruchtknoten oft fast ungestielt („germen saepe subsessile“) sind. Die f. *engadinensis* führt er zu der subsp. *calycina* und schreibt darüber (in E. RÜBEL: „Pflanzengeographische Monographie des Berninagebietes“, Leipzig 1912, S. 418): „Alle hier folgenden Exemplare von *G. calycina* sind von der typischen Form etwas verschieden durch kleinere Blüten, schwächere Behaarung und geringere Breite der Kelchzipfel, die im oberen Teile weniger umgerollt sind. Dazu kommt noch der sehr kurzgestielte, vielfach geradezu sitzende Fruchtknoten. Ich begreife, dass infolgedessen die Pflanze als *G. axillaris* bestimmt werden kann. Ich zweifle aber nicht an ihrer nahen Verwandtschaft mit *G. calycina*, umsomehr als ich vor ein paar Jahren im Stilfserjochgebiete ihren allmählichen Übergang in typische *G. calycina* verfolgen konnte. Der letztere Umstand hindert mich auch daran, diese recht auffallende Pflanze von *G. calycina* spezifisch zu trennen und ich möchte sie als *G. calycina* (Koch) Wettst. forma *engadinensis* m. bezeichnen. Ich habe dieselbe Pflanze vor ein paar Jahren an mehreren Stellen im Engadin gesehen.“

Meinerseits glaube ich, dass eine Gliederung des betreffenden Formenkreises natürlicher ausfällt, wenn man vom Blütenbau ausgeht. Wahrscheinlich werden dabei die Form und die Bewimperung der Kelchblätter, die Grösse und besonders die Farbe derselben, sowie der Fruchtknoten (ob gestielt oder nicht) die besten Merkmale liefern. Um sichere Resultate zu erhalten, muss man selbstverständlich die Variabilität nicht nur an (oft schlechtem) Herbarmaterial, sondern in erster Linie in der Natur selbst eingehend studieren. Für eine vollständigere Behandlung reicht meine Erfahrung nicht aus. So viel glaube ich indessen gesehen zu haben, dass die f. *engadinensis* eine systematische Einheit höheren Ranges darstellt, die man ebensogut wie die meisten anderen „Arten“ der *Endotricha* als Art betrachten kann. Um die Unterschiede gegenüber *Gentiana anisodonta* hervorzuheben, halte ich mich an den Typus, der in der „Flora exsiccata Austro-Hungarica“ als No. 2188 („*G. calycina*“) vorliegt und von WETTSTEIN selbst im Südtirol gesammelt wurde. Die Hauptunterschiede lassen sich folgendermassen gegenüberstellen.

G. anisodonta Borb.¹⁾

G. engadinensis (Wettst.) Br.-Bl.
et Sam.

Kelchblätter mit ziemlich lang bewimpertem und stark umgerolltem Rand.

Kelchblätter mit schwach und kurz bewimpertem und schwach bis kaum umgerolltem Rand.

¹⁾ Die Begründung dieses Namens im betreffenden Sinn folgt unten.

Krone 25—30 mm lang, blauviolett.

Fruchtknoten mit 3—6 mm langem Karpophor.

Krone 15—20 mm lang, schmutzig (rot-) violett (oft weiss).

Fruchtknoten sitzend (oder sehr kurz gestielt).

Mit der *Gentiana anisodonta* (in diesem Sinn) vollständig übereinstimmende Exemplare sah ich bis jetzt aus der Schweiz nur aus dem Puschlav (Cima di Carten, 2780 m, auf Urgestein: 1905 J. Braun-Blanquet). In den angrenzenden Teilen von Nord-Italien scheint sie verbreiteter. Mehrere Bogen lagen mir nämlich aus der Grigna-Gruppe (Lago di Como), Veltlin, Bormio und Trentino vor. Weitere Exemplare aus Tirol stimmen in allem wesentlichen überein. Andere aus Tirol, Steiermark, Kärnten, Krain und Norditalien (Cregnedul: 1894 M. v. Statzer) haben freilich etwas kleinere Blüten (18—25 mm), aber die blau-violette Farbe der *G. anisodonta* und einen \pm langen Karpophor. Alle scheinen mir im Sinne WETTSTEINS zu dem saisondimorph nicht gegliederten Typus, d. h. seiner *G. calycina* s. str., zu gehören. Dass sie tatsächlich auch dem ursprünglichen Haupttypus dieser Art entsprechen, geht aus WETTSTEINS Originaldiagnose hervor (vgl. Österreich. Bot. Zeitschr., Bd. 41, 1891, S. 367), wo er u. a. sagt: „flores 25—33 mm longi; corolla violacea, in sicco coerulescens Germen vel fructus linearis basi in carpophorum 4—6 mm. longum attenuatum“. Wenn dies klar ist, so ist auch die Nomenklaturfrage ziemlich einfach. Der WETTSTEINSche Name stammt von 1891, ist aber nach den jetzigen Regeln wegen der ältern *G. calycina* Boiss. et Hausskn. (1879) nicht gültig. Der einzige andere in Frage kommende Name ist *G. anisodonta* Borb. In welchem Sinn dieser Name ursprünglich (1885) von BORBAS verwendet worden ist, weiss ich nicht. Aber dies spielt glücklicherweise keine Rolle, weil der Name zuerst nur als *nomen (semi-) nudum* veröffentlicht wurde. Als gültige Publikationsstelle kommt erst Österr. Bot. Zeitschr., Bd. 44, 1894, S. 426, in Betracht. Hier erwähnt nämlich BORBAS *G. calycina* Wettst. als Synonym zu seiner *G. anisodonta*.

Die *Gentiana engadinensis* ist eine niedrige, selten mehr als dezimeterhohe Pflanze, deren obere Blätter zugespitzt sind. Auch sie ist als saisondimorph nicht-gegliedert anzusehen. Ihre Blütenfarbe ist sehr charakteristisch und weicht, soweit meine Erfahrung reicht, von derjenigen aller anderen europäischen Arten der *Endotricha*-Gruppe mit Ausnahme der *Gentiana Amarella* L. (inkl. *G. uliginosa* Willd.) erheblich ab. Die schmutzig violette Farbe enthält viel mehr rot als die der meisten anderen Arten. Dagegen ist die Übereinstimmung mit *G. Amarella* fast vollständig. Dieser Umstand und der ungestielte Frucht-

knoten geben die Erklärung, warum ich die Pflanze zuerst mit *G. Amarella* verwechselte. In den Herbarien fand ich sie von mehreren Fundstellen aus Graubünden, Bormio und Südtirol unter den verschiedensten Namen (u. a. auch als *G. aspera*) aufbewahrt. Die mir durch sichere Belege bekannten Standorte sind folgende:

Graubünden. Bündtneralp (1841 A. Meyer); Val Tuors (Bergün) bei La Blatscha, 1700 m (P. Arbenz); Albula bei den Hütten von Palpuogna bei Preda, 1900 m (1908 W. Bernoulli); Weissenstein am Albula, 1900 m (1908 A. Bommer); Avers im Campetta-Wald vis à vis Cresta, 1950 m (1883 C. Sulger); Unter-Engadin bei Scarl und unterhalb Alp Plavna (1921 G. Samuelsson), am Eingang ins Val Muschaun (1914 C. Schröter); Murtera in der Ofenpass-Gruppe (1901 S. Brunies); Piz Padella bei Samaden (1921 G. Samuelsson); Rosegtal (Bernina) unterhalb des Hotels, 2000 m (1898 C. Knetsch); Piz Alv in Val Minor, 2600 m (1889 C. Schröter); Bernina-Gebiet an mehreren Lokalitäten (vgl. RÜBEL, a. a. O., S. 418); Canciano im Val Poschiavo (1876 Hb. Pozzi).

Bormio. Alpisella-Pass (1860 C. Brügger); ob Bormio, Campo di Fiori, Monte Braulio, ob Pedenosso, Val Vitelli 2550—2600 m und Val Piselle (1910—1911 E. Furrer); Monte Scorluzzo 2500—2700 m (1910 M. Longa; „*G. anisodonta* ssp. *calycina* × *campestris* ssp. *islandica* = *G. Schinzii* Ronniger“).

Tirol. Ortler (Hb. Lübeck); zwischen Gomagoi und Sulden in den Ortler-Alpen (1904 C. Semler). Vielleicht gehört auch ein Exemplar aus Lappach (1870 Ausserdorfer in Hb. Berol.) hierher, aber es ist für eine sichere Bestimmung zu schwach entwickelt.

Der jetzt besprochenen typischen Form schliesst sich eine *Aestivalis*-Form, d. h. mit stumpfen Blättern und längeren Internodien, deshalb auch von höherem Wuchs, eng an. Ich sah sie aus dem Bernina-Heutal (E. Rübel) und Tirol (Schluderbach in Valfonda: 1899 W. Becker). Diese *Aestivalis*-Pflanzen entsprechen der *G. calycina* subsp. *antecedens*, wie sie von WETTSTEIN in seiner Monographie (a. a. O., 1897, S. 327) beschrieben ist („corolla saepe albida parva, germen saepe subsessile“). Dieser Name könnte deshalb für unsere Pflanze in Frage kommen, besonders weil WETTSTEIN zuerst eine Art *G. antecedens* aufgestellt hat. Aber als solche ist sie kaum rechtsgültig beschrieben, sondern bloss als eine *Aestivalis*-Pflanze „mit am Rande fein gewimperten Kelchzipfeln im Verbreitungsgebiete der *G. calycina*“ (Österreich. Bot. Zeitschr., Bd. 42, 1892, S. 232) und mit Aufzählung einer Reihe von Fundorten. Übrigens ist es sehr wohl möglich, dass eine *Aestivalis*-Form auch von *G. anisodonta* in der von mir angenommenen Begrenzung vorkommt, obgleich eine unzweifelhaft hierher-

gehörige Form in dem mir zur Verfügung gestandenen Material nicht vorlag. Ausserdem sind, wie ich schon oben nachgewiesen habe, ganz fremde Elemente von WETTSTEIN zu seiner *G. antecedens* gezogen worden. Und wenn man auch die Subspeziesbeschreibung als gültig anerkennt, so ist es nicht notwendig diesen Namen für eine Art zu berücksichtigen.

Es dürfte schon aus obigen Bemerkungen hervorgehen, dass ich die „echte“ *Gentiana anisodonta* Borb. und *G. engadinensis* als verschiedene Arten betrachtet wissen will. Indessen muss ich gestehen, dass noch ein Formenkreis innerhalb der Gesamtart *G. anisodonta* existiert, der gewissermassen einen Zwischentypus darstellt. Es handelt sich um sowohl ungegliederte, wie *Aestivalis*-Formen, aber durchgehend um Pflanzen mit kleinen Blüten, die wahrscheinlich, wenn nicht weiss, ein bischen schmutzig violett gewesen sind, mit ziemlich stark umgerollten Kelchzipfeln und fast sitzenden Fruchtknoten. Ich sah sie bis jetzt aus Kärnten, Krain, Istrien und Piemont. Über ihre wahre Natur bin ich nicht ganz klar. Sie müssen in der Natur studiert werden. Mit der *G. engadinensis* ist der betreffende Formenkreis allerdings nicht identisch.

Bevor ich die Diagnose der *Gentiana engadinensis* gebe, muss ich noch eine Nomenklaturfrage behandeln. Wie ich schon angedeutet habe, liegt nämlich in Hb. Univ. Zürich ein Individuum dieser Art als Bormio (leg. M. Longa), das K. RONNIGER als einen Bastard „*G. anisodonta* ssp. *calycina* \times *campestris* ssp. *Islandica* = *G. Schinzii* m., nova hybr.“ bezeichnet hat. Und in Vierteljahrsschr. Naturf. Gesellsch. Zürich. 61. Jahrg., 1916, S. 412, hat er die Pflanze mit lateinischer Diagnose beschrieben. U. a. sagt er hier: „Die Pollenkörner erwiesen sich zu ca. 40% als klein und verschrumpft“. Von den zwei bei Bormio gefundenen Individuen sah ich nur eines. Für dieses konnte ich die Angabe RONNIGERS über den Pollen nicht bestätigen. Alle Körner waren vollentwickelt, und zahlreiche mit Schläuchen ausgekeimt. Die schwache Entwicklung des Exemplares dürfte die übrigens sehr geringfügige Abweichung von der *G. engadinensis* hinreichend erklären. RONNIGERS Name *G. Schinzii* könnte also für unsre Art in Frage kommen. Aber, meiner Meinung nach ist es nicht angemessen und auch nicht notwendig, diesen Namen aufzunehmen. RONNIGER hat ausdrücklich einen Bastard beschrieben, diesen freilich mit einem binären Namen belegt, aber mit einer Bemerkung „nova hybr.“ Ausserdem erwähnt er seinen Bastard noch von einer zweiten Lokalität. Und da die Existenz solch eines Bastardes sehr wohl möglich ist, ist es am besten, den Namen RONNIGERS für diesen zu reservieren, obgleich RONNIGER in diesem Fall einen Bestimmungsfehler gemacht hat. In diesem Zusammenhang

kann ich nicht unterlassen hinzuzufügen, dass man möglichst bald aufhören sollte, die Bastarde nach den Nomenklaturregeln mit Autorenzitaten usw., zu behandeln, wie es von manchen Seiten sehr beliebt geworden ist. Es handelt sich ja hier um *Formeln*, nicht um *Namen*, und überhaupt nicht um systematische Einheiten.

Es könnte vielleicht gewagt erscheinen, in einer so kritischen Pflanzengruppe entgegen der Auffassung des Monographen eine neue Art aufzustellen. Aber wenn man sich an die Pflanze selbst und ihre Merkmale hält, so muss man gewiss zugeben, dass die beiden Arten *Gentiana anisodonta* und *G. engadinensis* ebenso grosse Unterschiede wie mehrere von den WETTSTEINschen Arten aufweisen. Ich denke z. B. an *G. austriaca* A. et J. Kern. und *G. carpathica* Wettst., *G. Amarella* L. und *G. ajanensis* Murb., usw. Der Unterschied dürfte eigentlich nur darin liegen, dass diese Verbreitungsgebiete bewohnen, die einander \pm vollständig ausschliessen, während die Verbreitung von *G. engadinensis* innerhalb das Gebiet von *G. anisodonta* zu fallen scheint. Übrigens ist es sehr wohl möglich, dass sich auch für unsre Arten Unterschiede betreffs der Bodenstetigkeit nachweisen lassen. Für meine Auffassung von der Systematik dieser Pflanzen habe ich, wie ich schon einleitungsweise angedeutet habe, eine Stütze bei dem ausgezeichneten Kenner der Schweizerflora überhaupt, und ganz besonders ihrer Gebirgspflanzen, Dr. BRAUN-BLANQUET, gefunden. Er hatte schon auf Etiketten eine neue Art, *G. engadinensis*, aufgestellt, und hat sich jetzt (1922) mit meiner Auffassung über ihre Natur einverstanden erklärt. Deshalb haben wir auch beschlossen, die Autorenschaft für die neue Art zu teilen. Sie bekommt folgende Diagnose:

Gentiana engadinensis Br.-Bl. et Sam. [syn. *G. calycina* (Koch) Wettst. p. p.; *G. anisodonta* Borb. p. p.; *G. calycina* (Koch) Wettst. f. *engadinensis* Wettst. in sched. et apud RÜBEL in ENGLERS Botan. Jahrb. 47 (1912).] *G. anisodontae* proxime affinis [cfr. descriptionem apud WETTSTEIN in Denkschr. Wien. Akad. d. Wiss., Math.-Nat. Cl., 64 (1897), p. 324], sed differt dentibus calycis minus inaequalibus, minus revolutis, leviter ciliatis, corolla minore (15—20 mm longa), sordide violacea (v. saepe alba) et germine sessili (v. subsessili). Habitat in Rhaetia, Italia maxime boreali et Tirolia.

16. Einige bemerkenswertere Pflanzenfunde.

Botrychium matricariaefolium (Retz.) A. Br. Kt. Bern: Handeck Hotel im Haslital, 1 Ind.

Potamogeton pectinatus L. Kt. Graubünden: Tarasper-See im Unter-Engadin, mit *P. lucens* L. und *P. natans* L.

Najas marina L. Kt. Schwyz: Lowerzer-See unterhalb Steinenberg, mit *Potamogeton perfoliatus* L., *P. lucens* L., *P. pectinatus* L., *Scirpus acicularis* L., *Myriophyllum verticillatum* L. usw.

Najas minor L. Kt. Tessin: Lago di Lugano bei Melide (ziemlich spärlich) und Bissone (in grösster Menge und in grossen Herden). An beiden Lokalitäten wurden im See selbst (13. VIII. 1921, Wasserstand sehr niedrig!) noch bemerkt: *Potamogeton perfoliatus* L., *P. lucens* L., *P. lucens* \times *perfoliatus*, *P. crispus* L., *P. pectinatus* L., *Najas marina* L., *Elodea canadensis* Mich., *Vallisneria spiralis* L. (wenigstens bei Bissone sehr reichlich in einem Gürtel ausserhalb der *Potamogeton*-Arten), *Ceratophyllum demersum* L., *Myriophyllum spicatum* L.

Poa caesia Sm. Kt. Graubünden: Samaden auf den Alluvionen des Inns, Piz Padella und Bernina am Südende des Lago Bianco.

Glyceria fluitans (L.) R. Br. \times *plicata* Fr. Kt. St. Gallen: unter den Eltern auf einer Wiese bei Weesen. Dieser an den schmalen, etwa 5 mal so langen als breiten, gelben Antheren ohne entwickelte Pollenkörner leicht kenntliche Bastard liegt in den Zürcher Herbarien von mehreren Lokalitäten in der Nord-Schweiz vor.

Festuca arundinacea Schreb. \times *pratensis* Huds. Zürich am Kantonsspital und am Katzensee. Auch dieser Bastard, der eine auffallende Zwischenstellung zwischen den Eltern einnimmt, zeigt einen fast vollständig rückgebildeten Pollen. Ich sah nie geöffnete Antheren.

Festuca pratensis Huds. \times *Lolium perenne* L. Kt. Wallis: Sion auf einer Wiese bei Tourbillon.

Schoenus ferrugineus L. \times *nigricans* L. Kt. Zürich: Au am Züricher-See. Kt. Graubünden: zwischen Fürstenau Bruck und Paspels.

Cobresia bipartita (Bell.) Dalla Torre. Kt. Unterwalden: Pilatus, auf der Nordseite am Kriesiloch.

Carex ornithopodioides Hausm. Kt. Graubünden: Le Gessi in Puschlav, auf einem Kalk-Schneeboden. Die Pflanze ist zweifellos am besten als selbständige Art aufzufassen.

Luzula lutea (All.) Lam. et DC. \times *spadicea* (All.) Lam. et DC. Auf der Grimselpasshöhe (Walliser Seite) fand ich (16. VII. 1921) zwischen *Luzula lutea* und *L. spadicea* einen Rasen, der wahrscheinlich ein Kreuzungsprodukt dieser Arten darstellt. Im vegetativen System kommt die Pflanze der *L. spadicea* am nächsten. Sonst nimmt sie in fast allen Merkmalen eine deutliche Zwischenstellung ein, z. B. betreffs der Hüllblätter des Blütenstandes, der Blüten usw. Die Blüten, ca. 3 mm lang, sind nur unbedeutend kleiner als die von *L. lutea* (bei *L. spadicea* selten mehr als 2 mm). Die Perigonblätter sind lichtbraun, die inneren mit gelben Rändern und gelber Basis. Der Griffel ist etwa doppelt so

lang als der Fruchtknoten (bei *L. spadicea* eher kürzer). Was den hybridogenen Ursprung etwas unsicher macht, ist die wenigstens morphologisch gute Entwicklung des Pollens. Die Antheren öffnen sich normal.

Sedum ochroleucum Chaix. Kt. Graubünden: mehrerenorts bei Cadera, sowie zwischen Poschiavo und Le Prese. Kt. Tessin: auf dem Maggia-Delta bei Locarno.

Hypericum acutum Mönch. \times *Desetangsii* Lamotte. Kt. Schwyz: Steinerberg am Lowerzer-See. Zwischenstellung sehr auffallend. Pollenkörner von sehr wechselnder Grösse und Inhalt.

Epilobium alpestre (Jacq.) Krocker \times *montanum* L. Kt. Bern: Spiggengrund im Kiental, ca. 1450 m.

Epilobium alsinifolium Vill. \times *montanum* L. Kt. Bern: Spiggengrund im Kiental, ca. 1400 m.

Trapa natans L. subsp. *natans* (L.) Schinz. Kt. Tessin: 14 Rosetten in einem kleinen Tümpel unterhalb Agnuzzo, etwas nördlich vom Ausfluss des Lago di Muzzano (am Nordende der Bucht von Agno). Die von mir gefundenen Individuen gehören einer Form mit zweidornigen Früchten an. Vgl. übrigens A. VOIGT in Abh. Naturwiss. Ges. Isis in Dresden, 1920—21, S. 17.

Cuscuta Cesatiana Bertol. Kt. Tessin: im Pappelwald am Lago d'Agno, in unmittelbarer Nähe der soeben besprochenen *Trapa*-Kolonie, eine grosse Herde auf *Polygonum Hydropiper* L. (und spärlich *P. mite* Schrank).

Lindernia Pyxidaria L. Kt. Tessin: 2 Ind. in der Grenzzone des Lago Maggiore bei Gordola (11. VIII. 1921).

Veronica peregrina L. Kt. St. Gallen: Weesen am Strassenrand und am Ufer des Walensees.

Erigeron politus Fr. Kt. Graubünden: auf Bachalluvionen in Val Sesvenna ob Scarl.

Taraxacum cucullatum Dahlst. (syn. *T. stramineum* Beauverd). Kt. Bern: Grimsel, zwischen dem Hospiz und dem Pass. Im Herb. des Naturhistorischen Reichmuseums in Stockholm liegt diese Art auch aus Montanvert près Chamonix (Haute Savoie), 1700 m (1912 E. L. Ekman; det. H. Dahlstedt) vor.

Taraxacum Schroeterianum Hand. - Maz. Kt. Graubünden: St. Moritz, am See.

Von der Heukohle zur Naturkohle.

(Eine kritisch-vergleichende Studie über die Genesis beider Kohlen.)

Von

H. SCHWARZ und G. LAUPPER

in Zürich.

(Als Manuskript eingegangen am 28. August 1922.)

Inhaltsverzeichnis.

Einleitung.

- I. Die Kohlenbildung als Gärungsprozess.
 - A. Heubakterientheorie von H. MIEHE.
 - B. Kohlenbakterientheorie von RÉNAULT.
- II. Die Kohlenbildung als Humifizierungsprozess.
 - A. Die einleitenden Vorgänge.
 1. Einfluss der Schichtung, 2. Atmungsprozess, 3. Synaeresis in Pflanzenhaufen, 4. Oxydasenwirkung, 5. Wirkung des Ammoniaks.
 - B. Die eigentliche Humifizierung.
 1. Zellulose, 2. Lignin, 3. Zucker, 4. Fett und Eiweiss, 5. Wachs und Harz.
- III. Die Kohlenbildung als Inkohlungsprozess.

Verkohlung und Inkohlung. — Unklarheiten und Widersprüche. — Die Heuverkohlung als Inkohlungsprozess. — Der Heubrand als Verkohlungsprozess. — Wesen der Inkohlung. — Innere Verbrennung (WITT). — Erzwungene Reaktion (BERGIUS).
- IV. Die Kohlenbildung als Destillationsprozess.

Nasse Destillation bei „Heu“ und „Kohlen“ im Laboratorium. — Destillationsprozess in der Natur. — Einflüsse: a) Wirkung des Druckes; b) Einfluss der Zeit; c) Temperaturfrage: Weichwerden der Kohlenmasse, die gasförmigen Destillationsprodukte, die flüssigen Destillationsprodukte.
- V. Die Selbstentzündung im Kohlenbildungsprozess.

Der Heubrand. — Pyrophores Eisen statt pyrophore Kohle. — Übertragung der „Heubrand“-Ergebnisse auf die Kohlenbildung. — Ursachen der Selbstentzündung: Schwefelkies, pyrophores Eisen, flüchtige Gase, Oxydation ungesättigter Verbindungen, Sprengung gesättigter Ketten — Erdbrände.
- VI. Literaturverzeichnis.

Einleitung.

Bei seinen Studien über die Entstehung des Heubrandes durch Selbstentzündung ist G. LAUPPER allmählich auf den Gedanken gekommen, dass zwischen der Bildung von Kohle im Heustock und der

Bildung der fossilen Kohlen in der Natur ein gewisser Parallelismus vorhanden sein könnte (73, 23).¹⁾ Die Initiative zur Ausarbeitung dieses Gedankens stammt von ihm, ebenso die gesamte experimentelle Arbeit, während H. SCHWARZ als diesmaliger Mitarbeiter das Literaturstudium, die ins Einzelne gehende Beweisführung und die Abfassung der geplanten Arbeit übernommen hat.

Beim Studium der Fachliteratur zeigte es sich, dass der Gedanke LAUPPERS nicht neu war, indem schon andere, die sich mit dem Heubrandproblem befasst hatten, die Möglichkeit eines solchen Zusammenhanges ins Auge gefasst haben. So wies H. RANKE (München) am Schluss seines „Experimentellen Beweises der Möglichkeit der Selbstentzündung des Heues“ vom Jahre 1873 ausdrücklich daraufhin, dass „derselbe Prozess, welcher in Emdhaufen vor unseren Augen zur Bildung wirklicher Kohle führt, wohl auch bei der Entstehung der Steinkohlenflöze in der Urgeschichte unseres Planeten mitwirkend gewesen sein mag.“ (111, 368).

34 Jahre nach RANKE konnte H. MIEHE (Berlin) in seiner klassischen Studie von 1907 sich schon ausführlicher darüber äussern. Er schrieb dort (89, 122): „Es liegt nahe, die Entstehung von Heukohle auf dem Wege der Selbsterhitzung grosser, festgepackter Pflanzenmassen in Verbindung zu bringen mit der Entstehung von Kohlenlagern in früheren Erdperioden. Schon RANKE hat darauf hingewiesen, ohne dass jedoch seine Idee, soviel ich weiss, einer ernsthafteren Prüfung unterzogen worden ist. Gleichwohl sprechen viele Tatsachen für diese Ansicht. Einmal sind zweifellos die Bedingungen für Selbsterhitzung im Zeitalter des Karbons in grossartigstem Umfang verwirklicht gewesen. In erstaunlicher Fülle und Üppigkeit, begünstigt durch Wärme und höheren Kohlensäuregehalt der Luft, bedeckte damals eine Pflanzendecke unsere Erde, wie sie sich seitdem nie wieder entwickeln konnte. Windbrüche, Wasserkräfte, Wolkenbrüche häuften zeitweilig Pflanzenhaufen riesiger Dimension zusammen. Sie erhitzten sich durch Atmung, starben, und auf ihnen siedelten sich Bakterien an. Dass damals schon diese Lebewesen existierten, hat RÉNAULT durch eine umfangreiche Untersuchung nachgewiesen. Er fand sogar eine Anzahl von Formen, gerade an und in fossilen Pflanzen. Die karbonischen Bakterien erhitzten weiter und es entstand so allmählich durch langandauernde, trockene Destillation (die aber doch viel rascher verläuft, als man sonst annimmt) eine kohlige Masse, die

¹⁾ Die fettgedruckten Zahlen beziehen sich auf die betreffenden Nummern im Literaturverzeichnis, die kleingedruckten bedeuten die Seitenzahlen, auf der obige Angaben zu finden sind.

dann weiter im Laufe der Schicksale unserer Erde verändert und schliesslich zu Steinkohle umgewandelt wurde.“

Da nun MIEHE nur eine „Möglichkeit“ der Entstehung von Kohlenflözen skizziert haben will, die „an gewissen Orten und unter besonderen Umständen“ eine Rolle in der Geschichte unserer Erdrinde gespielt haben könnte, so wäre es nunmehr Sache eines Geologen gewesen, die Wahrscheinlichkeit von Selbstentzündung in vorzeitlichen Kohlenlagern nachzuweisen. Wir werden im Schlusskapitel sehen, dass dieses Thema von unsern Geologen vernachlässigt worden ist. Für uns Nichtgeologen aber fiel eine solche Aufgabe ausser Betracht. Wenn wir es aber heute wagen, dieses alte, inzwischen beinahe in Verruf gekommene Thema eines Parallelismus zwischen „Heu“ und „Kohle“ wieder aufzugreifen, so geschieht es, weil sich unsere Kenntnisse und Erfahrungen über die Vorgänge im Heustock, dank eigener Untersuchungen (73/76) während mehr als sechs Jahren, wesentlich erweitert und vertieft haben, und weil wir durch das Studium der neueren Literatur über die Chemie der Kohlen und über ihre Entstehung in der Natur immer mehr ermuntert wurden, den Erscheinungen an beiden Orten und in allen Einzelheiten nachzugehen. Wenn nun auch nicht erwartet werden darf, dass die Erscheinungen zwischen Heu und Kohle vollständig parallel gehen, so war doch durch eine gewöhnliche Vergleichung die Möglichkeit geboten, zu erfahren, ob das, was im einen Falle tatsächlich geschieht, nicht auch im andern Falle möglich oder sogar wahrscheinlich sein könnte. Wir hofften durch ein eingehendes Studium der Entstehungs- und Entwicklungsbedingungen der natürlichen Kohle unsern Blick für neue Beobachtungen auf dem Gebiete des Heustockbrandes zu schärfen und damit unser eigentliches Studiengebiet zu befruchten. Zu unserer eigenen Überraschung ergab sich auch für die Chemie der natürlichen Kohlen eine Reihe von Gesichtspunkten, in denen eine Möglichkeit zur Erklärung bisher rätselhaft gebliebener Erscheinungen liegen könnten. Wir haben uns bemüht, ihre Möglichkeit zu erweisen an Hand von Tatsachen und eigenen Beobachtungen an Kohlenflözen, so gut es ging. Allerdings fehlen Kohlenlagerstätten, wie sie unsere Nachbarstaaten zum Teil besitzen, völlig in unserem Lande. Was wir an solchen haben, sind Miniaturbilder von dem, was wir uns für die vorliegenden Studien gewünscht hätten. Die kleinen Lager unseres Landes bieten nur geringe Möglichkeit zu einem ausreichenden praktischen Studium genetischer Verhältnisse dieser wichtigen Naturprodukte, wengleich sie anderseits den Vorteil haben, in ihrem geologischen Aufbau, soweit er für uns in Betracht kam, leichter übersichtlich zu

sein und den Blick für hiehergehörende Dinge weniger zu verwirren. Wenn wir auch diese Hilfsmittel ausschöpfen konnten, so verdanken wir dies der Güte und Hilfsfreudigkeit unseres Landesgeologen Herrn Prof. Dr. LEO WEHRLI in Zürich, der uns überall Eingang verschaffte, wo wir es wünschten. Ebenfalls sehen wir uns der Direktion des Erzgebirg'schen Steinkohlenaktienvereins zu Zwickau (Sachsen) zu hohem Dank verbunden, die uns bereitwilligst mit jedem gewünschten Anschauungs- und Untersuchungsmaterial versah.

Unsere vergleichenden Studien zielen darauf hin, den Kohlenbildungsprozess in der Natur in seine einzelnen Phasen zu zerlegen und die vielen Ansichten, die im Laufe der Zeiten von den verschiedensten Forschern vertreten worden sind, zu sichten an Hand eines Maßstabes, den uns eigene Beobachtungen von Heubränden eingegeben haben.

Die Einteilung des Stoffes war schwierig, mehr noch die Darstellung, weil die vermutete Übereinstimmung von Heu- und Naturkohle infolge des ungleichen Standes beider Forschungsgebiete noch sehr lückenhaft ist und weil uns selbst eine systematische experimentelle Durcharbeitung beider Stoffgebiete zur Ausfüllung dieser Lücken aus allerlei Gründen ganz unmöglich ist. In hohem Masse waren wir also hier auf die Fachliteratur angewiesen, von der wir nicht nur die deutschen, sondern auch französische, englische und amerikanische Forschungen herbeigezogen haben.

Wir werden zunächst sehen, dass, wie beim Heubrand-, auch beim Kohlenbildungsprozess im Laufe der Zeit drei Theorien sich herausgebildet haben: eine, die alle Vorgänge auf Gärungserscheinungen zurückführt, eine zweite, die rein chemischen Vorgängen eine Hauptrolle beimisst, und dass drittens eine ganze Reihe von Tatsachen vorhanden sind, welche die Bildung der beiden Kohlen als aus einem Destilliervorgang hervorgehend, abzuleiten gestatten.

I.

Die Kohlenbildung als Gärungsprozess.

A. Die Heubakterientheorie von H. MIEHE.

Es hat viel Aufsehen erregt, als im Jahre 1907 H. MIEHE die Ursache der Selbstentzündung von Heustöcken auf Bakterientätigkeit zurückführte. Diese Ansicht hat dermassen Boden gefasst, dass heute jeder geschulte Landwirt die Heuwärme gleichsetzt der Summe: Atmungswärme der sterbenden Pflanzen plus Atmungswärme der darin

lebenden Mikroorganismen. Über diese Wärmespeicherung sagt MIEHE (89) etwa folgendes: „Obwohl bei Schimmelpilzen und Bakterien die Atmungswärme nach der Menge der ausgeschiedenen Kohlensäure bemessen, viel intensiver ist (oft bis 200 mal so stark) als beim Menschen, so sind doch die dabei entstehenden Temperaturerhöhungen an sich kaum messbar. Anders aber, wenn Pilze im Heuhaufen sich befinden, wo grosse Mengen gärender Pflanzen zusammengehäuft sind. Dort halten die äussersten Schichten die Wärme zurück, sodass sie nicht in demselben Masse, wie sie gebildet wird, nach aussen abfliessen kann. Die Temperatur muss also steigen. Damit wächst aber auch die Intensität der Atmung, wodurch wieder mehr Wärme erzeugt wird.“ Unter der grossen Zahl von Mikroorganismenarten, die von MIEHE in Berlin und von DÜGGELI in Zürich (27) im Heu gefunden worden sind, kommen als eigentlich wichtige nur zwei in Betracht. Der *Bacillus Coli*, der rasch wächst und auf dem feuchten, mit Nahrungssäften durchtränkten Heu kräftig gedeiht. Als starker Gärer zersetzt er die Kohlenhydrate, wobei bekanntlich Wärme frei wird. Die Temperatur von 40° bedeutet für den genannten Bazillus das Maximum, das er an Wärme erträgt. Er stirbt und verschwindet, da er keine Sporen zu bilden vermag, vollständig, mit ihm eine ganze Menge anderer Arten. Die Temperatursteigerung müsste dann aufhören, wenn nicht jetzt der *Bacillus Calfactor* sich entwickelte. Dieser wärmeliefernde Bazillus keimt bei 40° aus und vermehrt sich sehr rasch, „zumal ihm jetzt in dem austretenden Saft der absterbenden Pflanzen vorzügliche Nahrung zu Gebote steht.“ Seine Atmungsenergie wird entsprechend intensiv sein, sodass die Temperatur steigt, bis auch das Maximum für diesen Bazillus erreicht ist. Bei 70° stirbt die vegetative Form ab und nur die Sporen bleiben zunächst übrig; aber damit hat die Selbsterhitzung im Heuhaufen ihren höchsten Grad erreicht. Denn MIEHE selbst machte die interessante Entdeckung, dass der Heustock bei $75-80^{\circ}$ sich selbst wieder sterilisiert, infolge der hohen Temperatur also wieder bakterienfrei wird. Zudem ergab sich, dass sterilisiertes Heu einer Selbsterwärmung nicht mehr fähig ist, wenn es nicht zuvor geimpft wird. Daraus schloss MIEHE, dass die Selbsterhitzung des Heues ein physiologischer und kein chemischer Vorgang sein könne.

Es sprechen aber verschiedene Gründe dafür, dass Bakterien nicht die ihnen zugesprochene Bedeutung für die Selbsterwärmung der Heustöcke haben können. Wir zählen hier folgende auf:

1. Die von RANKE in Heustöcken vermutete hohe Temperatur von $200-300^{\circ}$ ist seither tatsächlich durch Messungen von K. SCHENK

in Interlaken (1917) festgestellt worden (119). Wie erklärt sich also der nachfolgende Aufstieg von $75-300^{\circ}$, wenn die Pflanze bei 45° und die Bakterien bei 75° zugrunde gehen? Es gibt nur eine Antwort: Wenn bei 75° alles Leben im Heustock erlischt, so gehört das Intervall von $75-300^{\circ}$ sicher in den Bereich der chemischen Vorgänge. Rein biologisch erklärt MIEHE nur die Stufe von $45-75^{\circ}$. Es bleibt also zugunsten der bakteriologischen Auffassung nur ein Spielraum von rund 30° . Damit kann aber die Selbstentzündung nicht erklärt werden.

2. R. BURRI in Bern hat 1919 gefunden, dass thermophile Bakterien schon in dem auf dem Felde liegenden Emd vorhanden sind

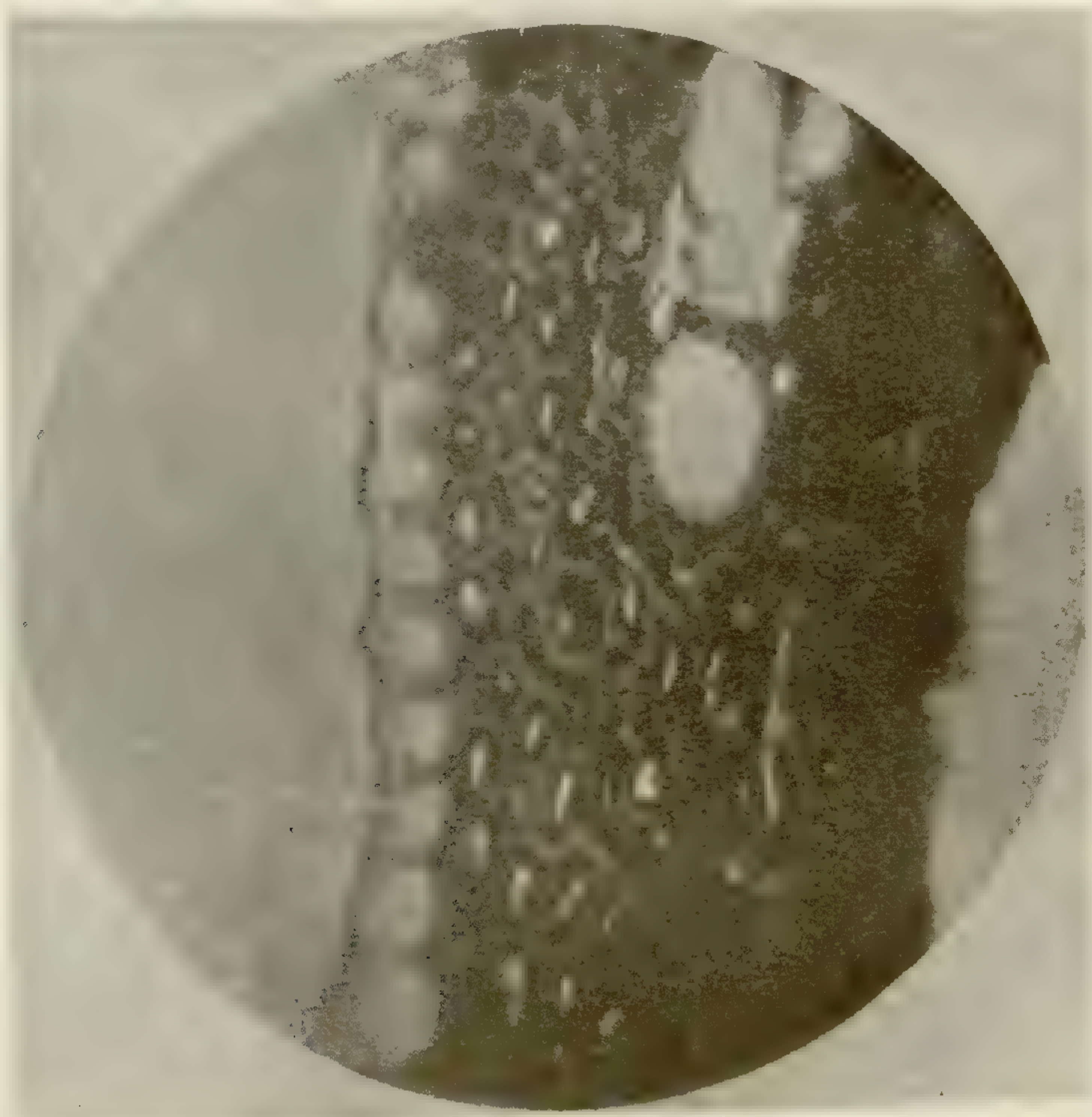


Fig. 1. Vergr. 1 : 400.

und dass sie sich im Emdstock im Laufe seiner Erwärmung bis auf 73° nicht weiter vermehrt haben. Die Selbsterhitzung des Heues kann daher wohl kaum auf Lebensvorgänge von Bakterien zurückgeführt werden (11).

3. Die Holländer BOEKHOUT und DE VRIES schlossen schon 1904 aus dem mikroskopischen Bild von verkohlten Heuhalm, dass hier Bakterien nicht im Spiele sein können. Da ihre Arbeit in holländischer Sprache abgefasst, leider nur sehr wenig bekannt geworden zu sein scheint, reproduzieren wir daraus mit Erlaubnis der Autoren ein Klischee mit dem Schnitt durch einen solchen Heuhalm. Wie man sieht, ist der Inhalt der Zellen der äussern Epidermis noch ganz un-

versehrt. Auch die Zellwandungen sind vollständig unverletzt. Bei den Zellen im Innern sind die Wände ebenfalls intakt geblieben, während das Protoplasma darin ganz oder teilweise schwarz geworden ist. Die Wandungen der inneren Zellen sind gelbbraun, wohl infolge Diffusion des Farbstoffes aus dem schwarzen Protoplasma nach den Zellwandungen. Auch die Gefässbündel sind ungefärbt. Da die Zellen an der Aussenseite der Heualme ganz unverändert geblieben, folgt, dass das Schwarzwerden nicht Stoffen zugeschrieben werden kann, die von aussen in den Heustengel hineingedrungen sind. Es können also auch nicht Bakterien die Ursache der Farbenveränderung des Protoplasmas sein, da dieselben unmöglich ins Innere der Zelle gelangen konnten, ohne die Zellwandung zu durchbrechen (8, 283).

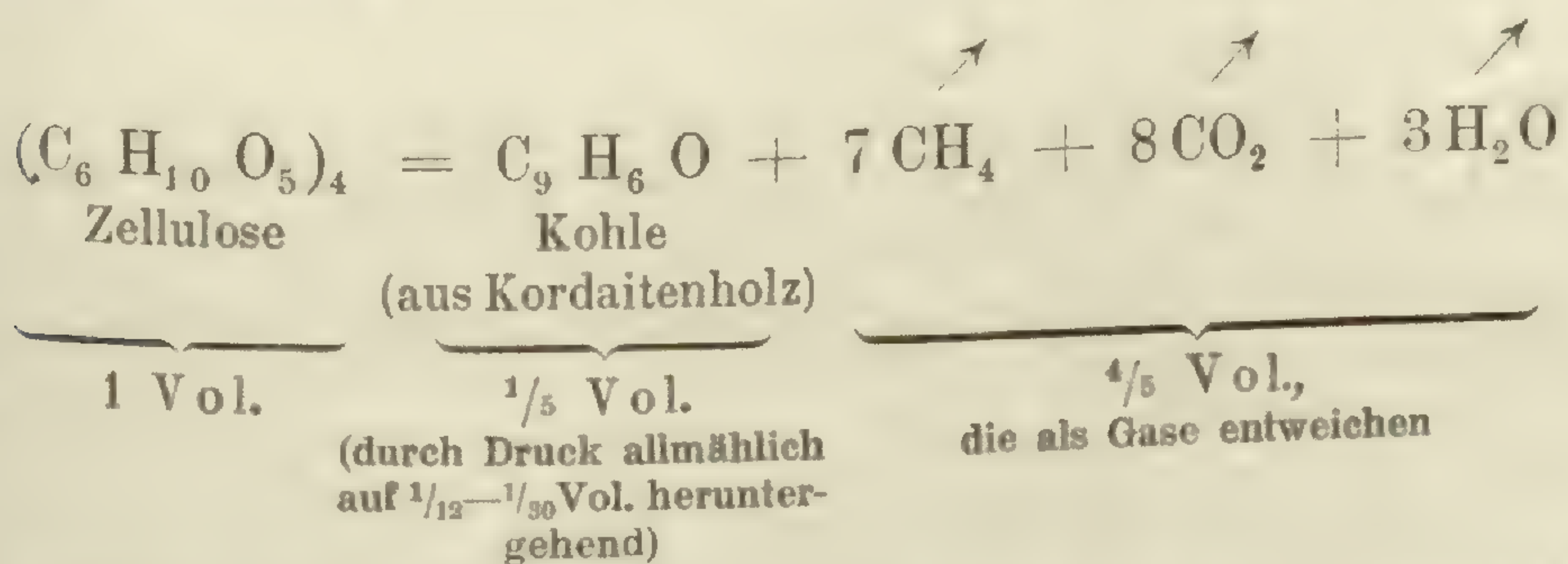
4. Gegen die Bakterientheorie spricht besonders auch die von LAUPPER 1921 festgestellte Tatsache, dass auch „klingeldürres“ Heu sich selbst entzünden kann (75). Der Bauer versteht darunter ein Heu von höchstem Trockengrad, ein Heu, bei welchem jede Gefahr der Selbstentzündung ausgeschlossen erscheint. Die Mehrzahl der Scheunenbrände sind für den Heubrandexperten unerklärlich (124), denn die landläufigen Kenntnisse zwingen ihn zu der Logik: Selbstentzündungen sind auf den Gärungsprozess zurückzuführen; dazu sind Bakterien nötig; damit diese leben konnten, muss noch Feuchtigkeit vorhanden gewesen sein, allen Beteuerungen des Bauers zum Trotz! — Will man den Betroffenen schonen, so werden Brandstiftung, Kurzschluss, oder „spielende Kinder“ als Brandursache angenommen. Die amtlichen Untersuchungen bleiben erfolglos und die wahre Brandursache wird nie aufgeklärt. Anders aber, wenn man einmal zugibt, dass auch klingeldürres Heu sich entzünden kann: Dann fällt die Bakterientheorie! Und an Stelle bakteriologischer Prozesse treten chemische Vorgänge, die natürlich auch mehr oder weniger leicht an bestgetrocknetem Material Selbstentzündungen hervorrufen können. Kein Futterstock ist sicher vor Verkohlung! Auch „klingeldürres“ Heu kann sich entzünden! Wie berechtigt dieser Ruf ist, zeigt schon die grosse Zahl von überraschten Bauern, die nicht begreifen können, dass gerade ihr Heustock in Brand geraten ist. Ferner die Erscheinung, dass in ganz trockenen Perioden, wo es fast nicht möglich ist, Heu anders als klingeldürr unter Dach zu bringen, die Fälle von Scheunenbränden nicht weniger zahlreich sind.¹⁾ Das alles spricht gegen die Theorie von den Bakterien als Brandursache bei Heuselbstentzündungen.

¹⁾ Vgl. E. JORDI (68) und G. LAUPPER (76) [beide 1922].

B. Die Kohlenbakterientheorie von B. Renault.

Es muss überraschen zu erfahren, dass es auch auf dem Gebiete der Kohlenforschung Gelehrte gegeben hat, welche versucht haben, die Bildung der natürlichen Kohlen auf rein bakterielle Tätigkeit zurückzuführen. Die Entdeckung von Bakterien in den verschiedenen Kohlen hat seinerzeit viel Aufsehen erregt. Dem Franzosen B. RÉNAULT (114) hat man es zu verdanken, dass die Bakterienflora der fossilen Kohlen heute nicht weniger genau bekannt ist, als es diejenige im Heuhaufen durch MIEHE und DÜGGELI geworden. RÉNAULT hat 24 Jahre seines Lebens (1876—1900) für die wissenschaftliche Untersuchung der urzeitlichen Bakterienflora in den Kohlen geopfert. Er unterscheidet zwei verschiedene Bakteriengruppen, die sich mit ihrer Tätigkeit in ähnlicher Weise ablösen, wie es im Heuhaufen *Bac. coli* und *calfactor* getan haben. Die Geologie lehrt, dass Torf und Braunkohlen in Sümpfen entstanden sind. Die Gärung erfolgte zunächst bei Luftzutritt unter der Einwirkung der „aeroben“ Bakterien, d. h. solchen, die aus der Luft Sauerstoff entnehmen und hauptsächlich Kohlensäure entwickeln und ein humöses, kohlenstoffreicheres Zersetzungsprodukt entstehen lassen. (Hauptvertreter: *Micrococcus lignitum*.) Nachdem durch Zudecken mit Sand und Tonschlamm die aerobe Bakterientätigkeit ausgeschlossen worden war, mussten die „anaeroben“ Bakterien in Tätigkeit treten, die eigentlichen Steinkohlenbakterien, die ohne Luftzutritt lediglich auf Kosten des umgebenden Mediums leben (Hauptvertreter: *Micrococcus carbo*). Sie griffen die Zell- und Gefässwandungen der Pflanzen an, lösten sie auf, schieden neben CO_2 hauptsächlich Kohlenwasserstoffe (meist CH_4) aus, bis sie schliesslich nach Vertilgung aller assimilierbaren Pflanzensubstanz oder auch schon vorher durch die Anhäufung ihrer eigenen Stoffwechselprodukte, wie dies ja auch bei pathogenen Bakterien beobachtet wird, zugrunde gingen (134).

Die Umsetzung der Pflanzensubstanz zu Kohlen unter Mitwirkung der Bakterien erklärt RÉNAULT nach folgender Formel:



„Nach RÉNAULT stellt sich die fertige Kohle dar als Produkt der Auf-

lösung und teilweisen Verflüssigung der Zellulose, vermischt mit den noch nicht ganz zerstörten, noch erkennbaren, aber ebenfalls bereits von den Mikroben angegriffenen Pflanzenresten und erfüllt mit den abgestorbenen Kolonien eben dieser Mikroben“ (13, 15).

Dieser Theorie gegenüber ist geltend gemacht worden

1. Von DANNENBERG (1915): Die Unsicherheit der Beobachtungsgrundlage. So winzige und in ihren Formen so wenig charakteristische Körper können eigentlich nur an ihren Lebensäusserungen, eventuell in Reinkulturen noch mit Sicherheit erkannt und spezifisch bestimmt werden, was bei fossilen Formen natürlich ausgeschlossen ist. BERTRAND (6, 7), der Gelegenheit hatte, die Präparate RÉNAULTS zu besichtigen, sei der Ansicht geblieben, dass die für Bakterien gehaltenen Körnchen und Stäbchen möglicherweise nur Zerfallsprodukte der Pflanzensubstanz oder sogar anorganische Bestandteile sein können (13, 16).

2. LEMIERE (1900) bezweifelt die Möglichkeit der Umwandlung von Zellulose in kohlige Substanz durch Mikroben, da unter den heute bekannten Mikroben keine seien, die dies zu tun vermöchten (77). Dieser Einwand erscheint uns weniger bedenklich als der vorhin genannte, denn: Warum sollen damals nicht auch Arten, die zu solchen Leistungen befähigt waren und heute verschwunden sind, existiert haben? Wenn heute die ganze Karbonflora verschwunden bzw. verkümmert ist, könnten nicht auch Formen aus der Welt der Mikroorganismen im Laufe solch ungeheurer Zeiträume biogenetisch rückläufig geworden sein?

Übrigens scheint die Zellulose nach neueren Untersuchungen eine vergärbare Substanz zu sein. TAPPEINER (1884), der mit einer Studie über „die Darmgase der Pflanzenfresser als Produkte der bisher ganz rätselhaften Auflösungsprozesse der Zellulose (als Sumpfgasgärung usw.)“ beschäftigt war (136), fand, dass diese Gärungsvorgänge auf die Tätigkeit von Spaltpilzen zurückzuführen seien. Diese Entdeckung führte ihn auf die Frage nach dem Vorkommen der Zellulosegärung in der Natur und diese Fragestellung liess ihn Versuche anstellen über die Sumpfgasgärung im Schlamm der Teiche, Sümpfe und Kloaken. Der biologische Charakter dieser Arbeit und ihre Veröffentlichung in einer uns Chemikern nicht nahe liegenden Quelle schliesst die Gefahr des Übersehens ein, weshalb bei der so hohen Bedeutung dieses Gegenstandes für unsere spezielle Aufgabe eine Darlegung der Hauptgedanken gestattet sein mag. Nach TAPPEINER können zwei Zellulosegärungen in der Natur entstehen, eine, bei der sich CO_2 und CH_4 entwickeln, eine andere, wo CO_2 und H_2 produziert werden. Beiden gemeinsam ist das Auftreten organischer Säuren. Was nun die erste Gärungsart:

a) die Zellulose-Sumpfgasgärung betrifft, so hat sie zweifellos auch in den ersten Stadien der Kohlenbildung eine wichtige Rolle gespielt. Denn überall, wo pflanzliche Überreste unter Luftabschluss zersetzt werden (anaerober Vorgang) im Fluss- und Teichschlamm, im feuchten Boden, finden sich Bedingungen für

Methanersetzung der Zellulose. Dabei ist der Vorgang durchaus nicht ein quantitativ berechenbarer und verläuft nicht immer ganz gleich. OMELIANSKI (98) sagt: „Da die Verbindungen „Zellulose“ sich voneinander in ihren chemischen Eigenschaften wesentlich unterscheiden, ist man vollkommen berechtigt, anzunehmen, dass auch der Widerstand, welchen diese Zellulosearten der Tätigkeit der Mikroben entgegensetzen, verschieden sein kann und dass es Fermente gibt, die auf die eine Art von Zellulose einwirken, auf andere Arten derselben aber nicht.“ So erhielt OMELIANSKI beim Vergären verschiedener Zellulosen 50—70% Essig- und Butter-säure und 50—30% Gase. Diese letzteren bestanden aus einem Gemisch von:

C H ₄	und	C O ₂	und zwar
75,7 %		24,3 %	am Anfang der Gärung
30,0 %		70,0 %	„ Ende „ „

während nach Untersuchungen von HOPPE-SEYLER (1886) die Zellulose bei der Sumpfgasgärung lediglich in zwei Gase ohne Bildung anderweitiger Produkte zerlegt wird (65). OMELIANSKI bemerkt (96, 918), dass beide Gärungen in ihrem physiologischen Charakter ganz verschieden sind, obschon in beiden Fällen Sumpfgas gebildet wird.

Über die zweite Möglichkeit, die der

b) Zellulose-Wasserstoffgärung sagt H. TAPPEINER folgendes (136): „Eine nicht uninteressante Frage ist die nach dem Vorkommen dieser Zellulosegärung in der Natur. Eine Entwicklung von Wasserstoff durch Gärung ist meines Wissens auf der Erdoberfläche bisher nicht beachtet worden. Es sind jedoch Anzeichen vorhanden, die einen solchen Vorgang als einen erscheinen lassen, der nicht von selber stattfindet. Schliesst man Wiesenheu mit Wasser und etwas Luft in eine Flasche ein, deren Hals in eine unter Quecksilber tauchende Röhre sich fortsetzt, so beginnt sehr bald eine starke Entwicklung von Gas von der Zusammen-

Kohlensäure	51,15 %
Wasserstoff	44,58 „
Methan	0,09 „
Stickstoff	4,18 „
	100,00 %

Aus dem Inhalt lassen sich dann durch Destillation bedeutende Mengen von flüchtigen Säuren, die grösstenteils aus Essigsäure bestehen, gewinnen; die ersten Destillate ergeben auch sehr deutliche Alkohol- und Aldehydreaktion. Man sollte nun glauben, die Bedingungen für die beschriebene Gärung müssten auf der Erdoberfläche, wo getrocknete Pflanzenteile mit Wasser bei geringem Luftzutritt häufig zusammentreffen, nicht selten zu finden sein. Sollten vielleicht die im Moor- und Torfwasser gefundenen flüchtigen niedern Fettsäuren auf diese Quelle sich zurückführen lassen? Ich hoffe, noch den Beweis zu erbringen, dass bei der beschriebenen Heugärung Zellulose die Substanz ist, welche in die aufgeführten Produkte zerfällt.“

Nach OMELIANSKI ist die Zellulose mindestens zwei Arten von Gärung unterworfen. Jede dieser Gärungen ist ein selbständiger Prozess, der unter dem Einfluss eines spezifischen Mikroben vonstatten geht. Die Mikroben beider Gärungen stehen einander morphologisch sehr nahe, ebensowohl sind die physiologischen Eigenschaften dieser Mikroben sehr ähnliche. Das einzige Merkmal, welches gestattet, sie leicht voneinander zu unterscheiden, ist nach OMELIANSKI die Wasserstoffentwicklung im einen, die Sumpfgasentwicklung im andern Falle“ (97, 1068, 732).

Man wird einwenden können, dass die eben besprochenen Gärungsversuche,

die einen Zerfall in organische Säure, Kohlendioxyd und Methan ohne Anhäufung kohlenstoffreicher Gebilde lehren, — abgesehen von mit den in Mooren nicht ganz übereinstimmenden Bedingungen, — nicht massgebend sein könnten für den Verrotungsprozess. Es ist aber zu beachten, dass das Pflanzenmaterial der Steinkohlenformation nur zu einem Teil aus Zellulose bestand und sicher auch noch andere Stoffe, wie Harz, Gummi, Fette, Proteine usw. enthielt, auf welche dann die in so reichlicher Menge entstandenen Säuren sehr wohl eine neue Reaktion hervorrufen konnten, welche die Bildung kohligter Rückstände zur Folge hatten. Allerdings ist zu beachten, dass auch stickstoffhaltige Körper, wie Eiweiss, Leim, Wolle, Peptone unter Umständen Methan produzieren (98, 1034). Auch TAPPEINER hat dies früher schon behauptet von Peptonen und Leim: „Es genügen kleine Quantitäten von eiweissartigen Körpern, um eine wochenlange Gasentwicklung zu unterhalten. Solche Mengen von Proteinsubstanzen sind sicherlich auch in den Pflanzenresten oder den Leichen der Wassertiere, welche die organische Masse des Schlammes bilden, enthalten.“ Er meint sogar, dass das Verhältnis, in dem bei der Eiweissgärung Kohlensäure und Sumpfgas zu einander stehen, der Zusammensetzung der vom Schlamm entwickelten Gase weit mehr entspreche, als das bei den jetzt bekannten Zellulosegärungen der Fall sei (137).

Sei dem wie ihm wolle. Es ist auch hier dafür gesorgt, dass die Umwandlung der Zellulose in gasförmige Produkte nicht gar zu quantitativ vor sich gehe, denn, wie beim Heu, so ist auch hier

3. das Sterben der Bakterien ein Faktor, der dem Umwandlungsprozess der Pflanzen in Kohlen ein vorzeitiges Ende setzt und wir werden sehen, dass, während dort durch höhere Temperatur eine sterilisierende Wirkung eintrat, hier durch die von den Bakterien produzierten Huminsäuren eine Desinfektion eintritt. Während man nach RÉNAULT erwarten müsste, überall in den vermodernden Pflanzenmassen einem üppigen Wachstum der Bakterien zu begegnen — wie er es in den Stein- und Braunkohlen gefunden haben will — so zeigt die Beobachtung, dass im Gegenteil die lebenden Bakterien schon im Moor ausserordentlich zurücktreten, im fertigen Torf aber nur noch äusserst spärlich vorhanden sind. Es hat SALSTRÖM z. B. festgestellt (13, 17), dass das Leben der Mikroorganismen in den Mooren wesentlich an die obere, 15—20 cm mächtige Bodenschicht gebunden ist und schon in 50 cm Tiefe alle Proben steril waren. Auch Forscher wie RAMANN und RÉMÉLE (110), die Moore auf Bakterien untersucht haben, geben zu, dass es nicht wahrscheinlich sei, in tiefen Schichten verwachsener Moore „niedere Organismen in nennenswerter Menge“ anzutreffen. Es lässt sich ferner zeigen, dass saure Hochmoorböden recht ungeeignete Nährböden für Bakterien sind (35). Die antiseptischen Eigenschaften des Torfwassers weisen hin auf die Anwesenheit antiseptisch wirkender Humussäure, die ein Hindernis bildet für die Zersetzung der Pflanzenmassen und es erklären lässt, warum Leichen

Jahrzehnte lang sich frisch erhalten lassen. Diesbezügliches, sehr reiches Tatsachenmaterial findet sich zusammengestellt bei FRÜH und SCHRÖTER (51, 126 ff.). Bekannt ist auch das starke Desinfektionsvermögen von Torfmull und Torfwatte, welche beispielsweise Cholera-bazillen zu töten vermögen. Diese Beobachtungen machen es wahrscheinlich, dass in den ersten Stadien der Kohlenbildung die Humussäure eine ähnliche antiseptische Wirkung auf die Bakterien ausübt, wie es bei den Heustöcken durch sterilisierende Wirkung einer höheren Temperatur geschieht.

Die vermeintliche Abgeklärtheit dieses Problems erleidet aber durch neue Untersuchungen, die aus Amerika kommen, einen Stoss. WHITE und THIESSEN (1913) wollen nämlich gefunden haben, dass amerikanische Torflager selbst in 9 m Tiefe noch anaerobe Bakterien enthalten (145). Da eine Schicht von 9 m Torf eine sehr lange Zeit zu ihrer Ablagerung nötig hat, so zieht WHITE daraus den Schluss, dass auch die zersetzende Tätigkeit der Bakterien oft eine sehr lange Zeit hindurch in Torflagern angedauert haben muss. Wir wissen nicht, um was für Bakterien es sich handelt, die hier der Antisepsis zu widerstehen vermögen. Da Bakterien auf abgelagerte Pflanzensubstanz reduzierend wirken, so ist es möglich, dass eine ganz besonders starke Reduktionskraft ihnen eigen ist, die sie zu solchem Widerstand befähigt. Denn in solchen Tiefen finden sie den Sauerstoff, welchen sie zum Leben nötig haben, nur chemisch gebunden in der organischen Substanz der Pflanzen vor. Um diesen Sauerstoff zu erlangen, müssen die Bakterien diese organischen Substanzen der Pflanzen zersetzen, zuerst die leicht, später aber auch die schwerer zersetzbaren Teile, sodass bei ungehemmtem Fortschritt nur noch ganz schwer zersetzbar und die unzersetzbaren Teile übrig bleiben (135, 686).

Die Möglichkeit bakteriellen Lebens in solchen Tiefen könnte aber noch anders erklärt werden, als durch solche Anpassung. Man macht nämlich bei Laboratoriumsversuchen immer die Beobachtung, worauf schon OMELIANSKI (13, 17) hingewiesen hat, dass die Methan-gärung der Zellulose durch die dabei gebildeten Zersetzungsprodukte sehr bald zum Stillstand kommt, andererseits aber, wenn man ihren Fortgang durch Entfernung resp. Neutralisation der gebildeten Säure mittelst Kreidezusatz ermöglicht, zum völligen Verschwinden der Zellulose führt. In dieser Hinsicht mag auch eine Beobachtung TAPPEINERS von Interesse sein, die zeigt, dass auch die Natur die gleichen Mittel der Neutralisation anwendet, um diese Zerstörung der Zellulose nicht allzurasch zu unterbrechen. Er sagt: „Nach Schluss der

Gärung findet man die Reaktion regelmässig sauer. Zur Untersuchung der nicht gasförmigen Gärungsprodukte wurde die Flüssigkeit nach der Filtration mit H_2SO_4 angesäuert, destilliert. Es entstehen grosse Mengen flüchtiger Säure und noch weit mehr als aus der Stärke der Reaktion am Ende der Gärung zu erwarten ist, ein Beweis, dass während der Gärung auch basische Produkte (wahrscheinlich Ammoniak!) aus den Extrakten gebildet werden, welche die sauren Gärungsprodukte zum Teil neutralisieren!“

Ob nicht auch in den amerikanischen Lagern die Möglichkeit einer natürlichen Neutralisation vorlag, die durch eine besondere Zusammensetzung der Vegetation — vielleicht durch hohen Gehalt an stickstoffreichem, leicht zu basischen Produkten führenden Pflanzenmaterialien — bedingt sein könnte?

4. Es ist ohne weiteres klar, dass Bakterien im Heu nicht mehr werden leben können, wenn alle Feuchtigkeit verloren geht. Von dieser Voraussetzung ging J. F. HOFFMANN (1902) aus, um zu beweisen, dass Steinkohle nicht durch eine „Steinkohlegärung“ entstanden sein kann. Er sagt: „Die Steinkohlen haben einen so geringen Wassergehalt (meist nicht wesentlich über 5%, wenn nicht gerade durch Spalten in den Lagern Wasser hinzugetreten ist), dass jede Mikrobentätigkeit als ausgeschlossen zu betrachten ist“ (62, 825).

5. In Übereinstimmung mit den Beobachtungen von BOEKHOUT und DE VRIES beim Heu stehen Beobachtungen von J. J. FRÜH in Zürich über die Veränderungen des Zellinhalts bei den Naturkohlen. Bemerkungen solcher Art sind in der Literatur ausserordentlich spärlich. FRÜH beobachtete indes schon 1883, dass bei der Torfbildung die weichen und proteinreichen Substanzen der Pflanzen zuerst verrotten, also zuerst der Zellinhalt und erst nachher die Zellwand. Er fand, dass in gewissen Fällen, in denen die Zellinhalte „ulmifiziert“ waren, die Behandlung mit Zinkchlorjodid deutlich ergab, dass die Membran noch aus unveränderter Zellulose bestand, während der Zellinhalt bereits total ulmifiziert war, indem nämlich „die Ulminmasse sich fast messinggelb färbte und oft recht deutlich von einer violetten Haut eingeschlossen wurde“ (144, 29 und 50, 27).

Alles in allem werden wir annehmen dürfen, dass auch bei der Kohlenbildung, wie beim Heustock, nur der erste Anstoss zur Umwandlung (etwa bis zum Torfstadium) durch die Bakterien gegeben wird, dann aber diese in dem mehr oder weniger aseptisch gewordenen Medium als rein physikalisch-chemischer Prozess fortschreitet.

II.

Die Kohlenbildung als Huminifikationsprozess.

Wenn aber den Bakterien im Kohlenwerdungsprozess keine prinzipielle Bedeutung zukommt, welche chemischen Prozesse sind es dann, welche zur ersten Wärmeentwicklung Anlass geben? Weiss man überhaupt etwas davon?

1883 schrieb J. FRÜH in seiner Dissertation (50, 38) folgendes: „So wenig man zur Zeit im Stande ist, exakt die stufenweise Zersetzung der Pflanzenstoffe bei der Vertorfung zu verfolgen und zu erklären, so wenig vermag man genau anzugeben, wodurch der Vertorfungsprozess überhaupt eingeleitet wird. Dazu wären eingehende chemische und physikalische Untersuchungen des Torfwassers, der aus Torf gepressten Flüssigkeiten, der ausströmenden Gase usw. notwendig und vor allem eine bessere Kenntnis von dem gegenseitigen Verhalten der einzelnen Pflanzenstoffe, welche die Phytochemie in den letzten Dezennien entdeckt hat, von dem Einfluss der Mineralstoffe in den lebenden Pflanzen, d. h. es sind eine so grosse Zahl von Fragen zu beantworten, dass die Zeit wohl noch fern liegt, in welcher wir hierüber Aufklärung erhalten werden, insbesondere deshalb, weil die Torfbildung sich noch nie der Aufmerksamkeit jener Forscher zu erfreuen hatte, welche mit den nötigen wissenschaftlichen Hilfsmitteln ausgestattet sind.“ Es gibt vielleicht noch andere, als die von FRÜH genannten direkten Wege, um auf diesem Gebiete der Forschung vorwärts zu kommen. Wir denken an die indirekten, hier vor allem an den Umweg über das Heu. Wenn H. MIEHE die Bedingungen, unter denen Selbsterhitzung zustande kommt, kurz dahin präzisiert hat, dass Grösse der Haufen und der Wassergehalt des Heues dafür ausschlaggebend sind, so müssen wir erkennen, dass für die Bildung von Kohlenflözen diese Bedingungen von vornherein auch im anaeroben Stadium in vollem Masse gegeben waren und somit nicht nur an die Möglichkeit einer Üppigkeit bakteriellen Lebens und Gedeihens gedacht werden kann, sondern vielleicht noch mehr an eine Übereinstimmung der dieser ersten Periode nachfolgenden Erscheinungen chemisch-physikalischer Natur. Davon soll nun hier die Rede sein:

A. Die einleitenden Vorgänge.

Für das Heu hat G. LAUPPER eine Antwort zu geben versucht. Ein Teil des Geheimnisses liegt offenbar in der

1. Schichtenbildung: einem Faktor, dessen Bedeutung auch für die Selbsterhitzung des Heus früher nie genügend gewürdigt worden

ist. Gleich wie beim Fallen des Schnees die einzelnen Flocken trotz wirren Durcheinanders zu einer vollkommen glatten Decke sich lagern, so ordnen sich beim Anhäufen von Pflanzenmassen die einzelnen Teile in Lagen zu gleichmässigen Schichten an. Diese Schichtung kann durch Anschroten eines beliebigen Grashaufens oder Heufuders zu jeder Zeit sichtbar gemacht werden. Die einzelnen Halme liegen neben- und übereinander schön geordnet, wie die Blätter in einem Herbarium. Dieselbe Erscheinung findet sich wieder beim Ausstechen eines Waldbodens, eines Torfmoors, eines verkohlten Heuhaufens oder eines beliebigen Braun- oder Steinkohlenlagers. Es genügt hier, an die Blättrigkeit mancher Steinkohlen zu erinnern, um jeden Zweifel an den Zusammenhang dieser Eigenschaft mit der Schichtung ihrer ursprünglichen Bestandteile zu beseitigen. Die Bedeutung dieser Schichtenbildung liegt nun darin, dass sie die Vorbedingung ist zur Möglichkeit der Wärmekammern im Innern des Pflanzenhaufens, Bildungen, die es ermöglichen, dass von der durch exotherme Prozesse chemischer Art gebildeten Wärme mehr aufgespeichert wird, als abzufließen imstande ist (73, 3 und 57, 10).

Ein anderer Teil des Geheimnisses liegt dann weiter im Austritt von Wasser aus den Pflanzenzellen, wie man diesen früher hauptsächlich durch den Atmungsvorgang bedingt glaubte.

2. Der Atmungsprozess: Seit GÖPPERT (1832) wissen wir (74), dass in einem Haufen Gras die lebenden Pflanzenzellen CO_2 und H_2O ausatmen und deutlich nachweisbare Wärme entwickeln. In ähnlicher Weise nahm man auch vom Futterstock an, dass ausser Mikroorganismen noch lebende Pflanzenzellen vorhanden seien, die an diesem Prozess beteiligt sind. Das bekannte „Schwitzen des Heues“ wies auf eine so energische Atmungstätigkeit hin, dass man auf Schwierigkeiten der Erklärung stiess, als man die Rolle der Bakterien als überwertet erkannte. Denn damit wird ja die Hauptquelle für die Feuchtigkeit im Heustock ausgeschaltet. Das hat nun R. BURRI in Bern (1919) zu einer sehr originellen Erklärung veranlasst (11). Er nimmt an, dass der auf Grund der Atmung sich abspielende Wärmebildungsprozess nicht schon bei 45° oder 50° , sondern erst bei 60° oder darüber zum Stillstand kommt. Er macht also für die Selbsterwärmung des Heus einen über die Todesgrenze der lebenden Pflanzenzellen hinausgehenden Atmungsprozess verantwortlich. Denn, wie es Pflanzensamen gebe (die bekanntlich auch atmen), die man bis auf 100° und darüber erhitzen könne, ohne dass ihre Keimfähig-

keit verloren gehe, so könne es auch möglich sein, dass beim Heu der Wassergehalt des getrockneten Materials für die Atmungstätigkeit einen Schutz bilde gegen die schädigende Wirkung der hohen Wärme. Warum also nicht auch bei den Pflanzenhaufen, die heute unsere Kohlenlager bilden?

Wir sind der Ansicht, dass schon das „Schwitzen des Heues“, (das mit der Zeit in „Dämpfen“ übergeht), auf eine chemische Zersetzung im Innern der Pflanzenzelle hinweist und seine Ursache in einer immer beschleunigteren Zersetzung hauptsächlich der zuckerartigen Kohlenhydrate unter Abspaltung von H_2O und CO_2 findet. Wir wissen, dass bei ungenügend getrocknetem Heu die chemische Zersetzung leichter entsteht als in „dürrem“ Heu. Welches Heu muss man aber als „dürr“ bezeichnen? Die Relativität dieses Begriffes kommt darin zum Ausdruck, dass die bei Feuchtigkeitsbestimmungen üblichen analytischen Methoden Werte bis zu 30% H_2O ergeben können. Es ist wohl kaum möglich, Heu derart zu trocknen, dass keine Zersetzung stattfindet. Das liegt daran, dass in den Halmen Pflanzenstoffe von grosser Wärmeempfindlichkeit vorhanden sind, die Feuchtigkeit vorzutäuschen vermögen, wo in Wirklichkeit schon Zersetzungswasser aufgetreten ist. Mageres, wirklich dürres Heu ist so gut wie Stroh und fast wertlos. Wertvolles fettes Futter aber ist reich an Nährstoffen, die sich leicht zersetzen und dabei Feuchtigkeit abgeben. Solches Futter, sagt man, sei schwer zu trocknen. Wir unterscheiden also zwischen Feuchtigkeitswasser und Zersetzungswasser. Wo liegt aber die Grenze? — —

3. Synaeresis in Pflanzenhaufen: Eine andere Art des Schwitzens ist in G. LAUPPERS letzter grösserer Arbeit zum ersten Male kurz charakterisiert und als synaeretischer Vorgang gedeutet worden. Unter Synaeresis versteht man, ganz allgemein gesprochen, eine Abscheidung von wässriger Flüssigkeit aus einem kolloidalen Körper. Trocknet diese Flüssigkeit aus, so erscheint die Abscheidung in Form einer „Ausblühung“. In ihrem Wesen ist die Erscheinung noch nicht aufgeklärt und es sei daher an einigen Beispielen gezeigt, was wir uns darunter vorzustellen haben. Lässt man Kleister ruhig stehen und alt werden, so bedeckt sich derselbe mit einer wässrigen Flüssigkeit. Alte Seife von geringer Qualität zeigt auf ihrer Oberfläche Ausscheidungen von weissem Pulver. Zelluloid, das mit irgend einem Zusatz unbrennbar zu machen versucht wurde, zeigt im Alter die gleiche Erscheinung. Käse, der am Austrocknen ist, fängt auf einmal wieder an zu „schwitzen“. Brot, das innen auszutrocknen

beginnt, bekommt oft plötzlich eine weiche Rinde. Holzzemente scheiden gerne stark $Mg Cl_2$ -haltige Flüssigkeit aus, die Linoleumüberzüge zu zerstören pflegt, usw. usw. In vielen Fällen handelt es sich um alltägliche Erscheinungen, die jedermann beobachten kann. Das Wesen dieser Erscheinungen ist aber bis heute verkannt worden, weil man genannte Übelstände als Qualitäts-, Fabrikations- oder Aufbewahrungsfehler auszulegen pflegt. Manchmal ist auch vermeintlich die „feuchte Luft“ daran schuld. Aber das sind Irrtümer, die das Problem der Synaeresis nicht weiter bringen. Vor allem ist hier zu bedenken, dass jede Sekretion aus einem Kolloidgemisch erfolgt und dass jedes Sekretions- und Extraktionsprodukt nicht nur Wasser, sondern ebenfalls Kolloide und Salze enthält von der Art, die auch in dem betreffenden sezernierenden Substrat enthalten sind. Solche Sekretionserscheinungen sind nun für die Kolloidkörper so charakteristisch, dass es wirklich zu verwundern wäre, wenn diese sich nicht auch in irgend einer Form beim Heu oder bei jedem andern aufgestapelten Pflanzenmaterial zeigen würden. Wenn wir es nun beim Heu mit einer Synaeresis zu tun haben, wie solche Sekretionen von OSTWALD (99, 140) bezeichnet worden sind, so muss auch hier die ausgeschiedene Flüssigkeit nicht nur aus reinem Wasser bestehen, sondern eine Kolloidlösung sein von Substanzen, wie sie eben auch im Innern der Heuhalme vorhanden sind. Es ist zu beachten, dass die Verhältnisse, in denen sie in den Kolloidlösungen vorkommen, keineswegs identisch zu sein brauchen mit den Konzentrationen im ausgeschiedenen Gel, und ebenso variiert sowohl Menge als auch Zusammensetzung der ausgeschiedenen Flüssigkeit je nach der Art der Gallerte nach Art und Menge der in ihr enthaltenen Stoffe. Als den allerwichtigsten Punkt haben wir nach Wo. OSTWALD ins Auge zu fassen, dass eine solche synaeretische Flüssigkeitsausscheidung nicht entscheidend bestimmt wird durch die osmotischen und hydrolytischen Druckverhältnisse, sondern durch im Innern der Gallerte gelegene Kräfte, der Kräfte nämlich, welche die „inneren Zustandsänderungen“ hervorrufen.

Es erscheint uns nun ausserordentlich interessant, dass auch MIEHE, wie wir sehen werden, für seine Mikroorganismen eine solche Sekretion benötigt hat. Wir wissen nicht, ob er eine solche tatsächlich beobachtet hat oder ob sie ihm nur als eine logische Notwendigkeit erschienen ist. Fragen wir uns einmal: Woher beziehen denn die an trockenen Heuhalmern lebenden Bakterienarten ihre Nahrung? Etwa nur aus den Wunden und Rissen und Verletzungen, welche die Pflanzen beim Abmähen erlitten haben? Dann müssten sich die Bakterien an den untersten Enden der Halme in Kolonien

ansiedeln, was aber noch niemand beobachtet zu haben scheint. Die Mikroorganismen finden sich zwischen den Heuschichten, den Halmen entlang, also auf dem Hautpanzer der Halme. Grundbedingung für bakterielles Leben ist bekanntlich beim Heu ein bestimmter Feuchtigkeitsgehalt. Genügt ihnen reines Wasser als Nahrung? Doch wohl kaum, denn aus den Elementen des Wassers, H und O vermögen sie sicherlich keine CO_2 reiche Atmungsluft zu produzieren, ohne in aller kürzester Zeit selbst konsumiert zu werden. Woher denn aber die organischen Nahrungsstoffe? MIEHE gibt in einem ganz unscheinbaren Nebensatz auch darauf eine deutliche Antwort. Er schreibt an einer Stelle (89, 116): „Der *Bac. calfactor* vermehrt sich rasch zumal ihm jetzt in dem austretenden Saft der sterbenden Pflanze vorzügliche Nahrung zu Gebote steht.“ Es ist für MIEHE selbstverständlich, dass seine Bakterien nicht gedeihen können, wenn nicht zuvor Nahrung für sie vorhanden ist. Für seine Mikroorganismen sind die Nahrungsstoffe im Innern der Heuhalme eingeschlossen, also nicht zugänglich. Mit dem Absterben der Pflanzenzellen hält MIEHE den Moment für die Absonderung von solchen Nahrungsstoffen für gekommen und so setzt er im Grunde nichts anderes voraus, als einen synaeretischen Vorgang, bei welchem nicht reines Wasser, sondern eine nährsalzhaltige Flüssigkeit sekretiert wird.

Der gleichen Schwierigkeiten scheint sich RÉNAULT bewusst geworden zu sein, als er für seine „in unglaublicher Zahl in den Kohlen lebenden Bakterien“ für Nahrung zu sorgen hatte. Auch er scheint einer direkten Auflösbarkeit der Zellwandsubstanz durch die Mikroben aus dem Wege gegangen zu sein, da er sonst nicht von einer «*macération*» gesprochen hätte, die unter dem Einfluss der in den Pflanzen enthaltenen Fermente (Diastasen) sowie anderen von Mikroben gelieferten Fermenten vor sich geht und durch welche die vegetabilische Substanz den Bakterien mundgerecht und für die völlige Aufschliessung vorbereitet wird. Denn an Stellen, wo die Bakterien im Innern der Holzelemente im Torf auftreten, war stets eine Art Gallerte vorhanden. LEMIÈRE vermutet, dass die Diastasen der Pflanzen oder Mikroben die Kohlenhydrate zunächst in eine huminartige Gallerte verwandelten, auf welcher die Mikroben wucherten und dass diese Gallerte durch den Druck der überlagernden Torfmassen nach Zerstörung der Zellwände zwischen die noch unzerstörten Pflanzenreste ausgepresst und so der Torf zu einer kompakten Torfmasse verkittet wurde (134, 49).

Was für Vorgänge die Synaeresis auslösen, ist unbekannt. Vielleicht kommen hier Oxydasen in Betracht oder die Wirkungen von Ammoniak.

4. Oxydasenwirkung:

Bei seinen Versuchen, die Oxydasen für sich aus dem Pflanzensaft zu gewinnen, ist LAUPPER auf eine Beobachtung gestossen, die durch ein einfaches Experiment jedermann veranschaulicht werden kann. Wird nämlich wässriger Heufladenextrakt kalt filtriert, so sieht das Papierfilter nach dem Trocknen an den Faltstellen, an den Filter- und Flüssigkeitsrändern aus, wie wenn dort eine Verkohlung stattgefunden hätte. Benetzt man Gras, das zuvor gequetscht worden ist, mit etwas Wasser und wickelt das Ganze gut in Filterpapier ein, so ist schon nach zwei Stunden eine beträchtliche Bräunung des Filters zu konstatieren. LAUPPER führt diese Erscheinung auf die Oxydasen zurück und es scheint, dass diese durch Zufuhr von Feuchtigkeit, gleich welcher Art, zu thermischen Leistungen angeregt zu werden vermögen (74, 47).

5. Wirkung des Ammoniaks:

Schon lange ist bekannt, dass frisch gemähtes Gras, fest zusammengedrückt, warm wird und NH_3 abgibt (74, 41). Zerquetscht man Gras und erhitzt es auf $40-50^\circ$, so tritt bald Ammoniak auf. Das gleiche Resultat gibt Heu, das mit etwas Wasser verrührt und verrieben auf 50° erwärmt wird. Die Ammoniakentwicklung ist hier ein chemischer Prozess und auf Wärmewirkung zurückzuführen, weil eine Vermehrung von Mikroorganismen während der kurzen Dauer des Versuchs fast ausgeschlossen ist. Dieses NH_3 übt nun seinerseits wieder auf die im Heu vorhandenen Kohlenhydrate (speziell die zuckerartigen) eine rasch verkohlende Wirkung aus. LAUPPER hat beobachtet, dass Ammoniumnitrat und Ammoniak den Verkohlungs- punkt der zuckerartigen Substanzen beträchtlich heruntersetzen. „Während z. B. Traubenzucker allein bei $85-95^\circ$ zu einer farblosen, sirupartigen Flüssigkeit zusammenschmilzt, geschieht das bei dem im gleichen Trockenschrank hängenden Zucker, der mit einer Spur von Ammoniumnitrat versetzt wurde, schon bei 70° unter Braunfärbung (Karamelbildung). Das gleiche tun auch Pflanzensäuren“ (74, 17).

Nachträglich fanden wir in der französischen Literatur Arbeiten, die sich eingehendst mit dem Chemismus dieser Reaktion beschäftigen und in denen auch die Bedeutung für die Theorie der Kohlenbildung nicht übersehen wurde. L. C. MAILLARD in Paris hat 1913 der Einwirkung der Aminosäuren auf Zucker eine Studie von über 400 Seiten gewidmet (81). Schon THENARD (138) hatte 1861 entdeckt, dass Ammoniak mit Leichtigkeit auf Zucker einwirkt und zwar unter Bildung von N-haltigen schwarzen Substanzen, welche mit den Haupt-

bestandteilen des Humus eine auffallende Verwandtschaft zeigten. MAILLARD selbst abstrahierte von einer Untersuchung über die erwähnte Wirkung des Ammoniaks auf Zucker, da er entdeckt hatte, dass die Aminosäuren (als Vertreter der Eiweisstoffe im pflanzlichen Organismus) mit der gleichen Leichtigkeit auf die Zucker einwirken. Sein Studiengebiet beschränkte er auf die Aminosäuren. «Lorsqu'on a comme moi vu les sucres dans les conditions où à l'état pur ils restent indéfiniment inaltérés, fournir en quelques instants lorsqu'on y ajoute un peu d'un aminoacide, des matières brunes du groupe humique, il n'est plus possible d'admettre que le rôle des corps azotés soit aussi insignifiant et aussi „maldéfiné“ qu'on l'écrit encore à l'heure actuelle.» Die Aminosäuren wirken so leicht auf Zucker ein, dass weder hohe Temperatur noch Sauerstoff nötig ist. Die Reaktion vollzieht sich ebenso normal in einer Atmosphäre von reinem Stickstoff, wie von reinem Wasserstoff oder bei Abwesenheit von jeder Atmosphäre. Andererseits werden selbst bei Gegenwart von reinem Sauerstoff nur ganz kleine Mengen dieses Gases absorbiert und trotzdem reichlich Kohlensäure produziert. Die Oxydation interveniert in keiner Weise in der Produktion von CO_2 und von Huminstoffen. Andererseits spielt sich die Reaktion ab bei Temperaturen von weit unter 100° . Sonnenwärme genügt schon, um sie auszulösen. Sie geht sogar bei 0° noch weiter, besonders wenn man für etwas Wasser sorgt, obwohl die Dehydratation bei diesem Prozess eine Rolle spielt (80, 1555). MAILLARD genügt diese Reaktion an sich schon, um die Bildung von Naturkohle aus natürlichem Humus zu erklären, und da er diesen Vorgängen eine mehr als nur einleitende Bedeutung beimisst, so werden wir ihnen an anderer Stelle wieder begegnen (Seite 292--295).

B. Die eigentliche Huminifikation.

Seit Bekanntwerden der neuesten Ergebnisse des 1914 in Mülheim/Ruhr eröffneten „Kaiser Wilhelm-Institut für Kohlenforschung“ sind wir imstande, uns über diesen ersten Teil des Verkohlungsprozesses klarere Vorstellungen zu machen, als bisher. Wir beziehen uns auf eine kleine Schrift „Entstehung und chemische Struktur der Kohle“ (1921) von FRANZ FISCHER und HANS SCHRADER (46), aus der wir raumeshalber nur die fertigen Resultate ohne die dort angedeuteten Beweisgründe herbeiziehen können. Da wir aus diesen Untersuchungen auch für das Problem der Kohlenbildung in Heu- und Emdstöcken uns einen Nutzen versprechen, so mag hier einmal der Versuch gemacht werden, den Stoff so zu ordnen, dass die Bedeutung

der einzelnen Pflanzenbestandteile für den Inkohlungsprozess daraus möglichst klar ersichtlich wird.

Das Wesentlichste der Untersuchungen FRANZ FISCHERS ist es, dass er in hohem Grade wahrscheinlich gemacht hat, dass nicht, wie man bisher dachte, die Zellulose, sondern das Lignin in der Hauptsache die Muttersubstanz der Kohle ist. Dass das Lignin in seiner Bedeutung für den Kohlungsprozess übersehen werden konnte, rührt nach FISCHER daher, dass die Zellulose den weitaus überwiegenden Bestandteil der Pflanzen ausmacht und die Annahme, dass Kohle „veränderte Zellulose“ sei, für den Chemiker etwas so naheliegenderes war, dass von keiner Seite ein Widerspruch dagegen erfolgte. Interessant ist es, dass 1879 schon der französische Forscher FRÉMY (48) der Lösung nahe war. „Wenn seine Anschauungen“, bemerkt FISCHER, „im Laufe der Zeit trotz ihrer Wichtigkeit wieder in Vergessenheit geraten sind, oder da, wo sie erwähnt sind, ihre verdiente Würdigung nicht gefunden haben, so liegt das vielleicht zum Teil an der Ungeklärtheit des ganzen Gebietes der Zellulose und des Lignins; zum Teil hat vielleicht auch diejenigen, welche sich für die Eigenschaften des Lignins interessierten, der Name Vasculose abgehalten, in den FRÉMYSchen Arbeiten nach dem Verhalten des Lignins zu suchen.“ Von seinem deutschen Nachfolger HOPPE-SEYLER sagen FISCHER-SCHRADER: „Hätte er die Arbeiten von FRÉMY über die Vasculose (49) gekannt, die wir allerdings auch erst nachträglich aufgefunden haben, dann hätte er schon vor 30 Jahren einen Teil von dem erklären können, um dessen Klarstellung wir uns, in der vorliegenden Schrift bemühen.“

1. Die zelluloseartigen Kohlenhydrate.

Von allen Pflanzenbestandteilen ist es die Zellulose ($C_6H_{10}O_5$)₂, welche dem Ansturm der auf sie einwirkenden Agenzien zuerst zum Opfer fällt. Von grosser Festigkeit in der Luft wird sie im feuchten Boden und im Wasser verhältnismässig schnell von Bakterien angegriffen und verbraucht, d. h. sie verschwindet und geht, wie wir es bereits gesehen haben, weitgehend in gasförmige Produkte über: CO_2 , CH_4 und H_2O . Die organischen Säuren werden vom Grundwasser fortgeführt, wirken auf das unter dem Torf oder der Kohle befindliche Gestein zersetzend ein und lösen aus ihm z. B. die rotfärbenden Eisenoxyde weg (Kaolinbildung, Bleichen des Rotliegenden). Die Zellulose, die in den Pflanzen der überwiegende Teil war, macht nun mit steigender Vertorfung immer mehr dem Lignin Platz.

2. Das Lignin.

Seine Konstitution ist noch ganz unbekannt. Auch eine bestimmte einheitliche Elementarzusammensetzung lässt sich nicht angeben, ob- schon das bis in die allerneueste Zeit hinein immer wieder versucht worden ist. So ist Lignin nach BAYER $C_{17,5}H_{24}O_{10}$ und nach SCHUPPE $C_{19}H_{22}O_9$, nach ERDMANN $C_{18}H_{26}O_{11}$, nach SCHULTZE $C_{38}H_{24}O_{20}$, nach KLASON $C_{40}H_{42}O_{11}$. Es darf H. WISLICENIUS (1920) als Verdienst angerechnet werden, wenn er als Kolloidchemiker das Problem von einer andern Seite aus anzufassen versucht (147). Als einziges, einiger- massen sicheres Charakteristikum für das Lignin gilt zur Zeit die Methoxylgruppe CH_3-O (47), welche quantitativ bestimmt werden kann, vermitteltst der Reaktion von ZEISEL, die in der Einwirkung von HJ vom spez. Gew. 1,7 besteht. MEYER beschreibt die quantitative Bestimmungsmethode in seinen „Konstitutionsvermittlungen“ (88). DONATH und DITZ (20) haben 1902 diese Reaktion vereinfacht, indem sie entdeckten, dass verd. HNO_3 (1:9) als Ersatzreagens für HJ gelten kann, mit welchem die zu untersuchenden Kohlen einfach er- hitzt werden. Dabei ergab sich, dass bei Braunkohlen die Säure sich stark rotbraun färbt, was auf Abfallprodukte des Lignins zurückzu- führen sei, während bei Steinkohlen die Flüssigkeit farblos bleibt. DONATH und BRÄUNLICH (1904) kamen zum Schluss, dass allem An- schein nach Steinkohlen im Gegensatz zu den Braunkohlen aus lignin- freiem Material entstanden sein müssen (21) und dass daher Braun- und Steinkohle chemisch als ganz verschiedene Körper zu betrachten seien, die keiner Umwandlung ineinander fähig sein können.

Schon RÉNAULT war zu ähnlichen Schlüssen gekommen, aber aus anderen Voraussetzungen heraus. Da er nämlich die Braunkohlen- bakterien als spezifisch verschieden von denen der Steinkohle betrach- tete, so schrieb er beiden Kohlenarten voneinander unabhängige Bil- dungsweise zu. Noch weiter ging LEMIERE (1900), der nicht nur den beiden genannten Brennstoffen, sondern auch dem Torf und dem An- thrazit eine selbständige, von den andern unabhängige Entstehung zuschrieb. Nach ihm „bleibt Torf ewig und immer Torf, Braunkohle wird nie den Zustand der Steinkohle erlangen, die letztere nie den des Anthrazits“ (13,18). DONATH schien mit seinen Ligninreaktionen neue Stützen für diese Anschauungen geschaffen zu haben (vgl. auch 19) und es gelang ihm, seine Ansichten auch mit Beobachtungen aus der Geologie zu belegen. So wies er z. B. auf die Kohlen der Brucher- werke in Böhmen hin, die von geologischer Seite als besonders be- zeichnender Fall für die Umwandelbarkeit von Braunkohle in Steinkohle angeführt zu werden pflegen, während diese Kohle positive Lignin-

reaktion gebe und daher als Braunkohle anzusprechen sei, obwohl sie der Kontaktmetamorphose unterlegen sei. Ganz gleich verhalte sich auch der bekannte Steinkohlenanthrazit auf dem Meissner usw. (20).

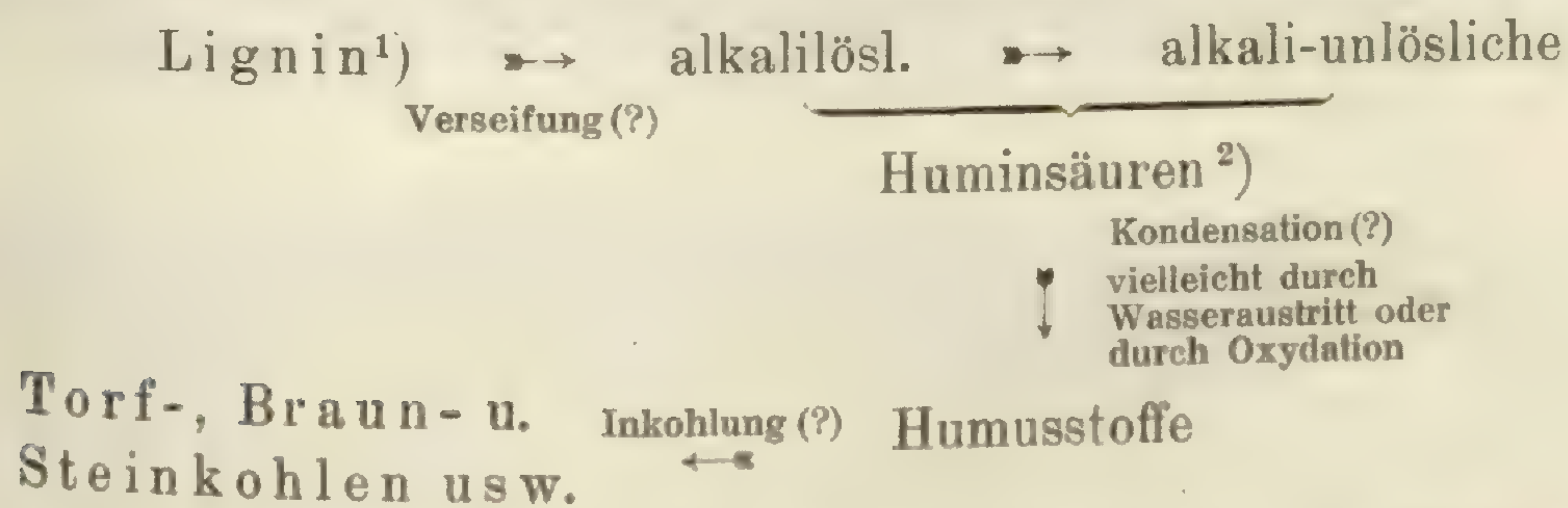
Aus dem Versagen der Ligninreaktion bei den Steinkohlen ist man zur Vermutung geführt worden, dass die Vegetation des Karbons mit ihren baumförmigen Kryptogamengewächsen noch nicht imstande gewesen sei, Holz zu produzieren und dass dieses also möglicherweise als eine spätere Entwicklungsstufe des ursprünglichen Pflanzenbaumaterials zu betrachten sei. Heute aber wissen wir, dass fossile Holzkohlen in vielen Kohlenflözen langanhaltende Lagen bilden. „In grosser Menge enthält sie zum Beispiel das Russkohlenflöz des Zwickauerreviers.“ Wenngleich nun über die näheren Umstände, die zur Entstehung fossiler Holzkohle geführt haben, noch immer ein ziemliches Dunkel herrscht, so ist doch, um mit POTONÉ zu sprechen, „nach Analogie das wahrscheinlichste, dass dieses Holz auch Lignin enthalten hat“, und dass dieses Lignin mit zunehmendem Alter der Kohle eben eine wesentliche Umänderung erleidet und scheinbar aus der Kohle verschwindet (108,99). Es sprechen noch andere Gründe dagegen. Wer sich über den Stand dieses Problems entscheidend orientieren will, findet erschöpfende Auskunft bei K. A. WEITHOFER (142). Er hat die Bedeutung von Reaktionen, wie sie DONATH angegeben, ins richtige Licht gesetzt und mit seiner Arbeit (1914), die noch wenig bekannt ist, uns der Pflicht enthoben, hier uns näher mit seinen Anschauungen abgeben zu müssen.

Verfolgen wir das Schicksal des Lignins in unseren rezenten Kohlen, so sehen wir, dass im Gegensatz zu Zellulose das Lignin durch Bakterien nicht zerstört wird. Es muss daher in der vertorfenen Masse das Lignin auf Kosten der verschwindenden Zellulose mit wachsendem Alter des Torfes entsprechend zunehmen. Das hat aber eine Grenze, weil auch das Lignin nicht unvergänglich ist. Es ist sogar in mancher Beziehung empfindlicher als Zellulose, wie aus der Tatsache hervorgeht, dass Zellulose (z. B. in Filtrierpapier) auch auf die Dauer weiss bleibt, während das Lignin (in Holzschliffpapier) vergilbt, möglicherweise infolge der Bildung von Huminsäure (soweit dieses Vergilben nicht durch Papierleim u. dgl. hervorgerufen ist). Kommen Bakterien beim Holzzerfall nicht in Frage, so scheint sich die Veränderung beim Lignin früher bemerkbar zu machen, als bei der Zellulose.

Aus dem Lignin bilden sich aber beim partiellen oder allgemeinen Tod der Pflanze Huminsäuren und Huminstoffe, eine Reihe von Stoffen, die, wenn auch nach der einen oder andern Richtung leicht Verbin-

dungen und Veränderungen eingehend, doch dabei eine so ausserordentliche Beständigkeit zeigen, dass man nach HOPPE-SEYLER (66,117) „ein Recht hat, sie unter den an der Erdoberfläche und im Boden und Schlamm obwaltenden Verhältnissen als unzerstörbar anzusehen. Sie sind den beständigsten Mineralien an die Seite zu stellen. Durch ihre Fähigkeit, in ihren Poren und in lockerer Verbindung eine recht bedeutende Menge Wasser aufzunehmen und nur langsam wieder abzugeben, mit Ammoniak und Alkalimetallen in Salzverbindungen einzutreten, die schon durch schwache Säuren, aber nicht durch Kohlensäure gelöst werden können, bieten sie in ihrer Substanz den Wurzeln der Pflanzen Magazine für ihre Nahrung und in ihrer weichen elastischen Krume Wege und Haftpunkte für ihr Wachstum und ihren Halt. Sie gewähren einer grossen Zahl der verschiedensten Tiere (auch vielfach Spaltpilzen, andern Pilzen, Algen) Wohnung und Substrat. Aber keine Pflanze und kein Tier ist imstande, sie zu verdauen und als Nahrung zu verwenden und kein Spaltpilz ruft in ihnen eine Zersetzung hervor. Fallen sie nicht schliesslich einem Brande oder einer von aussenher durch andere Stoffe veranlassten Oxydation anheim, so scheinen sie ewig im wesentlichen ungeändert zu bleiben.“

Diesen Übergang in huminartige Stoffe haben wir uns nach FISCHER und SCHRADER etwa folgendermassen vorzustellen:



So sehen wir denn die Huminstoffe in Torf und in den Braunkohlen Jahrtausende überdauern, ohne dass sie auf die anliegenden Gesteinsschichten die geringste Einwirkung ausüben. „Sie sind imstande, besonders in Verbindungen (Dopplerit) mit Ca, mit Fe und mit Mg. nicht allein in ihre Ablagerung hineingeratene Stücke von Holz und andere an sich weniger haltbare Stoffe, sondern auch die zartesten Zellmembrane vor der Zersetzung viele Jahrhunderte und Jahrtausende zu bewahren, indem sie, in ihren Poren und Fugen imprägniert, der Tätigkeit der Spaltpilze die Wege verlegen. Hierdurch wird es erklärlich, dass in den Resten der Pfahlbauten die Bestandteile des

¹⁾ Identisch mit FREMYS Vaskulose.

²⁾ „ „ „ Ulminsäure.

Holzes und selbst in der Braunkohle noch Zellulose in Holzstücken zu finden ist“ (66).

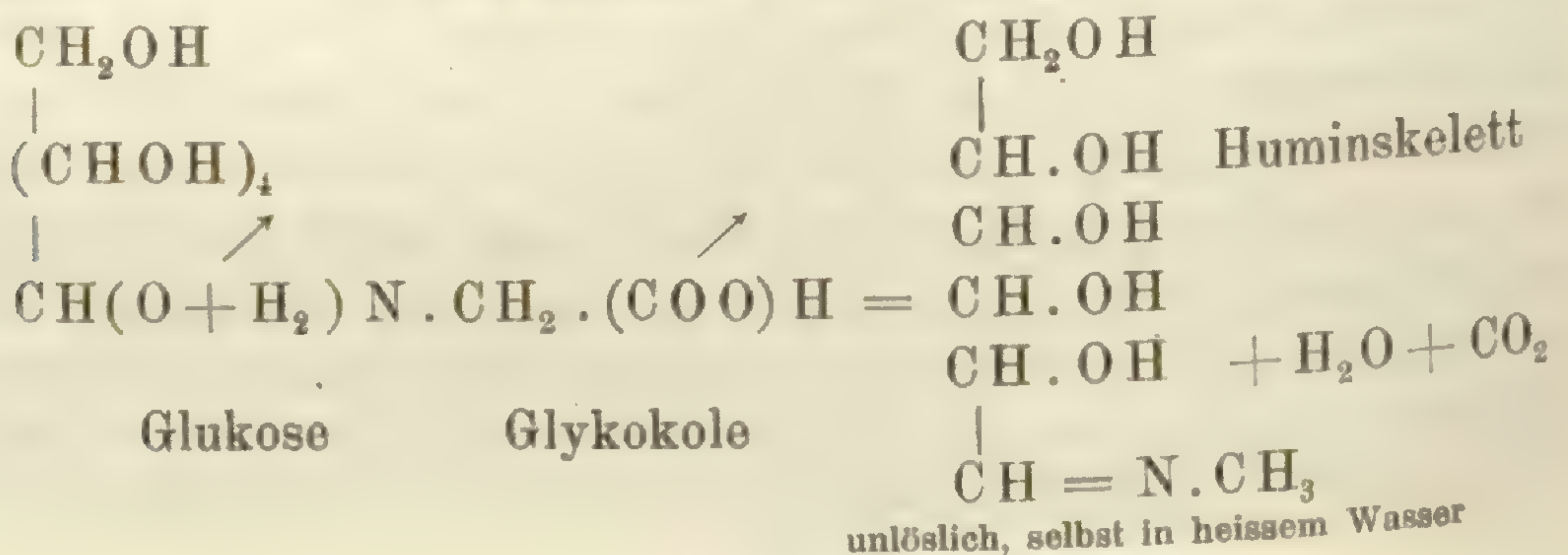
Dass aber Huminstoffe, welcher Zusammensetzung sie auch sein mögen, noch keine Steinkohlen sind, ist ohne weiteres klar. Um nur eines zu nennen: es fehlt ihnen ein wichtiges Element, der Stickstoff. BERTELSMANN, der dem Stickstoff der Steinkohle eine eigene Studie gewidmet (5), ist der Ansicht, dass man den Stickstoff, obschon die Steinkohle nur geringe Mengen davon enthält, doch nicht als einen zufälligen Bestandteil auffassen könne. Man müsse ihn im Gegenteil als zum Wesen der Kohle gehörig ansehen, da bis heute noch keine völlig N-freie Kohle bekannt sei. Der N-Gehalt steigt im allgemeinen mit dem Alter der Kohle und erreicht in den Backkohlen des Ruhrgebietes, Oberschlesiens und Englands das Maximum von 1,75—2%, selten darüber, um in den ältesten Kohlen, den Anthraziten, häufig bis auf wenige Zehntelprozente zurückzugehen. Wir haben gesehen, dass in den chemischen Vorgängen der Vertorfung der Stickstoff in den vom Lignin abgeleiteten Huminstoffen nicht zu seinem Recht gelangt. Um so bedeutungsvoller erscheinen uns die Studien, die uns der Franzose MAILLARD über die Huminsubstanzen geschenkt hat (80, 82, 83). Er hat sich die Aufgabe gestellt, der Bedeutung der so verkannten N-haltigen Körper gebührenden Nachdruck zu verschaffen. Charakteristisch für die Anschauung MAILLARDS ist, dass

3. Die zuckerartigen Kohlenhydrate

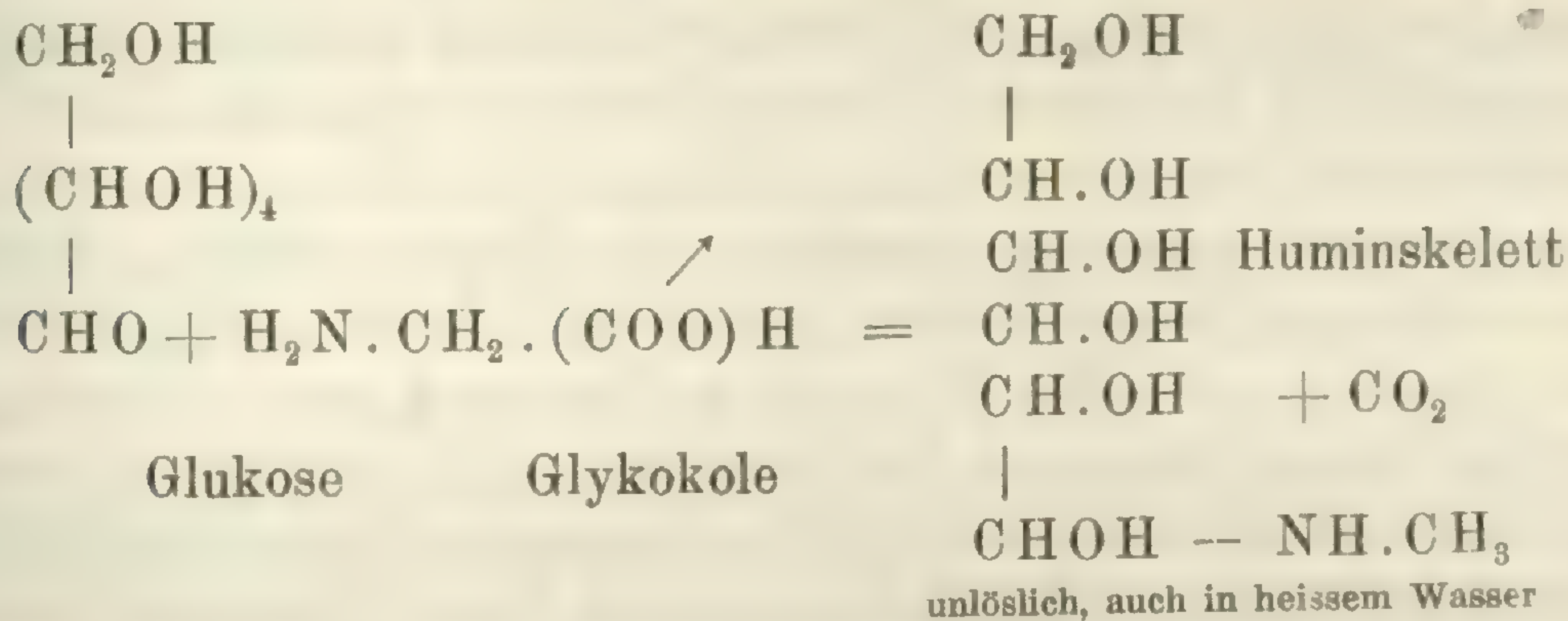
hier eine Hauptrolle spielen. MAILLARDS Auffassung hat den Vorzug, die natürlichen Humusstoffe des Acker- und Torfbodens in Beziehung bringen zu können zu den künstlichen, auch als Humusstoffe bezeichneten Gebilden, die beim Erhitzen von Zuckerarten in stark angesäuerter Lösung erhalten werden (83). MAILLARD (1916) hat der Synthese humusartiger Stoffe durch Einwirkung von Aminosäuren auf Zucker eine sehr gründliche Untersuchung gewidmet und dabei gefunden (82), dass zwei Möglichkeiten der Humus-, resp. Karamelbildung vorhanden sind,

entweder:

mit Austritt von Wasser



oder: ohne Austritt von Wasser:



Diese Gleichungen veranschaulichen nur den Grundmechanismus der Reaktion, also nur die Art und Weise, wie die Verkettung der beiden Substanzen vor sich geht. Nicht aber soll damit gesagt sein, dass die Endprodukte nun fest charakterisierte Verbindungen von obiger, überhaupt von bestimmter Zusammensetzung seien, im Gegenteil. Die von MAILLARD festgestellte Beobachtung, dass auf ein Mol. CO₂ (aus dem Karboxyl der Aminosäuren) nicht weniger als 12 Mol. Wasser (aus dem Glykosemolekül) heraustreten, kommt in den Gleichungen gar nicht zum Ausdruck, ebensowenig die Tatsache, dass auf 1 Atom Stickstoff 3 Mol. Hexosen kommen, die durch Dehydratation wahrscheinlich die Fähigkeit erlangen, sich aneinander zu ketten und sich mit den Trümmern des Aminorestes zu einem grossen Komplex zu vereinigen. Das Endprodukt stellt eine braune, amorphe, in Wasser und neutralen Lösungsmitteln unlösliche Masse dar, die nur in Alkalien teilweise löslich und daraus durch Säuren wieder fällbar ist, sehr leicht beim Erwärmen unter Entwicklung von reichlichen Pyridindämpfen zersetzt wird und ungefähr der folgenden Zusammensetzung entspricht:

- C = 58,85 %
- H = 4,92 „
- N = 4,35 „
- O = 31,88 „

In einer weiteren, sehr bemerkenswerten Studie beschäftigt sich MAILLARD damit, „die Identität der synthetischen Huminstoffe mit den natürlichen Humusstoffen auseinander zu setzen (83). Es folgen Betrachtungen „über die Beziehung der synthetischen Humusstoffe zu den karamelartigen braunen Stoffen der Nahrungsmittelindustrie.“ Wir wollen hier nur bemerken, dass LAUPPER bei seinen Destillationen von Heu mit Wasserdampf diesen braunen Lösungen mit Karamelgeruch kontinuierlich begegnet ist und es fragt sich daher, ob nicht vielleicht auch die karamelartigen Produkte, die FRANZ FISCHER aus der

Kohle erhalten hat, geeignet sind, einen gewissen Parallelismus bei Heukohle und Naturkohle in Erscheinung treten zu lassen. Von diesen karamelartigen Stoffen sagt FISCHER folgendes (38, 8-9): „Durch Verwendung von Ozon ist es mir gelungen, die Kohle so zu verändern, dass sie sich praktisch quantitativ im Wasser auflöst. Schlemmt man nämlich Kohle in Feinverteilung mit Wasser auf, und leitet Ozon ein, dann geht die Kohle mit tiefbrauner Farbe in Lösung. Die Lösung lässt sich dann von den Rückständen filtrieren und eindampfen und man gewinnt dann bis zu 92% der ursprünglichen Kohle in Form eines tiefbraunen, in Wasser und Alkohol leicht löslichen Gemenges von Verbindungen mit saurem Charakter und intensivem Geruch mit Karamel. Näheres über die Natur der Substanz weiss ich infolge der Beschäftigung mit augenblicklich nötigeren Dingen noch nicht. Es ist aber immerhin interessant, dass festgestellt ist, dass die Hauptmasse der Kohle, die ursprünglich vermutlich Zellulose und Lignin-substanz des Pflanzenreichs war, damit in Körper übergeführt ist die den typischen Geruch nach Karamel aufweisen. Dass man aus Zellulose Zucker machen kann, ist bekannt, und dass ebenso Zucker leicht in Karamel übergeführt werden kann. Deshalb mutet das Auftreten des Karamelgeruchs bei Produkten der Kohle wie eine Erinnerung an ihre ehemalige Zellulosenatur an.“

Die von MAILLARD entdeckten „Beziehungen zwischen synthetischen Humusstoffen und natürlichen Brennstoffen“ führten ihn logischerweise auf Betrachtungen „über die Entstehung von Humus und fossilen Brennstoffen ohne Mitwirkung von Luftsauerstoff, ohne Mikroorganismen und ohne hohe Temperaturen und starken Druck“ (83, 150). Nach ihm ist die Kohlenbildung ein Prozess, der in der Hauptsache auf dem Automatismus chemischer Aktionen beruht. Von der Leichtigkeit, mit welcher diese Reaktion eintritt, haben wir an früherer Stelle schon gesprochen. Durch weitere, ebenfalls chemische Prozesse entstehen dann Kohlen von bis zu 60% C (Braunkohlentypus). Zur Erklärung der Genesis von Kohlen mit höherem C-Gehalt (Steinkohle z. B.) muss auch der Druck und Wärmewirkung zu Hilfe nehmen. MAILLARD hebt ausdrücklich hervor, dass auf das biologische Stadium der Kohlenbildung, das den eben besprochenen Prozess einleitete, die wichtigsten Vorgänge des chemischen Stadiums folgten, während das letzte, metamorphische Stadium unter Einwirkung von Druck und Hitze zu einem Destillationsprozess führte, der mit seinen verschiedenen Modifikationen die Bildung der verschiedenen Kohlenarten erklärt.

Nach MAILLARD sind die Kohlenhydrate der Pflanzen als die Mutter-

stoffe der Huminsubstanzen zu betrachten. Wenn diese uns bisher unbekannt geblieben, so kann das bei der Lückenhaftigkeit unserer Kenntnisse nicht verwundern. Ist es doch bisher nie gelungen, auch nur die prozentuale Zusammensetzung dieser Stoffe zu ermitteln, weder des Lignins noch der Huminsäure. Soviel Analysen, soviel verschiedene Werte! Die Differenzen so gross, dass jede Bruttoformel illusorisch wird! Wir verstehen es jetzt: Bei den Bedingungen, bei denen die Humussubstanzen in der Natur entstehen, zieht die Zersetzung von Polysachariden und Proteinen die Entstehung einer ganzen Reihe von Einzelmitgliedern der gleichen Familie von Humussubstanzen nach sich, von denen jedes seinen Kohlenstoff aus Glukosen, Galaktosen, Xylosen usw. bezieht, während der Stickstoff ihnen aus den verschiedensten Aminosäuren geliefert wird, aus Polypeptiden, sogar aus Amininen, aus Ammoniak, aus Harnstoff usw. So entsteht ein Gemenge zahlreicher, im Grunde verwandter Substanzen, die nicht von einander zu trennen sind. Erklärt wäre damit auch der Ursprung des Stickstoffs in der Kohle. MAILLARD erscheint der Stickstoff als Erhalter und Beschützer der inkohlten Substanz. Durch den Stickstoff wird diese in eine stabilere, kondensierte Form übergeführt, welche der Oxydation oder anderen Prozessen Widerstand zu leisten vermag, während sie ohne diese Verkettung mit Stickstoff der Zerstörung anheimgefallen wäre. Der Stickstoff ist so das fossilierende Agens, das erhaltende Prinzip, dem die mineralischen Brennstoffe ihre Existenz verdanken und man sieht ihn sich mehren, selbst wenn der verkohlende Teil eine langsame Zerstörung erfährt. Nach einer Arbeit von DETMER¹⁾ nimmt der N-Gehalt eines Torfs, der an der Oberfläche 0,80% N betrug, mit zunehmender Tiefe zu und zwar derart, dass in einer Tiefe von 4,6 m schwarzer Torf liegt mit 4,05% N. Dies illustriert die Hartnäckigkeit, mit welcher der N in der organischen Substanz sich forterhält, indem der Gehalt an N in dem Masse zunimmt, als O und H verschwinden, und es wäre nach MAILLARD von Nutzen, vor allem in geologischen Lehrbüchern darauf aufmerksam zu machen, dass die entstandenen Humusstoffe nicht den Teil der organischen Substanz umfassen, welcher die Oxydation erlitten hat, sondern im Gegenteil denjenigen, welcher der Oxydation widerstanden hat, während der Rest verschwunden ist.

Es scheint nun, dass auch Zellulose durch Einwirkung von Ammoniak in seiner Verkohlung befördert wird. Einem Kollegen verdanken wir eine diesbezügliche Mitteilung. Vor kurzem hatte ein

¹⁾ Jahresber. über Chemie. S. 845 (1873).

kleines Kind im Bett eine Unterlage aus Baumwolle nass gemacht. Da das Tuch am Tage vorher gewechselt worden war, meinte das Mädchen, es sei nicht nötig es zu waschen, nicht einmal es zu spülen, und stellte es einfach vor den Ofen, um es zu trocknen. Sie vergass aber das „Leintuch“ vor dem Feuer und ging für eine Kommission aus. Als sie zurückkam, war das Tuch von dem heftigen Feuer nicht nur trocken, sondern auch braun geworden und zwar nur dort, wo es vorher nass gewesen war. Diese Beobachtung scheint die Meinung zu bestätigen, nach welcher die Verkohlung der Zellulose durch das Ammoniak beschleunigt wird. Da die Baumwolle des Tuches nur an der Stelle, wo es früher nass war, braun wurde, kann man annehmen, dass das Braunwerden auf die Wirkung der Zersetzungsprodukte des Harnstoffs zurückzuführen ist. Unter diesen ist das Ammoniak das wichtigste (welches durch Gärung entsteht). Die Beschleunigung des Braunwerdens scheint also von der Gegenwart dieses Körpers abhängig zu sein. Fraglich bleibt nur, nachdem LAUPPER beobachtet hat, dass selbst die reinsten Filtrierpapiere (qualitative und quantitative) von Schleicher u. Schüll auf ihrer Oberfläche Fehlingsche Lösung reduzieren, ob Zellulose wirklich direkt von Ammoniak angegriffen zu werden vermag oder ob nicht vorher eine leichte Verzuckerung der Zellulose stattgefunden hat, welche die Empfindlichkeit dieser Ammoniakreaktion erklären könnte?

4. Fett und Eiweiss.

Stark fett- oder eiweisshaltige Substrate, wie sie in der Natur etwa in der sog. Algenwasserblüte in grösster Ausdehnung vorkommen, bilden nach POTONIE die Grundsubstanz der Sapropelle oder Faulschlammkohlen. Der Faulschlamm ist ein organischer Schlamm, der sich besonders auf dem Grunde ruhiger Gewässer absetzt und aus den Leichen mikroskopisch kleiner Lebewesen (meist Algen) besteht, die beständig auf den Boden herabsinken und einen See schliesslich ganz zu füllen vermögen. Die chemische Zusammensetzung dieser Kleinorganismen ähnelt mehr derjenigen der Tiere, als der der Pflanzen. Er enthält unter anderem Chitin und mehr Eiweiss und mehr Fette und Oele, als die Pflanzen gewöhnlich besitzen. So kommt es, dass das Produkt der Selbstzersetzung ein anderes wird, als beim Torf, und man spricht deshalb an Stelle von Huminifikation von Bituminierung. Es entstehen Kohlen, die wesentlich mehr H enthalten, als die aus höheren Landpflanzen entstandenen (s. Tabelle). Oder aber es entstehen Gesteine, die man wegen ihres Gehaltes an organischen, zu wasserstoffreichen Verbindungen neigenden Stoffen, den Bitumina,

als bituminöse Gesteine (Sapropelite) zu bezeichnen pflegt. Wenn als „Wassertrübe“ Kalk oder Ton herbeigeführt wird und gleichzeitig mit den Resten der Lebewesen zum Absatz gelangt, entsteht der bituminöse Kalk und der bituminöse Ton (auch Stinkstein genannt, weil er beim Anschlagen unangenehm riecht) oder Ölschiefer, weil man aus ihnen auch heute noch in Deutschland, England, Frankreich sehr reichlich Mineralöle herausdestilliert. Wir können sie deshalb als die eigentlichen Fett- und Eiweisskohlen bezeichnen, von denen wir in der Tabelle eine Übersicht geben.

5. Harze und Wachse.

Harz- und wachsartige Substanzen scheinen beim Kohlenbildungsprozess intakt zu bleiben (s. Tab.). Im Torf kommen solche Stoffe überall vor, ebenso in den Braunkohlen, dagegen fehlen sie in den Kohlen des Karbons, weil nach POTONIE die harzhaltigen Pflanzen in einer späteren Entwicklungsperiode entstanden sind. Die Ausscheidung von Harz geschieht vermitteltst besonderer harzausscheidender Organe und erfolgt zum Verschliessen von Wunden. Jede Wunde, sei sie durch Windbruch oder durch Tierfrass entstanden, wird luftdicht abgeschlossen und so vor Nässe und anderen schädlichen Einflüssen bewahrt. Das Harz entwickelt sich in besonderen Räumen des Pflanzenkörpers, die sich stets da befinden, wo leicht Beschädigungen eintreten können, also zum Beispiel in der Rinde der Stämme und Zweige. Diese Organe stellen das Produkt einer höheren Entwicklung der Pflanzenwelt dar und so kann es nicht verwundern, wenn die viel einfachere Vegetation des Karbons Pflanzen mit harzausscheidenden Organen noch nicht aufwies. Es ist daher anzunehmen (108, 100), dass bei dieser, zum Teil chemischen Verschiedenheit der Urmaterialien auch die chemische Beschaffenheit der Kohlen dauernd etwas verschieden bleibt und dass aus diesem Grunde aus Braunkohle des Tertiärs im Verlaufe der Zeiten nicht eine Kohle wird entstehen können, die ganz und gar derjenigen des Karbons gleichen würde. So fehlt den Humussubstanzen aus den harzhaltigen neueren Vorkommen der hohe Glanz der paläozoischen Humuskohle, wohl vielleicht deshalb, weil Harz an sich nur matten Glanz aufweist und in feiner Verteilung noch matter wirkt (108, 54). Man hat in Torf bis zu 12% Wachs, bzw. Harz gefunden (46, 22), obwohl es keine Pflanzen gibt, die soviel von diesen Stoffen enthalten. Es kann daher die Anreicherung von Wachs nur dadurch stattgefunden haben, dass die übrigen Teile der Pflanzen während des Vermoderungsvorganges sich in hohem Grade vermindert haben und man kann daher den Wachsgehalt des Torfes ebenfalls als Kriterium für das Alter

Zellulose- u. Ligninkohlen.

(Humuskohlen)

Hauptvertreter: **Torf, Lignit, Braun- und Steinkohlen** (Flamm-, Gas-, Fett-, Koks-, Magerkohlen), **Anthrazit, Graphit** sind im wesentlichen landpflanzlichen Ursprungs.

Varietät	Alter	C %	H %	O %	N %
Holz	rezent	50	6	43	1
Torf	sub-fossil	53—58	6—5	35—28	2
Braunkohle	Tertiär	56—75	6—3	26—19	0,8
Steinkohle	Carb.	74—93	5—0,5	20—3	0,8
Anthrazit		91—98	3—0,5	3—0	Sparen

Humifikation.

Es findet also Anreicherung von C statt auf Kosten von O, N und H.

Fett- u. Eiweiss-Kohlen.

(Sapropelkohlen¹⁾)

Hauptvertreter: **Faulkohlen.**

Sie mögen so alt oder so jung sein, wie sie wollen, sie sind stets matt, ausserordentlich zäh und fest. Als Hauptvertreter werden oft genannt: Kannel- und Bogheadkohlen, was aber fraglich geworden ist.³⁾

Varietät	C %	H %	O %	N %
Sapropel ²⁾ (Faulschlamm)	50—55	5—7	30—35	5—6
Saprocoll ²⁾ (Lebertorf)				
Saprodil (Dysodil)	55—65	10—8	4	1—3
Sapanthrakon (Sapropelstein- kohle, z. B. Faul- kohle)	65—80			

Bituminierung.

Es findet hier Anreicherung von C und H statt auf Kosten von O und N.

Wachs- u. Harz-Kohlen.

(Liptobiolithe)

Hauptvertreter: **Schwelkohle** (Pyropissit) sog. „weisse Kohle“. Sieht wie Lehm aus, hellbraun, fast weiss und liefert bis 50% Teer, schwimmt a. d. Wasser, ist glatt schneidbar, enthält 60—70% Montanwachs. Zum Heizen unverwendbar, schmilzt und läuft durch die Roste.

Varietät	C %	H %	O %	N %
Rezente	80	10	8—12	—
Fossile				

Liptofizierung.

Die Wackskohlen erleiden also während ihrer Umwandlung keine merkliche Veränderung in ihrer Zusammensetzung.

Abarten obgenannter Kohlengruppen oder andere Namen.

Humuskohlen.

„Holzkohle“, (mineralische Holzkohle): *Bast-, Nadel-, Stengel-, Blatt-, Laubkohle, Braun-, Schwarz-, Weich-, Hart-* (Anthrazit), *Faser-, Schiefer-, Knister-, Moor-, Russkohle* („schwarzer Rahm“) — *Diluvial-, Tertiär-, Karbon-, Molassekohle.* — *Glanzkohle* (nach Potonié): aus Landpflanzen entstanden, erkenntlich am Wurzelboden, der noch vorhanden, im Gegensatz zur Mattkohle aus Faulschlamm (ohne Wurzelboden), die nicht zu den Humuskohlen gehört. — *Glanzkohle* (nach v. Gümbel) aus den härtestholzigen Pflanzenteilen, „*Mattkohle*“ aus Blättern und zarteren Gebilden. — *Glanzkohle*, auch so genannt, wenn durch teilweise Erhitzung, z. B. durch Basalt- oder Phonolith sekundär umgewandelt in *Spiegelkohle* oder *Pechkohle*.

Sapropelkohlen.

1. **Sapropetele:** *Matt-, Pech-, Faul-, Faulschlamm-, Bitum-, Papagei-, Blätter-, Chlorophyll-, Kiesel-, Papier-, Schiefer-, Streifen-, Stück-, Fackel-, Fisch-, Gas- Kerzen-* (Candle-, Kannel-), *Fett-, Algen-* (charbons gélosiques, charbons d'algues, algal coal), *Klar-, Riesel, Knorpel-, Brettel-, Plättel-, Splint-, Splitterkohle, blättriges Erdpech.*

2. **Sapropelite** sind Kalk- und Tongesteine, die obige Kohlenarten als Bitumen eingeschlossen halten. Sie sind die *Muttergesteine des Erdöls:* *Dysodil* (Ölschiefer, oil shales, bituminous shales), *Kerosinschiefer*, *erdpechhaltiger Polierschiefer* (Stinkstein, bit. Kalk, bit. Ton, bit. Mergel, bit. Schiefer). *Brand-, Menilith-, Posidonien-Dietyonemaschiefer, Kandelit, Kupferstein der Zechsteinformation, Bonebed, Gagat (Jet), Anthrakonit.*

Liptobiolithe.

Bergtalk (Wackenroder 1848) — *Pyropissit* (Kenngott 1850) — *bit. Holzerde* (Voigt 1792) — *gelbe Braunkohle* (Früh 1895) — *Krönleinit* (Früh) — *graue Erdkohle* (Fraiesleben 1827) — *weisse Kohlen* (von Dechem) — *Jonit* — *Wachskohle stark bit. Braunkohle* — *Feuerkohle* — *Yellow coal* — *Brown coal* — *White coal* (Newton 1876) — *Schwelkohle.*

Rezent: *Fichtelit, Fimmenit, Mastix, Kopal.*

Fossil: *Resinit, Bernstein, Kopalin, Enosmit, Gedanit, Krantzit, Cerëit, Anthracoxen, Pyroretin, Reussinit, Dehnhardtit* ⁴⁾.

Anmerkungen: ¹⁾ Charakteristisch für die Sapropelkohlen ist der hohe N- und S-gehalt (S meist als Schwefelkies gebunden), ferner das gleichbleibende Verhältnis von C : H (100 : 12). Weil im Gegensatz zu den Humuskohlen keine Abnahme des H erfolgt, sondern eher eine Zunahme, bleibt das Verhältnis C : H konstant. — ²⁾ Verändern sich in feuchtem Zustand sehr wenig, daher gleiche Zusammensetzung. (Oft noch Chlorophyll erkennbar.)

Tabelle: Zusammengestellt unter Benützung der Hauptergebnisse von H. Potonié (108), Fr. Späte (125) Stremme und Späte (133).

Anmerkungen: ³⁾ Nach amerikan. Forschungen gehören sie zu den Liptobiolithen (s. Text). Nach Analysen von Späte (125) sind sie ihres niedrigen H-gehalts wegen (Kannel mit 5,6% H und Boghead mit 7,6% H) als Übergänge von Humusgesteinen zu Sapropelgesteinen zu betrachten — ⁴⁾ Dehnhardtit ist zu streichen. Nach Privatmitteilung von Prof. Dr. Edmund Graefe in Dresden (19. VII. 22) handelt es sich hier nicht um Pyropissit, also Wachskohle, sondern um ein sehr reines, noch nicht beschriebenes Harz. In Alkohol klar löslich. Ergibt ein paraffinfreies Destillat, das bei gewöhnlicher Temperatur flüssig ist. (Vgl. auch 55).

des Torfes benützen. Kohlen, in denen Wachs, Harz, Kutin und Pektin in reichlicher Menge vorhanden sind, hat POTONIÉ als Liptobiolithe (Liptos = Harz) bezeichnet. Es hat sich gezeigt, dass diese Liptobiolithe, die Wachskohlen, aus nichts anderem bestehen, als aus unzähligen Mengen von Sporen und Pollenkörnchen, d. h. Pflanzenteilchen, die grösstenteils mit Wachs gefüllt sind. Die Häute dieser Pollen bestehen aus dem korkartigen Kutin, einem Gemisch von Fettsäuren, das sich besonders schwer zersetzt. Diese Überproduktion von Blütenstaub bei den Windblütlern ist zum Beispiel die Ursache des sog. Schwefelregens und erklärt, dass solcher Blütenstaub ganze Ablagerungen zu bilden vermag. Die Oberfläche eines Gewässers sieht man manchmal dicht mit Blütenstaub bedeckt, als sog. Pollenwasserblüte. Nach neueren Untersuchungen von JEFFREY (67), THIESSEN (145) und anderen amerikanischen Geologen spielen auch Sporen von Kryptogamen eine grosse Rolle. Sporen und bei jüngeren Kohlen auch Pollenkörner sind nach THIESSEN die kennzeichnenden Bestandteile der Kannelkohle, während sie von der deutschen Schule, wie wir gesehen haben, zu den Fett- und Eiweisskohlen gerechnet werden. FR. SPÄTE, ein Schüler H. POTONIÉS, zählt sie zu Übergangsgliedern von Sapropel zu Humuskohlen (s. Tab. Anm.). Die amerikanische Ansicht erscheint STUTZER stichhaltiger als die von POTONIÉ, denn Algen bestehen zu 97—98,5% aus Wasser. Zudem sind sie wenig erhaltungsfähig. Durch Bakterien und andere Mikroorganismen werden Algen ausserdem nachweisbar schneller zersetzt, als selbst die zartesten Organe höherer Pflanzen. Sollten Algen trotz alledem nicht zersetzt werden, was aber nach THIESSEN ausgeschlossen ist, so müssten ihre weichen wässerigen Körper unter dem Druck der sie überlagernden Sedimente schnell zu einer formlosen Masse zerquetscht werden. Statt dessen findet man aber die Form dieser vermeintlichen Algen ganz besonders gut erhalten. Die reichliche Beimengung harzartiger Bestandteile erklärt auch die Leichtenzündbarkeit der Kannelkohle, eine ganz besonders bekannte Eigenschaft dieser Kohle.

„Schliesst man sich der amerikanischen Deutung dieser, früher für Algen, jetzt für Sporen gehaltenen Gebilde an, so wundert man sich zunächst,“ sagt O. STUTZER (135, 686), „dass der Gedanke von RÉNAULT und BERTRAND nicht nur in Frankreich, sondern auch in Deutschland so lange herrschend gewesen sein konnte. Sodann ergibt sich die Notwendigkeit einer Richtigstellung des Begriffes Sapropelkohlen. Nach amerikanischer Ansicht ist das kennzeichnende bei der Entstehung einer Sapropelkohle im wesentlichen die Anhäufung wachshaltiger Pollen und Sporen, sowie sonstiger schwerzersetzbare wachs-

harz- und ölhaltiger Substanzen. Sapropelkohle kann daher nicht in einen Gegensatz zu denjenigen Kohlengesteinen gestellt werden, die reich an Wachs- und Harzbestandteilen sind, d. h. zu den Liptobiolithen.“

Fassen wir das in diesem Kapitel Gesagte kurz zusammen, so ergibt sich, dass die Produkte der Inkohlung verschieden ausfallen, je nachdem wir Kohlenhydrate als Hauptausgangsmaterial vor uns haben oder aber Wachs und Harzsubstanzen oder Fette und Eiweißstoffe. Und es ist zu erwarten, dass diese Verhältnisse auch in der Zusammensetzung der Steinkohle sich widerspiegeln werden, da sie doch aus Pflanzenmaterial hervorgegangen ist, welches Lignin (Kohlenhydrate) als Hauptsubstanz, die übrigen genannten Stoffe als akzessorische Bestandteile umfasst. Damit stimmen auch die neueren Untersuchungen über die Zusammensetzung von Braun- und Steinkohlen, welche unter der Leitung von FRANZ FISCHER in Deutschland (37), WHEELER in England (143), PICTET in der Schweiz (104), ganz unabhängig voneinander ausgeführt worden sind, gut überein. Diese Untersuchungen haben zu dem wichtigen Ergebnis geführt, dass genannte Kohlen neben den Aschenbestandteilen, den Harz- und wachsartigen Körpern, (also den Bitümen) zur Hauptsache aus huminartigen Körpern bestehen oder genauer gesagt, aus Produkten, die durch Erhitzen mit verdünnter wässriger NaOH verhältnismässig leicht in Lösung gebracht und aus dieser mit verdünnter Säure wieder ausgefällt werden können (120). Damit würde das Problem der Erforschung der Zusammensetzung von Braun- und Steinkohlen neben der Untersuchung des Bitümens vor allem auf die wissenschaftliche Erforschung der Humin-säuren hinauslaufen, während die Zusammensetzung des bituminösen Teils der Kohle uns voraussichtlich die Möglichkeit geben würde, unsere Ansichten von der Entstehung der Kohle in Zusammenhang zu bringen selbst mit solchen, die wie diejenige ENGLER-HÖFERS „Über die Entstehung der Erdöle“, nicht die geringsten Anhaltspunkte dafür zu bieten scheinen (31).

III.

Die Kohlenbildung als Inkohlungsprozess.

Wir haben uns nach KUKUK (1920) vorzustellen, dass „unter dem Druck immer mächtiger werdender Deckschichten und in Verbindung mit gewaltigen Gebirgsbewegungen immer weitere Umbildungsprozesse vor sich gingen, die einerseits denen der Presskohlendarstellung ähnlich, andererseits denen der Druckdestillation (Erhitzung unter Luftabschluss) entsprechen, vielleicht nur mit dem Unterschied, dass diese bei hoher,

jene bei niedriger Temperatur verliefen (72).“ Im Gegensatz zur Verkohlungs-, wie sie zum Beispiel der Bildung von Holzkohle in Meilern zu Grunde liegt, wurde von Gumbel (1883) für den Kohlenbildungsvorgang, wie er etwa bei der Vertorfung oder Vermoderung verläuft, der Ausdruck Inkohlungs eingeführt (56). Dieser Begriff ist für die Kohlenforschung als wichtiger Fortschritt zu betrachten, da er die Kenntnis von der Verschiedenheit der beiden Vorgänge deutlich vertieft hat. Da sei hier nur daran erinnert, dass man die irrtümliche Meinung, wonach die Kohle in der Hauptsache aus freiem, elementarem Kohlenstoff besteht und nur als durch gewisse Stoffe verunreinigt zu betrachten ist, noch heute in Lehrbüchern der Chemie ausgesprochen findet. Wir wissen aber, dass diese Anschauung, eine Folge des „Verkohlungsbegriffs“, sicher falsch ist. Es war eine Tat, als unser Landsmann A. BALTZER (Zürich) im Jahre 1872 die Ansicht verfocht, dass die Steinkohlen gar keinen freien Kohlenstoff enthalten, sondern als eine Menge der verschiedensten und kompliziertesten Kohlenwasserstoffverbindungen zu betrachten seien und dass infolgedessen jene Kohlen, die prozentual aus denselben Mengen C, O u. H bestehen, ihrer Konstitution nach doch ganz verschieden sein und daher ebenso verschiedene physikalische und chemische Eigenschaften besitzen können („Isomerie der Steinkohle“). BALTZER (1) hat recht behalten und es bedurfte des Seherblicks und des Forschergeistes eines MUCK (93), um über die revolutionäre Arbeit BALTZERS schreiben zu können: „Diese interessante und verdienstvolle Arbeit hat im neuen Jahrbuch für Mineralogie (1873), S. 326 eine abweisende Kritik von angeblich „kompetenter Seite“ erfahren. Diese Kritik ist ihrer unfreiwilligen Komik halber (besonders für Chemiker) lesenswert. Der allerdings nicht kompetente, aber dafür konservativere Kritiker, empfiehlt BALTZER, sich mit dem ihm „zum Teil fremd gebliebenen Quellenmaterial“ bekannt zu machen, namentlich mit dem Werk über die Steinkohlen Deutschlands und anderer Länder Europas — kurz, empfiehlt BALTZER, sich doch auf einen Standpunkt zu stellen, welcher anno 1873 für Chemiker und glücklicherweise auch für recht viele Nichtchemiker schon ein recht überwundener war. BALTZER erwidert auf S. 626 — 629 des Jahrbuchs, auf die lehrhafte Kritik angemessen, eingehend und mit bewundernswerter Mässigung.“

Der Kampf hat bis in die neueste Zeit hinein gedauert und das Resultat war eine Klärung der Begriffe Verkohlungs- und Inkohlungs. Wäre die Kohle wirklich ein „Gemenge von reinem Kohlenstoff mit Bitumen“, so müsste man den Kohlenstoff durch Extraktion der Bitumina mit den verschiedenen Lösungsmitteln als reine Kohle erhalten

können, was noch niemandem gelungen ist. Und nimmt man an (wie bisher), in den Kohlen sei der Kohlenstoff als solcher enthalten, so erscheint die Steinkohle als etwas grösstenteils fertiges, was nicht noch in voller Umwandlung begriffen sein könnte. Denn eine Fülle chemischer Prozesse, intensiv und mannigfaltig zugleich, findet in den Kohlen statt, Prozesse, die man nicht in diesen Gebilden vermuten würde, so dass wir noch weit entfernt sind, die ganze Kette der Erscheinungen vom pflanzlichen Detritus bis zur fertigen Kohle exakt chemisch zu begreifen (93, 67).

Zwar hat die Anwendung des Begriffs der Inkohlung eine Verschiebung erfahren, indem VON GÜMBEL die Kohlenwerdung als einen einzigen, von der Zellulose bis zur Steinkohle gleichmässig fortlaufenden, im Wesen sich gleichbleibenden Prozess betrachtete. Heute scheiden wir daraus den Huminifikationsprozess aus, der bis zu den Huminstoffen geht und bezeichnen als Inkohlung die Fortsetzung dieses Prozesses: Die Kohlenwerdung der Huminstoffe.

Über das Wesen des Inkohlungsprozesses stehen sich zwei Anschauungen gegenüber: die Einen indentifizieren ihn mit dem Huminifikationsprozess. Für sie ist die Länge der geologischen Zeiträume der Hauptfaktor bei der fortschreitenden Entwicklung der Kohlengesteine. Torf, Braunkohle und Steinkohle verdanken ihre Bildung der langsamen Verwesung von Pflanzenresten ohne Luftzutritt (Ansicht der meisten Lehrbücher der Chemie und Geologie). Die Andern lassen bei der Entstehung der Kohlen auch Druck und Hitze mitwirken und betrachten die Inkohlung als eine Art Destillationsprozess. (Ansicht einiger ältester und weniger moderner Forscher.) Der springende Punkt des Problems ist also der: Ist die Entstehung der Kohlen ein chemischer Vorgang auf nassem Wege von sehr langer Reaktionsdauer oder aber ist sie am Ende vielleicht ein chemischer Prozess auf trockenem Wege, eine Art Destillation und deshalb nur von kürzerer Dauer? Die Antworten lauten bald zu Gunsten dieser und bald zu Gunsten jener Anschauungen. A. PETZOLDT (101), selbst ein verdienter Kohlenforscher, schrieb in seinem Lehrbuch der „Geologie“ von 1841 noch folgendes: „Da in dem ganzen Vorkommen des Steinkohlengebirges nichts aufgefunden worden ist, was als hitzerzeugend angesehen werden darf, so ist man zur Annahme gezwungen, dass die Steinkohle nicht durch eine trockene Destillation unter Druck, sondern durch eine freiwillige, unvollkommene Zersetzung vegetabilischer Substanzen unter Druck gebildet worden ist (101, 400). Und eine halbe Seite weiter unten „..... denn es darf behauptet

werden, dass die grössere Wärme aller Dinge in der Urzeit nicht ohne Einfluss bei der Bildung von Steinkohle war“.

Ein weiteres Beispiel aus der neueren Literatur mit ebensolchen Widersprüchen gibt uns FERD. FISCHER (36) in seiner „Chemischen Technologie der Brennstoffe“ von 1897. Da lesen wir auf Seite 576 klar und deutlich: „Die Kohlen sind keiner Destillation unterworfen gewesen, sie haben sich nach und nach auf nassem und nicht unter dem Einfluss der Hitze auf trockenem Wege gebildet“. Etwas weiter unten steht das Gegenteil: „Die Umwandlung der Steinkohle geschah unter dem Einflusse einer nicht sehr hohen Temperatur. Die Umwandlung ging zuerst sehr rasch vor sich, bei einer höheren unterirdischen Temperatur als der der gegenwärtigen, besonders in grösserer Tiefe“. Bei der Unklarheit, in welcher die Forschung schwebt, kann es nicht verwundern, wenn A. F. HOLLEMANN, der bekannte Verfasser des vorzüglichen Lehrbuches der anorganischen Chemie, im Anschluss an die Besprechung der Steinkohlenverkokung in den Gasfabriken noch bis in die neueste Auflage hinein von der Entstehung der Kohle folgende Darstellung gibt: „Die Kokes bleiben in den Retorten zurück, nachdem die eingefüllten Steinkohlen durch Erhitzen von den flüchtigen Produkten befreit sind. Torf, Braunkohle und Steinkohle verdanken ihre Bildung dem gleichen geologischen Prozess, nämlich der langsamen Verwesung der Pflanzenreste ohne Luftzutritt. Torf ist die jüngste, Steinkohle und Anthrazit die älteste Formation“¹⁾

Hier erscheint „Huminifikation“ mit der Destillation identifiziert. Zu welcher Klarheit demgegenüber der Franzose FRÉMY sich in diesen schwierigen Problemen emporgerungen hatte, zeigen die Schlußsätze einer Arbeit, die er als Abschluss seiner 1850 im Jardin des Plantes in Paris begonnenen und 29 Jahre fortgeführten Studien über die Entstehung der Steinkohle geschrieben hat: „En se fondant sur les expériences décrites dans ce travail on peut donc admettre que les végétaux producteurs de la houille ont éprouvé d'abord la fermentation tourbeuse qui a détruit toute organisation végétale et que c'est par une action secondaire, déterminé par la chaleur et la pression que la houille c'est formée aux dépens de la tourbe (48)“.

Dass auch Maillard ohne Erhitzung und Druck nicht auskommt, haben wir schon gesehen. Die deutsche Schule unter FISCHER glaubt, dass höhere Temperatur nicht mitgewirkt hat, aber nach HOPPE-SEYLER ist anzunehmen, dass die Steinkohlen aus Huminstoffen durch Erhitzung entstehen, „weil keine andere Möglichkeit übrig bleibt“. (Pharm.-Zentralhalle 1892, S. 20).

¹⁾ Vgl. 1. Aufl. (1900) S. 227 mit 15. Aufl. (1919) S. 224.

Auch OTTO N. WITT fasst die Kohle auf als Erzeugnisse einer äusserst langsam sich abspielenden, über Jahrtausende und Jahrmillionen sich erstreckenden trockenen Destillation organischer Bildungen, welche von der Berührung mit der Luft abgeschlossen worden sind und dann, unter dem Einfluss der dem Erdkörper innewohnenden Energie, sich nach bestimmten Gesetzen langsam umformten.

Was nun schliesslich die Natur der Inkohlung betrifft, so hat man öfters Ideen auftauchen sehen, welche die Kohlenbildung mit der Selbstentzündung von angehäuften Pflanzenmassen in Verbindung brachten. Am gründlichsten hat das vielleicht J. F. HOFFMANN (1897), (61) getan. H. POTONIÉ verurteilt solche Ideen kurzerhand als „unbegründbar, weil es sich in den Kohlen der Kohlenlager durchaus nicht um eine echte Verkohlung zu Kohlenstoff, sondern um eine Inkohlung, d. h. um eine langsame, ohne fühlbare Erhitzung stattfindende Selbstersetzung handelt“ (108 s. 108). Wir können aber auch bei einem Heubrand Inkohlung und Verkohlung deutlich voneinander unterscheiden. Es kann kein Zweifel mehr darüber entstehen, dass die Selbstentzündung des Heues ein Selbstzersetzungsprozess ist, der von innen nach aussen fortschreitet, ein Vorgang, bei dem von den Elementen, welche die Zellulose zusammensetzen, nur soviel durch den eigenen Sauerstoff in Bindung kommt, wie dieser zu binden vermag: Alle Merkmale, die den Vorgang der Inkohlung nach H. POTONIÉ'S Auffassung kennzeichnen sollen (108, 16–17). Anders aber, wenn der Heustock durch Brandstiftung zugrunde geht, wo wir es unzweifelhaft mit einer Verkohlung zu tun haben (denn der Verbrennungsprozess ist ein Vorgang, der von aussen nach innen, also in umgekehrter Richtung fortschreitet). Zudem wird das Material dort durch Hitze einfach in seine Bestandteile zersetzt. So entweichen Gase aus der Zellulose des Heues und es bleibt fast reiner Kohlenstoff übrig, zum Unterschied von der Inkohlung, wo sehr wahrscheinlich auch Kohlenwasserstoffverbindungen gebildet werden. Das ist aus ihrem Verbindungsbestreben mit Sauerstoff zu schliessen und daraus, dass LAUPPER beim nassen Destillieren von Heu in einer Retorte und Durchschicken der entstandenen Dämpfe durch zwei mit Chlorkalzium gefüllte Trockentürme in der Vorlage eine ölige Flüssigkeit mit schwach, benzinähnlichem Geruch erhalten hat¹⁾. Es erscheint unmöglich, diese Kohlenwasserstoffverbindungen im Heustock selbst zu fassen, weil bei stark vorgeschrittener Inkohlung mit dem Moment, wo von aussen ein Gang ins Innere gebohrt wird, der Heustock auseinanderfliegt und in Flammen aufgeht. In diesem Augenblick — das dürfen wir nicht übersehen — geht der Inkohlungsvorgang in

¹⁾ Mündl. Mitteilung.

einen Verkohlungsprozess über. Die sauerstoffbegierigen Kohlenwasserstoffverbindungen werden in CO_2 , H_2O und elementaren Kohlenstoff umgewandelt, den man mit Hilfe der Reaktion von WEIGELT feststellen kann. Mit einem Gemisch von Schwefel- und Salpetersäure zu gleichen Teilen und etwas Kaliumchlorat erhält man aus Heukohle von einem Scheunenbrand meist die für Graphit und amorphen Kohlenstoff charakteristische grüne Färbung. Heukohle aus einem nur inkohlten Heuhaufen gibt diese Grünfärbung nicht. Wird solche Heukohle aber in einem Porzellantiegel nur etwa 10 Minuten lang geglüht, so lässt auch sie die WEIGELTsche Reaktion deutlich positiv erscheinen. Auf den ersten Blick hat diese Umwandlung etwas Überraschendes, nämlich das, dass relativ sehr kurzes Erhitzen genügt, um diese Umwandlung von Zellulose zu Graphit, diesen Sprung vom Anfangs- zum Endglied der bekannten Kohlenreihe zu vollziehen. Das ist erstaunlich, zumal die künstliche Herstellung von Graphit als eine technisch ausserordentlich schwierige, die höchste Hitze verlangende Operation bekannt ist. Wir haben versucht, aus den einzelnen Bestandteilen des Heues in reiner Form durch Glühen in Porzellantiegeln Graphit herzustellen, was nur bei Harz, Watte und Zucker gelang. Mit Eiweiss, Fett, Wachs und Gummi sind wir zu keinem Resultat gekommen. Immer aber gelang der Versuch leicht mit Zucker. Wir vermuten daher, dass es zuckerartige Kohlenhydrate des Heues sind, welche bei der Verkohlung im Heuhalm zu Graphit werden und dass also der entstandene Graphit weit entfernt von quantitativer Ausbeute sich darin gebildet haben könnte. Diese Graphitkohle unterscheidet sich auch im Heuhaufen von der gewöhnlichen Heukohle durch ihre auffallend stahlgraue Färbung. Angesichts der Leichtigkeit, mit welcher Zucker bei der Verkohlung sämtlicher Zwischenstadien der Verkohlung — Torf, Braunkohle, Steinkohle, Anthrazit — überspringt, hat LAUPPER den Gedanken geäußert, ob nicht gewisse Graphitvorkommen in tropischen Gegenden, (Ceylon zum Beispiel) auf einen Inkohlungsprozess stark zuckerhaltiger Pflanzen (Zuckerrohr?) zurückgeführt werden könnten.

Nachträglich haben wir gefunden, dass auch pyrophorem Eisen eine katalytische Wirkung zuzukommen scheint von der Art, dass durch diese die Entstehung von Graphit bei niedrigeren Temperaturen als den bisher in der Literatur angegebenen erklärt werden kann. ERDMANN und KOETHNER haben 1898 gefunden (33), dass Azetylen bei hoher Temperatur ($700\text{—}800^\circ$) nur in Russ übergeht, nicht in Graphit! Wird aber dem Azetylen etwas metallisches Kupfer als Katalysator hinzugegeben, so erfolgt schon bei 300° eine Bildung von Graphit! Da LAUPPER bei den meisten von ihm selbst untersuchten Heubränden

prächtige Lagen graphitischer Kohlen aufgefunden hat, so wurde hier an die Möglichkeit einer Analogie gedacht. In dieser Annahme wurden wir durch den Ausfall eines einfachen Versuches bekräftigt. Durch kräftigstes Glühen von Zellulose und Holz, bei möglichst hoher Temperatur wollte es nie gelingen, Graphit zu erhalten. Wurde reine Zellulose nach obigem Vorbild mit Eisenpulver schwach bestäubt, so gelang die Operation leicht nach halbstündigem Erhitzen über dem gewöhnlichen Bunsenbrenner! Wir haben uns anfänglich um eine feinere Unterscheidung der verschiedenen Graphit- und Russmodifikationen bemüht, sind dann aber davon abgekommen, weil uns scheinen will, dass diese detaillierten Unterscheidungen überflüssig geworden sind, seit DEBYE in Zürich (1917) für die Ansicht P. GROOTHS, welcher amorphe Kohle und Russ als Graphit in äusserst feiner Verteilung betrachtete, den experimentellen Beweis bringen konnte. Nach DEBYE ist amorphe Kohle nichts anderes, als Graphit in einer so feinen Verteilung, wie dieselbe durch mechanische Mittel niemals erreicht werden kann (14).

Wir sind also der Ansicht, dass die Heubrände im wesentlichen auf einer Inkohlung beruhen, die nur in einzelnen Fällen, wo die Selbsterhitzung zum Brandausbruch führt, in den Verkohlungsprozess übergeht. Bei einem Heubrand infolge Brandstiftung fehlt normalerweise die Inkohlung. Wenn aber Inkohlung und Verkohlung so verschiedene Prozesse darstellen, so müsste erwartet werden, dass aus der Verschiedenheit der dabei auftretenden Reaktionsprodukte ein Rückschluss gezogen werden könnte, der es möglich machen würde, zu entscheiden, ob ein Heustock beispielsweise durch Selbstentzündung oder durch Brandstiftung zugrunde gegangen ist. LAUPPER ist auch dieser Frage nachgegangen und hat im Ammoniumnitrat, das im Selbstentzündungsfalle die Wandungen der sog. Rauchkanäle auszukleiden pflegt, ein Produkt gefunden, das bei Brandstiftung unmöglich auftreten und auch lange nach dem Brand festgestellt werden kann, wenn das Löschwasser ein Verbleiben der letzten Reste dieser leider leicht löslichen Substanz in den innersten Partien des Heustockes nicht verunmöglicht hat. Es ist also durchaus nicht ausgeschlossen, dass bei weiterer Erforschung der bei der Selbsterhitzung des Heues entstehenden Verbindungen ein ganz befriedigender Fortschritt in dieser Hinsicht erreicht werden wird ¹⁾.

Das Wesen des Inkohlungsvorganges bei den Kohlen hat WITT zum ersten Mal als eine „innere Verbrennung“ darzustellen versucht (148). Die Zellulose, so sagt er, enthält nahezu die Hälfte ihres

¹⁾ Vgl. damit E. ZSCHOKKE (151).

Gewichtes an Sauerstoff, Lignit ungefähr einen Viertel seines Gewichtes. Was geschieht nun mit diesem Sauerstoff, wenn ein fast ganz aus Zellulose bestehendes Material, wie etwa die Baumstämme der Steinkohlenformation, einem Destillationsprozess unterworfen wird? Eines ist gewiss, dass nämlich bei dem Verkohlungsprozess der Sauerstoff allmählich verschwindet. „Das Verschwinden des Sauerstoffs beruht auf einer inneren Verbrennung, welche neben dem Prozess der eigentlichen Trockendestillation einherläuft und der umsomehr von dem verarbeiteten Rohmaterial zum Opfer fällt, je grösser sein ursprünglicher O-Gehalt war. Die Produkte dieser inneren Verbrennung sind CO_2 und H_2O , Substanzen von so allgemeiner Verbreitung, dass uns ihr Vorhandensein in den Braunkohlenlagern und Steinkohlenflözen gar nicht auffällt und dass wir gar nicht denken, dass sie mit dem Bildungsprozess der Kohle auch etwas zu tun haben. In diesen beiden Produkten gibt die Natur einen grossen Teil der Substanz, die sie bei der Bildung fossiler Brennstoffe dem Kreislauf des Lebens zeitweilig entzog, an das Leben zurück. Es ist kein Zufall, wenn in der unmittelbaren Nachbarschaft von Kohlenlagern Kohlensäurewässer in zahllosen Quellen zu Tage treten. Die Kohlensäure, welche hier teils gasförmig dem Boden entquillt, teils im Quellwasser gelöst ist, entstammt der inneren Verbrennung, der tief im Innern der Erde begrabenen Vegetation früherer Epochen.“

„Aber es brauchen nicht immer angehäuften Vegetabilien zu sein, welche derart kohlensäure- und wasserbildend wirken. Alle Sedimentär-Gesteine sind mit organischer Substanz durchsetzt oder durchsetzt gewesen. Auch diese im Gestein feinverteilte organische Substanz unterliegt ähnlichen Zersetzungs Vorgängen, wie sie hier geschildert werden. Auch sie liefert in konstantem und fast unerschöpflichem Strom Kohlensäure und Wasser. Erwägt man dies, so erscheint die Frage nach dem Ursprung des Kohlensäuregehalts gewisser geologischer Schichten, z. B. des Zechsteins gelöst. Die Geologen machen den grossen Fehler, fast alles in der Erdkruste vorkommende Wasser ohne weiteres als Sickerwasser zu betrachten, welches von oben in die Erdrinde eingedrungen ist und nun wieder seinen Weg zum Tageslicht sucht. Der bedeutende Wiener Geologe SUESS hat zuerst darauf hingewiesen, dass es Wässer gibt, welche, wie z. B. die heissen Quellen von Karlsbad, im Innern der Erde durch direkte Verbrennungsprozesse entstanden sind. Zu ihnen gesellen sich als eine dritte Art die durch innere Verbrennung begrabener organischer Substanzen entstandenen Wässer, welche auch das Tageslicht nicht gesehen haben, ehe sie als Quelle hervorbrechen. Ihre Menge dürfte so gross sein, dass sie kei-

nen unbedeutenden Faktor in dem Gesamthaushalt der Erdoberfläche bilden.“

Als wir den Verlauf des Huminifikationsprozesses verfolgten, sahen wir, dass zu Ende des Prozesses in den Huminsubstanzen Stoffe erschienen, die von ausserordentlicher Stabilität waren, verglichen mit denen, aus welchen sie entstanden sind. Daraus folgt, dass der Prozess — konstante Bedingungen vorausgesetzt — ganz von selbst einmal zu einem Stillstand kommen muss. Bei MAILLARD erfolgt dieser Stillstand bei einer Kohle mit 58,8% C. Je grösser die Menge von Huminstoffen, die sich sammeln, um so näher der Moment des Stillstandes der Reaktion und um so notwendiger die Annahme einer vollkommenen Änderung der früher gegebenen Bedingungen, um eine weitere Umwandlung der Huminstoffe in Kohlensubstanz erklären zu können. Genau die gleiche Beobachtung macht man bei der Herstellung von künstlichen Kohlen im Laboratorium.

S. STEIN (129) hatte schon beobachtet, dass man bei gewöhnlichem Druck aus Holz nie eine 78% C übersteigende Kohle erhält, selbst wenn die Probe zwei Tage lang auf Rotglut erhitzt wurde. BERGIUS und BILLWILLER (4, 859) haben gezeigt, dass der Zellulosezerfall mit dem Fortschreiten der exothermischen Reaktion unter konstanten Bedingungen nur bis zu einer ganz genau bestimmbarren Grenze geht, dass die Zerfallsreaktion dann Halt macht und eine weitere Veränderung der Kohle nicht mehr eintritt. Aus ihren Versuchen ergibt sich, dass nach 19,5 Stunden bei 340° Celsius eine Kohle ihre Maximalzusammensetzung 84,8% C, 4,8% H und 10,4% O erreicht hat und dass ihr C-Gehalt trotz Verdreifachung der Reaktionsdauer nicht mehr zunimmt. Man hat aus der Beobachtung dieses Stillstandes der Verkohlung den Eindruck, dass der Zersetzungs Vorgang, ausgehend von der Zellulose, abschliessend mit einer Kohle von etwa 84% C, eine durch eine mehr oder weniger einfache chemische Formulierung darstellbare Reaktion sein müsse. Diese Vermutung wird durch die Feststellung der Bilanz der bis zum Stillstand fortgeführten Reaktion bekräftigt. Wenn man nämlich die Kohlensäuremenge feststellt, die pro 1 Mol. $C_6H_{10}O_5$ entsteht, so findet man auffallenderweise, dass fast genau ein Mol. CO_2 entsteht. Ebenso tritt auch H_2O in genau ganzzahligen molekularen Verhältnissen auf. Daraus wird die Annahme, dass die Verkohlungsreaktion ein einheitlicher, differenzierter Vorgang ist, ziemlich sicher gemacht, d. h. also, dass die einfache, freiwillig verlaufende exothermische Reaktion der Kohlenbildung nur bis zu einer Kohle von 84% C führt. Wenn also ein Torfmoor keinem andern Einfluss unterworfen ist, als dem der Zeit, bei normaler Bodentemperatur, so entsteht eine

Kohle von einem bestimmten Maximalgehalt an C, der sich in langen geologischen Epochen nicht vermehren kann.

Nun aber existieren in der Natur Kohlen mit viel höherem C-Gehalt und die Frage tritt auf, welchem Vorgang diese ihre Entstehung verdanken.

BERGIUS und BILLWILLER haben diese C-Anreicherung bei ihren Versuchen zu erzwingen versucht. Auf dem Wege einer Zeitverlängerung wollte das nicht gelingen, auch Temperaturerhöhung führte nicht zum Ziel. Dagegen konnten sie nachweisen, dass eine solche erzwungene Reaktion wirklich eintritt, wenn man den von aussen auf die Kohlen wirkenden Druck ausserordentlich steigert, während die Temperatur dieselbe bleibt, bei welcher der früher erwähnte Vorgang zu Ende geführt wurde, nämlich bei 340° . Sie brachten die 84% Kohle in eine hydraulische Presse unter einen Druck von 5000 kg pro m^2 und konnten bei einer Temperatur von 340° Kohlenstoffgehalte bis zu 89% erzielen.

Temperatur	Stunden	C	H
180°	64	88,0 %	4,0 %
340°	46	88,2 %	4,4 %

Der Zusammenhang des Reaktionsfortschrittes mit der Temperatur ist hier weniger deutlich, da wesentliche Wirkungen schon bei niedrigerer Temperatur entstehen. Die auf diese Weise erzeugte Kohle soll auch äusserlich in ihrer physikalischen Struktur der natürlichen ausserordentlich ähnlich sein. Bei der Pressung entstanden Gase, die, soweit es möglich war, mit einer besonderen Einrichtung aufgefangen und analysiert wurden. Im wesentlichen entstand Methan. Die Analyse ergab 70—80% CH_4 , 8—15% CO_2 , 10—20% H_2 . BERGIUS und BILLWILLER konnten also den Verkohlungs Vorgang durch ihre bisherigen Versuche in zwei absolut verschiedenartige Reaktionen zerlegen. Die erste ist eine freiwillig verlaufende, die zweite eine erzwungene. Die erste verwandelt Zellulose unter Abgabe von CO_2 und H_2O in eine Verbindung, deren Formel etwa $C_{10}H_8O$ zu lauten hätte. Diese Verbindung ist im Sinne des chemischen Gleichgewichtes bei niedrigen Temperaturen als stabil zu betrachten. Die zweite dagegen tritt auf, wenn hohe Pressung auf das Produkt der ersten Reaktion wirkt. Sie verläuft wahrscheinlich schneller als die erste und entwickelt ein Gas, das hauptsächlich Methan enthält, ein Produkt, das bei der ersten Reaktion nicht auftrat.

„Vergleicht man die geologischen Beobachtungen mit den Ergebnissen dieser Experimente, so ergibt sich eine gute Übereinstimmung. Häufig sieht man in einem Lager, das partiell einer Verwerfung an-

heimgefallen ist, Fettkohle am ungespressten Ende, Magerkohle und Anthrazit aber dort, wo die Faltungen sind, in absoluter Übereinstimmung mit diesen Experimenten. Auch die Gasbildung hat ihr Analogon.

In Lager von Magerkohlen und Anthrazit sind die schlagenden Wetter am häufigsten. Das Experiment von BERGIUS ergibt es, denn wo Druck herrschte, bildete sich Magerkohle und gleichzeitig ein methanreiches Gas, wie man es in ganz ähnlicher Zusammensetzung in der „Bläsern“ findet.“

IV.

Die Kohlenbildung als Destillationsprozess.

Die Ansicht, dass die Heuverkohlung als das Resultat einer trockenen Destillation aufzufassen sei, ist lange ohne Widerspruch geblieben. TSCHIRCH in Bern (1917) war unseres Wissens der erste, der dieser Ansicht entgegentrat (139). LAUPPER gelang es drei Jahre später zu zeigen, dass es sich bei der Heuselbsterhitzung in der Hauptsache um eine nasse Destillation handelt (74, 20–23), zu welcher der „schwitzende Heustock“ selber den Wasserdampf liefert und dass ferner erst nach Beendigung dieser nassen Destillation eine trockene eintritt. Man hatte die Rolle des Wassers für diese Destillation übersehen und an eine reaktionsfördernde Wirkung des Wassers in diesem Sinne nicht gedacht. Interessant für unsere Parallele ist es, dass auch von Kohlenforschern die Reaktionsförderung des Wassers beobachtet worden ist. Es wurde von FISCHER und SCHNEIDER festgestellt (44, 199), dass die Anwesenheit von Wasser bei der Druckdestillation von Zellulose mit Benzol einen ausserordentlich günstigen Einfluss auf die Geschwindigkeit des Verlaufs, sowie auf die Ausbeute an Extrakten ausübt. So erhielt man

Druckerhitzung von:	Reaktionsdauer:	Ausbeute:
Bei 105° getr. Zellulose mit trockenem Benzol	2 Stunden	2,0% Extrakt
Luftfeuchte Zellulose mit feuchtem Benzol	2 „	6,4% „
Nasse Zellulose mit nassem Benzol	2 „	12,0% „

Es scheint demnach die Gegenwart des Wassers einen beschleunigenden Einfluss auf den Verlauf der Reaktion auszuüben. Bei der trockenen Destillation von Schwelkohle mit Benzol unter Druck erhielten sie 24% Extrakte, bei Zugabe von Wasser dementsprechend 30% (45). Auch KLEINSTÜCK fand, dass bei der Benzoldruckdestillation von Holz

bei Gegenwart von Wasser im Allgemeinen schon in zwei Stunden dieselben Ausbeuten erreicht werden, die sonst erst bei etwa sechsmaliger je zweistündiger Extraktion gewonnen werden (43, 314). Es ist noch fraglich, wie diese Wirkung zu erklären ist, chemische Wirkung ist wahrscheinlich auszuschalten. Ausdrücklich heben FISCHER und SCHNEIDER hervor, dass die höhern Ausbeuten an Extrakten nicht auf einen grösseren Wasser-, Asche- oder Huminsäuregehalt zurückzuführen seien (43, 317/8) und dass auch Oxydationsvorgänge ausgeschlossen sind (43, 320). Dagegen wäre es denkbar, dass die Mehrausbeute aus der feuchten Kohle darauf zurückzuführen ist, dass feuchtes Benzol für bestimmte in der Kohle vorhandene Stoffe ein besseres Lösungsvermögen besitzt, als völlig trockenes Benzol. Möglich sind aber auch rein mechanische Wirkungen.

Ohne Zweifel spielt auch beim Heustock das Aufschliessen der Futterhalme durch den Wasserdampf eine gewisse Rolle, denn wir wissen jetzt, dass dort in der Hauptsache eine nasse Destillation vor sich geht. Und wie beim Heu, so handelt es sich auch bei den Kohlen um Zellengebilde. Von der Schwelkohle hat H. BUBE (10, 233) neulich darzulegen versucht, dass sie, wie es ja auch die mikroskopische Untersuchung lehrt, ein Skelett toter Zellen sei, die in ihrem Innern Bitumen enthalten. Durch Zerstörung und Sprengung der inneren Zellwandungen, wie das bei der Druckextraktion in stärkerem Grade als bei der Soxhletextraktion erfolgen mag, wird das Bitumen freigelegt und nun erst der Extraktion leichter zugänglich gemacht. Man darf wohl auch annehmen, dass durch Zusatz von Wasser die Sprengwirkung auf die Zellen durch den Wasserdampf eine Verstärkung erfährt. Zahlenmässig liesse sich diese Wirkung durch ein den Untersuchungen von FISCHER und SCHNEIDER entnommenes Beispiel etwa folgendermassen belegen (45):

	Ohne Wasser:	Mit Wasser:
Soxhletextraktion .	11 %	15 %
Druckextraktion	24 %	30 %

Die Ersetzung der trockenen Destillation durch die nasse war es, die beim Studium des Heubrandproblems im Laboratorium unser Wissen über die Selbstentzündung vom Heu einen guten Schritt vorwärts brachte. Den Versuchen, den Heubrand im Laboratorium in seine einzelnen Phasen zu zerlegen, entsprechen auf dem Gebiete der Kohlenforschung die Versuche, den natürlichen Werdegang der Kohlen im Laboratorium künstlich nachzuahmen. Hier muss man den Jahrmillionen dauernden Vorgang der Natur naturgemäss abzukürzen suchen. Dies geschieht durch Erhöhung der Reaktionsgeschwindigkeit und dazu

bietet Steigerung der Temperatur das Mittel. Aber man beging auch hier den gleichen Fehler wie bei der Heubrandforschung, indem man zu hohe Temperaturen anwandte. Man übersah, dass der Zerfall der Pflanzenstoffe, auf den ja die Kohlenbildung zurückzuführen ist, unter Wärmeentwicklung verläuft, dass also nach Erreichung einer Temperatur, bei der die Zersetzung beginnt, die Masse sich im Innern erheblich stärker erwärmt, als der gemessenen Aussentemperatur entspricht. Die Folge war, dass bei der höheren Temperatur ein der Verkohlungs entsprechender Vorgang eintrat, und eine Masse erhalten wurde, deren H-Gehalt im Verhältnis zum C-Gehalt zu gering war. „Denn der Prozess der Verkohlung ist durch einen Zerfall in Kohlenstoffsubstanz unter Abscheidung von wasserstoffreichen Kohlenwasserstoffen und Wasser unter Zurücklassung des überschüssigen C in Form von Koks gekennzeichnet“ (93, 68). Erst in jüngster Zeit ist es BERGIUS (1913) gelungen, die vorerwähnte Fehlerquelle zu vermeiden durch den Kunstgriff, dass er in ähnlicher Weise, wie andere vor ihm, den Kohlenbildungsprozess unter Zusatz von ziemlich viel Wasser vor sich gehen liess, und dadurch bis zu einem gewissen Grade das Problem der künstlichen Kohlenbildung zu lösen vermochte. Das zugesetzte Wasser hatte die Aufgabe, durch Aufnahme und Ableiten der Reaktionswärme die Überhitzung im Inneren der Gefässe zu vermeiden. So war es möglich, gleichmässig und genau einstellbare Temperaturen zu erzielen, die nun hoch genug gewählt werden konnten, um den gewünschten Vorgang in nicht allzulanger Zeit sich abspielen zu lassen, andererseits noch niedrig genug waren, um weitergehende Zersetzung der entstehenden Kohlenstoffsubstanzen (Verkohlung) zu verhindern. Durch diese Arbeitsmethode erhielt BERGIUS Kohle, deren Zusammensetzung der natürlichen Fettkohle entsprach. Also auch in dieser Hinsicht besteht eine Parallele in der Entwicklung des Heu- und Kohlenproblems.

Nie ist die Natur der Heuselbstentzündung als Destillationsprozess in Zweifel gestellt worden. Ob aber der Kohlenbildungsprozess auf einem gleichen Vorgang beruht, gilt noch zu untersuchen. Wir wollen im folgenden versuchen, auch gegenüber diesen Fragen zu einer Entscheidung zu kommen.

Wenn man unter einer gewöhnlichen Destillation die Überführung, sagen wir einmal eines festen oder flüssigen Körpers durch Erhitzen in den Dampfzustand und darauffolgende Wiederverdichtung derselben versteht, so charakterisiert sich dieser Vorgang einmal durch die Anwendung von Wärme (wie hoch dieselbe ist, bleibt für die Natur des Prozesses belanglos), dann aber durch Auftreten von gasförmigen und

flüssigen Stoffen, welche in die Vorlage übergehen, also einen Ortswechsel durchmachen, während ein fester Rückstand am ursprünglichen Destillationsort zurückbleibt. Es ist geltend gemacht worden, dass Temperatureinflüsse, durch die

Wirkungen des Druckes

vollständig kompensiert werden können. Die Ansichten hierüber gehen stark auseinander. PETZHOLDT (1841), einer der Ersten, der sich darüber äusserte, war der Ansicht (101, 394), dass ein überaus hoher Druck mitgewirkt haben müsse, weil die Mächtigkeit der die Kohlschichten überlagernden Steinmassen eine ungeheure sei, indem die in den Steinkohlschichten vorkommenden Reste von Baumstämmen ganz plattgedrückt seien und oft wie Blätter aussehen. Seither aber wissen wir, dass es sich bei diesem „Zusammengedrücktsein“ um ein blosses, infolge der Erweichung bei der Zersetzung stattfindendes Insiehzusammensinken der Reste handelt. So kommen nach GÜMBEL in Schieferkohlen der Schweiz plattgedrückte Holzstengel neben undeformierten Koniferenzapfen, die chemisch resistenter sind, vor; ausserdem findet man in ganz lockerem rezentem Torf Baumstämme, die sich nur wenige Dezimeter unter der Torfoberfläche eingebettet finden, und „plattgedrückt“ aussehen. „Wie wenig Druck und Deformation eine Rolle spielen, zeigen die jeweilen in verkohlten Holzstücken vorkommenden Höhlungen von Bohrwürmern, welche ohne irgendwelche erkennbare Spur des Zusammengedrücktseins sich erhalten haben. Auch Gehäuse von Schnecken (*Helices*), welche häufig in der oberbayrischen Kohle in Jena von HÄRING eingeschlossen gefunden worden waren, sind zwar meistens zerbrochen und zusammengesunken, aber nicht in anderer Weise, als diese Erscheinung in den nur 3—5 m tiefen Torflagern sich zeigt“ (56, 156).

W. SPRING (127) hat diesen Druckwirkungen 1881 eine ausführliche Studie gewidmet. Von FARADAYS Beobachtung ausgehend, dass zwei Eisstücke gegeneinander gepresst, sich sofort wieder zu einem einzigen Stücke verschmelzen, und zwar mit umso grösserer Leichtigkeit, je näher ihre Temperaturen zum Schmelzpunkt kommen, fand er, dass fast alle festen Körper diese Eigenschaft aufweisen, sofern nur der genügende Druck vorhanden ist, um die Moleküle der verschiedenen Stoffe nahe genug zusammenzubringen. SPRING zufolge haben die kristallinen Körper alle ohne Ausnahme obige Eigenschaft. Es sei hier nur an das bekannte Zusammenbacken kristallinischer Reagenzien in den Glasflaschen erinnert. Die eigentlich amorphen Körper verschmelzen sich entweder leicht [wie magere und fette Steinkohle

(200)] oder dann gar nicht [amorphe Kohle (190) und Tierkohle (202)]. Zufällig amorphe Körper werden durch den Druck oft kristallinisch und verschmelzen dann zusammen [Graphit (190)]. Torf von bräunlicher Farbe verwandelt sich bei einem Druck von 6000 Atm. in einen glänzend schwarzen harten Block, « ayant tout l'aspect physique de la houille. La cassure des bords de ces blocs présentait même, vue au microscope, l'allure feuilletée de la houille. La texture organisée avait complètement disparu. Enfin sous cette pression de 6000 at. la tourbe est plastique et s'écoule dans les fentes du compresseur. La ressemblance physique de ce produit avec la houille était telle que toutes les personnes auxquelles je l'ai montré, sans les prévenir de l'origine, l'ont pris pour un fragment de houille. J'ai chauffé des morceaux de ces blocs en vase clos et j'ai obtenu un coke gris à éclat métallique imparfait, compact, ne différant en rien du coke obtenu au moyen de la houille » (201).

Diese Angaben haben sich in der Folgezeit als irrtümlich herausgestellt, da die entstandene „Kohle“ weder chemisch noch mikroskopisch untersucht worden war. GÜMBEL konstatierte 1883 bei seinen Druckversuchen mit 20,000 Atm. nichts als ein Eingehen des Volumens um rund 87%, wodurch die komprimierte Masse das Aussehen und die Dichte von Sohlenleder erreichte und einen glänzenden Strich, wie Specktorf, zeigte. Nach dem Anfeuchten mit Wasser schwoll die Masse jeweils wieder auf die ursprüngliche Dicke an. Von Verkohlung keine Spur. Auch FREMY hat bei seinen Druckversuchen nichts von einer chemischen Veränderung der Substanz feststellen können und auch R. ZEILLER (149) hat gezeigt, dass durch die bloss mechanische Arbeit des Druckes aus Torf, Lignit und russischer Papierkohle nie etwas anderes erhalten wird. Scheinbar im Widerspruch dazu stehen Beobachtungen, mit denen PETZHOLDT (102) 1882 herausrückte, als ihn die Untersuchungen von REINSCH über die Mikrostruktur der Steinkohle (112) in alten Tagen noch zu einer Gegenkritik herausforderten. Er beschreibt darin Beobachtungen, die an Pfählen aus Tannenholz gemacht wurden, welche bei einem Bau mit Dampfrahmen in den Boden getrieben wurden, dort aber auf anstehenden Felsen stiessen und gestaucht wurden. Eine Untersuchung der gestauchten Teile haben nun die interessante Tatsache ergeben, dass hier mehrere der Pfähle inkohlt waren. Äusserlich konnte dies nicht wahrgenommen werden, jedoch fand sich im Zentrum des gestauchten Teiles ein Klumpen Kohle und zwischen diesem und dem chemisch unverändert gebliebenen Holz der Reihe nach von innen nach aussen, geschwärztes stark gebräuntes, schwach gebräuntes und endlich nur gelb gefärbtes

Holz. Von besonderem Interesse ist nun, dass der innerste Kern der inkohlten Partie sich als Anthrazit erwies, der von Braunkohle umgeben war. POTONIÉ bestätigt diese Tatsache durch eigene Beobachtungen (108, 97) und weist darauf hin, dass auch in der Literatur Angaben, dass Holzteile an mechanisch stark ausgesetzten Teilen von Dampfrahmen Destillationsprozesse eingehen mit Bildung teerasphaltiger Massen, öfters zu finden seien. Er bemerkt dazu, dass das meist als solches noch erkennbare Holz eine braunkohlig-lignitische, zuweilen sogar eine glanzkohlig-steinkohlige Beschaffenheit angenommen hat. Es verdient Erwähnung, dass PETZHOLDT zum Unterschied von vielen andern Beobachtern sich wirklich bemüht hat, die Natur der Kohlenvarietäten nicht nur dem äussern Anschein nach zu beurteilen, sondern durch die damals bekannten, charakteristischen Merkmale der betreffenden Sorten möglichst einwandfrei festzustellen. POTONIÉ hielt seine Resultate für wertvoll genug, um sie in sein Buch hinüberzunehmen (98). Man könnte geneigt sein, diese Inkohlung als eine Wirkung des Druckes zu betrachten, wenn man nicht daran erinnert würde, dass offenbar durch diese Art des Schlagens nicht unbedeutliche Reibungswärme entsteht, welche viel eher, als der Druck allein, für so weitgreifende chemische Veränderungen der Holzsubstanz verantwortlich zu machen sein wird.

Aus dem Umstande, dass es W. SPRING gelungen ist, durch blossen Druck zum Beispiel aus einem Gemenge von Kupferfeilspähnen und grobem Schwefelpulver schwarzen kristallinen Kupferglanz zu produzieren, darf man nicht ohne weiteres schliessen (12, 178), dass nun Druck allein Veränderungen hervorzurufen imstande sei, wie sie sonst nur durch Wärmewirkungen erzielt werden. Im Gegenteil, es ist doch wohl kaum denkbar, dass die Druckwirkung bei diesen chemischen Substanzen von keiner Wärmeentwicklung begleitet werde. Wie oft selbst ein ganz geringer Druck Energiemengen auslöst, die uns gewaltig erscheinen, zeigen uns die Azide, die, bei der leisesten Berührung schon mit heftigem Knall auseinanderfahren. Alles hängt von der Natur der Substanz ab, die gedrückt wird, erklärt doch SPRING selbst gegen Ende seiner Abhandlung (127, 206), dass, wenn es auch wahr bleibt, dass der Druck die Reaktionen verhindert, welche von einer Volumenzunahme begleitet sind, man doch nicht ausser Acht lassen dürfe, dass die chemische Affinität eine beträchtliche Rolle bei diesen Erscheinungen spielt. Können wir uns nicht auch einen Gegenpol zu den Aziden denken, eine Molekularkonstitution, die selbst durch hohen Druck keine Wärmewirkungen auslöst? Die bisherigen Experimente lassen die Annahme zu, dass die Grundsubstanzen der Kohlen dahin-

gehören. Es scheint denn auch, dass die Geologie verzichtet hat, den Druck allein als einen wesentlichen oder wirklichen Faktor der Inkohlung zu betrachten, obwohl ja der Einfluss auflastender Massen bei der Steinkohlenbildung nicht geleugnet werden kann. Wenn man dem Druck beim Kohlungsprozess eine Bedeutung zumessen kann, so ist es die, welche PETZHOLDT schon in seinen leider viel zu wenig gewürdigten Arbeiten von 1841 so treffend charakterisiert hat. Sie ist eine doppelte. Denn einmal bewirkte der Druck, „dass der erdige Zustand, den man so häufig bei den Braunkohlen und immer beim Torf findet, bei den Steinkohlen nicht erscheinen konnte, indem diese unter dem Einfluss hoher Drucke zu einer möglichst dichten und kompakten oder blättrigen Masse zusammengepresst wurden“. Dass diese Bemerkung der Richtigkeit nicht entbehrt, könnten Erfahrungen aus neuester Zeit zeigen. Bekanntlich wurde die im Laboratorium künstlich erzeugte Kohle, nicht wie die natürliche, in festen, glänzenden Stücken, sondern in Form einer porösen Masse erhalten, die schon bei geringem Druck in eine je nach dem Kohlenstoffgehalt braunschwarze bis schwarze pulverige Masse zerfiel. Von Wichtigkeit ist nun, dass es BERGIUS gelang, durch Steigerung des Druckes auch diese äusserlichen Unterschiede aufzuheben.“ Zweitens bewirkt der hohe Druck, dass gewisse Zersetzungsprodukte mehr oder weniger flüchtiger Natur gezwungen wurden, bei der ganzen Masse zu verbleiben. Während also bei der Bildung des Torfes und des Teichschlammes fortwährend grosse Mengen von Kohlenwasserstoffgasen als Sumpfluft entwichen, wurde ein solches Entweichen in diesen Fällen durch das aufliegende Gebirge und diesen ausgeübten, gewaltigen Druck fast ganz verhindert.“

Einfluss der Zeit.

Grundanschauung war und ist es noch heute, dass die Verkohlung allmählich und unmerklich vor sich gegangen ist, unter dem Einfluss des Lichtabschlusses, des erhöhten Druckes und einer ungeheuren Zeit. Die Frage nach der Temperatur blieb bis heute fast unaufgeworfen, da diese durch andere Faktoren, wie Zeit und Druck als vollwertig ersetzt galt. Das ist entschieden ein Irrtum, denn Zeit ist nicht wie Druck und Temperatur eine Energie, mit Hilfe deren sich Stoffe ineinander umwandeln lassen, sondern lediglich eine Dimension. Durch blosses Warten vollziehen sich keine chemischen Vorgänge, auch in Jahrmillionen nicht. Wenn aber nach langen Jahren an einem Stoff kleine Veränderungen bemerkt werden, so ist nicht die Zeit dafür verantwortlich zu machen, sondern wir müssen schliessen, dass an sich unendlich kleine Energiebeträge im Laufe

dieser langen Zeiten in steter Aufeinanderfolge zu einer Summe angewachsen sind, die an ihren Wirkungen sichtbar geworden ist. Je länger die Zeit ist, um eine Umwandlung eben sichtbar werden zu lassen, um so kleiner muss die ursprüngliche Grösse des Energiebetrages angenommen werden, die zur Wirkung gelangt, vorausgesetzt, dass es sich um einen kontinuierlich und gleichmässig verlaufenden Prozess handelt. Die Zeit erlaubt es also schliesslich nur, unmerkliche Wirkungen sichtbar zu machen und ist ein Mittel, mit welchem unmessbar kleine Beträge schliesslich zur Abmessung gelangen können, kurz ein Mass, eine Dimension, auf keinen Fall aber eine Energie. Als Agens der Umwandlung von Pflanzen in Kohle kann daher die Zeit allein auch keine Rolle spielen. Man hat aber in früheren Jahren anders gedacht. Je älter die Kohle war, desto kohlenstoffreicher sollte sie sein, je jünger sie war, desto kohlenstoffärmer. Wir kennen aber zahlreiche Fälle, wo Kohlen von hohem geologischem Alter noch Braunkohlenhabitus zeigen und andererseits relativ sehr jugendliche Kohlen, Steinkohlen oder selbst anthrazitartig werden. SCHUMANN (1894) sagt, es liege kein Grund vor, anzunehmen, dass die Steinkohle ihre besondere physikalische Eigentümlichkeit erst durch das hohe Alter gewonnen hätte. Im Gegenteil haben wir einen sehr klaren Beweis, dass die Steinkohle von Anfang an als solche gebildet worden ist. „Unter den Konglomeraten, nämlich den oberen Karbonschichten, finden sich zuweilen auch Kohlenrümpfer eingebettet, und diese zeigen, obschon sie ganz andern Bedingungen ausgesetzt gewesen sind, als die Flöze, doch stets die charakteristische Natur der Flözkohle. Ausserdem spricht der Umstand gegen eine solche allmähliche Metamorphose, dass es ältere Kohlen aus der mesozoischen Zeit gibt, die physikalischen Braunkohlen gleichen und wiederum ganz junge Kohlen, welche gewissen Steinkohlen täuschend ähnlich sehen. Welche Faktoren aber mitwirken, um den Kohlen ihre eigentümliche Natur aufzuprägen, wissen wir nicht“ (121,557).

Die Temperaturfrage.

Wenn nun bei der Kohlenbildung eine Destillation (gleich welcher Art) stattgefunden hat, so werden wir uns endlich der Frage zuzuwenden haben, ob denn hier auch Wärmeeinflüsse mit im Spiele gewesen seien und wie sich hier die Verhältnisse darstellen im Vergleich zu den Temperaturverhältnissen im Heustock. Über die letzteren ist man bis vor kurzem im unklaren gewesen. Es ist charakteristisch, dass selbst RANKE und MIEHE, die beiden Klassiker der Heubrandforschung, diesbezüglich ganz gegenseitige Ansichten vertreten konnten.

Das kam so: RANKE lag das Heubrandproblem eigentlich fern, da er Pathologe war. In der Nähe Münchens, seinem Wirkungsort, besass er ein Landgut, auf dem ihm einmal ein Heuhaufen von 450 Ztr. verkohlte. Der Fall erregte seinen Naturforschersinn dermassen, dass die zur Feststellung der Ursache in Angriff genommenen Experimente 1873 eine Studie entstehen liessen, die in der Literatur einzig dasteht und heute noch, nach bald 50 Jahren, für die Heubrandforschung Wert besitzt. Aus seinen Beobachtungen schloss RANKE u. a., dass im Heuhaufen eine Temperatur von etwa 300° geherrscht haben müsse.

Als dann MIEHES Bakterientheorie Einfluss gewann, wurde man gegen diese hohen Temperaturen skeptisch. Man hielt es für möglich, dass man Temperaturen über 80° in Heustöcken überhaupt nicht finden würde. Man müsse bedenken, sagte MIEHE, dass diese Temperatur sehr lange Zeit, monatelang, einwirkt, dass das Heu gewissermassen trocken destilliert werde und dass deshalb die Verkohlung allein sehr wohl auch bei dieser Temperatur erfolgen könne. Die Angaben von RANKE blieben demnach ein Rätsel. Um Sicherheit zu erhalten, fing man 1917 an, die Temperaturen von Heustöcken in den verschiedenen Stadien zu messen. LAUPPER tat es im Kleinen, anhand von Laboratoriumsversuchen (73, 6–11), TROXLER in Emmenbrücke berichtete auf Grund seiner praktischen Erfahrungen als Feuerwehrinspektor, SCHENK in Interlaken und R. BURRI in Bern versuchten es zum erstenmal an Heuhaufen im Grossen. Die Resultate liefen auf die Bestätigung des TROXLERSchen Satzes hinaus: „Zeigt bei der Messung der Temperatur eines Heu- oder Emdstockes das Thermometer $80-100^{\circ}$ C, so ist grösste Gefahr im Anzug, denn die Temperatur kann jetzt sprungweise von 100 auf 200 oder 300° steigen und der leiseste Luftzug kann genügen, um die Selbstentflammung herbeizuführen“ (74, 12).

Wie steht es nun damit bei den Naturkohlen? In allerneuester Zeit haben sich die Stimmen nach erneuter Diskussion der Temperaturfrage gemehrt und so sei uns denn gestattet, die Gründe, die für und gegen die Annahme einer Mitwirkung von Wärmeeinflüssen auch bei der Bildung von fossilen Kohlen sprechen, zusammenzustellen und gegeneinander abzuwägen, zumal ja auch in der neueren Literatur weder eine vergleichende und kritische Darstellung von Gründen und Gegengründen, noch eine Zusammenfassung dieser Ansichten, gefunden werden kann.

Bekanntlich pflegte sich der Begriff der „Destillation“ früher, wenn immer die Rede von Kohlenbildung war, an den der Gasver-

kokung zu knüpfen, weil diese als das klassische Vorbild der trockenen Destillation galt. Wir sind heute darüber hinaus. Um so hohe Temperaturen, wie bei der Gasverkokung, kann es sich im natürlichen Kohlenbildungsprozess nie gehandelt haben, denn Temperaturen von 1000° würden von der Kohle nichts übrig gelassen haben als Koks, amorphen Kohlenstoff, Graphit oder irgend sonst einen ausserordentlich stabilen Kohlenstoffkörper. Unsere Steinkohlen sind aber Gemische von zum Teil so empfindlichen Substanzen, dass Temperaturen von weit über 300° als beinahe ausgeschlossen zu gelten haben.

Man hat versucht, dem bei der natürlichen Kohlenbildung seinerzeit herrschenden Temperaturgrad durch *E r r e c h n u n g* beizukommen. J. F. HOFFMANN (1902) hat keine Mühe gescheut, diese Rechnung so genau wie möglich zu gestalten und alle möglichen Faktoren und Einzelheiten mit zu berücksichtigen. Ein Auftrag zur experimentellen Bearbeitung eines von gerichtlicher Seite gewünschten Gutachtens hatte es ihm ermöglicht, sich zuvor mit den Erscheinungen einer Selbstentzündung von pflanzlichen Nähr- und Futterstoffen (61) vertraut zu machen. Und da seiner Ansicht nach die Haupteigentümlichkeit dieser Vorgänge in der Abscheidung von Kohle unter Wärmeentwicklung besteht, so lag es für ihn nahe, zu versuchen, die künstliche und natürliche Kohlenbildung mit diesen Wärmeentwicklungen in Zusammenhang zu bringen. Er versuchte die Wärmemengen, welche sich beim einfachen Zerfall der Bestandteile des Pflanzenkörpers in Kohle und Wasser bilden, auf Grund thermischer Gleichungen so genau wie möglich zu berechnen, um sich eine Vorstellung machen zu können, welche Temperaturen bei der Entstehung der Steinkohle wohl geherrscht haben mögen. HOFFMANN fand, dass die Abscheidung von Kohle aus den Bestandteilen der Pflanzen (Kohlenhydrate, Fett, Eiweiss, Harz und Wachs) mit Wärmeabgabe verbunden ist, welche das restierende Material bis auf 900° zu erhitzen vermag, eine Temperatur, die noch höher wird, wenn man in Betracht zieht, dass die entwickelten Gase (Methan und Kohlensäure) im Kohlengestein unter Druck gestanden haben. HOFFMANN ist deshalb der Ansicht, dass die Bildung der Steinkohle nicht im Verlauf vieler Jahrtausende, sondern im Gegenteil innerhalb sehr kurzer Zeiten stattgefunden haben müsse. Es will mir aber scheinen, dass HOFFMANN einer intuitiven Schätzung mehr Vertrauen entgegenbrachte, als er für die Methode der thermochemischen Berechnung aufzubringen vermochte, denn nicht nur unterzieht er seine Rechnungen einer Reihe von Korrekturen, auf die wir gleich noch zu sprechen kommen werden, sondern er gibt auch weiter an, dass „die Tem-

peratur, bei welcher die Verkohlung eintrat, auf etwa 130° Cels. (62,⁸³¹) zu schätzen sei“. DONATH (1905), ebenfalls ein Befürworter einer hohen Temperatur bei der Steinkohlenbildung, sagt, ohne sich auf irgendwelche Berechnungen zu stützen, dass eine nicht wesentlich höhere Temperatur als gegen 250° C angenommen zu werden brauche. Eine weitere Berechnung auf etwas anderem Wege stammt von F. BERGIUS (1913). Nach seinen Berechnungen (3) würde sich Zellulose, bei der Zerfallsreaktion, wenn keine Wärme abgeleitet wird, um 1180° erwärmen. Er benützt das NERNSTSCHE Theorem, um zu beweisen, dass die Zellulose ein Körper ist, dessen Zerfall schon bei gewöhnlicher Zimmertemperatur vor sich geht, natürlich nur viel langsamer, als bei hoher Temperatur. Setzt er in die NERNSTSCHE Formel für die Temperatur den Wert von 10° C ein, so lasse sich daraus das Alter einer Fettkohle mit 82—83% C zu etwa 7—8 Millionen Jahren bestimmen. Da diese Zahl mit der Annahme der Geologen über das Alter mesozoischer Schichten zufällig übereinstimmt, so hält er Temperaturen wesentlich über 10° C bei der Kohlenbildung für unwahrscheinlich!

Diese Temperatur ist unwahrscheinlich, denn schon als Durchschnittstemperatur der Luft eines subtropischen Klimas mit ewigem Sommer — das Karbon kennt keine Jahreszeiten, was man aus dem Fehlen der Jahresringe bei den Bäumen schliessen muss — ist sie sicher zu niedrig gegriffen, ganz abgesehen von der gewiss auch nach aussen sich geltend machenden Temperatur im Innern der Erde, die doch ebenfalls höher sein musste, als sie jetzt ist, wenn man bedenkt, dass Mutter Erde in dem jugendlichen Alter von damals noch mit ganz anderen thermischen Kräften ausgerüstet war, als heute. Die auf das produktive Karbon folgende Epoche des Perm war ja eine Zeit aufs höchste gesteigerter, vulkanischer Tätigkeit. Gewaltige Umwälzungen traten auf einem grossen Teil der Erde ein, sodass an den meisten Stellen die nächst jüngeren Ablagerungen ungleichförmig auf dem karbonischen Gestein aufruheten. Die gleiche Aufeinanderfolge von „Kohlenablagerung“ und „vulkanischer Tätigkeit“ treffen wir wieder in der Braunkohlenzeit, auch sie war eine Zeit starker Erdunruhen. Man kann nicht glauben, dass diese Zusammenhänge zwischen Kohlenbildungen und Bewegungen der Erdrinde auf Zufall beruhen, und es liegt der Gedanke nahe, dass die Kräfte, die solche Bewegungen auslösten, einen mächtigen Impuls auf die Entwicklung und Entstehung der Kohlen ausgeübt haben müssen. Die Annahme einer so niedrigen Temperatur und folglich einer so gleichmässigen, ungeheuer langen Entwicklung besitzt an und für sich sehr wenig Wahrscheinlichkeit.

Denn die Tatsachen der biologischen Wissenschaften bilden eine ununterbrochene Beweisreihe dafür, dass das biologische Geschehen in der Natur sprungweise geschieht oder besser gesagt, von einem periodischen Rhythmus durchpulst wird, der zum Naturgesetz wird, dem gegenüber die von BERGIUS angenommene mathematisch stetige Jahrmillionen dauernde Entwicklung der Kohle als ein Ausnahmefall erscheinen muss, dem nur wenig Wahrscheinlichkeit zukommt.

Wenn zwischen Schätzung und Berechnung der Wärmegrade so grosse Unterschiede auftreten, so erklären sie sich nach HOFFMANN durch das Vorkommen von hochmolekularen endothermen Verbindungen in den Steinkohlen, das sind Verbindungen die unter grosser Wärmebindung entstehen. Ein chemischer Satz lehrt, dass Temperaturerhöhung das mit Wärmebindung gebildete System befördert. Es ist also anzunehmen, dass sich diese Verbindungen bei höherer Temperatur gebildet haben, da sie als endotherme Verbindungen ohne Wärmezufuhr gar nicht hätten entstehen können. So erklärt sich auch, dass in Wirklichkeit die berechneten Temperatursteigerungen nie den theoretischen Wert erreichen können, weil sekundär stark endotherme Verbindungen entstehen, welche immer einen Teil der entstandenen Wärme für ihre Bildung beanspruchen.

Einer ähnlichen Deduktion bedient sich DONATH (22) zur Begründung der Mitwirkung höherer Temperaturen. Er hat beim Extrahieren von Rossitzer und Ostrauer Steinkohlen mit Pyridin, Schwefelkohlenstoff und Chloroform in diesen Extrakten Anthrazen und Chrysen gefunden. Nun bedürfen aber mehrringige Kohlenwasserstoffe der aromatischen Reihe im allgemeinen zu ihrer Bildung höherer Temperaturen. Es ist zwar wohlbekannt, dass sie auch bisweilen in Naturprodukten vorkommen, bei deren Bildung also höhere Temperaturen nicht in Betracht gezogen werden können. So ist z. B. Reten nicht nur im Teer harzreicher Nadelhölzer (also bei höherer Temperatur!), sondern auch in verschiedenen Erdharzen, so im Fichtelit, aus einem Torflager in Bayern, ferner in einem Harz aus Kiefern eines Braunkohlenlagers (Scheererit) und in anderen ähnlichen Produkten gefunden worden. Anthrazen aber scheint bisher in keinem andern Naturprodukt gefunden worden zu sein und es entbehrt mithin die Möglichkeit der Bildung von Anthracen bei gewöhnlicher Temperatur der Wahrscheinlichkeit. Da man auch die für dasselbe bekannte synthetische Bildungsweise in der Steinkohle nicht annehmen kann, so schliesst DONATH aus dem Vorhandensein von Anthrazen und Chrysen in den schwefelkohlenstoff- und chloroformlöslichen Bestandteilen

dieser Kohlen, dass bei deren Bildung auch höhere Temperatur mitgewirkt haben muss.

Werden Steinkohlen mit Benzol extrahiert, so ist dieser Auszug optisch aktiv. Werden aber die gleichen Stoffe durch Vakuumextraktion aus der Kohle extrahiert, wozu eine Temperatur von 450° unbedingt nötig ist, so bleibt nach Beobachtungen von PICTET in Genf (1911—15) die optische Aktivität aus. PICTET schliesst daraus, dass die für die Vakuumdestillation nötige Temperatur von 450° genügen müsse, um die Drehung der Kohlenprodukte zu zerstören, und er sieht in der Tatsache, dass optisch aktive Produkte aus der Kohle isoliert werden können, einen Beweis, dass die Kohle bei ihrer Entstehung keine solchen Temperaturen erlebt haben könne (104). Später aber haben FISCHER und GLUUD (1917) zeigen können, dass bei den Produkten der Tieftemperaturverkohlung und auch beim Steinkohlen-generatorteer — beides Produkte, bei deren Erzeugung 450° wesentlich überschritten werden — die optische Aktivität erhalten bleibt, wenn nicht Racemisierung eintritt, wie das bei PICTET der Fall gewesen zu sein scheint. Damit verliert die Grundlage, womit PICTET auf die Entstehungsgeschichte der Kohlen rückschliesst, ihre beweisende Kraft, aber es ist natürlich nicht gesagt, dass es wahrscheinlicher wäre, dass die Kohle jemals im Erdinnern Temperaturen von solcher Hitze ausgesetzt war (41).

Einen weiteren Grund für die Mitwirkung höherer Temperaturen sieht HOFFMANN (62) in der grossen Trockenheit der Steinkohle. Seine Ansicht geht dahin, dass auch der stärkste Sedimentdruck nicht imstande sein kann, die organischen Reste bis zu der gegenwärtigen Trockenheit zu entwässern, die am besten die Tatsache kennzeichne, dass in den Kohlengruben Staubexplosionen auftreten, die man durch Zufuhr von viel Wasser zu verhindern suche. Es muss also intensive Wärme mitgewirkt haben.

Die Tatsache, dass es nur bei höheren Temperaturen gelungen ist, Substanzen herzustellen, die man als künstliche Kohlen bezeichnen kann, ist kein Beweis dafür, dass die natürlichen Vorgänge bei diesen Temperaturen stattgefunden haben, wenn sie auch die Wahrscheinlichkeit der gemachten Annahmen erhöhen.

Es muss ferner angenommen werden, dass, abgesehen von rein chemischen Vorgängen, in der Muttersubstanz der Kohle auch dynamische Vorgänge geologischer Art Wärme geliefert haben. Störungen in den Kohlenflözen bemerkt man denn in der Tat auch in ganz ungewöhnlichem Masse. P. KUKUK (72) hebt hervor, dass die Steinkohlenfelder Europas teils am Aussensaum eines mächtigen

mitteleuropäischen Gebirges (des sog. amerikanisch-variskischen Gebirges) liegen und dass aus allen andern grossen Kohlenrevieren ähnliche Tatsachen bekannt seien, was darauf schliessen lasse, dass ein innerer Zusammenhang zwischen Kohlenbildung und Gebirgsfaltung bestehen müsse. Aber nicht nur die Steinkohlen, sondern auch die Braunkohlen finden sich durchwegs in Anlehnung an grössere Gebirgszüge, selten im Innern von Gebirgen.

Für die Mitwirkung von Hitze hat man früher schon in dem Verhalten der geothermischen Tiefenstufe im Kohlengebirge einen Beweis finden wollen. POTONIÉ (108, 108) hat diese Ansicht verworfen. Er hebt hervor, dass eine irgendwie bemerkenswerte Selbsterwärmung beim Prozess der Inkohlung nicht zu bemerken sei, weder in rezentem Torf, noch in Braun- und Steinkohlenlagern. Nach ihm sind gegenteilige Beobachtungen auf die sog. „Brühwärme“ zu erklären, die entsteht, wenn Luft in Berührung mit Kohlen kommt. Die Luft oxydiert die Kohlen und entwickelt hierbei Wärme. Diese Brühwärme ist vom Zutritt der Luft abhängig und kann daher nur in der Nähe der Erdoberfläche oder an solchen Stellen auftreten, wie z. B. in Abbauen, nicht aber in unverletzten Flözen der Tiefe. Eingehende Untersuchungen über die „Eigenwärme“ der Flöze hat in neuerer Zeit (1917) HEIMHALT VON HÖFER (58) veröffentlicht. Er hat in den Kohlenbecken Oesterreichs umfangreiche Messungen der geothermalen Verhältnisse vorgenommen, die ergaben, dass die Braunkohlenflöze bedeutend wärmer sind als die der Steinkohle. Nach ihm betrug die durchschnittliche geothermische Tiefenstufe im Starkenauer Braunkohlenbecken in Böhmen 12,26 m, in der Nähe des Lignitzflözes dort sogar nur 5,03 m (statt wie gewöhnlich 30 m per 1°). Ausserdem ergibt sich, dass C-ärmere (meist jüngere) Steinkohlenflöze mehr Eigenwärme besitzen als C-reichere (ältere), dass also im grossen und ganzen die Energie des Kohlenvorganges mit dem Fortschreiten der Inkohlung (zum Teil also mit dem Flözalter) abnimmt (siehe auch 87).

Beispiele von Metamorphosen des Kohlengesteins durch eruptive Einflüsse mit sichtbaren Wärmewirkungen finden sich in jedem Lehrbuch der Geologie. Wie bekannt, wurden von eruptiven und vulkanischen Ausbrüchen nur die unmittelbar im Kontakt befindlichen Steine in Mitleidenschaft gezogen und mehr oder weniger verändert. Da nun die Kohlenfelder ganz enorme Flächen einnahmen, auf die im grossen und ganzen die vulkanischen zum Ausbruch kommenden Gesteinsmagmen keinen Einfluss ausüben, so wird man mit A. F. STAHL (1905) (128) daraus schliessen dürfen, dass sie also auch

keine Destillation verursacht haben konnten. Eine Erhitzung so grosser Flächen konnte nur durch exotherme Wärme in Verbindung mit der Erdwärme erfolgt sein. In allerneuester Zeit (1921) hat ERDMANN (34) mit nicht misszuverstehender Deutlichkeit seiner Überzeugung Ausdruck gegeben, dass die wesentlichen Unterscheidungsmerkmale der Humuskohlen aus der Tertiärzeit und dem Karbon weder durch Verschiedenheit des Pflanzenmaterials noch durch die Zeit, wohl aber durch den höheren Druck und vor allem durch die höhere Temperatur, durch die Erdwärme bedingt wird. „Die Berücksichtigung der grösseren Erdwärme infolge Überdeckung durch die jüngeren geologischen Schichten hat in jüngster Zeit volle Aufklärung der Rätsel gebracht, die für den Aufbau der Kalisalzlager und die „Paragenese“ der Zechsteinsalze nach den VANT HOFFSchen Untersuchungen noch bestanden. Wenn für das Einsinken der Salzlager der Zechsteinzeit eine Tiefe von 5000—6000 m und dementsprechend — bei Annahme der geothermischen Tiefenstufe von 3° für 100 m — eine Temperatur von etwa 180° festgestellt werden konnte, so muss für die Karbonzeit in der Regel eine weit höhere Überlagerung und daher eine Temperatur zwischen 200 und 300° in Betracht kommen, während die tertiäre Braunkohle höchstens wohl mit 250 m Gesteinsschichten überdeckt und daher einer höheren Erwärmung nicht ausgesetzt gewesen ist.“

Weichwerden der Kohlenmasse.

Als der Erste, der erkannte, dass bei der Steinkohlenbildung nicht nur eine Vertorfung oder Huminifikation stattgefunden hat, sondern dass auch durch die Druckdestillation eine Erweichung der entstehenden Kohlenmasse erfolgen musste, ist A. PETZHOLDT zu betrachten. Er hat schon im Jahre 1841 eine Schrift „Über Kalamiten und Steinkohlenbildung“ veröffentlicht, die aus der Literatur verschwunden zu sein scheint. Zufällig besitzen wir in unserer Zentralbibliothek ein Exemplar dieses interessanten Büchleins. Der Verfasser teilt darin mit, „dass es weiter nichts als die deutsche Bearbeitung desselben Gegenstandes sei, den er seiner selbst und seines wissenschaftlichen Interesses wegen anfangs nur den Fachgelehrten mitzuteilen beabsichtigte, weshalb er auch den Vorläufer dieser deutschen Arbeit in lateinischer Sprache geschrieben habe.¹⁾ Es ist dieses Büchlein von 68 Seiten auch deshalb von Interesse, weil DONATH und LISSNER (1921)

¹⁾ De Calamitis et Lithanthracibus libros duos scripsit Dr. A. PETZHOLDT 1841.

in ihrer Schrift „Kohle und Erdöl“ (26) die Priorität der PETZHOLDT-schen Ansichten — wohl irrtümlich — REINSCH zuschreiben, der 40 Jahre später (1881) in einer im Buchhandel ebenfalls vergriffenen Broschüre mit dem genau gleichen Titel (113) Ansichtenausgesprochen haben soll, die wir — abgesehen von einigen stilistisch altertümlich anmutenden Auslassungen — wörtlich genau in obiger Arbeit PETZHOLDTS aus dem Jahre 1841 wiedergefunden haben (100, 11). Wir werden nach Schilderung der PETZHOLDT-schen Versuche den genauen Wortlaut seiner Schlussfolgerungen im Original folgen lassen.

Zu seinen Versuchen liess sich PETZHOLDT zwei gusseiserne (Schmiedeeisen fand er wegen der grossen Verwandtschaft des Fe zu C zu seinem Zwecke untauglich) Büchsen anfertigen und zwar von einer solchen Wandstärke, dass das Volumen der dazu verwendeten Eisenmasse das der in den Büchsen enthaltenen Höhlung 8 mal übertraf. Zur

1. Versuchsreihe:

wurden die Büchsen mit einem Stück Holz (Weissbuche) vollständig ausgefüllt und nach sorgfältigem Verschliessen in einem Schmiedefeuer bis zur Dunkelrotglut erhitzt. Es konnte trotz öfterer Wiederholungen und trotz Verschlusses mit aufgeschliffenen und starken Schrauben versehenem Deckel nicht verhindert werden, dass der grösste Teil der gasigen und flüssigen Zersetzungsprodukte entwich, wobei der Druck sich als dermassen stark zeigte, dass die Deckelschrauben entweder gedehnt oder zerrissen wurden. Beim Öffnen der Büchsen blieb eine schwarze glänzende, geschmolzene, mit unzähligen grossen und kleinen Blasenräumen erfüllte Masse zurück, die etwas spezifisch leichter als Wasser, nur selten hin und wieder Spuren von organischer Holzstruktur zeigte, mit geringem Gehalt von Teer und Kohlenwasserstoff.

2. Versuchsreihe:

Die ersten Versuche wurden so abgeändert, dass die sich entwickelnden Zersetzungsprodukte mit noch stärkerer Gewalt zurückgehalten wurden, jedoch ohne von Schrauben abhängig zu sein. Es wurden zwei Büchsen, gefüllt wie oben und mit den Deckeln gegeneinander, zwischen schwere Eisenplatten geklemmt in die Erde verkeilt, derart, dass bei der Erhitzung des Ganzen durch untergelegtes Feuer die Ausdehnung des Schmiedeeisens zu noch festerem Verschlusse der Büchse ausgenützt wurde. Versuch nur einmal gemacht, weil vollständig gelungen. Ergebnis: Eine schwarze, weniger glänzende, sehr vollkommen geschmolzene Masse, die fast nur den halben Raum einnahm, welchen das Holz erfüllt hatte, nur sehr kleine Blasenräume enthaltend, mit spezifischem Gewicht von 1,18 und von aller organischer Struktur entblösst. Durchaus übereinstimmend mit Steinkohle, weil bei der trockenen Destillation des Produktes eine grosse Menge von Kohlenwasserstoff abgeschieden werden konnte, die angezündet mit sehr leuchtender und glänzender Flamme brannte.

3. Versuchsreihe:

Im Bemühen, ein unter allen Umständen fest verschlossenes Gefäss zu erhalten, in welchem die Zersetzung des Holzes vorgenommen werden konnte, versuchte es PETZHOLDT durch einfaches Umgiessen von Holz mit flüssigem Eisen. Der Erfolg blieb aber weit hinter den Erwartungen zurück, weil trotz 20 und mehrmaliger Wiederholung die Zersetzung des Holzes allemal zu einer Zeit schon begann, bevor noch

das Eisen vollständig erstarrt war. Es resultierte stets eine einfache Holzkohle mit erhaltener, organischer Struktur, Jahrringe und Zellen noch sichtbar, ohne Gase und ohne Bitumen.

Für PETZHOLDT war damit der Beweis erbracht, „dass, wenn bei der Verkohlung von Holz die gasförmigen und tropfbar flüssigen Zersetzungsprodukte zurückgehalten werden, die Masse weich wird und schmilzt, wobei jegliche organische Textur verschwindet und ein der Steinkohle ähnliches Produkt zum Vorschein kommt.“

„Dass die Steinkohle einst weich und flüssig war, wird zunächst durch ihren muscheligen Bruch bewiesen, der oft so deutlich ist, dass nicht selten Laien und Gelehrte meinen, ein Stück Holz vor sich zu haben, an welchem man die Jahrringe deutlich bemerken könne. Und wirklich ist diese Ähnlichkeit mit Holz bisweilen so gross, dass wir selbst öfters getäuscht und veranlasst wurden, an solchen Exemplaren unter dem Mikroskop nach erhaltener organischer Struktur zu forschen, was aber stets vergeblich war. Aber dieser muschelige Bruch ist in nichts anderem begründet, als in den physikalischen Gesetzen, nach welchen fast alle Körper, welche ohne zu kristallisieren aus dem flüssigen Zustand in den festen übergingen, dieselbe Erscheinung an sich bemerken lassen. Man sieht das deutlich an der ganzen Klasse der Harze und Wachse, am Feuerstein, am Obsidian, am Glase und an anderen mehr. Ja selbst an ungleichartig zusammengesetzten Mineralien, an den Gebirgsarten kann man diesen muscheligen Bruch beobachten, wenn dieselben sehr feinkörnig sind, wie zum Beispiel an mehreren Arten des Kalkmergels. Alle die genannten Körper waren aber, ehe sie hart wurden, in dem Zustand der Weichheit und Flüssigkeit und niemandem würde es einfallen, in dem muscheligen Bruche derselben Jahrringe erblicken oder in ihnen organische Struktur auffinden zu wollen. Jeder findet den Grund dieser Erscheinung mit Recht in dem früheren flüssigen Zustande, warum also nicht dasselbe Verhältnis auch bei den Steinkohlen annehmen? Wir sind der bestimmten Meinung, dass der muschelige Bruch der Steinkohle der stärkste Beweis ihrer einstigen Flüssigkeit ist, zumal da dieser Bruch fast überall gefunden wird, obwohl selten von solcher Vollkommenheit wie bei der Kannelkohle, bei der Pechkohle und bei einigen Abänderungen des Kohlenschiefers“.

An Druckdestillation bei der Steinkohle hat auch v. GÜMBEL 1881 schon gedacht. Er erklärte die Verschiedenartigkeit der äusseren Beschaffenheit der Steinkohle dadurch, dass die Steinkohlenflöze nicht eine einheitlich unter hohem Drucke starke Masse darstellen, sondern dass vorübergehend eine Erweichung oder gar Verflüssigung stattgefunden

hat, aus der die Kohlen dann die Substanzen von glänzender Oberfläche, muscheligen Bruch usw. in ähnlicher Weise erstarkt sind, wie es bei künstlichen Pechen der Fall ist. Die Entstehung der Kohle wäre dann in gewissem Sinne analog der Bitumenbildung im Erdöl, Erdpech oder Asphalt.

In neuerer Zeit spricht sich auch SCHUSTER (1912) zu gunsten einer Verflüssigung der Kohle aus, indem er bemerkt, dass es sich bei den Steinkohlen nicht bloss um starre, durch grossen Druck homogen gemachte Massen, sondern auch um gewisse, in verschiedenem Grade der Erweichung befindliche Bestandteile handelt (122).

1914 ist uns in E. DONATH (Brünn) ein weiterer energischer und erfolgreicher Verfechter der Ansicht vom Kohlungsprozess als einer Art Druckdestillation erstanden. Auf Grund einer eingehenden Untersuchung der Rossitzerkohle, einer leicht zerreiblichen Kohle, die bei vorsichtigem Erhitzen im Probierröhrchen fast schmilzt, bevor noch eine tiefere Zersetzung eingetreten ist, kommt DONATH zu folgender Anschauung über den Hergang der chemischen Zersetzung: „Zunächst kommt bei verhältnismässig niedriger Temperatur ein Gemisch von Körpern zum völligen Schmelzen, die aus den Abbaustoffen der harzigen und fettigen Bestandteile des Urmaterials sowie aus gewissen durch spätere Polymerisation pechartig gewordenen Produkten der Druckdestillation bestehen. Diese bei Beginn der Erhitzung bald schmelzenden Körper zersetzen sich ohne Zurücklassen eines kohligen Rückstandes. Die Zersetzungsprodukte wirken auf die Abbaustoffe der Zellulose als Hauptbestandteil der Kohle, sowie der der Proteinstoffe, chemisch ein, sie gewissermassen zu einer kohlenartigen Verbindung oder zu einem mehr homogenen Gemisch von Verbindungen verkittend. Bei höherer Temperatur kommen auch die Abbauprodukte der Proteinstoffe zum völligen Erweichen, wobei die Schmelzen abermals verkittend einwirken und geben bei der späteren völligen Entgasung die feuerbeständigen schwefel- und stickstoffhaltigen Verbindungen, die in jedem Koks anzutreffen sind und deren nähere Zusammensetzung derzeit völlig unbekannt ist (23, 60/61).

„Bei der Steinkohlenbildung haben höhere Temperatur und Druck mitgespielt, es hat gewissermassen eine Druckdestillation stattgefunden“ (25, 101). „Dass in manchen Braunkohlenlagern nicht unbeträchtliche Mengen öliger Ausschwitzungen aus den Spalten des Materials beobachtet werden, zeigt, dass der Inkohlungsprozess eine Art Druckdestillation ist. Noch viel zahlreicher und häufiger sind in Steinkohlenlagern die Beobachtungen, die darauf schliessen lassen, dass in ausgedehnter Masse der Kohlungsprozess auf einen unmittelbar durch

Druck beziehungsweise Reibung und mittelbar durch Reibungswärme oder auch vielleicht durch die innere Verbrennung der organischen Substanz entwickelten Wärme eingetretenen Destillationsprozess, dessen gasige Produkte teils entweichen konnten, teils aber von den Materialien in verschiedener Weise eingeschlossen gehalten wurden, zurückgeführt werden müssen.“

„Die Steinkohlenbildung erfolgte im allgemeinen in zwei Phasen: der Vertorfung oder Huminifikation, sodann der Verkohlung oder Karbonifikation, die wohl den grösseren Teil der zur Bildung notwendigen Zeit in Anspruch nahm und in manchen wenigen Fällen, in denen besondere geologische Bedingungen das möglich machten, in einer schwachen trockenen Destillation und nachträglichen Veränderung der entstandenen, sekundären Produkte, was ich als Bituminifikation bezeichnen möchte“ (19, 49).

Die gasförmigen Destillationsprodukte.

Durch die eben entwickelten Anschauungen lässt sich das Verschwinden der Huminsäure in der Steinkohle vermittelt Erdwärme leicht erklären. Wir wissen, dass die Huminsäure zwischen 225 und 300° sich zersetzt unter Entwicklung von $C O_2$ und $C H_4$, den Gasen, die sich so oft in den Steinkohlenflözen eingeschlossen finden (34, 314). DONATH teilt mit, dass man die in den Steinkohlen enthaltenen Gase mitunter bis unter einem Druck von über 40 Athm. stehend gefunden habe. Der Grad, bis zu welchem die Kohlen ihre gasförmigen Bestandteile verloren haben, hängt mit dem Maße der Störung zusammen, welche die darüberliegenden Schichten erlitten haben. So sind ungestörte, möglichst noch horizontalgelagerte Teile von Flözen stets gasreicher als gestörte Partien. Bei Faltungen ist zu beobachten, dass die Kohle in der Sattellinie meistens entgaster ist (Magerkohle), als die Kohle des gleichen Lagers (Fettkohle) und es zeigt sich allgemein, dass die Entstehung von Mager- und Fettkohle wesentlich abhängig ist von dem leichteren oder schwereren Austritt der Gase aus den Schichten und also nur eine Frage der geringeren oder grösseren Durchlässigkeit des darüberliegenden Deckmaterials ist. So erfahren wir von STUTZER (134, 202), dass bei Oberkirchen in Bückeberg das dortige Kohlenflöz entgast und nicht verkokbar, sobald poröser Sandstein „Hangendes“ ist, durch den die Gase entweichen konnten. An Stellen wo Schiefertone das Flöz bedeckt, ist dasselbe aber gasreich und verkokbar. Es treten an diesen letzteren Stellen zugleich Schlagwetter ein, die charakterisiert sind durch einen Gehalt an schweren Kohlenwasserstoffen (bis zu 38 % Aethan!). Ganz allgemein lässt sich sagen, dass in abgesunkenen und stark bedeckten

Teilen, im stark zerklüfteten und zersprungenen Gebirge die Kohlen fett, in höherliegenden und weniger bedeckten und in ungestörten Ablagerungen die Kohlen entgast und daher mager sind. Leicht erklärt sich so der Einfluss der Überlagerung, dessen Regelmässigkeit im sog. HILTSchen Gesetz seinen Ausdruck findet, welches besagt, dass in den meisten grossen Kohlenbecken der Gasgehalt der Flöze vom Liegenden zum Hangenden, zu-, der C-Gehalt abnimmt (134, 200).

Sehr schlecht stimmt dazu die Tatsache, dass an andern Orten die Magerkohlen und Anthrazite, nicht die Fettkohlen, die meisten schlagenden Wetter zeigen. Das liesse vielleicht den Schluss zu, dass solche Kohlen, nachdem sie durch Verlust ihres eigenen Bitumens infolge Entgasung auf obige Weise mager geworden, einem erneuten Ansturm von Gasen und Dämpfen — diesmal vielleicht aus dem Liegend- und Hangendgestein — zum Opfer fielen, deren sie sich nur noch durch Absorbieren entledigen konnten, da die überstehenden Schichten inzwischen für Gase undurchdringlich geworden waren. Hier käme also die Absorptionsfähigkeit der Magerkohlen für fremde Gase als neuer Faktor in Betracht. Bitumengehalt und Absorptionsfähigkeit brauchen nicht parallel zu laufen und man sieht sehr häufig genug, dass die Gase, die bei schlagenden Wettern auftreten, durchaus nicht immer übereinstimmen mit den Gasen, die man beim Vergasen der betreffenden Kohlen erhält (vgl. dazu 86). Bei Graphit, der weder Bitumen enthält, noch Absorptionsvermögen für Gase oder Dämpfe besitzt, sind schlagende Wetter wohl unbekannt.

Der Einfluss des petrographischen Charakters des Hangenden (79) der Flöze auf die Beschaffenheit der Kohle kann wohl auch durch keine Annahme besser erklärt werden, als durch die einer natürlichen Destillation, aber auch andere Erscheinungen lassen sich zwanglos auf diese Weise erklären, Erscheinungen, die auch beim verkohlten Heuhaufen auftreten. Man hört in landwirtschaftlichen Kreisen oft die Behauptung, dass einer Selbstentzündung eines Heuhaufens immer ein brenzlicher Geruch vorausgehe und schliesst sogar aus dem Fehlen dieses Geruches auf die Unmöglichkeit einer Selbstentzündung als Brandursache. LAUPPER hat gezeigt, dass diese Annahme irrig ist, trotzdem oft bedeutende Mengen Gas produziert werden. Die Erklärung liegt darin, dass Kohle eben ein ausgezeichnetes Absorptionsmittel für allerlei Gase ist. Schon SAUSSURE (1804) fand, dass die Kohle von Eichenholz etwas über das neunfache ihres Volumens an O absorbiert, dagegen 35 Volumen CO_2 und sogar 90 Volumen NH_3 aufzunehmen vermag! In nassem Zustande reduziert sich das Absorptionsvermögen auf einen Drittel und ist in diesem Falle gleich der-

jenigen von trockener Tannenholzkohle oder gleich der von Steinkohle gegenüber Sauerstoff. Die Kohle saugt mit Begierde Gase ein. Hat sie eines bis zur Sättigung aufgenommen, so hat sie nach BALTZER noch Absorptionsfähigkeit für andere! Die im erhitzten Heuhaufen entstehenden Gase werden in enormen Mengen festgehalten, unter Druck gesetzt und unter gewissen Bedingungen wieder frei gelassen und zwar oft mit explosiver Gewalt! LAUPPER hat über einen Brandfall berichtet (75), wo an der Brandausbruchsstelle die längste Zeit „blaue Flammen“ (CO) herausschlügen, sodass die Zuschauer glaubten, es hätte eine defekte Gasleitung durch den Heustock hindurchgeführt! In einem andern Falle schlügen „blaue Flammen“ in hohen Garben zum Dache hinaus. In beiden Fällen hatten Explosionen — deren Schall durch die Heumassen stets gedämpft ist — den Heustock in zwei Hälften gespalten, kenntlich an einem klaffenden Spalt, der offenbar den Gasen plötzlich einen Ausweg verschafft hatte.

Den Explosionen im Heustock würden in den Kohlenflözen die „schlagenden Wetter“ entsprechen. Wir haben oben gesehen, dass auch schlagende Wetter und Absorptionsfähigkeit bei den Naturkohlen in Zusammenhang stehen. POTONIE berichtet, dass 1 m³ Steinkohle im Maximum ca. 76 m³ absorbiertes Gas zu exhaliere vermag (108, 106). Wenn wir erfahren, dass schon bei der Verwitterung des Torfes Gase in so reichlichen Mengen festgehalten werden, dass sie schlagende Wetter bilden, so brauchen wir also für die Absorptionsfähigkeit kein sehr fortgeschrittenes Kohlenstadium vorauszusetzen. POTONIE teilt ferner mit, dass gelegentlich Steinkohle beobachtet wird, die allein schon durch ihren Gasgehalt explodiert („Knisterkohle“).

Wir wissen leider sehr wenig über die Bewegung von Gasen in dickflüssigeren oder halbfesten Medien und wissen nicht, was mit ihnen geschieht, wenn sie gewaltsam in solche Massen hineingepresst und dort unter hohem Druck gefangen gehalten werden. Noch wissen wir von Gasen, die im Innern des Mediums selbst sich entwickeln, welchem Schicksal sie entgegengehen. Wir hätten dazu aber eine Möglichkeit, die zwar nicht sehr nahe liegt, nämlich beim Studium der sog. plastischen Massen. H. SCHWARZ hat beobachtet, dass beim sog. Kochprozess des Zelluloids, einer wichtigen Operation bei der Fabrikation dieses Materials, Verhältnisse eintreten können, die man mit denen in den Kohlenflözen während des Inkohlungsverganges vergleichen könnte. Dieses „Kochen“ geschieht in hydraulischen Pressen, die nach Belieben geheizt oder gekühlt werden können. Zelluloid ist nun eine Masse, die ziemlich leicht Gase zu absorbieren vermag, zumal wenn sie in einen teigartigen Zustand übergeht, wie dies beim

Erhitzen in solchen Pressen geschieht. Wenn nun der Masse Anilinfarbstoffe beigemischt sind, kann es vorkommen, dass bei zu hoher Temperatur der Presse eine Zersetzung dieser Farbstoffe eintritt. Den Verlauf dieser Zersetzung kann man leider nicht verfolgen, da das Material auch während des Abkühlens unter dem gleichen Druck stehen muss, wie beim Kochen selbst und das Material während 6—8 Stunden stets unter Druck bleibt. Eine allfällig eingetretene Zersetzung entdeckt man erst beim Anschneiden. Das Material ist dann porös, herrührend von den beim Abkühlen erstarrten Gasbläschen, die da am dichtesten beisammen stehen, wo die Hitze am grössten gewesen. Diese Erscheinung hat nichts besonderes an sich. Was aber merkwürdig ist und verhältnismässig selten vorkommt, ist, dass bei sehr hochgradiger Zersetzung der fertige, 10—12 cm dicke Zelluloidblock beim ruhigen Liegen auf einem Tisch im Laufe der nächsten 24—28 Stunden sich zu einer unförmigen Beule aufbläht (123). Es sind Beulen beobachtet worden von 10 cm Höhe bei einer Hautdicke von 4 cm und einem Rauminhalt von $7\frac{1}{2}$ Litern. Nach und nach beginnt die Beule zu runzeln und einzufallen, was immer einige Tage dauert und ein Zeichen ist, dass der Gasdruck wieder abgenommen hat. Wahrscheinlich werden die Gase von der neugebildeten Oberfläche der Beulenwand wieder absorbiert, denn ein Gasdruck ist beim Anbohren nicht vorhanden, wenngleich die Beule mit CO_2 angefüllt ist. Wir glauben, dass die Gase durch den starken Druck der Kochpressen im Innern des Mediums auf einen Zustand verdichtet werden, der sich vielleicht am besten mit demjenigen einer gespannten Uhrfeder vergleichen lässt. Die kinetische Energie des Druckes der Pressen muss sich in Form potentieller Energie aufgespeichert haben derart, dass mit einer bestimmten Änderung der Gleichgewichtsbedingungen der Anstoss gegeben war zu einer plötzlichen Rückwandlung dieses Energievorrates in kinetische Form. Die gewaltsam verdichteten Gase, die im Innern dieser plastischen Masse sich vielleicht in einem dem flüssigen ähnlichen oder nahestehenden Zustand befunden haben, konnten sich nach Aufheben des Pressedruckes nicht sofort wieder verdichten, weil inzwischen die Masse zu grösster Härte erstarrt war und der äussere Druck der Pressen gleichsam in das Innere des Mediums hineinverlegt worden war. Die Blase hob sich nur ganz allmählich, weil die Gase dank der Härte und Festigkeit des Materials sich nur langsam entwickeln konnten. Was jeweilen den Anstoss zu solchen Entspannungen geben mag, ist sehr schwer zu sagen, denn „glücklicherweise“ — vom wissenschaftlichen Standpunkt aus „leider“ — kommen solche Fälle im Betrieb sehr selten vor.

Für den Verlauf des Destillationsprozesses bei der Entstehung der Kohle ist PETZHOLDT (1841) von ähnlichen Betrachtungen ausgegangen. Er schreibt in seinem schon erwähnten Lehrbuch der Geologie (101, 395) z. B. folgendes: „Die so entstandenen gasförmigen Produkte scheinen sich aber nur teilweise bis auf unsere Zeit in Spalten und Höhlen der Kohlenmasse erhalten zu haben. Ein anderer Teil dürfte unter diesem Drucke während so langer Zeitdauer tropfbar flüssige oder feste Gestalt angenommen haben und der Kohlenmasse aufs innigste unmittelbar beigemischt worden sein. . . . Der tropfbar flüssige, wieder festgewordene Teil dieser anfänglich gasförmigen Zersetzungsprodukte aber muss der Kohle das Gepräge des homogenen und dichten in einem noch weit höheren Grade aufdrücken und scheint bei Begutachtung der Steinkohlen von ganz besonderer Wichtigkeit zu sein“.

Der belgische Bergingenieur ARNOULD (134, 176) war ebenfalls der Ansicht, „dass das Grubengas an solchen Stellen, wo irgend welche Umstände es vom Augenblicke seiner Bildung an verhinderten, durch die einschliessenden Gebirgsschichten zu entweichen, sich in den Poren der Kohlen bis zum flüssigen oder selbst bis zum festen Aggregatzustand verdichten konnten.“ SCHAUSTEN hat demgegenüber eingewendet, dass die kritische Temperatur des Grubengases -39° C beträgt, wodurch ein flüssiger Zustand des Grubengases im Kohlenflöz ausgeschlossen sei. Das in der Kohle enthaltene Gas müsse daher im gasförmigen Zustande komprimiert sein.

Da also ganz ähnliche Verhältnisse beim natürlichen Inkohlungsprozess vorliegen, so ist auch hier die Möglichkeit einer Blasenbildung ins Auge zu fassen.

Bisher ist das plötzliche Freiwerden der Gase bei Heubränden noch rätselhaft geblieben. RICHTER (115) hatte schon 1870 gefunden, dass eine mit Kohlensäure gesättigte Kohle ihre Kohlensäure beim Verweilen im luftverdünnten Raum, also bei Druckverminderung zum grössten Teil wieder abgibt. In Bergwerken hat man gleiche Beobachtungen gemacht. STUTZER sagt (134, 177), dass in Kohlenbergwerken der jeweilige Barometerstand das Auftreten des Grubengases beeinflusst. Nimmt der Luftdruck ab, so entweicht in grösserer Menge Grubengas. Das umgekehrte tritt bei steigendem Luftdruck ein. Auch die Temperatur hat Einfluss, denn die Grubengase treten stärker in der warmen, als in der kalten Jahreszeit auf. Vielleicht handelt es sich beim Heustock um ein Zusammenwirken beider Faktoren. Es ist möglich, dass im Augenblick, wo ein Brandkanal sich nach aussen Luft verschafft, atmosphärischer Sauerstoff eingesogen wird, infolge gesteigerter Ab-

sorptionsfähigkeit für dieses neue, im Heustock bis dahin nicht vorhandengewesene Gas. RICHTER hat festgestellt, dass Steinkohle nach Aufnahme von 3 Vol. O auf 100° erhitzt wird. Eine solche Steigerung wird auch beim Heustock die ohnehin schon hohe Temperatur rasch in die Nähe des kritischen Punktes (ca. 300°) bringen und dort die Entzündung von Gasgemischen herbeiführen, die Explosionen zur Folge haben. Bekanntlich kann beispielsweise die Vereinigung von CO_2 und C und im Sinne der Gleichung $\text{CO}_2 + \text{C} = 2\text{CO}$ unter günstigen Umständen bei höherer Temperatur, Feuchtigkeit und Druck eine grosse Explosionsgeschwindigkeit erreichen. Auch Materialverkleinerung wirkt befördernd auf die Abgabe der Gase, ebenso wenn durch irgendwelche Umstände der Kohlenstaub mit Wasser befeuchtet wird, zum Beispiel durch Regen bei offener Luke, d. h. also gerade dort, wo der Kohlenstaub sich anzuhäufen pflegt.

Das Ausströmen der Gase aus den Kohlen kann in dreierlei Formen erfolgen (134,174).

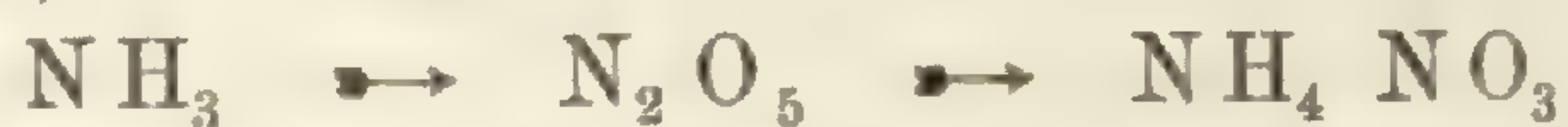
Unter gewöhnlichen Umständen ist das Gas innig in der Kohle eingeschlossen. Beim Fortschreiten des Abbaues wird es alsdann frei und dringt gleichmässig aus Poren und Rissen aus der Kohle hervor, ohne besonders gefährlich zu sein. Dieser Fall hat sein Gegenstück in demjenigen Stadium des Heustockes, wo ein Abdecken der obersten Schichten ein gleichmässiges Austreten von Dämpfen und Gasen zur Folge hat. Man sagt, der Heustock „dampft“.

Es kann das Gas aber auch aus irgendwelchen grösseren Hohlräumen, Spalten oder Kanälen austreten. Schlägt man einen solchen Hohlraum oder die Verbindung mit einem solchen an, so strömt das Gas aus dieser Öffnung aus und es entsteht ein „Bläser“. Die Dauer eines solchen richtet sich ganz nach der Menge des aufgespeicherten Gases. Er kann tagelang, aber auch jahrelang andauern. Dieses Vorkommen ist seltener, aber auch gefährlicher. So auch beim Heustock. Die Hohlräume der Bläser finden hier vielleicht in den Rauchkanälen des Heustockes ein Analogon. Es will uns scheinen, dass die letzteren eine Möglichkeit der Erklärung für solche Kanäle in den Kohlenflözen bilden könnten. Wir wissen, dass im Heustock schon bei sehr niedriger Temperatur ($45^{\circ} - 50^{\circ}$) Ammoniak frei wird durch Zersetzung von Eiweiss auf dem Wege;



und dass dieses bei erfolgter Bildung von Heukohle (also bei relativ hoher Temperatur) teilweise Oxydation derselben zu Stickoxyden erfährt, die als solche sich siegend einen Weg durch den Heustock

bahnen und die Wände der gebildeten Rauchkanäle mit Ammoniumnitrat beschlagen,



welches mit der bekannten Diphenylaminreaktion leicht nachgewiesen werden kann (92, 88). Wenn hier zwischen Heustock und Kohle ein Analogon wirklich besteht, so müsste es möglich sein, auch in bestimmten Kohlenvorkommen NH_4NO_3 zu finden. LAUPPER hat darnach gesucht, lange Zeit erfolglos, aber schliesslich in den Diableretskohlen solches tatsächlich nachweisen können, worauf schon LEO WEHRLI aufmerksam gemacht hat (141, 37). Ob es sich hier um ein nur zufälliges Zusammentreffen von Theorie und Experiment handelt, lässt sich natürlich ohne systematische Untersuchungen, die von uns weder beabsichtigt waren, noch beabsichtigt sind, nicht entscheiden.

Der dritte Fall ist der, dass das Gas plötzlich in Massen in den Arbeitsstoss hineinbricht. Ist nämlich ein Flöz, welches eine grössere Grubengasansammlung enthält, sehr kompakt, so kann es dem Druck des Gases eine zeitlang Widerstand leisten, bei fortschreitendem Abbau wird aber der Augenblick eintreten, in dem der Druck des eingeschlossenen Gases den Druck der Kohlen nicht überwindet. Es wird alsdann die ganze Kohlenwand zu feinstem Staub zermalmt und in den Streckenstoss hineingeblasen. Derartige Gasausbrüche sind so heftig, dass ganze Strecken zugeschüttet werden und die Gase den ganzen Wetterstrom zurückdrängen und zum Schacht austreten. Das gleiche ist auch möglich beim Heustock, indem auch hier durch den plötzlichen Austritt der Gase Heukohlenstaub als sog. „pyrophore Kohle“ herausgestäubt werden kann, welche die mitfolgenden Gase spontan entzündet und zur Explosion führt.

Was die Natur der vorkommenden Gase betrifft, so ist ein wesentlicher Unterschied zwischen Heu und Kohle insofern vorhanden, als hier neben Wasser und Kohlensäure auch Kohlenwasserstoffe vorkommen, die man im Heu bisher nicht gefunden hat: Grubengas CH_4 . Wir stehen hier noch vor einem Rätsel. Dagegen steht fest, dass die Gasausströmungen der jüngeren Kohlen (Braunkohlen) nur wenig Kohlenwasserstoff, aber viel CO_2 enthalten, während umgekehrt die älteren Kohlen (Steinkohlen) wenig CO_2 und viel CH_4 entwickeln (72, 17). Eine ähnliche Regelmässigkeit gilt für den Wassergehalt der Kohlen. Je weiter die Inkohlung vor sich gegangen, um so geringer ist der Gehalt der Kohle an konstitutionellem Wasser. Bei Braunkohlen kann der Wassergehalt über 20% betragen, bei Steinkohlen liegt er zwischen 2 und 7,5%. Der Wassergehalt ist mit der Zusammensetzung der Kohle so eng verknüpft, dass die „Gruben-

feuchtigkeit“ einer Kohlenvarietät ein Mittel bildet, sie voneinander zu unterscheiden. Die in der Kohle eingeschlossene Kohlensäure ist sehr schwankend. Die Fälle sind selten von Flözen, bei denen CO_2 in den Poren der Kohle unter Druck eingeschlossen ist, solche „matten Wetter“ findet man selten in Steinkohlengruben, häufiger aber in Braunkohlengruben. Der Gasdruck ist auch hier bisweilen so stark, dass das Kohlenmehl direkt herausgeblasen wird. Wie beim Methan, so macht sich auch der Austritt von CO_2 durch das „Krebsen“¹⁾ kund. Von sonstigen Gasen, die wir schon beim Heustock getroffen, findet man in Kohlengruben auch Kohlenoxydgase.

LAUPPER hat entdeckt, dass beim Heustock auch H_2S entwickelt wird und zwar das erstemal während der Hauptreaktion bei $90\text{--}100^\circ$, das zweitemal zwischen 250° und 280° , also kurz vor der Entzündung des Heustockes! (74,51). FISCHER und GLUUD bemerken, dass bei der Destillation von Braunkohlen schon bei der ersten Erhitzung recht deutliche Mengen H_2S abgegeben werden. Geruch von S-Verbindungen soll hier überhaupt das erste Anzeichen für beginnende Zersetzung gewesen sein (40). Über eine zweite Phase von H_2S -Bildung wissen wir hier dagegen noch nichts.

Die flüssigen Destillationsprodukte.

Franz Freiherr VON BEROLDINGEN (31), der Begründer der bekannten Umwandlungstheorie der Kohlenbildung, war der Erste, der die Entstehung aller Bitumina aus Pflanzen, bzw. aus Mineralkohlen in die Wissenschaft einführte. Nach ihm „wurden die Mineralkohlen durch das ‚unterirdische Feuer‘ erhitzt, die Destillationsprodukte in der Nähe der Erdoberfläche zu Erdöl kondensiert, während die leichten Gase ins Freie traten und entzündet werden konnten“.

Nach den zur Zeit herrschenden Anschauungen von ENGLER-HÖFER sind die Erdöle das Produkt einer durch die Erdwärme unter hohem Druck bewirkten trockenen Destillation von Fettbestandteilen fossiler Tiere. Bekanntlich erhielt diese Anschauung eine besonders feste Stütze, als es ENGLER in Karlsruhe gelang, aus Fischtran unter Druck ein Öl zu destillieren, welches zum grossen Teil aus einem dem amerikanischen Petrol sehr ähnlichen Kohlenwasserstoffgemisch besteht. Es scheinen demnach Erdöl und Kohle in genetischer Beziehung nichts miteinander gemeinsam zu haben (116)²⁾.

¹⁾ So genannt nach dem Geräusch, welches eine Schar Krebse in einem Korbe verursacht.

²⁾ Vgl. 8. Aufl. (1897) S. 87 mit 11. Aufl. (1909) S. 92.

Diese Lehre erfuhr aber durch H. POTONIÉ eine weitere Entwicklung. Er sandte sog. Algenwasserblüte an ENGLER und veranlasste ihn, daraus durch Destillation bei erhöhter Temperatur Petroleum herzustellen. Der Versuch gelang und ENGLER fand, dass in der trockenen Masse der genannten Algen rund 22 % Fett vorhanden waren, die bei der Druckdestillation Petroleumöle ergaben. Ein zweites Muster eines rezenten Faulschlammes, gemischt pflanzlicher und tierischer Herkunft, ergab etwa 30 % Öle, die neben gut kristallisiertem Paraffin und Wasser aus dünneren petroleumartigen Ölen bestanden. Nachdem POTONIÉ bereits auf die eminente Bedeutung der Algen als kohlenbildendes Agens und auf ihre ungeheure Verbreitung sowohl in jetzigen, als in längst vergangenen Zeiten hingewiesen hatte (108), konnte nichts näher liegen, als der Schluss, dass in Wahrheit nicht nur Tiere, sondern auch Pflanzen und unter diesen in hervorragender Weise die so stark vertretenen Ölalgen ein Ausgangsmaterial für Petroleumbildung sein könnten. Damit erfuhr die Entwicklungsgeschichte des Erdöles eine neue Wendung. POTONIÉ ist der Ansicht, dass auch in der freien Natur das Erdöl durch eine Art Destillationsprozess gebildet wurde und man hat sich seither gewöhnt, die bituminösen Gesteine als die Muttersubstanz des Petroleums zu betrachten. Die Bitumenschiefer, welche gewerblich zu Mineralölen verschwelt werden, gehören nach A. SPIEGEL (1921) alle einer bestimmten Gattung an, nämlich denjenigen Schiefen, in welchen das Bitumen seiner überwiegenden Menge nach nicht in sekundärer Lagerstätte das Gestein durchdringt und extrahierbar vorhanden, sondern in denen es mineralisch gebunden ist. DOLCH hat 1920 ein solches Gestein beschrieben, das im Gegensatz zu den gewöhnlichen dunkelgrauen hellgelb ist und von dem man vermuten konnte, dass es sich um eine mit Rohölderivaten infiltrierte Erde handelte. Die Ausbeute bei der Extraktion war nur 2—3 %, bei der Destillation dagegen 20—30 % (sonst nur 6—7 %), bei der Verschwelung mit überhitztem Wasserdampf sogar 31—42 %.

„Zweifellos war nach dieser Feststellung die bituminöse Substanz in fester chemischer Bindung vorhanden,“ schliesst DOLCH (18). Dieses Bitumen lässt sich durch Säuren nicht in Freiheit setzen. In der mineralischen Bindung verhält es sich ähnlich wie das Salz einer hochmolekularen Fettsäure, das beim Erhitzen unter Kohlenstoffabscheidung und Entwicklung brennbarer Gase ölige und bei Oxysäuren noch wässrige Destillate ergibt. Es ist nach A. SPIEGEL (126, 322) verfehlt, als Bitumengehalt lediglich die öligen Destillate anzusehen (vgl. damit 63). Das Gesamtbrennbare stellt den Gehalt an Bitumen vor. „Die oben-erwähnte mineralische Bindung des Bitumens hat ermöglicht, dass die

abgelagerte organische Substanz vor Verwesung bewahrt geblieben und in ungeheuren Mengen auf unsere Tage gekommen ist. Wir finden Ablagerungen bit. Schiefer in fast allen geologischen Formationen vom ältesten Paläozoikum bis zum Tertiär, wenn auch nicht alle in Deutschland, sondern manche im Ausland vertreten sind. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass viele der fast über die ganze Erde verbreitet vorkommenden Erdöllager aus älteren oder jüngeren bituminösen Schiefeln in Auswirkung der Vorgänge entstanden sind, die der Geologe unter dem Begriff der Metamorphose zusammenfasst, wie die Verwandlung von Kalkstein in Marmor, oder von sedimentärem in kristallinen Schiefer.“ Es scheint sich die Wissenschaft immer mehr der vor 40 Jahren schon von BALTZER vertretenen Auffassung zu nähern, wonach die Entstehung des Erdöles als ein Destillationsvorgang anzusprechen ist, bei dem „die untenliegende Schicht die Retorte bildet, während das Hangende zur Vorlage wird, in der sich die Dämpfe verdichten oder ins Freie entweichen“ (1, 66–67).

Da Petroleum eine Flüssigkeit darstellt, so ist es selbstverständlich, dass man es im allgemeinen da finden wird, wo die Destillation erfolgte. Es wandert nach den Stellen des geringsten Widerstandes, das sind vor allem die Kämme der Antiklinalen oder Bruchspalten (134). Wir wollen hier nur ganz kurz bemerken, dass bei diesem Herabfließen auch eine Trennung nach dem spezifischen Gewicht stattfinden kann. So besteht das Erdölvorkommen von Wietze im Hannoverschen aus zwei Zonen, einer oberen mit nur schweren (dicken) Ölen ohne Paraffin, und einer unteren Zone von leichten Ölen mit Paraffin. Die Trennung geschieht also auf natürliche Weise im Gestein, wie man es leicht durch den D. DAYSchen Versuch anschaulich machen kann. Füllt man einen Glaszylinder mit Fullererde und giesst oben Rüböl drauf, so scheidet es sich beim Eindringen in ein leichtes schwefelloses Öl, das sich nach unten begibt, und in ein schweres (S-haltiges), das oben bleibt. Dass dabei auch gelegentlich ein natürlicher Refinationsprozess vorkommen kann, zeigen die wasserklaren Erdöle, die man in Persien und andern Orten (28, 402) gefunden hat und die natürlich hierbei mehr als nur einem Ortswechsel (Migration) unterlegen sind.

Es folgt ferner, dass nur da Petroleumquellen sich bilden konnten, wo die Bedingungen für eine solche Destillation in der Erde vorhanden waren. Wir haben somit bituminöse Gesteine zu erwarten, die ausdestilliert sind, andere wieder, die ihr Öl noch nicht abgegeben haben. Als Beispiel letzterer Art sind die Kerosinschiefer von New South Wales in Australien anzusehen, die in ungenügender Tiefe und in einem durch-

wegs horizontal geschichteten Tafelland liegen, das nicht durch Gebirgsbildung besonderen Pressungen ausgesetzt war und auch keine nennenswerte Beeinflussung durch Eruptivgesteine aufweist, da solche nur in ganz untergeordnetem Maße vorhanden sind. So erklärt es sich, dass diese Kerosinschiefer bei künstlicher Destillation sehr reichlich Petroleum liefern. — Als noch am Orte seiner Entstehung sich befindend, betrachtet POTONÉ die regelmässigen, auf Hunderte von Quadratkilometern sich erstreckenden Petrolvorkommen von Ohio und Indiana im silurischen Trentonkalk. Der sehr fossilreiche, zerklüftete Trentonkalk selbst ist jetzt sehr arm an Bitumen, aber dafür dunkel, also wohl bereits abdestilliert (108, 90). Als ebenfalls ausdestillierte, ehemalige Muttergesteine von Petroleum gelten die in der Literatur als Anthrakonit angeführten, durch Kohle schwarz gefärbten Kalksteine, ferner die durch fein verteilten Graphit dunkel gefärbten Kalksteine, die alten schwarzen Tonschiefer usw. (108, 90).

Es scheint, dass die Natur schon in entfernter Vorzeit praktiziert hat, was wir heute mit mühsamem Destillieren erreichen. „Gegenüber diesen allgewaltigen Naturkräften, unter denen die Erdwärme keine geringe Rolle spielte muten die Bemühungen der Menschen kümmerlich an und es ist nicht zu verwundern, dass durch wiederholte Male der Mensch gezwungen war, vor der Schenke der Natur das Werkzeug niederzulegen. Im natürlichen Destillationsprozess durchtränkten die ausgetriebenen Bitumina überlagernde Schichten oder wurden in verschiedenen Aggregatzuständen in den Klüften wie in einem Druckfass gespeichert und warteten nur darauf, vom Menschen angezapft zu werden. Was das (C-haltige?) Reliktengestein von bituminösen Schiefen betrifft, so wäre es, meint A. SPIEGEL (126, 322) von der geologischen Wissenschaft als solches erst noch festzustellen, wenn man nicht den Graphitschiefer dafür ansprechen wolle.“

Fassen wir das bisher in diesem Kapitel Gesagte kurz zusammen, so ergibt sich, dass Petroleum im Grunde aus Kohlengesteinen entstanden ist und zwar aus einem ganz besonderen, aus einem Kohlengestein, dessen Muttersubstanz sich durch einen verhältnismässig hohen Fettgehalt auszeichnete. Ob aber auch Steinkohlen (Humusgesteine) unter Umständen einmal Erdöl in der Natur zu produzieren vermochten, ist eine besondere Frage, die noch zu untersuchen ist.

Vom Gesichtspunkte des Chemikers aus steht einer solchen Annahme nichts im Wege. Denn auch die Steinkohle enthält einen bituminösen Teil, von dem MUCK aussagt, dass er in der Regel eine gelb bis schwarzbraune spröde Masse von ozokeritartiger Beschaffenheit (vergl. auch 85) vom spez. Gew. nahe bei 1 und vom Schmelzpunkt

70—80°, manchmal auch bis 90° darstelle. Vom Ozokerit wissen wir durch MARCUSSON (85), dass er einer fett- und wachshaltigen Muttersubstanz entstammt und ein typisches Restprodukt des Erdöles darstellt. Wenn nun die Formation des Karbon ebenfalls Fett, Harz und wachsartige Stoffe produzieren konnte, so dürfen wir uns nicht verwundern, wenn auch ähnliche oder verwandte Endprodukte in grösseren oder kleineren Mengen an der Zusammensetzung der Steinkohlen Anteil nehmen. Auch von Seiten der Geologen sind schon lange genetische Beziehungen zwischen Steinkohlen und Erdöl angenommen worden, so von HOCHSTETTER, GASTENDYK und WINDAKIEWICZ. Diesen Anschauungen sind aber nach DONATH, G. M. PAUL und E. TIETZE dermassen entschieden und mit so überzeugenden Gründen entgegengetreten, dass heute die Ansicht von einem genetischen Zusammenhang zwischen Steinkohle und Erdöl von den Geologen nicht mehr als begründet geteilt werden (25, 101).

Erdöl findet sich zwar in vielen Steinkohlenbergwerken. Diese Fälle sind von DONATH und LISSNER in einer überaus interessanten Schrift „Kohle und Erdöl“ (26) zusammengestellt worden. Es geht aber daraus hervor, dass das allenthalben festgestellte Vorkommen von Erdöl in oder nahe bei Kohlenlagern sich in allen Fällen deuten liess ohne dass ursächliche Zusammenhänge zwischen Kohle und Erdöl angenommen zu werden brauchen. „Denn wenn das Erdöl tatsächlich das Destillationsprodukt der Mineralkohle wäre, so ist es ausserordentlich befremdend, dass sich Erdöl so überaus selten und fast stets nur in minimalen Mengen in und mit den Kohlenflözen vorfindet. Wo Kohlen vorhanden sind, fehlen fast überall ergiebige Ölfunde. In Pennsylvanien liegen die Kohlenfelder mehrere Meilen von den Ölgebieten entfernt und zwar liegen die Kohlen über den Ölen. Da nun die Destillationsprodukte empor und nicht niedersteigen, so können hier diese beiden organischen Substanzen auch in keinen genetischen Zusammenhang gebracht werden. Unter den devonischen Ölschichten Pennsylvaniens und New-Yorks wird nirgends ein Kohlenflöz konstatiert, ja es fehlen sogar alle Anhaltspunkte, ein solches in diesen tiefsten Schichten zu vermuten. Diese Tatsachen dürften auch die Ursache sein, weshalb keiner der amerikanischen Geologen oder Chemiker die Kohlen mit den Erdölen in genetische Verbindung gebracht haben“ (26, 24).

Unserer Ansicht nach ist aber ein Zusammenhang mit der Kohle trotzdem sehr wohl möglich. Ein Riss durch ein Erdbeben, ein Verwerfungsspalt, ein Faltungsbruch kann diese flüssigen Ölmassen sehr leicht abgeführt haben. Als Flüssigkeit wird das Erdöl doch immer

das Bestreben haben, sich den tiefsten Punkt als Ruheort auszusuchen und nicht nach oben zu steigen. Es fällt uns doch auch nicht ein, die Beziehungen zwischen Kohlengebieten und ehemaligen Sumpfgewässern zu leugnen, auch wenn wir hören, dass in der Schweiz beispielsweise ein Kohlenband hoch oben auf dem Bifertenstock wenig unter Gipfel in fast 3000 m Höhe gefunden wird.

Wenn also von den meisten Geologen genetische Beziehungen zwischen Kohle und Erdöl verneint werden, so haben in den letzten Jahren ausgezeichnete chemische Untersuchungen wissenschaftlicher und Verfahren technischer Art gezeigt, dass aus Steinkohle nahezu sämtliche Derivate des Erdöls dargestellt werden können, sodass wir heute schon sicher sagen können, dass die Brücke zwischen den beiden Körpergruppen endgültig geschlagen ist. Wenn man so lange auf die Lösung dieses Problems warten musste, so lag das daran, dass man die Kohle als aus elementarem C bestehend betrachtete. Denn dass beim Destillieren der Kohle in glühenden Röhren in der Hauptsache aromatische Kohlenstoffverbindungen entstanden, erschien als eine Tatsache, die gar keinen Gedanken zur Auffindung von Beziehungen mit den ganz anders geschaffenen Erdölen aufkommen liess. Anders wurde die Sache, als man erkannte, dass aller Kohlenstoff in Form von Verbindungen mit H und O in unserer Kohle enthalten ist. Da fand man denn auch gar bald, dass die wahren Bausteine der Kohle in Wirklichkeit sehr viel empfindlichere Individuen seien, als man angenommen hatte und dass das übliche Verfahren der Steinkohlendestillation in glühenden Retorten für sie ein gar zu gewaltsamer Prozess sei, als dass er für die Erforschung der Kohlenstoffsubstanz von irgendwelcher Bedeutung hätte sein können. Man versuchte es dann mit der Extraktion der Kohlen mit Lösungsmitteln. Diese Behandlungsart hat das eine für sich, dass sie gestattet, Stoffe unverändert in der Form zu isolieren, wie sie ursprünglich in der Kohle enthalten sind. Aber diese Methode hat zwei grosse Fehler, denn von denjenigen Lösungsmitteln (Pyridin), die als gut in Betracht gekommen wären, hat sich herausgestellt, dass sie sich anlagern und somit die Natur der zu isolierenden Substanzen in unliebsamer Weise verändern. Andererseits geben die wirklich indifferenten Lösungsmittel verzweifelt geringe Ausbeuten. Trotzdem haben sich einzelne Forscher mit schönem Erfolg der Untersuchung dieser Extrakte gewidmet. PICTET in Genf, der die Benzolextraktion in einer Fabrik im Grossen betreiben konnte und so der Schwierigkeit der Materialbeschaffung enthoben war, hat eine ganze Anzahl von chemischen Individuen isolieren können, die vorher schon als Bestandteile des amerikanischen Petroleums bekannt geworden

waren (103). GLUUD (1916) macht demgegenüber geltend (54), dass, so schön die von PICTET erhaltenen Ergebnisse aber auch seien, ihnen der Mangel anhafte, dass sie infolge der geringen Ausbeute nur Aufklärung über einen ganz winzigen Teil der Kohle geben. Die von ihm durch die Benzolextraktion erhaltene Menge stelle nur etwa ein Tausendstel der gesamten Kohlenstoffsubstanz dar, also 0,1 % (104) und nur über diesen Tausendstel der Kohlen liefern seine Arbeiten Aufschluss. In aller Würdigung der Arbeiten PICTET müsse man sich das stets vor Augen halten und sich daher vor zu weitgehenden Schlüssen aus dem Tausendstel, das untersucht worden ist, auf die 999 Tausendstel, die nach wie vor unbekannt bleiben, hüten.

FISCHER und GLUUD (40) haben durch Anwendung der Druckextraktion die Ausbeutung von 0,1 % auf 6 $\frac{1}{2}$ % erhöht. Der entstandene Teer soll aber wesentlich andere Substanzen enthalten, auch feste, und zwar etwa die Hälfte, und ist nicht genauer untersucht worden.

Um das Wesen über den Aufbau der Kohlenstoffsubstanz zu erforschen, hat man dann auch versucht, die Temperatur der Kohlendestillation auf den kleinsten Betrag hinunterzudrücken, was man durch Anwendung des Vakuums zu erreichen hoffte. Allein auch hier sind Temperaturen von 350—450 ° unumgänglich. Die sog. Vakuumdestillation ist deshalb für die Erforschung der Kohle ein sehr wenig glückliches Verfahren, das nur vorläufige Ergebnisse erzielen kann. Denn mit Recht kann man geltend machen, dass dadurch nur Zersetzungsprodukte ausgesondert werden, da die Zahl der organischen Verbindungen, welche diese Temperatur auszuhalten vermögen, doch recht beschränkt ist.

Aus diesem Grunde arbeitete PICTET bei seinen spätern Untersuchungen über den Vakuumteer nur Hand in Hand mit der Benzolextraktion (105, 106). Das, was im Vakuumteer gefunden worden ist, wird im Benzolextrakt gesucht und umgekehrt. Erst wenn das im Vakuumteer gefundene auch im Benzolextrakt nachgewiesen ist, besteht die Wahrscheinlichkeit, dass ein primäres und nicht ein sekundäres Erzeugnis aus der Steinkohle vorlag.

Nach PICTET sind die Bestandteile des Vakuumteers identisch mit denen des Benzolextraktes (103). In beiden Fällen handelt es sich um hydroaromatische Kohlenwasserstoffe gesättigter und ungesättigter Art, die auch übereinstimmen mit denen in gewissen Erdölarten. Damit haben wir zum ersten Mal auch engere Beziehungen zwischen Kohle und Erdölen und auch die Möglichkeit eines gemeinsamen Ursprungs pflanzlicher Art wenigstens bei einigen Petroleumsorten hingewiesen. Einer Gleichheit der Zusammensetzung dürfte daher auch eine Gleichheit

der Entstehung entsprechen. Wenn aber die Steinkohle eine Flüssigkeit enthält, die chemisch gesprochen Petroleum ist, so spricht das sehr gegen die immer wieder auftauchende Hypothese vom mineralischen Ursprung der Erdöle, denn es wäre wie PICTET sagt, sehr überraschend, wenn die Wirkung des Wassers auf gewisse Metallkarbide im Innern der Erde¹⁾ und die Destillation der Fette von marinen Tieren ein Gemisch von Kohlenwasserstoff ergäbe, das identisch ist mit dem in den Steinkohlen, die ja ganz unzweifelhaft pflanzlichen Ursprungs sind.

PICTET schliesst ferner aus dem vollständigen Fehlen von Kohlenwasserstoffen aromatischer Natur im Vakuumteer, dass die im Gasverkokungsteer so wichtigen aromatischen Produkte pyrogener Natur sein müssen. Es muss deshalb möglich sein, die Produkte des Vakuumteers in solche der Gasfabriken umzuwandeln. Schematisch verläuft der Vorgang dann folgendermassen:

Vakuumteer bis 450 °	Gasfabrikteer bis 1000 °
Hydr. aromatische Subst.	→ aromatische Substanzen
Cyklohexane und Cyklohexadiene	→ Benzol und Homologen
Hydr. arom. Alkohole	→ Phenole
Chinolindihydride	→ Chinolinbasen

So wie Hexahydrofluoren (ebenfalls im Benzolextrakt vorkommend) bei höherer Temperatur Wasserstoff verliert und in Fluoren übergeht, so wird es sich auch bei diesen Umwandlungen um Dehydrogenisierung handeln. Daneben findet aber auch ZerreiSSung von Ketten statt, sonst wäre die Bildung von $C H_4$ und anderen gasförmigen Produkten unerklärlich. Auch Polymerisationen und Kondensationen mögen eine Rolle spielen. Es ist zu bedenken, dass die hydroaromatischen Kohlenwasserstoffe der Steinkohlen als bereits mehr oder weniger polymerisiert anzunehmen sind. Je fortgeschrittener diese Polymerisation, um so grösser wird nicht nur die Schwerlöslichkeit, sondern auch die Schwerlöslichkeit in Benzol. Die Versuche PICTETS stehen in einem gewissen Einklang mit der Hypothese von DONATH von der Verflüssigung der Kohle, nach welcher diese ein Gemenge von ursprünglichen weichen Verbindungen sein soll, die durch fortschreitende Polymerisation und Kondensation allmählich fest wurden.

¹⁾ Anorganische Vertreter: BERTHELOT, CLOEZ, MENDELEJEV, SILVESTRIN, BRUN, P. DE WILDE, STAHEL, SABATIER, SENDERENS, BECKER, SOKOLOFF, TARR. COSTE und andere (siehe Zusammenfassung 146).

Auf weitere verwandtschaftliche Beziehungen zwischen Erdöl und Kohle deuten die bei beiden vorhandenen optisch aktiven Verbindungen. ENGLER und BOBRZYNSKI (1912) erklären: es gibt kein Erdöl, das nicht optisch aktiv ist (30). Nach MARCUSSON (1907) ist diese optische Aktivität des Erdöls auf Cholesterin¹⁾ zurückzuführen (84). Dass auch in den Kohlenextrakten aktive Bestandteile gefunden werden, sofern sie nicht razemisiert sind, haben wir bereits auf Seite 323 gesehen.

Eine weitere Brücke zwischen Kohle und Erdöl scheint sich uns im Melen darzubieten, einem festen Kohlenwasserstoff der Formel $C_{30}H_{60}$, dessen Vorkommen im Benzolextrakt der Steinkohle PICTET (1911) nachgewiesen hat. Diesen Stoff findet man nun auch im galizischen Petrol und im Bienenwachs. Damit bestätigt sich eine alte Arbeit von BRODIE (1848), der diesen Kohlenwasserstoff zuerst als ein Erzeugnis aus dem Bienenwachs beschreibt. W. GLUUD (1916) glaubt, dass sich durch diese Ergebnisse, die eine Verwandtschaft zwischen so weit auseinanderliegenden Stoffen wie Bienenwachs und kanadischem oder galizischem Petroleum und französischer Steinkohle ergeben, für die wissenschaftliche Forschung eine ganze Reihe neuer Theorien und Arbeitshypothesen eröffne, die hoffentlich weitere Ergebnisse zeitigen werden (53). Es mehren sich die Anzeichen für die Vermutung, dass Steinkohle und Petroleum doch wohl inniger zusammenhängen, als man annimmt. Hier kann uns indessen nur sehr geduldige chemische Forschung ganz langsam Schritt für Schritt weiterbringen, auf dass sie uns wieder erzähle, was sich in den früheren Zeitabschnitten der Erdgeschichte abgespielt hat und als dessen Ergebnis wir heute die Steinkohlen und das Petroleum einfach als etwas Selbstverständliches hinnehmen. Vom wissenschaftlichen Standpunkte ist die Vakuumdestillation eines der Werkzeuge, das uns auf diesem Forschungswege vorwärts helfen soll und dessen man sich bedient hat, um einen ersten Schritt darauf zu unternehmen. Wenn sie auch schon ganz gute Dienste geleistet hat, so wird es doch nur eine Frage der Zeit sein, wann sie durch bessere Verfahren überholt sein wird.“

Die Anschauungen POTONIÉS, des Geologen, so verschieden sie auch von denen ENGLERS, des Chemikers, erscheinen mögen, haben das ge-

¹⁾ NEUBERG (94) hält die Spaltungsprodukte von Proteinstoffen dafür verantwortlich, da der Cholesteringehalt der Fettsäure zu gering sein soll, um die teilweise recht beträchtliche Aktivität des Erdöls zu bedingen. Er weist, ohne irgendwelche näheren Angaben darüber zu machen, darauf hin, dass in einem fossilen Ei in Kalifornien Petroleum als Inhalt gefunden wurde (95). KRÄMER (71) hält das Wachs für die Ausgangssubstanz des Erdöls. ENGLERS Untersuchungen entscheiden aber zugunsten von Cholesterinderivaten. (Siehe 103, 38–41 und 32, I. 175 ff.)

meinsam, dass Beziehungen zwischen Kohle und Erdöl nicht erörtert werden, indem beiden Produkten eine selbständige Entstehungsweise zugrunde gelegt wird. Und doch geben beide Forscher wiederum verschiedene Anhaltspunkte für eine nähere Erörterung der Beziehungen zwischen Kohle und Erdölen vom geologischen Standpunkte aus. Denn dieselben bituminösen Gesteine, die POTONIE als Muttergesteine des Petroleums betrachtet, kommen auch in den Kohlenbergwerken vor. Jedes Flöz ist hier oben und unten regelmässig von einer Schicht bituminösen Gesteins begrenzt, die von dem nächsten Flöz durch eine mehr oder weniger mächtige Ablagerung von Sandstein getrennt wird. So baut sich oft eine mehrere hundert Meter messende bunte Schichtenfolge vor uns auf, wo immer auf ein Kohlenflöz bituminöser Schieferton (dann Sandstein, dann wieder Schieferton) und dann wieder ein Kohlenflöz folgt: eine Schichtenfolge, die wir auf die Formel

Kohle
 —————
 bituminöses Gestein

reduzieren können.

Immerhin werden wir sehen, dass die bituminösen Gesteine, die mit den Kohlen in Beziehung stehen, geologisch anders entstanden sind, als die mit den Erdölen zusammenhängenden bituminösen Gesteine. G. LAUPPER hat in einem unserer schweizerischen Molassekohlenlager von Riedthof im Äugstertal Beobachtungen gemacht, die geeignet sind, an der Beschaffenheit und an den Eigenschaften der sog. „Stinksteine“ die Beziehungen zu Kohle und Erdöl klarer zu legen. Nach einer geologischen Aufnahme von Herrn Prof. Dr. LEO WEHRLI in Zürich¹⁾ lässt sich das Normalprofil der Schichten schematisch, wie in Fig. 2 (S. 346) ersichtlich, darstellen.

Von ganz besonderem Interesse ist nun, „dass sich zwischen graugrünem lettigen Mergel und Glanzkohle eine hellgraugelbe, harte Kalkplatte von 3 — 8 cm Dicke einschiebt, oben ebenflächig, nach unten zapfenartig in die Kohle eingreifend und mit ihr fest verwachsen“. Die Platte enthält Schneckenschalenreste und macht den Eindruck eines durch Hitze gebrannten Gesteins. Der graugrüne, mittelbar darüber liegende Mergel, der ebenfalls stark kalkhaltig ist, lässt sich wie LAUPPER gefunden hat, durch Erhitzen auf dem Gebläse in diesen gelbbraunen, harten Ton umwandeln, so dass daraus geschlossen werden könnte, dass diese Schicht zwischen Kohle und Lett als Wirkung einer höheren Temperatur entstanden ist, die von dem darunter liegenden Kohlenlager ausgegangen sein mag. Den graugrünen Lett kann man sich in Anlehnung an die Destillationstheorie, aus den ur-

¹⁾ Mündliche Mitteilung.

sprünglich konkordant über und unter den Kohlen liegenden, gelben Mergel entstanden denken, vielleicht durch eine Infiltration der Gesteinsmasse durch bituminöse teerartige Stoffe, die dem hellgelben Mergel einen grüngrauen Ton verliehen und ihm den ursprünglich bröckligen Charakter genommen haben könnten. Als gegen Ende der Destillation die Hitze der Kohlenmasse ihren Höhepunkt erreichte,

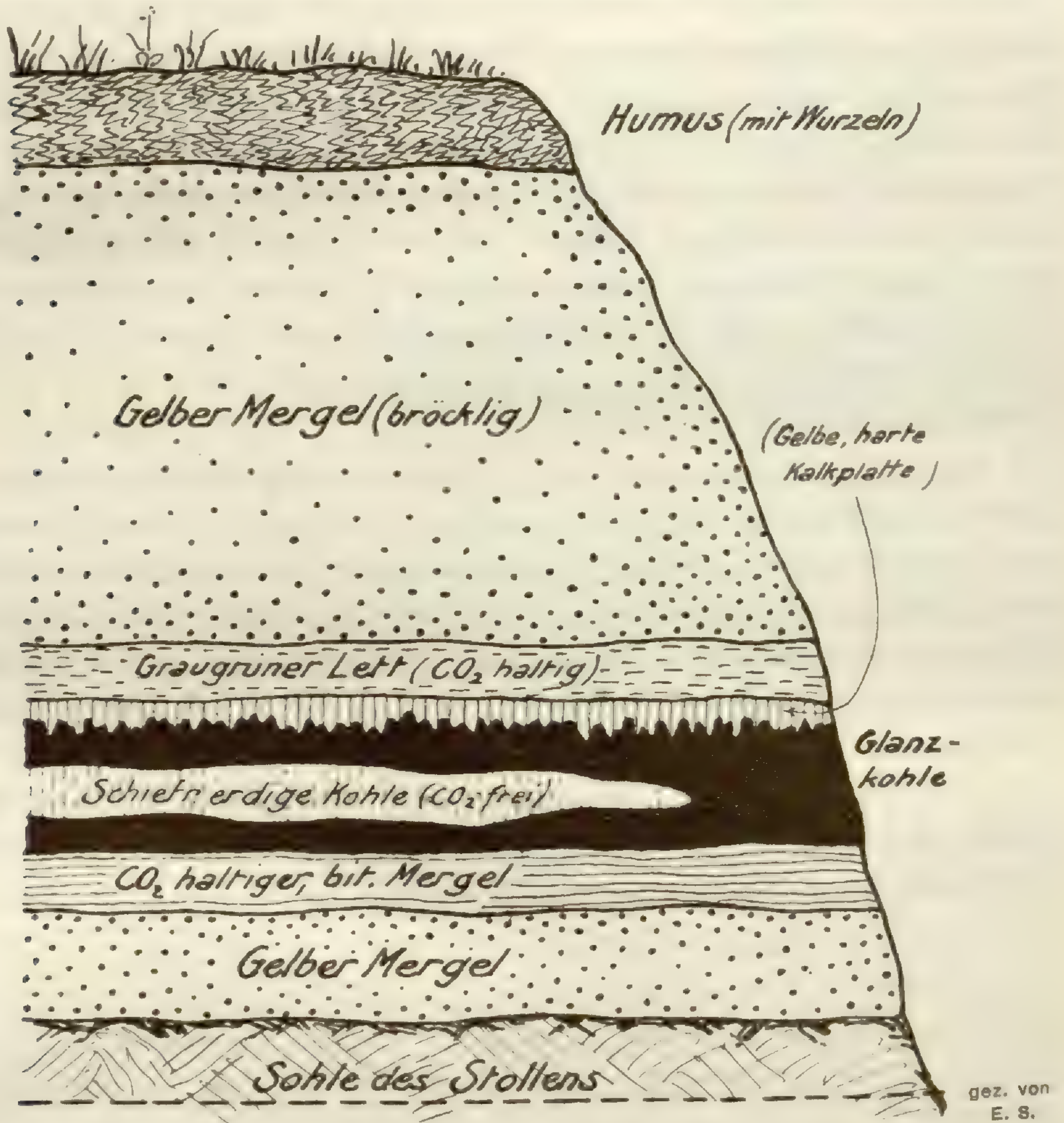


Fig. 2. Molassekohlenlager von Riedthof im Äugstertal (Kt. Zürich).
Maßstab ca. 1 : 20.

äußerte sich ihre Wirkung, wie wir noch sehen werden, in umgekehrtem Sinne, so dass die der Kohle zunächst liegende Schicht des graugrünen Letts zur „harten Kalkplatte“ gebleicht und gebrannt wurde.

Soviel über das Hangende dieser Schichten. Unter der Kohle haben wir als Liegendes einen ebenfalls kalkhaltigen, aber schwarzbraunen „bituminösen Mergel“, der fettig anzufühlen ist und beim Anschlagen stinkt. Dieser „Stinkstein“ gibt bei der Destillation brenn-

bare Gase und in reichlicher Menge eine ölige, gelbe, dickflüssige, klare Flüssigkeit, die intensiv nach Petrol und Benzin und eine wässrige Lösung, die stark nach Ammoniak riecht.

Wird der gepulverte Stinkstein geglüht, so verliert er seine schwarze Farbe und nähert sich in seinem Aussehen dem gelben Mergel, mit dem er genetisch verwandt zu sein scheint. Das zeigt auch sein spezifisches Gewicht von 1,96, das gerade in der Mitte liegt zwischen demjenigen der guten Glanzkohle (1,47) und der Mergelschicht im Dach (2,45). In diesen bituminösen Mergeln sind offenbar beim Destillationsprozess die flüssigen Bestandteile nach unten abgelaufen und in das Untergestein eingesickert und es ist nach unsern Ausführungen über die Beziehung zwischen Kohle und Erdöl ohne weiteres verständlich, dass die Petrol- und Benzin-ähnlichen Destillate dieses Stinksteins früher einmal zur Kohle selbst gehörten.

Interessant ist nun die Veränderung, die dieser Stinkstein erleidet, wenn er einmal zwischen zwei Glanzkohleschichten zu liegen kommt, was auch im Riedter Kohlenflöz stellenweise der Fall ist. Im obigen Durchschnitt ist das Material als schiefrige, erdige Kohle bezeichnet. Sie sieht wie von der Glanzkohle umflossen aus und presst sich durch diese hindurch, so dass sie oft ans Hangende stösst und dann an Stelle der gelben harten Kalkplatte tritt, die also auch fehlen kann. LAUPPER hat nun nachträglich die überraschende Entdeckung gemacht, dass diese erdige Kohle in der Glanzkohle eingebettet keine Karbonate mehr enthält, während sie, im Hangenden auftretend, mit Säure betupft, noch aufbraust, Woher rührt nun dieser Unterschied? Wir sind der Ansicht, dass diese Zerstörung der Karbonate auf die vom Kohlenlager produzierte Eigenwärme zurückzuführen ist. Die in erweichtem Zustand befindliche Kohlenmasse konnte so ihre mehr flüchtigen Bestandteile an die offenbar mehr oder weniger porösen und absorptionsfähigen Mergel abgeben, wodurch diese erdigen Massen zu einer Art Kohle wurden. Auch ihr „Schiefrigsein“ lässt sich durch den Destillationsprozess erklären. Denn nach POTONÉ (108,⁵⁴) hat MARPMANN schon 1898 nachgewiesen, dass, wenn feuchte oder flüssige Gesteinsmassen bei Anwesenheit von Gasen einem Druck ausgesetzt werden, so dass die Gase nicht oder nur sehr langsam entweichen können, die festwerdende Gesteinsmasse dann schiefrig wird. An Stellen allergrösster Hitze konnte dann anstatt der schiefrigen erdigen Kohle im Hangenden das treten, was im Schema als gelbe harte Kalkplatte bezeichnet ist. Oben schon wurde darauf hingewiesen, dass Stinkstein, wohin auch die schiefrig-erdige Kohle gehört, im Porzellantiegel erhitzt, seine dunkle Farbe verliert und gelb wird. Dass

die jetzt harte und zusammenhängend gewordene Kalkschicht einst anders beschaffen war, können wir erraten aus den oben erwähnten zapfenartigen Ausläufen auf der Unterseite. Sie deuten offenbar auf die früher erdige Beschaffenheit des betreffenden Materials hin, dessen einzelne Teilchen je nach Zusammenhang und Schwere und je nach Zähigkeit der Kohlenmasse ungleichmässig tief in den weich gewordenen Kohlenbrei einsinken mussten und nach der Verhärtung jene zapfenförmigen Gebilde entstehen liessen, von denen oben die Rede war. Die früher erdige Beschaffenheit des Hangenden wurde verändert durch die Verschlackung der Bitumreste zwischen den einzelnen Gesteinspartikelchen und so entstand der Kitt, der sie zu der hartgebrannten Schlacke umwandelte.

Auffallend für uns ist nur, dass ähnliche Erscheinungen an grösseren Kohlenbergwerken, wo sie doch viel eher zu erwarten gewesen wären, so lange nicht beobachtet worden sind. Wenigstens erklärt MUCK noch 1916 in unzweideutiger Weise, dass die die Kohlen zunächst umgebenden Schiefertone in ihrer Beschaffenheit keinerlei Spuren einer stattgehabten stärkeren Erhitzung zeigen (93, 57). Eine solche, fügt er hinzu, sei auch durch die grosse Menge flüchtiger Kohlenstoffverbindungen, welche die Kohlen beim Erhitzen abgeben, ausgeschlossen. Wir dürfen aber nicht vergessen, dass — angenommen, es hätte eine Erhitzung wirklich stattgefunden — die Kohle vor der Destillation noch keine Kohle war im jetzigen Sinne und dass sie also auch noch keine flüchtigen Kohlenstoffverbindungen enthielt, denn diese betrachten wir ja eben als das Produkt eines Destillationsprozesses. Es mehren sich aber heute die Anzeichen, dass die Beobachtungen, die LAUPPER an unseren kleinen Kohlenlagern gemacht hat, auch für die grossen Bergwerke unserer Nachbarstaaten Gültigkeit haben. STUTZER (1914) berichtet, dass Kohlenflöze stets innerhalb grauer oder dunkler Gesteinsschichten lagern, während die darüberliegende flözleere Ablagerung beständig durch rote (oder gelbe) Farbe gekennzeichnet sei (134, 144). Diesem Merkmal verdankt übrigens die auf das Karbon folgende Formation des „Rot“liegenden (oder des „Bunt“sandsteins) die erste Hälfte ihres Namens. Für diese Lagerungsverhältnisse fehlt eine Erklärung noch. DANNENBERG (13, 31) hat zwar versucht, diesen Farbenwechsel und topographischen Gegensatz zwischen produktiven und flözleeren Gesteinen auf einen Wechsel von klimatischen Zuständen zur Zeit der betreffenden Kohlenablagerung zurückzuführen. Er weist darauf hin, dass die Bildung roter Gesteine und Verwitterungsprodukte in der Gegenwart eine charakteristische Eigentümlichkeit der heissen Zone sei (Laterit, Terra rossa), in der im all-

gemeinen keine Humusanhäufung stattfindet. STUTZER aber weist diese Anschauung in dem Kapitel seines Buches (134, 106) „Über das Klima und die Atmosphäre zur Zeit der Kohlenbildung“ zurück und führt auf Seite 144—147, wo er den Einfluss der Kohle auf die Färbung des Hangenden und Liegenden der Flöze bespricht, zahlreiches Material herbei zu Gunsten der Auffassung der Verfärbung durch Reduktionsprozesse in den Kohlengesteinen selbst. Es wird erwähnt, dass im Schwarzwald z. B. die durch Eisenoxyd rot gefärbten Buntsandsteine sofort gebleicht werden, wenn sie im Moorwasser liegen und dass die einheimische Bevölkerung die so gebleichten Steine ihrer bleichen Farbe wegen als Leichensteine bezeichnet. Wenn daher die Bleichung auf eine Reduktion von rotem Eisenoxyd zu graugrünem Oxydul zurückzuführen sei, so müsse beim Auskeilen eines Kohlenflözes in einer Schichtenlage, wo die kohlige Substanz (also die Ursache der Bleichung) verschwunden ist, nachher sofort wieder eine ursprünglich rote Färbung des Hangenden erscheinen, was denn auch tatsächlich beobachtet werde. (Siehe weitere Beispiele auf Seite 196.)

Demgegenüber weist STUTZER ausdrücklich darauf hin, dass derartige Reduktionserscheinungen nicht nur während der Bildung der Kohlenlager, d. h. während der Anhäufung des organischen Materials sich abgespielt haben, sondern auch zum Teil erst zu einer späteren Zeit, nachdem die hangenden Schichten bereits abgelagert waren. Solche Reduktionsprozesse, die sich alsdann vor allem im Nebengestein abspielten, sagt er, muss man sich durch Gase veranlasst denken, welche auf Spalten oder durch Diffusion von der Kohle aus sich verbreiteten. Damit kommt STUTZER unsern eigenen Anschauungen sehr entgegen, nur, dass er dem allgemeinen Bildungsprozess der Steinkohle im Inkohlungsstadium eine Sedimentierung der Schichten zugrunde legt: „Wenn der Wechsel von roten und grauen Schichten auf Reduktionserscheinungen zu Zeiten der Kohle zurückzuführen ist, so soll damit nun nicht gesagt sein, dass alle mit der Steinkohle zusammen auftretenden grauen Schichten aus rotem Gestein durch Reduktion entstanden sind. Es sind graue Gesteine natürlich meist überhaupt primär vorhanden gewesen.“

Der Gedanke einer Sedimentierung von abwechselnd grauen und roten oder gelben Schichten erschien auch uns anfänglich als die einzige Möglichkeit, die absolut scharfen Übergänge von den grauen zu den gelben Schichten zu erklären. Wir haben uns aber durch einen einfachen Versuch davon überzeugen können, dass auch bei Ausräucherungs- resp. Destillationsvorgängen von der Art der oben be-

schriebenen eine sehr scharfe Abgrenzung zustande kommt. Füllt man ein Reagenzglas zu einem Viertel mit Kieselsäurepulver, das bekanntlich schneeweiss ist, überstopft diese mit etwas zusammengeknülltem Filtrierpapier, füllt das Glas wieder mit Kieselsäure auf und schliesst mit Glaswolle ab, so haben wir im Reagenzglas ungefähr das Bild eines Kohlenlagers vor der Erhitzung. Wurde nun das Glas im Luftbad langsam auf 260° erhitzt, so fand man das Papier nach etwa 8 Stunden verkohlt. Darüber und darunter hatte sich die Kieselsäure durch die verschluckten Bitumina braun gefärbt und zwar — zu unserem Erstaunen — in durchaus scharf abgetrennter Schicht. Ein grosser Teil von Gasen war durch die dicke Kieselsäureschicht hindurch gedrungen und frei geworden. Wir haben diesen Versuch vielfach wiederholt in den mannigfachsten Kombinationen und immer — bald mehr, bald weniger deutlich — die scharfen Abgrenzungen erhalten, die sonst für die Sedimentierung so charakteristisch sind.

Unserer Ansicht nach sind die grauen Schiefer und Mergel von sekundärer Herkunft und als Modifikationen des an primärer Lagerstelle befindlichen gelben Letts aufzufassen, im Sinne der folgenden Übersicht:

Gelber Lett → Durch Einfliessen des aus der Kohle herausdestillierenden Bitumens entsteht daraus als „Liegendes“ der
(kalkhaltig) braune CO_2 -haltige bituminöse Mergel.

(Andere Bezeichnungen dafür sind: sog. Braunkohle oder Stinkstein)

→ Austreibung von CO_2 durch Hitze und Durchtränkung mit flüssigen Kohlenbestandteilen lässt als „Eingebettetes“ die

schiefrige erdige Kohle

(kohlenstofffrei)

entstehen

→ oder als „Hangendes“ die

schiefrige erdige Kohle

(noch kohlenstoffhaltig)

(In Fig. 2 nicht eingezeichnet, weil sie nur stellenweise auftritt und ersetzt ist durch die:)

bei noch | grösserer
Hitze ent- ↓ standene

gelbe harte Kalkplatte

→ **graugrüner Lett**

durch Aufnahme der dampfförmigen bituminösen Bestandteile aus dem „Hangenden“ entstanden.

V.

Die Selbstentzündung im Kohlenbildungsprozess.

Die Tatsache, dass Heubrände oft spontan in Form von Explosionen auftreten können, liess vermuten, dass die Ursache der Entzündung in der Bildung selbstentzündlicher, sog. pyrophorer Stoffe, zum mindesten aber in der Entwicklung brennbarer Gase zu suchen sei. Solche Gase entstehen denn auch tatsächlich, aber es ist nicht zu verstehen, wie sie imstande sein sollten, eine Entzündung hervorzubringen, denn selbst Einleiten von Phosphorwasserstoff (vom Irrlichterproblem her bekannt) in Heu bringt dieses nicht zum Brennen, und weder durch Karbide noch durch Phosphorverbindungen war es möglich, eine Entzündung hervorzubringen. Neben „Brenn“-Stoffen sind eben zur Erzeugung der Entzündungstemperaturen noch „Zünd“-Stoffe nötig, als welche gemäss unserem bisherigen Wissen feinst verteilter Kohlenstoff, sog. „pyrophore Kohle“, als fast die einzige Möglichkeit in Frage kam.

Erhitzt man etwas Emd oder Heu in einem Becherglas auf dem Ölbad (um alles Feuer fernzuhalten) auf 250—300° C, d. h. bis der untere Teil verkohlt ist, und schüttet es noch warm auf eine Tonplatte, so glüht nach wenigen Minuten die Masse auf, bis sie eingäschert ist. Daraus schloss RANKE, dass der Heukohle bei hoher Temperatur pyrophore Eigenschaften zukommen und dass „pyrophore Kohle“ in der Tat die Eigenschaft habe, sich an der Luft selbst zu entzünden. Damit war zum erstenmal eine eindeutige, klare Interpretation dieses Problems der Entzündung gegeben, eine Erklärung, die Jahrzehnte lang befriedigte. Allein — „pyrophore Kohle“! — ein Paradoxon! Ungefähr wie: „blühender Greis“! — „Kohle“: für den Chemiker das Symbol des trägen, schwer angreifbaren Elements — „pyrophor“: der Inbegriff aller Veränderlichkeit! Vom chemischen Standpunkte aus ein Rätsel, das gelöst sein musste. Wie war es möglich, dass ausgerechnet der Kohlenstoff in einer pyrophoren Form auftreten konnte? Die Tatsache, dass man in der Heubrandliteratur nur immer auf den Ausdruck pyrophore Kohle stiess, ohne indessen in der wissenschaftlichen Literatur etwas Fassbares darüber zu finden, bestärkte unsere Zweifel. Es entstand die Frage, ob nicht vielleicht die pyrophoren Eigenschaften, die man dem Kohlenstoff zuzuschreiben versucht hatte, im Grunde genommen auf einen andern, fremden Stoff, der mit der Kohle vergesellschaftet, zurückzuführen seien. LAUPPER hat nun diesen Stoff gefunden: im Eisen. Von diesem war bereits nachgewiesen: 1. von MOLISCH (91), dass jede Pflanze Eisen enthält, und 2. von MOISSAN (90), dass Eisen als Protoxyd in

einem pyrophoren Zustand existiert. Für LAUPPER handelte es sich noch darum, zu beweisen, dass ohne einen Gehalt an Eisen keine Pflanzenkohle pyrophor, d. h. selbstentzündlich, sein kann.

LAUPPER fand in der Tat, dass die früher als pyrophor bezeichnete Pflanzenkohle ihre Selbstentzündlichkeit verliert, wenn sie von dem in ihr enthaltenen Eisen durch wiederholtes Auskochen mit konz. Salzsäure und nachfolgendem gründlichem Auswaschen mit destilliertem Wasser vollkommen befreit wurde. Wird die Auskochung nur ungenügend vorgenommen, so findet nach dem Ausschütten der oben in bereits beschriebener Weise erhitzten Kohle nur ein kurzes Glimmen statt. Werden diese glimmenden Stellen vorsichtig abgehoben und mit konz. HCl bis fast zur Trockene verdampft, so gelingt es stets, in der wässrigen Verdünnung Eisen nachzuweisen. Wird Pflanzenkohle wiederholt mit konz. HCl und ein paar Tropfen konz. HNO₃ gekocht und gründlich gewaschen, filtriert und getrocknet, so zeigt diese Kohle selbst bei 435° keine pyrophoren Eigenschaften mehr. Wird schliesslich bis zur Rotglut geglüht und die Masse noch glühend ausgegossen, so bleibt sie einen Augenblick in diesem Zustand, verbrennt aber nicht und erlischt bald. Eine solche Kohle enthält kein Eisen mehr.

Während also die nicht gereinigte Pflanzenkohle bei einer Temperatur von 250—300° an der Luft sich entzündet und langsam abglimmt, bis alles verascht ist, zeigt eine von Eisen vollkommen gereinigte Pflanzenkohle weder Glimmen noch einen merklichen Aschenrückstand. Umgekehrt kann eine Pflanzenkohle, die durch Entzug ihres Eisens ihre pyrophoren Eigenschaften verloren hat, wieder selbstentzündlich werden, wenn man künstlich Eisen hinzufügt, z. B. durch Vermischen mit feinst verteiltem Eisenoxyd oder Eisenoxalat usw. Wesentlich für die Wirkung ist allerdings auch, dass Eisen und Kohle sich in feiner Verteilung so innig wie möglich durchsetzen. Allein, so vorbildlich wie in der Pflanze selbst, wo das Eisen in äusserst feinen Verbindungspartikelchen jede einzelne Zelle durchsetzt und so der fertigen Pflanzenkohle eine ausserordentlich fein poröse Struktur verleiht, wird das bei künstlichem Zusatz von Eisen nie möglich sein.

So wurde bewiesen, dass die Annahme der Entstehung pyrophorer Kohle beim Heubrand unrichtig ist. Was entsteht, wenn Heu auf 300° erhitzt wird, ist nicht pyrophore Kohle, sondern pyrophores Eisen. Und dieses Pyrophorwerden des Eisens ist es, was die in der Kohle freiwerdenden brennbaren Gase zur Entflammung bringt. Es gibt also keine pyrophore Kohle im

chemischen Sinne des Wortes — jedenfalls darf bei dieser Wortverbindung nie an Kohle als chemisch reinem Kohlenstoff gedacht werden¹⁾.

Wenn nun LAUPPERS Ansicht richtig ist, so muss es möglich sein, auch pyrophores Eisen im Laboratorium herzustellen und mit diesem Material Entzündungen nach Belieben hervorzurufen. Wird nach LAUPPER (73) Eisenoxalat im Reagenzglas erhitzt, so entsteht unter Freiwerden von CO_2 , H_2O und CO pyrophores Eisen mit etwas Kohle vermischt. Wird dieses Produkt noch heiss ausgeschüttet, so kommt es bald zum Glühen, was so lange dauert, bis die von der Erhitzung des Oxalats übrig gebliebenen Kohlenreste mit abgeglüht sind. Dasselbe geschieht mit einem Gemisch von feinst gepulvertem Eisenoxyd mit Oxalsäure.

Pyrophores Eisen erhält man auch durch Reduktion von Eisenoxyd mit Wasserstoff oder Leuchtgas. Es muss aber auch hier warm ausgeschüttet oder für Luftabschluss gesorgt werden, wenn die Flamme weggezogen wird, was z. B. dadurch geschieht, dass auch während des Erkalten Gas durchgeleitet wird. Interessant ist nun, dass sich zwischen dem aus H und dem als Leuchtgas hergestellten pyrophoren Eisen ein Unterschied zeigt. Er ist auf die Verschiedenheit der Gase selbst zurückzuführen, speziell darauf, dass Leuchtgas stets Spuren von Kohlenstoff enthält, während Wasserstoff von solchem frei ist. Wird nämlich ein Häufchen mit H reduzierten Eisens (in H erkalten gelassen) auf eine Porzellanplatte geschüttet und mit einem heissen Glasstab betupft, so erglüht nur die gerade berührte Stelle. Betupft man aber auf gleiche Weise mit Leuchtgas reduziertes Eisen, so erglimmt dasselbe sofort an der berührten Stelle und die Glut greift auf das ganze Häufchen über, weil eben dem Eisen noch vom Reduktionsprozess her im Leuchtgas befindliche Kohlenpartikelchen anhaften, die der Glut als Nahrung dienen. Im ersten Fall beim H , wo

¹⁾ Erst nachträglich haben wir gefunden, dass in neuester Zeit FISCHER und GLUUD eine „pyrophore Kohle“ entdeckt haben (42, 175). Wird Kohle mit NaOH behandelt, geknetet und eingedickt, bis die Masse bröcklig und fest geworden, dann in Tabletten von 0.8–1 gr geprägt und im grossen elektrischen Ofen auf ca. 500° erhitzt, so zeigen die Tabletten nachher die merkwürdige Eigenschaft, dass sie sich beim Stehen an der Luft bis zur Glühhitze erwärmen. Sie verbrennen vollständig rauchlos, teilweise mit kleiner Flamme. Bei starkem Feuchtigkeitsgehalt der Luft bleibt die Selbstentzündung aus. „Ob für diese starke Oxydationsfähigkeit der Kohle die bei Gegenwart von Alkali erhaltenen Phenole, die bekanntlich in Form ihrer Alkalisalze äusserst oxydabel sind, verantwortlich zu machen sind oder ob es wahrscheinlicher ist, dass die an Alkalien gebundene Huminsäure die Selbstentzündlichkeit bedingt, ist noch nicht untersucht.“ Auf jeden Fall ist auch hier nicht an elementaren Kohlenstoff zu denken.

keine Spur Kohle da ist, kann die Glut nicht weiter um sich greifen. Der Kohlen„stoff“ funktioniert also hier als Ernährer der Glut.

Wird etwas von diesem Eisen auf Heu oder Holzwolle geschüttet, so erglüht das Heu oder die Holzwolle und brennt bald lichterloh!

Wenden wir nun auf die Naturkohle an, was wir für die Heuverkohlung gefunden haben, so müssen wir auch hier dem pyrophoren Eisen eine Bedeutung beimessen. Die Entstehungsbedingungen, die im Heustock für pyrophores Eisen vorhanden sind, existieren auch im Kohlenhaufen und im Kohlenflöz. Da alle Pflanzen Eisen enthalten, so muss auch Eisen in den Kohlenpflanzen vorhanden gewesen sein. Nun hat man ja bekanntlich die Selbstentzündung der Kohle lange Zeit dem darin enthaltenen Schwefelkies zugeschrieben, da dieser sich an feuchter Luft ziemlich rasch oxydiert und Wärme produziert. Dies soll aber nach MUCK (93, 273) nur der Markasit (FeS_2 rhomb.) tun, nicht der Pyrit (FeS_2 reg.).¹⁾ Diese S-Verbindungen vermögen aber, wie wir jetzt wissen, die Selbstentzündlichkeit der Kohle nicht zu erklären. Denn es sind die schwefelkiesreichsten Kohlen keineswegs immer die entzündlichsten (93, 272). Auch sind die Kiese in den Steinkohlen in viel zu geringer Menge enthalten, um eine Entzündung der letzteren selbst unter den für die Hypothese günstigsten Voraussetzungen erklären zu können.

In Analogie zum Heu wirft sich uns die Frage auf, ob nicht vielleicht auch in den Kohlen Eisen in solch reduzierter Form als pyrophores Eisen vorhanden sein könnte. Wir glauben diese Frage auf Grund folgender Beobachtungen bejahen zu dürfen. An und für sich unsichtbar, weil es dieselbe Farbe hat, wie die Kohle selber, in der es einen feinen Belag bildet, kann es durch Oxydation an der Luft zuweilen als rote Rostschicht sichtbar werden. Man soll das beim Fördern der Kohle häufig beobachten, wenn die frische, schwarzglänzende Kohle sich beim Liegen an der Luft mit einer feinen Rostschicht bedeckt. Dieser Rostbelag ist meist frei von Schwefel. Man wird einwenden können, dass der Rostbelag trotz allem von Pyrit herkommen kann. Das ist nicht wahrscheinlich, denn in solchem Falle müsste sich der Schwefel des Pyrits vollständig und quantitativ zu SO_2 oxydieren und als solches entweichen, ohne Eisensulfat zurückzulassen, was jedenfalls etwas Neues wäre. Bekanntlich oxydiert sich der Pyrit nach der Gleichung:



zu Sulfat, aus welchem der Schwefel also nur durch Weglösen ver-

¹⁾ Über Unterscheidungsmittel zwischen Markasit und Pyrit siehe 2, 6. [1915].

mittelst Wasser weggeführt werden kann. Man könnte ferner einwenden, dass im Falle von pyrophorem Eisen das Rotwerden plötzlich geschehen sollte, wie das beim Versuch im Reagenzglas der Fall ist. Gewiss! wenn die Kohle frei wäre von jeglicher Feuchtigkeit! Steinkohle aber enthält in der Regel immer noch etwa 2—4 % Grubenfeuchtigkeit, Braunkohle gar 6—30 %. Durch Austrocknen der Kohle, wie das zum Beispiel durch längeres, ganz schwaches Erwärmen der Kohle geschieht, können wir diesen Vorgang vor unsern Augen sich bilden sehen. Wenn der entstandene Rostbelag noch Schwefel enthält, muss angenommen werden, dass dieser durch Oxydation von Pyrit entstanden ist, andernfalls dürfte pyrophores Eisen als Grundsubstanz vorgelegen haben.

Wie sollen wir uns aber solches entstanden denken? Nichts liegt näher als der Gedanke an die Möglichkeit einer Umwandlung des in der Kohle schon vorhandenen Pyrits zu pyrophorem Eisen durch eine Art von Reduktionsprozess während des natürlichen Destillationsprozesses. Nach dem, was in der Literatur über die Entstehung des Pyrits in den Kohlen bisher bekannt geworden, kann diese Ansicht aber nicht zutreffen und zwar aus folgenden Gründen: Nach WEDDING (140) ist das Auftreten von Pyrit so zu erklären, dass Kohlenlager mit eisensulfathaltigen Wässern (durch Herauslösen von im Schiefer schon vorhandenem Schwefelkies entstanden) in Berührung gekommen seien. Es lasse sich dieser Vorgang heute noch in verlassenen Grubenbauen beobachten, in denen Schwefelkies sich in Form ganz dünner Überzüge auf den Absonderungsflächen der Steinkohlen vor unsern Augen absetzen. Wir müssen also demnach den Schwefelkies als einen fremden, erst viel später hinzugekommenen Bestandteil der Kohle betrachten, der selbst auf nassem Wege entstanden ist. Wir sehen daher nur selten Kiese (und Spate) auf den Schichtflächen auftreten, sondern meist auf den zu den Schichtflächen senkrecht stehenden Ablösungen. Diese Tatsache stützt denn auch die Annahme, dass eine Infiltration nach Erhärtung der Kohle stattgefunden hat, mithin erst dann, als die bereits entstandenen zu den Schichtflächen senkrecht stehenden Spalten ein Eindringen schwefel- (und kohlen-) säurehaltiger Wasser gestatteten.

Diese Theorie erklärt nicht, was aus dem Eisen geworden, das die Kohle von ihrer Muttersubstanz, der lebenden Pflanze her übernommen hat, sondern nur, wie fremdes Eisen als scheinbarer Bestandteil der Kohle neu in die Kohlen hineingekommen ist.

In der Entwicklungsreihe von der Pflanze über Torf zu Braunkohle, Steinkohle, Anthrazit, Graphit ist bekanntlich für die Bildung

jedes nächst höheren Gliedes der Reihe eine Anreicherung, eine Konzentration des Kohlenstoffs charakteristisch. Es ist vorauszusehen, dass das Gleiche mit dem in der Pflanze vorkommenden Eisen geschehen wird. Beim Torf, event. noch in der Braunkohle hat es den Anschein, dass auch der Eisengehalt sich sukzessive konzentriert. Dafür sprächen z. B. die aus MUCKS Kohlenchemie (93, 132, 189) entnommenen Werte von Torfaschen aus einem:

Irland Torf, schwammig und leicht	mit 11,60 % Fe_2O_3
„ „ leicht	„ 15,60 % „
„ „ dicht	„ 15,79 % „
„ „ schwarz	„ 39,73 % „

Bei der Steinkohle scheint der Eisengehalt stark zu variieren, wie aus folgenden Analysenzahlen hervorgeht:

Eisenoxydgehalt von Steinkohlenasche aus

2 verschiedenen Zechen (Bochum)	74,80 % und 17,42 %
Aschen, Inderevier-Aachen	60,79 %
Sachsen-Zwickau	6,3—74 %
Dowlais (South Wales)	11,15—26,0 %
Niederschlesien	54,5 %
Amerik. Anthrazit	8,23—5,59 %

Die starken Schwankungen liessen sich dadurch erklären, dass eben zwischen kohlenfremdem und kohleneigenem Eisen bisher nie unterschieden wurde und obige Zahlen eben die Summe beider angeben. Interessant ist noch, dass beim Anthrazit der Eisengehalt erheblich abzunehmen scheint. Ausserdem scheint das Eisen sich hier in anderer Bindungsart vorzufinden. LAUPPER glaubt, dass es sich beim besonders schwer brennbaren Walliseranthrazit um eine direkte Bindung des Eisens an Kohlenstoff, möglicherweise um eine Karbidbindung handelt (74). Darin oxydiert es sich nicht und kann weder von Auge, noch mit der Lupe entdeckt werden. Auch die WEIGELTsche Graphitreaktion fällt positiv aus. Ob hier vielleicht das kohlenfremde Eisen durch irgend einen Naturprozess wieder eliminiert worden ist?

So sehen wir denn, dass nicht nur die Kohle selbst im Laufe der Erdperiode Umwandlungen durchmachte, sondern auch das Eisen für sich Umänderungen erlitt. In Heukohle, Torf und Braunkohle scheint es als Oxyd vorhanden zu sein, resp. als reduziertes Oxyd, wenn es pyrophore Eigenschaften besitzt (siehe später, Seite 358), im Anthrazit und Graphit aber vermutlich in einer andern Bindungsart, möglicherweise als Karbid, Fe_3C , an C gebunden.

Die gleiche Unterscheidung, die wir beim Eisen in kohlenfremdes und kohleneigenes gemacht haben, gilt auch für Aluminium und Man-

gan, die nach sehr umfangreichen Untersuchungen von STOKLOSA (132) ebenfalls in allen Pflanzen vorhanden sind. Interessant für uns ist auch, dass Fe und Mn stets in den oberirdischen Teilen, in Blättern und Blüten lokalisiert ist, während das Al zumeist in den Wurzeln konzentriert ist. Al ist für die Pflanze ein Schutzstoff und Fe kann von der Pflanze nur bei Gegenwart von Al in grösseren Mengen aufgenommen werden (131). Da der Al-gehalt in den Wasser-, Sumpf-, Moor- und Schlampfpflanzen in Kryptogamen verglichen mit den Landpflanzen ein besonders hoher ist (130), und für sie unentbehrlich ist, so werden wir uns auch die Pflanzenwelt des Karbons nicht ohne Al denken dürfen. Steinkohlenasche enthält ja stets Al_2O_3 , aber seinen Ursprung pflegte man stets nach aussen zu verlegen, statt in die Pflanzenwelt des Karbons hinein. Von diesem Gesichtspunkt aus interessiert ferner, dass SCHAEFER auch den Schwefelgehalt der Kohlen auf einen ursprünglich verschiedenen S-gehalt in ehemaligen Pflanzen zurückführt. Er hat beobachtet, dass Pflanzen in der Nähe von Fabrikanlagen in verhältnismässig hohem Grad Schwefel aufzuspeichern vermögen, den sie aus Rauchgasen assimilieren. Die S-menge bei der Pflanze hängt also hauptsächlich von derjenigen S-menge ab, die ihr im Boden oder in der Luft als Nahrungsaufnahme zur Verfügung stand (118).

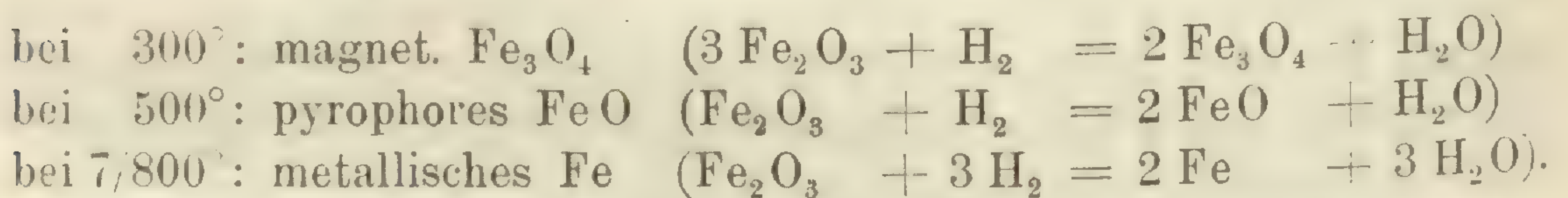
Dass pyrophores Eisen aus Pyrit entstanden sein könnte, dürfen wir nicht annehmen, weil die bisherigen Anschauungen den Pyrit in den Kohlen auf nassem Wege entstehen lassen und zu einer Zeit, nachdem der natürliche Werdeprozess durch Wärme bereits vorüber war und weil diese Theorie nur die Entstehung von kohlenfremdem Eisen erklärt. Im pyrophor gewordenen Eisen kann es sich aber nur um kohleneigenes Eisen handeln. In dieser Not kommt uns H. POTONIE zu Hilfe, der im Gegensatz zu WEDDING die Entstehung von Pyrit in den Kohlenlagern aus dem Vorhandensein von Schwefel in den Organismen deutet. Besonders viel Schwefel ist durch die Tierwelt im Faulschlamm geliefert worden, so dass gerade die Sapropeliten oft durch so grosse Schwefelkiesquantitäten ausgezeichnet sind, dass sie deshalb als Alaunschiefer oder Vitriolschiefer technische Verwendung finden können. Wir werden beim Pyritbildungsprozess mit einem Überschuss an Schwefelwasserstoffdämpfen zu rechnen haben, von denen offenbar ein Teil sich mit dem vom urweltlichen Pflanzenmaterial gelieferten Eisen zu Pyrit verband, ein anderer Teil in der plastischen Kohlenmasse zur Bildung von organischen Schwefelverbindungen Anlass gab, ein weiterer Teil in das Hangendgestein entwich und den in diesen später gebildeten Quellen den Gehalt an Sulfaten verlieh. Dass daneben

noch Schwefel in freier Form auftritt, ist nicht wahrscheinlich. Die Bildung von Schwefelwasserstoff auf diesem Wege stünde so in Parallele mit dem beim Heubrand aus den Eiweißstoffen der Futtergräser entstehenden H_2S und die Möglichkeit einer solchen Entstehungsweise des Pyrits wird gegeben durch ein neues Experiment LAUPPERS, wonach auf trockenem Wege Pyrit künstlich hergestellt werden kann. Erhitzt man nämlich pyrophores Eisen in einem Gasstrom von H_2S über kleiner Flamme zirka 30 Minuten lang, so entsteht ein in HCl unlösliches Pulver, das sich unter dem Mikroskop als aus winzig kleinen Pyritwürfelchen bestehend erweist, die auch in chemischer Hinsicht alle für Pyrit charakteristischen Merkmale zeigen.

Auch aus Eisenoxyd dürfen wir uns das pyrophore Eisen kaum entstanden denken und zwar aus folgendem Grund: Schon 1877 hatte H. MOISSAN ein „pyrophores Eisen“ hergestellt. Er schrieb damals: „Erhitzt man Fe_2O_3 im H_2 - oder CO_2 -Strom auf 500° 20 Minuten lang, so erhält man ein magnetisches pyrophores Pulver von der Zusammensetzung des schon bekannten, nicht pyrophoren Eisenoxyduls FeO . Dieses pyrophore FeO zersetzt H_2O , HNO_3 (mit Lichterscheinung) und CO_2 . Es hat eine solche Affinität zu O , dass es die Kohlensäure zersetzt und dabei selber in magnetisches Eisenoxyduloxyd übergeht, was auch erklärt, dass man durch mässiges Erhitzen kein Ferrokarbonat erhält:



Das pyrophore FeO behält seine Eigenschaften vollständig, wenn man trockene CO_2 darüber leitet. Es ist noch pyrophor, nachdem man es einer Temperatur von 450° $1\frac{1}{2}$ Stunden lang ausgesetzt hat, auch im Vakuum.“ Erfolgt die Reduktion von Fe_2O_3 in H_2 oder CO_2 , so entsteht nach MOISSAN:



Damit erfahren wir nun einmal etwas über die eigentliche Natur des pyrophoren Eisens, das wahrscheinlich mit demjenigen LAUPPERS identisch ist, obschon ein Unterschied besteht insofern, als MOISSAN zur Herstellung seines pyrophoren Eisens eine Temperatur von 500° braucht, während LAUPPER immer stets nur 300° angegeben hat. Das liegt daran, dass LAUPPER als Ausgangsstoff sich des Eisenoxalats bediente, weil dasselbe infolge der engen Verbindung von Kohlenstoff und Eisen und wegen seines Oxalsäuregehaltes den entsprechenden Pflanzenstoffen schematisch am nächsten kam und damit auch den für

diesen Zweck geeignetsten „Pflanzenersatz“ darstellte. Wir verweisen hier bezüglich Einzelheiten über Herstellung und Eigenschaften des pyrophoren Eisens auf das auf Seite 353 Gesagte und bemerken nur, dass die Übereinstimmung der Entstehungstemperatur des pyrophoren Eisens mit der in Kohlenlagern auf 300° geschätzten Maximaltemperatur den Schluss zulässt, dass pyrophores Eisen offenbar auch in den Kohlenflözen als aus organischen Eisenverbindungen entstanden angenommen werden muss.

Mit dem blossen Vorhandensein von pyrophorem Eisen als Zündstoff ist aber für die Selbstentzündung von Kohle noch nicht alles erklärt. Da das Pyrophorsein einen sehr veränderlichen Zustand darstellt, so ist, damit es zur Wirkung kommt, noch ein plötzliches Freiwerden nötig, eine Bedingung, welche beim Abbau der Kohlenflöze z. B. durch Sprengung oder Pickelhiebe, beim Kohlenhaufen durch Zerbröckeln infolge Verwitterung, bei Kohlentransporten auf Schiffen z. B. im Schlenkern derselben gegeben ist, wo die Kohle oft durch Anschläge an die Schiffswände zu Stücken zerschlagen wird.

Da das pyrophore Eisen auf der Bruchfläche der Kohle einen äusserst feinen Belag bildet, so wäre nicht zu verstehen, wie eine solche Schicht imstande sein könnte, die Kohle auf den für die Selbstentzündung nötigen Wärmegrad hinaufzubringen, wenn nicht in den Kohlen sonst noch Stoffe vorhanden wären, welche begierig Sauerstoff aufspeichern und Wärme bilden. Ohne Vermittlung von leicht entzündlichen und brennbaren Gasen ist eine Entflammung der Kohlen, wie dies bei Kohlenstapelbränden geschieht, gar nicht denkbar, wenn auch die an flüchtigen Stoffen reichen Kohlen, wie dies PORTER und OVITZ 1913 dargetan haben (107), nicht immer diejenigen sind, die zur Selbstentzündung neigen. GALLE hat gezeigt, wie solche Gase entstehen können (52, 48). Er hat das Vorkommen von Kohlenbakterien nachgewiesen, welche brennbare Gasgemische von 71,5—84,8 % Methan und 5,4—27,3 % Kohlensäure erzeugen, und gefunden, dass bei Gegenwart dieser Gase die Entzündung der Kohlen leichter und früher eintritt, als bei Abwesenheit dieser Gase.

Eine grosse Zahl von Untersuchungen ist dem Studium dieser leicht oxydierbaren Stoffe in der Kohle gewidmet worden, ohne dass indessen, wie wir sehen werden, die Frage gelöst worden wäre.

Als DENNSTEDTS Mitarbeiter (15/17) ihre Untersuchungen über die Selbstentzündung der Kohle begannen, war es noch nicht gewiss, ob die Ansicht zutrefte, dass jede Steinkohle, gleichgültig von welcher Art, unter gewissen günstigen Bedingungen zur Selbstentzündung kommen kann, oder ob eine bestimmte chemische oder physikalische

Beschaffenheit dazu nötig sei. Sie haben sich zugunsten dieser letzteren Anschauung ausgesprochen und wollen in der Jodzahl, sowie in der MAUMENÉSchen Zahl brauchbare Mittel gefunden haben, um die Feuergefährlichkeit einer Steinkohle zu beurteilen. Auch sie verlegen die Selbstentzündlichkeit in den „Restkohle“ genannten Teil. Das ist die Kohle, die übrig bleibt, wenn man aus ihr durch Behandeln mit Soda die Huminsäuren und durch Extrahieren mit Benzol alle bituminösen Stoffe entfernt hat.

In diesem Zusammenhang interessant ist nun die Beobachtung, dass diese Restkohle eine stark gesteigerte Selbstentzündlichkeit aufweist. ERDMANN (34, 313) berichtet, dass die hellbraune Restkohle in trockenem Zustande binnen 85 Sekunden sich entflammt, wenn ein 2 % O_3 enthaltender kalter Sauerstoffstrom darüber geleitet wird. Noch etwas schneller (in 45 Sekunden) findet die Entzündung unter diesen Bedingungen statt, wenn die Restkohle vorher mit hochkonzentrierter H Cl in der Kälte behandelt worden ist. Dies ist wohl nur auf die Entfernung des starken, die Entflammung beeinträchtigenden Aschengehaltes durch die H Cl zurückzuführen. Dieselbe Eigenschaft hoher Entzündlichkeit zeigt nun aber auch das nach WILLSTÄTTER z. B. aus Kiefernholz gewonnene Lignin. Es brennt im 2 %igen Ozonstrom bereits nach 25 Sekunden, und ERDMANN vermutet hinter dieser bemerkenswerten Beobachtung nahe Beziehungen der Restkohle zum Lignin. Die Theorie ERDMANN'S würde also die schon seit THEOPHRASTUS (also um 320 v. Chr.) bekannte Selbstentzündlichkeit der Kohle auf den in organischen Lösungsmitteln und in Soda unlöslichen Teil der Kohle zurückführen, da die Huminsäuren und bituminösen Substanzen der Kohle keine Selbstentzündlichkeit besitzen.

Wahrscheinlich ist es diese Restkohle, welche die ungesättigten Verbindungen enthält, auf denen die Jodaufnahme beruht und deren Oxydierbarkeit annähernd parallel verläuft mit der Jodzahl. Auch FERD. FISCHER hat schon früher die Meinung ausgesprochen, dass die O-Aufnahme der Steinkohle, ähnlich wie bei den trocknenden Ölen, auf ungesättigte Verbindung zurückzuführen sei, und daher auch die Bromprobe empfohlen. Dem widerspricht nun HOLM. Nicht die Ungesättigtheit der Verbindungen ist es, sagt er, welche die leichte Oxydierbarkeit bewirkt, sondern massgebend für die Leichtigkeit der Zündung ist die Fähigkeit der leichten Abspaltbarkeit von Kohlenwasserstoffen aus gesättigten Verbindungen. Es frage sich übrigens erst noch, ob ungesättigte Verbindungen wirklich leichter oxydierbar seien als gesättigte. Nach ihm ist das nicht der Fall. HOLM (1913) behauptet, dass Doppelbindungen, die ja für ungesättigte Verbindungen

charakteristisch sind, an sich auch bei verhältnismässig hohen Temperaturen gegenüber freiem Sauerstoff beständig seien (64). Das schliesst er aus den Werten, die er für die Zündpunkte der verschiedensten Substanzen erhalten hat, speziell aus den Zündpunkten von flüssigen Brennstoffen mit Äthylenbindungen und von Äthylen selbst. Unter Zündpunkt versteht er die Temperatur, bei der zuerst bei Atmosphärendruck Selbstentzündung in Luft eintritt. Der Zündpunkt ist verschieden von Flammpunkt und Brennpunkt und hat mit ihnen nichts zu tun. Mit seinen Zahlen will HOLM zeigen, dass die komplizierten Stoffe am leichtesten zünden, indem sie viel leichter einer Zersetzung unterliegen, als die beständigen, nur aus wenig Atomen bestehenden Moleküle oder gar die Elemente, die naturgemäss wenig Fähigkeit zur Zersetzung zeigen und infolgedessen am schwersten zünden.

Beispiele

für hohen Zündpunkt:

(einfache Körper)

Ammoniak	780°
Wasserstoff	470°
Leuchtgas	600°
Alkohol	510°
Aceton	570°
Benzol	520°
Xylol	500°
Anilin	530°

Beispiele

für niedrigen Zündpunkt:

(zusammengesetzte Körper)

weisses Paraffin	310°
Petroleum	380°
Zellulose	360°
Torf (lufttrocken)	280°
Braunkohle (lufttrocken)	250°
Steinkohle, böhmische	390°
Anthrazit	440°

also: je stabiler und einfacher zusammengesetzt ein Körper, um so höher sein Zündpunkt, und umgekehrt. Darum hat auch von den Paraffinkohlenwasserstoffen in der Reihenfolge gasförmig, flüssig, fest das Endglied, das feste weisse Paraffin den niedrigsten Zündpunkt 310°. HOLM schliesst aus dem niedrigen Zündpunkt auf einen Zerfall und zwar die Abspaltbarkeit von Kohlenwasserstoffgruppen aus gesättigten Ketten. An Stelle der Erhitzung infolge heftiger Oxydierbarkeit ungesättigter Verbindungen setzt HOLM die Erhitzung infolge chemischer Aufspaltung gesättigter Molekülketten. Seine Zündpunkte der Kohle hält er für ungenau, immerhin ersieht man aus ihnen, dass die brennbaren Stoffe, die bei der Grösse ihrer Moleküle leicht unter Abgabe von Gasen und Dämpfen zerfallen, besonders niedrige Zündpunkte haben. Die wirklichen Zündpunkte dieser Substanzen liegen seiner Ansicht nach viel tiefer. Nach HOLM hat der Anthrazit bei höherer Temperatur eine langsame Destillation unter

Luftabschluss durchgemacht. Nicht unbeträchtlich niedriger (etwa 50) zündet die untersuchte Steinkohle. Ihr Gasgehalt ist grösser, entsprechend der niedrigeren Phase der natürlichen Destillation aus einer, wenn überhaupt, so doch nur unwesentlich verschiedenen Pflanzenart. In den verschiedenen Braunkohlen und dem Torf finden wir die Verkohlungsstadien eines jüngeren Zeitalters, die nicht den Temperaturen ausgesetzt gewesen sind wie die Steinkohlen und der Anthrazit.

Wenn HOLM zu zeigen versucht hat, dass durch Aufspaltung langer gesättigter Ketten gasförmige Produkte entstehen mit niedrigem Zündpunkt, so ist damit die Selbstentzündung noch nicht erklärt. Denn um diese Gase zu entzünden, ist Wärme nötig. Diese stammt nach HOLM von einer Verbrennung her, die im Innern der Kohle unsichtbar erfolgt. Darauf deutet das CO_2 hin, das immer in den austretenden Gasen vorhanden ist, wenn beim Zerfall von Kohle bei niedrigeren Temperaturen Luft zugegen ist, während beim Durchleiten von Stickstoff oder Wasserstoff, also unter Ausschluss von Sauerstoff, Methan, Äthan und andere meist gesättigte Körper nachgewiesen wurden. Kurz, es wird Wärme produziert und es handelt sich hier um eine Verbrennung, die gewöhnlich unsichtbar ist, die aber unter Umständen auch zu sichtbarer Zündung und Flamme führen kann. Die Zündung selbst führt HOLM auf die Aktivität des Sauerstoffes zurück. Sie ist für flüssige und feste Brennstoffe die Regel, während bei den gasförmigen eine Zündung durch Temperatur äusserst schwer erfolgt und katalytische Erscheinungen hier wohl die Hauptrolle spielen.

Damit kommen wir auf die katalytische Wirkung des pyrophoren Eisens zu sprechen. Für eine Mitwirkung pyrophoren Eisens als Ursache der Zündung spräche ferner, dass Selbstentzündung bisher nur bei Steinkohle und Braunkohle, aber noch nie bei Anthrazit und Koks beobachtet worden sind. Da in letzterem flüchtige und leicht angreifbare Bestandteile fehlen, und das Eisen in festerer Bindung zu sein scheint, so ist nicht nur das Moment der Entzündung erschwert, sondern es vermag auch der Sauerstoff erst bei sehr hoher Temperatur oxydierend auf Anthrazit und Koks einzuwirken. Dementsprechend bleiben Koks und Anthrazit bei langer Lagerung im allgemeinen chemisch unverändert. In den Steinkohlen veranlasst die Absorption von O zunächst eine Gewichtsvermehrung, dann aber erfolgt durch das Verbrennen der Kohlenwasserstoffe eine Gewichtsabnahme (vgl. 115 m. 86). Die Kohle wird C-ärmer und aschenreicher. So wurde zum Beispiel im Ausstrich von Kohlenflözen in Wyoming der C-Gehalt der Kohle ungefähr 20 % niedriger gefunden als bei der unveränderten Kohle des-

selben Flözes in grösserer Tiefe. Diese Veränderung konnte stellenweise sogar bis auf 15 m Tiefe nachgewiesen werden.

Geht die Oxydation der Kohle lebhafter vor sich und wird die hierbei sich bildende Wärme nicht schnell genug abgeleitet, so kann der Oxydationsvorgang zu einer Selbstentzündung des Kohlenflözes führen. Solche brennenden Kohlenlager sind fast in allen Kohlenrevieren bekannt geworden. Erfolgt die Entzündung in grosser Tiefe, so ist an ein Löschen oft gar nicht zu denken. Man ist gezwungen, den ganzen brennenden Teil durch sorgfältigste Abmauerung von der Luft abzuschliessen, wodurch das Feuer im Laufe von Jahren in sich selbst erstickt. Oft aber ist die Grube für den Steinkohlenbergbau überhaupt verloren, indem bei Luftzutritt der Brand von neuem ausbricht. Stossen wir hier nicht auf das gleiche Bild, das uns im Vakuumröhrchen eingeschlossenes pyrophores Eisen darbietet, das nach Abbrechen der Kapillarspitze, auf eine Tonplatte entleert, von selbst in Glut gerät? Ganz gleich verhält sich der Heustock, der mit Wasser gelöscht, beim Abdecken der obern Schichten wieder zu einem Flammenmeer sich entfacht.

Neben Kohlenhaufen und Kohlenflözen können aber auch bituminöse Schiefer durch Selbstentzündung zu den sogenannten Haldenbränden führen. Nach POTONÉ sind es die grossen Mengen schwarzen Schiefers mit ihrem merklichen Gehalt an organischen Stoffen, welche die Selbstentzündung jener zu ganzen Bergen aufgehäuften, beim Abbau der Kohlen sich ergebenden wertlosen Gesteinsmaterialien, d. h. der Berghalden der Steinkohlengruben veranlassen. Die lose Zusammenschüttung dieses Materials bietet dem Luftsauerstoff die Möglichkeit, die im Innern befindliche organische Substanz zu oxydieren. Die weitere Erklärung entspricht ganz der im Heuhaufen: Geringe Wärmeentwicklung, die sich kumuliert wegen der schlechten Wärmeleitung des Gesteins, bis es schliesslich zur Erscheinung des „brennenden Berges“ kommt. Es sind Haldenbrände von Steinkohlen und von Braunkohlen bekannt (108, 109). Zur Erklärung der Haldenerhitzung beim Torf wird nach HAGLUND, VOGEL und HOERING (73) ohne weiteres die Parallelität mit der Selbstentzündung bei Heuhaufen zugegeben und die Entzündung auf dieselben Ursachen zurückgeführt. Gelegentlich sammeln sich auch im Innern solcher Halden Gase an, die sich plötzlich zur Explosion entzünden und Gesteinsstücke in die Luft werfen können.

Nachdem wir nun bisher in diesen Selbstentzündungen nicht viel mehr als ein Element der Zerstörung wertvoller Materialien sehen konnten, bleibt uns noch übrig, über die Selbstentzündung als auf-

bauender Faktor im Kohlenwerdungsprozess noch ein Wort zu sagen. Denn es sind auch Fälle denkbar, wo die Zerstörung nicht identisch ist mit einer Vernichtung wirtschaftlicher Werte, sondern wo im Gegenteil die Zerstörung nur den Übergang von einem bestimmten Zustand in einen neuen, für uns noch wertvolleren bedeutet. Da in unserer chemischen Welt der Sauerstoff das vernichtende Agens bedeutet, so werden wir uns fragen müssen nach dem Vorkommen und nach dem Verlauf von Selbstentzündungen noch nicht fertiger Kohlenlager tief im Innern der Erde, wo der Sauerstoff nur in geringem Masse Zugang hat und wo also eine eigentliche Zerstörung durch ihn nicht stattfinden konnte. Es ist leider darüber wenig bekannt. Über solche „Erdbrände“ hat uns nun F. HERRMANN in neuester Zeit (1919) interessante Mitteilungen gemacht. Er hatte Gelegenheit, 1917 und 1918 zahlreiche Vorkommen von Erdbrandspuren in den Kohlengruben Serbiens zu beobachten, wo sie sich an Kohlen der Kreide und des Tertiärs finden. Als Ursache konnte er Selbstentzündung feststellen. Diese Erdbrände besitzen ein so hohes Alter, dass der Mensch als Urheber dieser Brände gar nicht in Betracht kommen kann. Wir haben damit nach HERRMANN ein sicheres Beispiel eines natürlichen, nur auf Selbstentzündung brennbarer Materialien beruhenden Erdbrandes gewonnen. Am ausgedehntesten war die Erscheinung an den jungtertiären Braunkohlen östlich von Semendria. Die infolge von Sprüngen zum Ausstreichen gelangende Kohle ist ringsum an den Hängen verbrannt und hat die mächtigen überlagernden Tone ganz verziegelt. Leider erfahren wir in seiner Arbeit nichts über die Veränderungen, welche die Kohle selbst bei diesem Vorgang erlitten hat. Mehr interessierten ihn die Veränderungen, welche dabei die auflagernden Gesteine durchgemacht haben. Diese Tone sind völlig verändert und bilden in Serbien geradezu ein Leitgestein beim Aufsuchen von Kohlen und mit Hilfe der schon von weitem sichtbaren rotgebrannten Tone im Hangendgestein gelang es ihm, nördlich des Ochridasees ein länger gesuchtes Braunkohlenflöz tatsächlich aufzufinden. (59)

In den Werken von ZINCKEN (150, 255) und JUSTUS ROTH (117 III, 25) ist eine grosse Zahl von derartigen Erdbrandvorkommen angegeben, auf die hier nur verwiesen sei.

HERRMANN misst diesen Erdbrandgesteinen eine grosse Bedeutung zu. Als weitere Beispiele von solcher Verziegelung anliegender Gesteinsschichten nennt er den Porzellanjaspis von Gross-Almerode, der als die Folge eines Erdbrandes der Alluvialzeit mit natürlichen Ursachen angesehen wird. Desgleichen der Porzellanjaspis im miozänen Braunkohlenton von Zittau. Über Mineralneubildungen bei Erdbränden

berichtet ausführlicher ROTH (117 I, 420, III, 366). An diesen Erdbrandgesteinen ist die Selbstentzündung nachweisbar und da sie, wie HERRMANN bemerkt, schliesslich weiter verbreitet sind, als gemeinhin angenommen wird — es kommen ausser den Vorkommen in Serbien, Deutschland und Böhmen solche in Frankreich, England, Rumänien, Estland und Grönland in Betracht — so wäre es wünschenswert, dass in unsern neueren Lehrbüchern die Erdbrände wieder Erwähnung finden würden, wo sie unter den Einwirkungen der Atmosphäre oder bei der kaustischen Metamorphose einzureihen wären.

Literatur-Verzeichnis.

Ein annähernd vollständiges Literaturverzeichnis erhält man, wenn zu nachstehenden 151 Nummern noch hinzugefügt werden: die 432 Nummern in Wheeler & Stopes „Constitution . . .“ (144), sowie die 167 Nummern in Donaths „Kohle und Erdöl“ (26). Das folgende Verzeichnis ist somit nur als eine Ergänzung der in genannten Arbeiten aufgeführten Literatur aufzufassen.

1. BALTZER, A.: Über den natürlichen Verkohlungsprozess. Vierteljahrsschrift d. Naturforsch. Gesellsch. Zürich. **17.** 49/67. 1872.
2. BERG, G.: Die mikroskopische Untersuchung der Erzlagerstätten. Berlin (Bornträger). 1915.
3. BERGIUS, F.: Die Anwendung hoher Drucke bei chemischen Vorgängen und eine Nachbildung des Entstehungsprozesses der Steinkohle. Halle (Knapp). 1913.
4. — - BILLWILLER: Die Anthrazitbildung. Zeitschr. f. El. chem. **19.** 859. 1913.
5. BERTELSMANN: Der Stickstoff der Steinkohle. Stuttgart (Enke). 1904.
6. BERTRAND, E.: Charbons gélosiques. C. r. VIII. Congr. internat. géol. Vol. I.
7. — Notions nouvelles sur la formation des charbons de terre. Rev. du Mois. **3.** 323/341. Paris. 1907.
8. BOEKHOUT u. DE VRIES: Over Hooibroei. Mededeelingen v/h. Rijkslandbouwproefstation Hoorn. **280/287.** 1904.
9. BROECKMANN, M. D.: Über die Bildung und Zusammensetzung der Steinkohle. **1.** 258. Berlin. 1903.
10. BUBE, K.: Über Montanwachs. Jahrbuch des Halleschen Verbandes. Halle a. S. (Knapp). **2.** Heft. S. 229/239. 1920.
11. BURRI, R.: Die Selbsterhitzung lagernder Pflanzenmassen mit besonderer Berücksichtigung von Heu und Emd. Landw. Jahrb. d. Schweiz. Luzern (Keller). 1919.
12. CREDNER, H.: Elemente der Geologie. 8. Aufl. Leipzig (Engelmann). 1897.
13. DANNENBERG, A.: Geologie der Steinkohlenlager. Bd. I. S. 1/18. Berlin (Bornträger). 1915.
14. DEBYE, P. u. SCHERRER: Über die Konstitution von Graphit und amorpher Kohle. Nachr. d. Kgl. Ges. d. Wiss. Göttingen. Math. phys. Kl. S. 1/9. 1917.
15. DENNSTEDT u. HASSLER: Die Explosionsgefahr der Steinkohle. Zeitschr. f. angew. Chem. **21.** 1060/64. 1908.
16. — u. BUENZ: Die Selbstentzündlichkeit der Steinkohle. Zeitschr. f. angew. Chem. **21.** 1825/35. 1908.
17. — u. SCHAPER: Die Beurteilung der Selbstentzündlichkeit. Zeitschr. f. angew. Chem. **25.** 2625/29. 1912.

18. DOLCH, M.: Über die Aussichten der Verarbeitung bituminöser Schiefer und über die Untersuchungsergebnisse eines besonders hochwertigen Schiefers. Oesterr. Chem. Ztg. **22**. 122. 1920.
19. DONATH, E.: Betrachtungen über das Backen und über die Bildung der Steinkohlen. Oesterr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenwesen. **50**. 15/17. 29/33. 46/49. 1902.
20. — u. DITZ: Zur Unterscheidung von Braun- und Steinkohlen. Oesterr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenwesen. **50**. 310/314. 1902.
21. — u. BRAUNLICH: Zur Entstehung der fossilen Kohlen. Chem. Ztg. **28**. 954. 1904.
22. — Zur Kenntnis der fossilen Kohlen. Oesterr. Chem. Ztg. **5**. 1595-97. 1905.
23. — Zur Theorie des Verkokungsvorgangs. Stahl und Eisen. 60,61. 1914.
24. — Genesis des Erdöls. Petroleum. **11**. 209/215. 1915.
25. — Über die Erzeugung von Erdölderivaten aus Steinkohle und Kohlenteeren. Oesterr. Chem. Ztg. **22**. 101 u. 109. 1919.
26. — u. LISSNER: Kohle und Erdöl. Stuttgart (F. Enke). 1920. (5. ch. u. ch. t. Vort. Bd. 26).
27. DUEGGELI, M.: Beitrag zur Kenntnis der Selbsterhitzung des Heues. Naturw. Zeitschr. f. Land- u. Forstwirtsch. Stuttgart. **4**. 466/506. 1906.
28. ENGLER, C.: Die Bildung der Hauptbestandteile des Erdöls. Zeitschr. Petroleum (Berlin). **7**. 399/403. 1912.
29. — Das Bitumen. Chem. Ztg. **36**. 65 u. 82. 1912.
30. — u. BOBRZYNSKY: Zur Frage der Entstehung des Erdöls. Chem. Ztg. **36**. 837. 1912.
31. — u. HOEFER: Das Erdöl. Leipzig (Hirzel). 1913.
32. — - HOEFERS Handbuch: Das Erdöl. 6 Bände. Ebenda. 1909/1922.
33. ERDMANN, E.-KOETHNER: Einige Beobachtungen über Azetylen und dessen Derivate. Zeitschr. f. anorgan. Chem. **18**. 48/58. 1898.
34. ERDMANN, E.: Teerbildner der sächs.-thüring. Schmelzkohle. Zeitschr. f. angew. Chem. **34**. 309/314. 1921.
35. FABRICIUS u. FEILITZER: Über den Gehalt an Bakterien in jungfräul. und kultiv. Hochmoorboden auf den Versuchsfeldern des schwedischen Moorkulturvereins bei Flahult. Centralblatt f. Bakt.: 2. Abt. **14**. 161. 1905.
36. FISCHER, FERD.: Chemische Technologie der Brennstoffe. Braunschweig. 1897. I. Teil.
37. — FRANZ: Gesammelte Abhandlungen zur Kenntnis der Kohlen. I., II. u. III. Bd. (Arb. d. Kais. Wilh. Instit. f. Kohlenforschung in Mülheim/Ruhr. Berlin (Gedr. Bornträger). 1917 u. 1918. (Abkürzung: Ges. Abt.).
38. — FRANZ: Der heutige Stand der Kohlenforschung. Stahl und Eisen. Nr. 15-16. Düsseldorf. 1917.
39. — FRANZ: Die Kohle als Quelle neuer chemischer Rohstoffe. Sonderdruck aus Nr. 3 u. 4 der Zeitschr. „Brennstoff-Chemie“. Essen. 1920.
40. — u. GLUUD: Die Ergiebigkeit der Kohlenextraktion mit Benzol. Ber. **49**. 1460. 1916.
41. — u. GLUUD: Notiz über die optische Aktivität von Tieftemperatur- und Steinkohlengenerator-teer. Ber. **50**. 111. 1917.
42. — u. GLUUD: Destillation von Steinkohle in Vermengung mit Alkali. Bd. I. 171/175. 1917.
43. — u. KLEINSTUECK: Über die Druckextraktion pflanzlicher Stoffe mit trockenem und feuchtem Benzol. Ges. Abt. III. 301/314.

44. FISCHER u. SCHNEIDER: Über die Druckerhitzung von Zellulose mit Benzol. Ges. Abt. III. 287/300.
45. — u. SCHNEIDER: Über den Einfluss des Wassergehalts einer Braunkohle auf die Ausbeute an Extrakt bei der Soxhlet-Benzol-Extraktion und Benzoldruckextraktion. Bd. III. 315/324.
46. — u. SCHRADER: Entstehung und chemische Struktur der Kohlen. Essen (Girardet). 1921.
47. — u. TROPSCH: Über den Methoxylgehalt von Kohlen. Ges. Abt. II. 150/153.
48. FREMY, E.: Recherches chimiques sur la formation de la houille. C. r. 88. 1048/1055. 1879.
49. — Études chimiques sur la vasculose. C. r. 94. 108. 1882.
50. FRUEH, J.: Über Torf und Dopplerit. Diss. Zürich. 1883.
51. — u. SCHROETER: Die Moore der Schweiz mit Berücksichtigung der gesamten Moorfrage. Bern (Francke). 1904. Beiträge z. Geologie d. Schweiz. Geotechn. Serie III.
52. GALLE, E.: Über Selbstentzündung der Steinkohle. Chem. Centralblatt. 1911. I. 48.
53. GLUUD, W.: Die bisher vorliegenden wissenschaftlichen Ergebnisse der Steinkohlendestillation bei niedriger Temperatur und niedrigem Druck. „Glückauf“. 443. 1916.
54. — Ältere Ergebnisse auf dem Gebiete der Kohlenextraktion. „Glückauf“ 721. 1916.
55. GRAEFE, E.: Bilder aus der Geschichte der Braunkohlenteerindustrie. Zeitschr. f. angew. Chem. 34. 303. 1921.
56. GUEMBEL, W. VON: Beiträge zur Kenntnis der Texturverhältnisse der Mineralkohlen. Sitz.-Ber. der math. phys. Kl. der K. K. Akad. d. Wiss. zu München. S. 111/216. München 1883.
57. HEATON, E. P.: Spontaneous combustion in haymows and stacks. Fire Marshal Office. Toronto (Canada). 1921.
58. HEIMHALT, VON u. HOEFER: Die geothermalen Verhältnisse der Kohlenbecken Oesterreichs. Wien u. Berlin (Verlag f. Fachliteratur). 1917.
59. HERRMANN, F.: Über Erdbrände. Zeitschr. d. deutschen geol. Ges. 71. 66, 77. 1919.
60. HOEFER, H. Das Erdöl und seine Verwandten. Braunschweig (Vieweg & Sohn). 3. Aufl. 1912.
61. HOFFMANN, J. F.: Ein Beitrag zur Selbstentzündung von pflanzlichen Nähr- und Futterstoffen. Wochenschr. f. Brauerei. Nr. 35, 36, 37. 1897.
62. — Zur Theorie der Steinkohlenbildung. Zeitschr. f. angew. Chem. 821/831. 1902.
63. HOLDE, D.: Zur Nomenklaturfrage der Bitumen. Petroleum. 7. 713, 714. 1912.
64. HOLM, H.: Über „Entzündungstemperaturen“ (Zündpunkte) besonders von Brennstoffen. Zeitschr. f. angew. Chem. 26. 273/279. 1913.
65. HOPPE-SEYLER, F.: Über Gährung der Zellulose mit Bildung von Methan und Kohlensäure. Zeitschr. f. physiol. Chem. 10. H. 3 u. 5. 1886.
66. — Über Humussubstanzen, ihre Entstehung und ihre Eigenschaften. Zeitschrift f. physiol. Chem. 13. 66/122. 1889.
67. JEFFREY, E. C.: The nature of some supposed algal coals. Proc. Amer. Acad. Arts. Sci. Boston. 46. 273/290. 1912.
68. JORDI, E.: Die Selbstentzündung und Übergährung von Heu- und Emdstößen. Mitteil. d. Vereinig. kanton. schweiz. Feuerversich.-Anstalten. Jahrg. 1. Heft 2. 1922.

69. KLASON, P.: Untersuchungen über Holzverkohlung. Zeitschr. f. angew. Chem. **22**. 1205. 1919.
70. — Die trockene Destillation von Holz. Zeitschr. f. angew. Chem. **23**. 1252. 1919.
71. KRAEMER, G.: Beitrag zur Frage der Erdölbildung. Chem. Ztg. **31**. 675. 1907.
72. KUKUK, P.: Unsere Kohlen. (A. Na. G. Bd. 396) Leipzig (Teubner). 1920.
73. LAUPPER, G.: Zum Problem der Heustockbrände. Schweiz. Chem. Ztg. Jahrg. 1918. (Sonderabdruck vom Verfasser beziehbar).
74. — Die neuesten Ergebnisse der Heubrandforschung. Landw. Jahrb. d. Schweiz. Volkswirtsch. Dept. Bern. 1920.
75. — Neue Beobachtungen über Verkohlung und Selbstentzündung von Futterstöcken. Schweiz. landw. Zeitschr. Nr. 19/21. Zürich. Mitteil. 1/3. 1921 u. 1922.
76. — Scheunenbrände 1921/22. Schweiz. landw. Zeitschr. Zürich. 1922.
77. LEMIERE, L.: Sur la transformation des végétaux en combustibles fossiles. C. r. VIII. Congr. géol. internat. Paris. 1900.
78. — Combustibles fossiles. Bull. de la Soc. de l'ind. min. 4 sér. vol. 4. 1905.
79. LISSNER, A.: Zur chemischen Charakteristik des Hangendgesteins von Braun- und Steinkohlen. Oesterr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenwesen. **58**. 579/596/617/630 643/653. 1910.
80. MAILLARD, L. C.: Formation d'humus et de combustibles minéraux sans intervention de l'oxygène atmosphérique, des microorganismes, des hautes températures ou de fortes pressions. C. r. **155**. 1554. 1912.
81. — Genèse des matières protéiques et des matières humiques. Paris (Masson & Co). 1913.
82. — Synthèse des matières humiques par action des acides aminés sur les sucres réducteurs. Annal. chim. phys. (9) **5**. 258/317. 1916.
83. — Identité des matières humiques de synthèse avec les matières humiques naturelles. Annal. chim. phys. (9) **7**. 113/152. 1917.
84. MARCUSSON, J.: Die optische Aktivität des Erdöls. Chem. Ztg. **31**. 419. 1917.
85. — u. SCHLUETER: Die Entstehung des Erdwachses (Ozokerit). Chem. Ztg. **38**. 73/74. 1914.
86. MARSILLY: Untersuchungen über die auf dem französischen Markt befindlichen Kohlenarten. Dingl. Polyt. Journ. **149**. 128. 1858.
87. METZGER, CH: Über die Messung der Erdtemperatur und den wahrscheinlichsten Wert der geothermischen Tiefenstufe. „Glückauf“. **53**. 435. 451. 468. 1917.
88. MEYER, HANS: Analyse und Konstitutionsermittlung organischer Verbindungen. 2. Aufl. S. 729. Berlin (Springer). 1909.
89. MIEHE, H.: Die Selbsterhitzung des Heus. (Eine biologische Studie.) Jena (Fischer). 1907.
90. MOISSAN, H.: Études sur les oxydes de fer. C. r. **84**. 1296. 1877.
91. MOLISCH, H.: Die Pflanzen in ihren Beziehungen zum Eisen. (Eine physiologische Studie.) Jena (Fischer). 1892.
92. — Mikrochemie der Pflanze. Jena (Fischer). 1921.
93. MUCK: Die Chemie der Kohlen. 3. Aufl., besorgt von Hinrichsen u. Taczek. Leipzig (Engelmann). 1916.
94. NEUBERG, K.: Über optisch aktive Verbindungen in den Erdölen und Steinkohlen. Zeitschr. f. angew. Chem. **18**. 1606. 1905.
95. — Zur Frage der Bildung des Erdöls. Zeitschr. f. angew. Chem. **18**. 1606. 1905.

96. OMELIANSKI, V.: Über die Fermentation der Zellulose. C. I. 908. 1900.
97. — Über die Gährung der Zellulose. C. I. 732. 944. 1068. 1902.
98. — Über Methanbildung in der Natur bei biologischen Prozessen. C. I. 1034. 1906.
99. OSTWALD, Wö.: Die Welt der vernachlässigten Dimensionen. Dresden u. Leipzig. 1915.
100. PETZHOLDT, A.: Über Calamiten und Steinkohlenbildung. Dresden u. Leipzig (Arnold'sche Buchhdl.). 1841.
101. — Geologie. 2. Aufl. Leipzig. 1845. (Abschnitt: Theorie der chem. Zersetzung vegetabil. Substanzen. S. 387/409).
102. — Beitrag zur Kenntnis der Steinkohlenbildung nebst Kritik des Werkes von P. F. Reinsch: „Neue Untersuchungen über die Mikrostruktur der Steinkohle des Carbon, der Dyas und Trias“. Leipzig. 345. 1882.
103. PFEIFFER, KARL: Über Erdöl, Bitumen, Ölschiefer und künstliche Schmieröle. Festschrift z. 80. Geburtstag C. Engler's. Leipzig (Hirzel). 1922.
104. PICTET, AINE: Recherches sur la houille. Annal. chim. phys. (9) **10**. 249/330. 1918.
105. — u. BOUVIER: Über die Destillation der Steinkohle unter vermindertem Druck. Ber. **46**. 3342/53. 1913.
106. — u. BOUVIER: Über die gesättigten Kohlenwasserstoffe des Vakuumteers. Ber. **48**. 926. 1915.
107. PORTER u. OVITZ: Über Verschlechterung und Selbstentzündung von Heukohlen beim Lagern. Zeitschr. f. angew. Chem. (Ref.) **26**. II. 86. 1913.
108. POTONIE, H.: Die Entstehung der Steinkohlen. 5. Aufl. Berlin (Gebr. Bornträger). 1910.
109. — H. u. R.: Die Steinkohle, ihr Wesen und Werden. Leipzig (Reclam). 1921.
110. RAMANN u. REMELE: Anzahl und Bedeutung der niederen Organismen in Wald- und Moorböden. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen. S. A. 1899.
111. RANKE, H.: Experimenteller Beweis der Möglichkeit der Selbstentzündung des Heus. Annal. d. Chem. **167**. 361/368. 1873.
112. REINSCH, P. F.: Neue Untersuchungen über die Mikrostruktur der Steinkohle des Carbon, der Dyas und Trias. Leipzig (T. O. Weigel). 1881.
113. — Über Calamiten und Steinkohlenbildung. Leipzig (T. O. Weigel). 1881.
114. RÉNAULT, B.: Sur quelques microorganismes des combustibles fossiles. Bull. de la Soc. de l'Ind. min. (3) **13**. 4. livr. 1899 et (3) **14**. 1. livr. 1900.
115. RICHTER, E.: Die Ursachen der Selbstentzündung der Steinkohlen. Dingl. Polyt. Journ. **195**. 449/458. 1870. — Die sogenannte Verwitterung der Steinkohlen. **196**. 317/335. 1871. — Der chem. Prozess der Oxydation der Steinkohlen beim Lagern an der Luft. **193**. 51/61. 1869. **190**. 398/401. 1868. **195**. 315/331. 1870.
116. — V. VON u. ANSCHUETZ: Chemie der Kohlenstoffverbindungen. 11. Aufl. Bd. I. Bonn (F. Cohen). 1909.
117. ROTH, JUST.: Allgemeine und chemische Geologie. 3 Bde. Berlin (Hertz). 1879/1893.
118. SCHAEFER, R.: Über den Schwefel in Brennstoffen. Zeitschr. f. B. u. H. im preuss. Staat. Berlin. **58**. 1910.
119. SCHENK, K.: Preisschrift der Schweiz. Vereinigung kant. Feuerversicher.-Gesellsch. Manuskript. Interlaken. (Auszug s. b. Laupper S. 11/13.)

120. SCHNEIDER, W.: Die Zerlegung der Braunkohle in verschiedene Körpergruppen, deren Eigenschaften und Verhalten bei der trockenen Destillation. Bd. 3. 325/357.
121. SCHUMANN, K.: Lehrbuch der systematischen Botanik, Phytopläontologie und Phytogeographie. Stuttgart (Enke). 1894.
122. SCHUSTER, J.: Mikrostruktur der Kohle. Neues Jahrb. f. Min., Geol. u. Paläontol. II. 33. 1912.
123. SCHWARZ, H.: Probleme der Zelluloidchemie. Koll. chem. Beihefte. 6. 90/126. 1914.
124. — „Brandursache unbekannt“. Sep.-Abdr. a. d. Schweiz. Feuerwehrzeitg. Bern. 1921.
125. SPAETE, F.: Die Bituminierung. Ein Beitrag zur Chemie der Faulschlammgesteine. Diss. Berlin. 1907.
126. SPIEGEL, A.: Über Schieferöle. Zeitschr. f. angew. Chem. 34. 321/327. 1921.
127. SPRING, W.: Recherches sur la propriété que possèdent les corps de se souder sous l'action de la pression. Annal. chim. phys. (5) 22. 170/217. 1881.
128. STAHL, A. F.: Zur Frage nach den Urmaterialien der Petrolea. Chem. Ztg. 30. 18. 1906. — Zur Frage der Entstehung des Erdöls und der Heukohle. Chem. Ztg. 29. 665/667. 1905.
129. STEIN, S.: Beitrag zur Kenntnis der Bildung von fossilen Kohlen. C. 72. 950. 1901.
130. STOKLOSA, J.: Das Aluminium-Ion in der Pflanzenwelt. Biochem. Zeitschr. 88. 292. 1918.
131. — Über den Einfluss des Aluminium- und Mangan-Ions auf die Keimung des Samens und die Entwicklung der Pflanzen. Biochem. Zeitschr. 91. 135, 234. 1918.
132. — Über die Verbreitung des Aluminiums in der Natur und seine Bedeutung beim Bau und Betriebsstoffwechsel der Pflanzen. Jena (Fischer). 1922.
133. STREMME u. SPAETE: Die Verwitterung der brennbaren organogenen Gesteine (Kaustobiolithe). Zeitschr. f. angew. Chem. 20. 1841/44. 1907.
134. STUTZER, O.: Kohle (Allgemeine Kohlengologie). II. Teil von: Die wichtigsten Lagerstätten der „Nichterze“. Berlin (Bornträger). 48/51. 1914.
135. — Ergebnisse neuerer Forschungen auf dem Gebiete der Kohlengologie. „Glückauf“. 56. 685/88. 1920.
136. TAPPEINER, H.: Untersuchungen über die Gärung der Zellulose, insbesondere über deren Lösung im Darmkanal. Zeitschr. f. Biologie. 20. 52/134. 1884.
137. — Untersuchungen über die Eiweissfäulnis im Darmkanal der Pflanzentresser. Zeitschr. f. Biologie. 20. 215/233. 1884.
138. THÉNARD, P.: Considérations sur la formation de certaines matières azotées et particulièrement de l'acide fumique. C. r. 52. 445/46. 1861.
139. TSCHIRCH, A.: Eine neue Theorie des Heustockbrandes. Mitteil. d. Naturforsch. Gesellsch. Berlin. 1917.
140. WEDDING, H.: Ausführliches Handbuch der Eisenhüttenkunde. II. S. 651.
141. WEHRLI, LEO: Die postkarbonischen Kohlen der Schweizeralpen. Bern (Francke). 1919. Beitr. z. Geol. d. Schweiz. Geotechn. Serie VII.
142. WEITHOFER, K. A.: Beiträge zur Kenntnis fossiler Kohlen. Zeitschr. f. prakt. Geologie. 22. 249. 1914.

143. WHEELER, R. V.: The oxidation and the inflammability of coal. Journ. Chem. Soc. **113**. 945/55. 1918.
 144. — and STOPES: Monograph on the constitution of coal. Dept. of scient. and industr. research. London. 1918. — Nur zu beziehen von „H. M. Stationery Office. Imperial House, Kingsway, London W. C. 2.“ (Price 2 sh. 2 d.).
 145. WHITE and THIESSEN: The origin of coal. Bureau of Mines. Bull. 38. Washington. 1913. Zu beziehen vom: „Superintendent of Documents. Department of the Interior. Bureau of Mines. Washington.“ (Price 80 cents plus foreign postage.)
 146. WILDE, P. DE: Sur l'origine du pétrole et de ses dérivés. Monit. Scient. (4) **21**. 301. 1907.
 147. WISLICENIUS, H.: Die Kolloidchemie des Holzes, seiner Bestandteile und seiner Entstehung. Koll. Zeitschr. **27**. 209/223. 1920.
 148. WITT, N. O.: Innere Verbrennung. Prometheus. **16**. 622 („Rundschau“). 1905.
 149. ZEILLER, R.: Sur la compression de quelques combustibles fossiles. Bull. Soc. géol. France. (3) **12**. 680.
 150. ZINCKEN: Die Physiographie der Braunkohle. Hannover (Rümpler). 1867. S. 255 (828 S.).
 151. ZSCHOKKE, E.: Beobachtungen über Vergiftungen mit Neuheu. Schweiz. Archiv f. Tierheilkunde. S. 192/202. Zürich (Orell Füssli). 1921.
-

Moschusochsenreste aus dem Kanton Schaffhausen.

Von
KARL HESCHELER.

(Als Manuskript eingegangen am 10. Oktober 1922.)



Fig. 1. Fünfter Halswirbel von *Ovibos moschatus* Zimm., fossil von Thayngen.
Ansicht von vorn. $\frac{3}{4}$

Vor kurzem bot sich die Gelegenheit, von dem Schädelfragment eines Moschusochsen zu berichten, das im Gebiete der Stadt Schaffhausen gefunden worden war (Verh. Schweiz. Natf. Ges. Schaffhausen 1921 und *Eclogae geol. Helv.* Vol. XVI, 1922). Der Zufall wollte es, dass mir bald darauf wiederum ein Moschusochsenrest aus der gleichen Gegend in die Hände kam. Am 23. April 1922 sandte mir Herr Reallehrer J. HÜBSCHER in Neuhausen bei Schaffhausen einen Wirbel mit der Bitte, ihn zu bestimmen. Er schrieb: „Der Wirbel stammt aus einer

Kiesgrube der Rückzugsterrasse der letzten Eiszeit aus der Nähe des Kesslerlochs bei Thayngen“ und erwähnte in einer spätern Zuschrift: „Der Fundort ist beschrieben in J. HUG: Beiträge zur geol. Karte der Schweiz. Neue Folge, XV. Lief. 1907. Die letzte Eiszeit im nördlichen Teil des Kantons Zürich und den angrenzenden Gebieten. p. 70 Mitte.“

Den mir übersandten Wirbel erkannte ich rasch als Halswirbel



Fig. 2. Derselbe Wirbel wie in Fig. 1.
Ansicht von hinten. $\frac{3}{4}$

von Ovibos, stimmte er doch mit dem Moschusochsenhalswirbel auffallend überein, den ich im Jahre 1907 beschrieben hatte (Vierteljahrsschr. Natf. Ges. Zürich, 52. Jahrg.) und der aus der Umgebung von Konstanz stammte.

Auch diesmal handelt es sich offenbar um den fünften Halswirbel. Die Masse decken sich sehr weitgehend mit denen vom fünften Halswirbel des Ovibos-Skelettes, das das Zoologische Museum in Zürich besitzt und das, wie 1907 schon erwähnt, vom Gaasefjord,

Fünfter Halswirbel von *Ovibos*.

	Fossil von Konstanz mm	Von der Ijachow- insel, nach Tscherski mm	Vom Skelett No. 2822 Berlin mm	Vom Skelett No. 6043 Berlin mm	Vom Skelett in Zürich mm	Fossil von Thayngen mm
1. Länge des Wirbelkörpers an seiner oberen Fläche	44	43	45	43	44	42
3. Grösste Höhe der vorderen Gelenkfläche	58	53	53,5	—	50	47
4. Querdurchmesser derselben	c. 66	56?	64	—	55	53
5. Grösste Höhe der hintern Gelenkfläche	59	56	56	55	55,5	55,5
6. Querdurchmesser derselben	70	63?	70	60	61	61
7. Geringste Breite des Wirbels vorn, im Zwischenraume zwischen den Gelenk- und Querfortsätzen (obere Verengung des Wirbels)	81	79	78	72	71	73
8. Grösste Breite des Bogens im Bereich der vorderen Gelenk- fortsätze (obere Verbreiterung des Wirbels)	92	97,5	89	86	79	83
10. Geringste Breite der oberen Oberfläche des Bogens	76	85	74	72	71	71
13. Geringste Entfernung zwischen den untern Rändern der Gelenk- fazetten der vorderen Gelenkfortsätze	26	30	28	23	28	28
14. Grösste Entfernung zwischen den oberen Rändern derselben Gelenkfortsätze	87	87	85	83	83	81
15. Geringste Entfernung zwischen den unteren Teilen der Gelenk- fazetten der hinteren Gelenkfortsätze	35	33	36	36	37	36
18. Geringste Länge der Basis (Schenkel) des Bogens, von vorn nach hinten	31	35	32	25	24	29
19. Grösste Dicke derselben (d. h. der Schenkel)	30	28	27	26	24	24
20. Geringste Breite der äusseren Wand des Gefässkanals (von vorn nach hinten)	25	27	29	22	23	25
21. Grösse Dicke dieser Wand	12	—	14	8	10	—
22. Grösster Durchmesser des Gefässkanals hinten	8	9	5	10	9	8
23. Sein grösster Querdurchmesser ebendasselbst	5	6	2	5	4	4
28. Entfernung vom untern Rande der vordern Gefässkanalöffnung zum vordern Rande des Wirbelbogens, in der Gegend des untern Endes der Gelenkfläche des vordern Gelenkfortsatzes .	32	35	33	—	29	31
36. Höhe des Rückenmarkkanals vorn	21	26	25	—	22	23
37. Breite desselben ebendasselbst	22	25,5	27	—	25	26

Ellesmere Land, stammt. Der Wirbel ist, wie die Abb. Fig. 1 u. 2, p. 372 u. 373 zeigen, etwas besser erhalten als der von Konstanz, immerhin auch ziemlich abgerollt. In den Öffnungen der Foramina transversaria stecken fest eingekeilte Kieselsteinchen. Die vorstehenden Masszahlen sind mit den 1907 in einer Tabelle (p. 287) gegebenen in Vergleich gesetzt worden. Diese Tabelle wurde nach dem Muster derjenigen von J. D. TSCHERSKI (Posttertiäre Säugetiere des Janalandes und der neusibirischen Inseln. Mém. Ac. St. Pétersbourg [VII] t. 40, 1892, p. 96) aufgestellt.

Die Masse des Thaynger Wirbels nähern sich, wie man sieht, ausserordentlich denen des rezenten Wirbels der Sammlung in Zürich. Wie 1907 erwähnt, ist der Konstanzer Wirbel etwas stärker gebaut als letzterer. Auf die Besonderheiten der Ovibos-Halswirbel sei nicht weiter eingetreten, sondern auf die Bemerkungen von 1907 verwiesen.

Mit einigen Worten soll nun noch auf das Schädelfragment eingegangen werden, dessen Entdeckungsgeschichte und kurze Darstellung 1921 resp. 1922 (siehe die hier eingangs erwähnte Literatur) gegeben wurde. Es fand sich in der Niederterrasse der Würmvergletscherung im Ebnatquartier der Stadt Schaffhausen und wurde von Herrn Prof. Dr. W. FEHLMANN in Schaffhausen für die Wissenschaft entdeckt. Das Nähere ersehe man in den früheren Mitteilungen. Dieses Schädelfragment und der Wirbel von Thayngen dürften ungefähr gleichaltrig sein, da die Ebnatterrasse zwischen Thayngen und Ziegelhütte beim Kesslerloch, wo der Wirbel gefunden wurde, endigt. (Siehe HUG l. c. p. 70).

Auf die Literatur über fossile Moschusochsen näher einzutreten liegt ausser dem Rahmen dieser kleinen Arbeit. Es mag genügen, auf folgendes hinzuweisen. Im Jahre 1912 erschien die Abhandlung von R. KOWARZIK: Der Moschusochs im Diluvium Europas und Asiens (Denkschr. math.-naturw. Kl. Ak. Wiss. Wien, Bd. 87), in der in verdienstlicher Weise die bis dahin beschriebenen Funde in Europa und Asien zusammengetragen und analysiert wurden. Es sind 81 Einzel-funde. Dazu ist eine kleine Richtigstellung zu geben. In der tabellarischen Zusammenstellung p. 15 ist unter „Schweiz“ der von mir 1907 beschriebene Wirbel von Konstanz allein erwähnt. Dieser Fund gehört eigentlich unter „Deutschland“, da die Fundstelle „beim Jakob“ rechts des Rheins, auf badischem Gebiete liegt. Andererseits ist als erster schweizerischer Fund die Phalanx I vom Kesslerloch bei Thayngen zu notieren, die von mir 1907 in „Neue Denkschr. Schweiz. Natf. Ges.“ Bd. 43 beschrieben wurde. Zu seiner Abhandlung gibt KOWARZIK eine kleine Ergänzung 1913 in „Naturwiss. Wochenschrift“ Bd. 12,

p. 757, in der die Zahl der eurasiatischen Funde auf gegen 90 angenommen wird. Diesen Ausführungen über die diluvialen altweltlichen Moschusochsen gehen verschiedene Arbeiten von KOWARZIK über den lebenden und fossilen Moschusochsen und seine Rassen voraus. Als wichtigstes Ergebnis seiner Studien betrachtet KOWARZIK seine



Fig. 3. Schädelfragment von *Ovibos moschatus* Zimm., fossil von Schaffhausen.
Ansicht von oben und hinten. $\frac{1}{2}$

Feststellung, dass zwei verschiedene Gruppen dieses arktischen Tieres auseinander zu halten sind, eine westliche, von ihm *Ovibos moschatus mackenzianus* genannt, und eine östliche, die nach ihm in vier Typen zerfällt. Auf dieser Grundlage werden auch die fossilen Funde klassifiziert und der Schluss gezogen, dass alle diluvialen eurasiatischen

Reste, mit Ausnahme von vier, der Gruppe *Ovibos moschatus mackenzianus* angehören, während die vier eine Ausnahmestellung beanspruchenden *Ovibos priscus* Rütim. = *O. fossilis* Kow. zugeschrieben werden.



Fig. 4. Dasselbe Schädelfragment wie in Fig. 3.
Ansicht von unten. $\frac{1}{2}$

1913 erschien nun aber die grosse Monographie von J. ALLEN: *Ontogenetic and other variations in Muskoxen, with a systematic review of the Muskox group, recent and extinct.* Mem. Americ. Mus. of Nat. Hist. N. S. Vol. I. In dieser auf ein umfassendes Material auf-

gebauten Untersuchung werden die systematischen Schlussfolgerungen von KOWARZIK durchaus abgelehnt. Die ausführliche Abhandlung von KOWARZIK über die diluvialen eurasiatischen Ovibosfunde war jedoch ALLEN noch nicht bekannt, sodass eine Diskussion über die darin enthaltenen Schlüsse zurzeit fehlt. ALLEN führt die fossilen Reste von Eurasien als *Ovibos pallantis* Ham. Smith auf. Es muss mir natürlich ferne liegen, in diesen strittigen Fragen irgendwie Stellung zu nehmen. Ich habe deshalb auch mit allem Vorbehalt in der kurzen Mitteilung von 1921 resp. 1922 (Verh. Schweiz. Natf. Ges. resp. Eclog. geol.) von der Zugehörigkeit des Schaffhauser Schädelfragmentes zu der Rasse *Ovibos moschatus mackenzianus* Kow. gesprochen, einzig um den Fund mit den von KOWARZIK zusammengestellten in Beziehung bringen zu können. Kann diese Rasse: *O. m. mackenzianus* nicht anerkannt werden, so fällt selbstverständlich auch die Einreihung des Schaffhauser Fundes bei derselben dahin.

Unter dem gleichen Vorbehalt verweise ich hier wieder auf einige Merkmale, denen KOWARZIK besonderen Wert beimisst und welche sich an dem fossilen Schädelfragment feststellen lassen.

Nach allem nähert sich unser Fossil sehr dem Schädelfragment von Kreuzberg (Berlin), das von KOWARZIK ausführlich beschrieben, als No. 37 aufgeführt und durch zwei Abbildungen (Taf. II, Fig. 3 u. 4) illustriert wird. Das Schädelfragment von Schaffhausen ist offenbar, namentlich auch an seiner basalen Fläche, noch stärker abgerollt, dagegen ist etwas mehr von der Stirnpartie erhalten. Wie dies gewöhnlich bei den diluvialen Moschusochsen-Schädeln der Fall ist, fehlt der Gesichtsschädel. Es kann auf die Beschreibung von KOWARZIK vom Kreuzberg-Schädel verwiesen werden, die in vielem auch auf den Schaffhauser Schädel passt. Die Masse, die KOWARZIK für ersteren angibt, stimmen z. T. genau für den Schaffhauser Fund. Ich sehe von eigenen Massangaben ab, schon wegen der starken Abrollung des Fragmentes. Die Hornbasislänge beträgt beim Schaffhauser Schädel ca. 160 mm. Es handelt sich jedenfalls um den Schädel eines Männchens. Die Merkmale, auf die KOWARZIK, weil sie bezeichnend für *Ovibos moschatus mackenzianus* sein sollen, besonderes Gewicht legt, treffen auch hier zu, so z. B. die Form des Nackenkammes und die des Basioccipitale.

Siehe die Abbildungen Fig. 3 und 4, pag. 376 u. 377.

Um die tabellarische Übersicht der eurasiatischen Funde bei KOWARZIK mit Bezug auf die schweizerischen Fundobjekte richtig zu stellen, resp. zu ergänzen, lasse ich noch die untenstehende Zusammenstellung folgen. Über die schweizerischen Ovibosfunde hat sich

schon H. G. STEHLIN (Verh. Natf. Ges. Basel, Bd. 27, 1916) etwas ausführlicher geäußert. Er nimmt die Gelegenheit wahr, über das bekannte Kunstwerk aus der Kesslerlochhöhle, die Skulptur eines Paläolithikers, die von anfang an als Moschusochsenkopf gedeutet wurde, sein persönliches Urteil abzugeben und dieser Deutung durchaus beizustimmen. Er weist darauf hin, wie wichtig es für diese Deutung war, dass einmal unzweifelhafte Moschusochsenreste aus dem Kesslerloch oder dessen Nähe festgestellt werden konnten. Die hier beschriebenen neuen Funde, von denen der eine, der Halswirbel, aus unmittelbarer Nähe des Kesslerloches stammt, vermehren natürlich die Sicherheit in der Deutung dieser Skulptur. Dabei fällt sehr ins Gewicht, dass diese Moschusochsenreste in den Ablagerungen der letzten Eiszeit angetroffen wurden, an deren Ende ja auch die Kesslerlochsiedelung zu setzen ist.

Übersicht der schweizerischen Ovibosfunde.

No.	Art des Fundes	Fundort	Literatur
1	Phalanx I	Kesslerlochhöhle bei Thayngen (Magdalénien)	K. HESCHELER: Denkschr. Schweiz. Natf. Ges. Bd. 43, 1907
2	Atlas	Kiesgrube bei Olten-Hammer Niederterrasse (letzte Vergletscherung)	H. G. STEHLIN: Verh. Natf. Ges. Basel, Bd. 27, 1916
3	Schädel- fragment	Ebnatquartier bei Schaffhausen Niederterrasse (letzte Vergletscherung)	K. HESCHELER: Verh. Schweiz. Natf. Ges. 1921 u. vorlieg. Publikation 1922
4	5. Halswirbel	Kiesgrube in der Nähe des Kesslerlochs, Niederterrasse (letzte Vergletscherung)	K. HESCHELER: Vorlie- gende Publikation 1922
An der Grenze der Schweiz, auf badischem Gebiete:			
5	5. Halswirbel	Kiesgrube beim „Jakob“ in der Nähe von Konstanz (letzte Vergletscherung, Rück- zugsphase nach dem Maximum)	K. HESCHELER: Viertelj. Natf. Ges. Zürich, Bd. 52. 1907

Es sei nur angedeutet, welche Bedeutung diese, wenn auch spärlichen Moschusochsenreste für die Abklärung der noch strittigen Fragen nach den klimatischen Verhältnissen in Mitteleuropa zur Eiszeit haben

müssen. Handelt es sich doch um ein Tier, das heute auf ein Areal im alleräussersten Norden beschränkt ist und das als exklusiv arktische Form bezeichnet werden muss.

Den Herren Prof. Dr. W. FEHLMANN in Schaffhausen und Reallehrer J. HÜBSCHER in Neuhausen sei auch hier nochmals der wärmste Dank ausgesprochen. Die Fundstücke sind vorläufig im Zoologischen Museum der Universität Zürich deponiert, sind aber Eigentum der Naturforschenden Gesellschaft in Schaffhausen.

Über Regelflächen zweiten Grades.

Von

A. KIEFER (Zürich).

(Als Manuskript eingegangen am 14. Oktober 1922.)

I.

Welches ist der Ort des Durchschnittspunktes derjenigen Erzeugenden eines Hyperboloids, welche sich rechtwinklig durchschneiden?

Diese Aufgabe findet sich in Artikel 186 der SALMON-FIEDLERschen Analytischen Geometrie des Raumes. Als Ort ist auf analytischem Wege die Raumkurve vierter Ordnung gefunden, in welcher das Hyperboloid von derjenigen Kugel geschnitten wird, von deren Punkten aus an das Hyperboloid drei paarweise zu einander rechtwinklige Tangentialebenen gehen. Eine geometrische und zum Teil analytische Lösung der Aufgabe enthält die Arbeit: Ein Beitrag zu den Regelflächen zweiten Grades. Von JULIUS POLLAK. Zeitschrift für das Realschulwesen (Wien, Alfr. Hölder), Jahrgang XXIII (1898), 142. Im folgenden soll eine andere Lösung und eine Verallgemeinerung gegeben werden.

Angenommen P sei ein gesuchter Punkt auf dem gegebenen Hyperboloid. Die parallelen Geraden durch den Mittelpunkt O der Fläche zu ihren Erzeugenden bilden den Asymptotenkegel K_a . Die Parallelebene zur Tangentialebene der Fläche in P muss aus dem Asymptotenkegel zwei Erzeugende herauschneiden, die aufeinander senkrecht stehen; die Parallelebene selber ist die Polarebene der Geraden OP in bezug auf den Asymptotenkegel. Sucht man also alle Ebenen, die aus dem Asymptotenkegel Paare rechtwinkliger Geraden herauschneiden, so schneiden die zu den Ebenen in bezug auf den Asymptotenkegel K_a zugehörigen Polargeraden das gegebene Hyperboloid in den gesuchten Punkten. Wählt man auf dem Asymptotenkegel eine beliebige Erzeugende g , so schneidet die senkrechte Ebene durch O zu g den Asymptotenkegel in zwei Geraden g' , g'' und dann sind die Ebenen (g, g') und (g, g'') zwei Ebenen durch g , die aus dem Asymptotenkegel Paare rechtwinkliger Erzeugenden herauschneiden. Durch jede Erzeugende g des Kegels K_a gehen zwei solche

Ebenen und daher ist die Enveloppe aller dieser Ebenen eine Kegelfläche zweiter Klasse K ; ihr Polarkegel in bezug auf den Asymptotenkegel durchdringt das gegebene Hyperboloid in einer Raumkurve vierter Ordnung, welche der gesuchte Ort ist. Die Kegelfläche K steht in einfachem Zusammenhang mit der Kegelfläche K_i durch O nach dem imaginären Kugelkreis im Unendlichen und mit dem Asymptotenkegel K_a des Hyperboloids. Die beiden letzten Kegelflächen K_i und K_a schneiden sich in vier Geraden; wählt man eine derselben als Gerade g , so geht die senkrechte Ebene durch O zu g durch g selber und berührt längs g die Kegelfläche K_i nach dem imaginären Kugelkreis. Die senkrechte Ebene schneidet daher den Asymptotenkegel K_a in g und in einer zweiten Geraden; die Verbindungsebenen jeder dieser zwei Geraden mit g sind die Tangentialebenen der beiden Kegel K_a und K_i längs g . Der Asymptotenkegel K_a und der Kegel K_i nach dem imaginären Kugelkreis schneiden sich in vier Erzeugenden; legt man längs jeder der vier Erzeugenden an die beiden Kegel K_a , K_i die zwei Tangentialebenen, so berühren die acht Tangentialebenen eine neue Kegelfläche, nämlich die Kegelfläche K . Nimmt man zu den Erzeugenden des Asymptotenkegels die senkrechten Ebenen durch O , so umhüllen sie den Normalkegel K_n des Asymptotenkegels K_a . Zu je zwei Erzeugenden des letztern, die zueinander rechtwinklig sind, gehören zwei Tangentialebenen von K_n , welche aufeinander senkrecht stehen. Die senkrechten Ebenen durch O zur jeweiligen Schnittlinie eines solchen rechtwinkligen Paares von Tangentialebenen umhüllen den Kegel K . Der Normalkegel K_n und der Kegel K_i haben vier gemeinsame Tangentialebenen und ihre acht Berührungserzeugenden müssen auf einer neuen Kegelfläche liegen, deren Normalkegelfläche die frühere Kegelfläche K ist. Nimmt man jetzt zu K den Polarkegel in bezug auf den Asymptotenkegel K_a , d. h. nimmt man zu jeder Tangentialebene von K die Polargerade in bezug auf K_a , oder zu jeder Tangente des unendlich fernen Kegelschnittes von K die konjugierte Gerade in bezug auf das Hyperboloid so entsteht ein Kegel K' , der mit dem gegebenen Hyperboloid die Symmetrieebenen gemeinsam hat und dessen Durchdringung mit dem Hyperboloid den gesuchten Ort liefert. Er ist eine Raumkurve vierter Ordnung, welche zu den Symmetrieebenen des Hyperboloids symmetrisch liegt und durch die vier Schnittpunkte des unendlich fernen imaginären Kugelkreises mit dem Hyperboloid hindurchgeht; denn die Tangenten in diesen Punkten an den unendlich fernen Kegelschnitt des Hyperboloids berühren, wie schon gesehen, auch K und die Polargeraden der zugehörigen Tangentialebenen von K in bezug auf den

Asymptotenkegel K_a sind die Erzeugenden von K_a nach jenen Punkten des Kugelkreises. Auf jeder Erzeugenden des Hyperboloids liegen zwei Punkte des Ortes, nämlich die Schnittpunkte der Erzeugenden mit der Kegelfläche K' . In jedem dieser zwei Punkte wird die Erzeugende von einer andern Erzeugenden des Hyperboloids rechtwinklig geschnitten; die Verbindungslinien der unendlich fernen Punkte dieser zwei andern Erzeugenden umhüllen den Polarkegelschnitt des unendlich fernen Kegelschnittes von K_a in bezug auf den Kugelkreis. Dass eine Erzeugende des Hyperboloids von zwei andern Erzeugenden rechtwinklig geschnitten wird, folgt auch daraus, dass die Stellung der zur gewählten Erzeugenden senkrechten Ebene den unendlich fernen Kegelschnitt des Hyperboloids in zwei Punkten trifft und durch jeden dieser Punkte eine Erzeugende läuft, welche die gewählte schneidet. Liegt auf dem Hyperboloid eine Kurve n ter Ordnung, so enthält sie $2n$ Punkte des Ortes, nämlich die Schnittpunkte mit dem Kegel K' . Dieser Kegel und das Hyperboloid besitzen, wegen der schon angedeuteten Symmetrie, ein Poltetraeder, dessen Ecken O und die unendlich fernen Punkte der Axen des Hyperboloids sind; daher gehen durch die Ortskurve vierter Ordnung drei Zylinder zweiten Grades, deren Erzeugenden beziehungsweise zu den Axen des Hyperboloids parallel laufen. Legt man in einem Punkt der Ortskurve an das Hyperboloid die Tangentialebene, so ist sie, wie schon bemerkt, zu einer Tangentialebene des Kegels K parallel; daher bilden die Tangentialebenen des Hyperboloids, deren Berührungspunkte die Ortskurve erfüllen, die gemeinsam umschriebene developpable Fläche des Hyperboloids und des unendlich fernen Kegelschnittes von K . Dieser Kegelschnitt und die andern drei Doppelkegelschnitte der Developpablen stehen zum Hyperboloid in derselben Beziehung wie der imaginäre Kugelkreis und die Fokalkegelschnitte.

Ist P ein gesuchter Punkt auf dem Hyperboloid, so stehen seine zwei Erzeugenden l_1, l_2 durch P aufeinander senkrecht. Legt man durch jede von ihnen eine senkrechte Ebene zur Tangentialebene von P , so sind diese Ebenen aufeinander senkrecht und selber Tangentialebenen des Hyperboloids; die Berührungspunkte sind die Schnittpunkte von l_1, l_2 mit der konjugierten Geraden zur Hyperboloidnormalen in P . Man findet die konjugierte Gerade, indem man die Normale mit dem Hyperboloid zum zweitenmal schneidet, im Schnittpunkt die Tangentialebene legt und mit der Tangentialebene von P schneidet. In P schneiden sich also drei paarweise aufeinander senkrechtstehende Tangentialebenen des Hyperboloids. Bekanntlich ist der geometrische Ort aller Punkte, von denen an das Hyperboloid Tripel

dreirechtwinkliger Tangentialebenen gehen, eine mit dem Hyperboloid konzentrische Kugel. Die Durchdringungskurve dieser Kugel mit dem Hyperboloid ist daher die gesuchte Ortskurve vierter Ordnung. Die Normalen des Hyperboloids längs den Punkten der Ortskurve schneiden die unendlich ferne Ebene in den Punkten eines Kegelschnittes, welcher der Polarkegelschnitt des unendlich fernen Kegelschnittes von K in bezug auf den Kugelkreis ist. Dass der Ort der Punkte im Raum, von denen aus an das Hyperboloid Tripel dreirechtwinkliger Tangentialebenen gehen, eine Kugel ist, kann folgendermassen gezeigt werden. Man nehme irgend eine Tangentialebene des Hyperboloids und alle darauf senkrechten Tangentialebenen; ihre Spuren mit der ersten Ebene umhüllen eine Hyperbel. Bekanntlich ist der Ort des Schnittpunktes rechtwinkliger Tangentenpaare einer Hyperbel ein mit ihr konzentrischer Kreis. Also schneidet jede Tangentialebene des Hyperboloids den Ort des Punktes, von dem dreirechtwinkliger Tangentialebenen an dasselbe gehen, in einem Kreis; der Ort ist daher eine Kugel.

Setzt man an Stelle des Hyperboloids ein hyperbolisches Paraboloid, so tritt folgende Modifikation ein. Die Kugel, der Ort des Punktes, von dem Tripel dreirechtwinkliger Tangentialebenen an das Paraboloid gehen, wird bekanntlich zu einer Ebene. Wählt man nämlich eine Tangentialebene des Paraboloids und legt seine zu ihr senkrechten Tangentialebenen, so umhüllen ihre Spuren eine Parabel; von den Punkten ihrer Leitlinie gehen an die Parabel rechtwinklige Tangentenpaare. Das heisst, jede Tangentialebene des Paraboloids schneidet den Ort des Punktes mit dreirechtwinkligen Tangentialebenen an das Paraboloid in einer Geraden und daher ist der Ort eine Ebene. Diese Ebene schneidet das Paraboloid in einem Kegelschnitt; er ist der Ort des Punktes, in dem sich die durch ihn gehenden Erzeugenden des Paraboloids rechtwinklig schneiden. Auf jeder Erzeugenden liegt ein einziger derartiger Punkt, nämlich ihr Schnittpunkt mit dem Kegelschnitt, oder mit seiner Ebene. Das folgt auch daraus, dass die Stellung der zur Erzeugenden senkrechten Ebene die unendlich ferne Erzeugende, welche die gewählte nicht schneidet, in einem Punkte trifft, durch den eine Erzeugende geht, welche die gewählte schneidet. Liegt auf dem Paraboloid eine Kurve n ter Ordnung, so enthält sie n Punkte mit sich rechtwinklig schneidenden Erzeugenden, nämlich die Schnittpunkte der Kurve mit dem Ortskegelschnitt, beziehungsweise mit seiner Ebene. Man kann die Ergebnisse für das Paraboloid noch auf andere Weise finden. Der unendlich ferne Kegelschnitt des für das Hyperboloid gefundenen Kegels K , dessen Tangentialebenen

aus dem Asymptotenkegel Paare rechtwinkliger Erzeugenden heraus-schneiden, existiert auch für das Paraboloid. Verschiebt man die Erzeugenden des Paraboloids parallel nach einem beliebigen Punkte im Endlichen, so entsteht ein Ebenenpaar durch den Punkt und man hat durch den Punkt Ebenen zu legen, die aus dem Ebenenpaar rechtwinklige Schnittlinien heraus-schneiden. Die Enveloppe dieser Ebenen ist eine Kegelfläche, deren unendlich ferner Kegelschnitt die unendlich fernen Erzeugenden des Paraboloids und die Tangenten des Kugelkreises in seinen Schnittpunkten mit jenen Erzeugenden zu Tangenten hat. Man kann den Kegelschnitt auch so finden, dass man auf den unendlich fernen Erzeugenden des Paraboloids einen Punkt laufen lässt, seine Polare in bezug auf den Kugelkreis mit den Erzeugenden schneidet und die Schnittpunkte mit dem gewählten Punkt verbindet: der Kegelschnitt berührt die zwei Erzeugenden in ihren Treffpunkten mit der Polaren ihres Schnittpunktes in bezug auf den Kugelkreis. Die konjugierten Geraden zu den Tangenten dieses Kegelschnittes in bezug auf das Paraboloid bilden einen zu seiner Axe parallelen Zylinder und schneiden das Paraboloid in den gesuchten Punkten mit sich rechtwinklig treffenden Erzeugenden. Der Zylinder entsteht folgendermassen. Bewegt man längs des Kegelschnittes eine Tangente, so schneidet sie die unendlich fernen Erzeugenden des Paraboloids in zwei projektivischen Punktreihen. Die Tangentialebenen des Paraboloids, die in entsprechenden Punkten der Reihen berühren, gehen durch die Erzeugenden und bilden zwei projektivische Ebenenbüschel, deren Erzeugnis der Zylinder ist. Da der Zylinder die beiden Erzeugenden enthält, so schneidet er das Paraboloid noch in einer Hyperbel, welche durch die Berührungspunkte des Kegelschnittes mit den unendlich fernen Erzeugenden hindurchgeht. Die Schnittpunkte der Zylindererzeugenden mit dem Paraboloid sind die Berührungspunkte der durch die Tangenten des Kegelschnittes gehenden Tangentialebenen an das Paraboloid. Diese Tangentialebenen bilden eine developpable Fläche vierter Klasse, von der sich die zwei Ebenenbüschel durch die unendlich fernen Erzeugenden des Paraboloids absondern; der Rest ist eine Kegelfläche zweiter Klasse, deren Berührungshyperbel der gesuchte Ort ist.

II.

Die im vorigen behandelte Aufgabe über Regelflächen zweiten Grades kann in folgender Weise erweitert werden. Gesucht auf einem Hyperboloid der Ort des Punktes, in welchem die durch ihn gehenden Erzeugenden einen Winkel von gegebener Grösse φ einschliessen.

Angenommen P sei ein gesuchter Punkt, so verschiebe man wieder seine Tangentialebene parallel nach dem Mittelpunkt O des Hyperboloids; diese Parallelebene ist die Polarebene von OP in bezug auf den Asymptotenkegel K_{∞} , und schneidet aus dem letztern zwei Erzeugende heraus, die zu den Hyperboloiderzeugenden des Punktes P parallel sind und also den Winkel φ einschliessen. Sucht man alle möglichen Ebenen durch O , die aus dem Asymptotenkegel Winkel von der Grösse φ herausschneiden, so schneiden die Polargeraden dieser Ebenen das Hyperboloid in dem gesuchten Ort von Punkten. Ist g eine Erzeugende des Asymptotenkegels, so kann man mit ihr als Axe und O als Spitze einen geraden Kreiskegel mit dem Öffnungswinkel 2φ legen; der Kegel schneidet den Asymptotenkegel in vier Erzeugenden. Die vier Ebenen durch g nach diesen Erzeugenden sind gesuchte Ebenen. Durch jede Erzeugende des Asymptotenkegels gehen nur vier solcher Ebenen; also ist ihre Enveloppe eine Kegelfläche vierter Klasse K_4 . Ihre Polarkegelfläche K_4' in bezug auf den Asymptotenkegel ist von der vierten Ordnung und schneidet das Hyperboloid in dem gesuchten Ort, der also eine Raumkurve achter Ordnung ist. Der Kegel K_4 schneidet die unendlich ferne Ebene in einer Kurve vierter Klasse; die konjugierten Geraden zu ihren Tangenten bilden den Kegel K_4' . Die Kurve vierter Klasse und das Hyperboloid bestimmen eine gemeinsam umschriebene developpable Fläche achter Klasse, welche das Hyperboloid längs der gesuchten Kurve achter Ordnung berührt. Auf jeder Erzeugenden des Hyperboloids liegen vier gesuchte Punkte und eine Kurve n ter Ordnung des Hyperboloids enthält $4n$ Punkte, nämlich beziehungsweise die Schnittpunkte mit dem Kegel vierter Ordnung K_4' . Die Ortskurve achter Ordnung ist symmetrisch zu den Symmetrieebenen des Hyperboloids und besitzt daher drei doppelt projizierende Zylinder vierter Ordnung, deren Erzeugenden zu den Axen des Hyperboloids parallel laufen.

Ersetzt man das Hyperboloid durch ein Paraboloid, so kann man durch einen Punkt im Endlichen zu seinen Erzeugenden die Parallelen legen, wodurch ein Ebenenpaar entsteht. In jeder der zwei Ebenen kann man um den Punkt eine Gerade drehen und um sie als Axe und mit dem Punkt als Spitze einen geraden Kreiskegel mit dem Öffnungswinkel 2φ legen. Seine Schnittlinien mit der andern Ebene bestimmen mit der gewählten Geraden zwei Ebenen und diese Ebenen umhüllen eine Kegelfläche vierter Klasse mit den zwei Ebenen als Doppeltangentialebenen; denn jeder Geraden, der einer Ebene entsprechen zwei Geraden der andern Ebene und umgekehrt. Jede Tan-

gentialebene der Kegelfläche vierter Klasse schneidet aus dem Ebenenpaar den Winkel φ heraus. Der Schnitt der Kegelfläche mit der unendlich fernen Ebene ist eine Kurve vierter Klasse, welche die unendlich fernen Erzeugenden des Paraboloids zu Doppeltangenten hat. Die konjugierten Geraden zu den Tangenten dieser Kurve in bezug auf das Paraboloid bilden einen zu seiner Axe parallelen Zylinder, dessen Schnitt mit dem Paraboloid der gesuchte Ort ist. Der Zylinder entsteht folgendermassen. Bewegt man längs der Kurve vierter Klasse eine Tangente, so erzeugt sie auf den zwei unendlich fernen Erzeugenden Punktreihen, die sich zwei-zwei deutig entsprechen. Die Tangentialebenen in entsprechenden Punkten an das Paraboloid bilden zwei Ebenenbüschel, deren Ebenen sich ebenfalls zwei-zwei deutig entsprechen. Ihr Erzeugnis ist der Zylinder, der also vierter Ordnung ist. Da er die unendlich fernen Erzeugenden des Paraboloids als Doppelgeraden enthält, so durchdringt er das Paraboloid noch in einer Raumkurve vierter Ordnung, welche der Ort des gesuchten Punktes ist, dessen Paraboloiderzeugenden sich unter dem Winkel φ schneiden. Die Schnittpunkte der Erzeugenden des Zylinders mit dem Paraboloid sind die Berührungspunkte des Paraboloids mit seinen durch die Tangenten der im Unendlichen gelegenen Kurve vierter Klasse hindurchgehenden Tangentialebenen. Die letztern bilden eine developpable Fläche achter Klasse. Da sich die Ebenenbüschel durch die unendlich fernen Erzeugenden des Paraboloids doppelt absondern, so bleibt eine developpable Fläche vierter Klasse, welche das Paraboloid längs der Ortskurve vierter Ordnung berührt. Auf jeder Erzeugenden des Paraboloids liegen vier und auf einer Kurve „ter Ordnung desselben $4n$ Punkte des Ortes, nämlich die bezüglichlichen Schnittpunkte mit dem Zylinder vierter Ordnung.

Bemerkung. Die Ausführungen des Abschnittes II lassen eine erweiterte Auffassung zu, indem man die Regelfläche zweiten Grades durch eine elliptische Fläche zweiten Grades ersetzen und auf der Fläche den Ort des Punktes suchen kann, für den die Indikatrix der Fläche einer gegebenen Ellipse ähnlich ist. Der Asymptotenkegel des Ellipsoids und der verwendete gerade Kreiskegel sind dann imaginär.

Der Firnzuwachs pro 1921/22 in einigen schweizerischen Firngebieten.

IX. Bericht der Gletscherkommission der Physikalischen Gesellschaft Zürich.

Von

R. BILLWILLER.

(Als Manuskript eingegangen am 25. Oktober 1922.)

Verschiedene Umstände verzögerten und erschwerten diesmal die Jahresaufnahmen, vor allem die schlechte Witterung im September. So bedurfte es ungewöhnlicher Anstrengungen, um die nachfolgenden Erhebungen über den Firnzuwachs pro 1921/22 beizubringen und damit die Kontinuität unserer bis 1914 zurückreichenden Messungsreihen einigermaßen zu wahren. Dies umsomehr, als auch die Ablesungen der Schneehöhen an den Firnbojen im Laufe des Jahres durch Bergsteiger und Skifahrer recht spärlich ausgefallen waren. Hoffentlich ist auch das nur eine Folge des schlechten Wetters und dürfen wir in Zukunft wieder eine regere Beteiligung touristischer Kreise an unsern Messungen erwarten. Diese Zwischenablesungen beanspruchen ja eine geringe Zeit und Mühe und sind doch für unsere Zwecke von grösstem Interesse.

Der letzte Bericht pro 1920/21 hatte bekanntlich ganz anormale Verhältnisse mit Bezug auf den Firnzuwachs zu konstatieren: zufolge minimaler Niederschläge und extremer Sommerwärme hatte in unserm Messbereich mit Ausnahme der höchsten Boje auf Jungfraujoch (in ca. 3300 m) nicht nur kein Zuwachs, sondern eine in der Schneegrenzenhöhe noch ganz beträchtliche Ablation stattgefunden. Unser Berichtsjahr 1921/22 zeigt nun wieder normalere Verhältnisse. Der Winter zog zwar auch auf den höchsten Höhen sehr spät ein; September und namentlich Oktober waren ganz ausnahmsweise heiter, trocken und warm, und erst der 24. Oktober brachte Gotthard und Säntis eine dünne Schneedecke, die dann allerdings im ersten Novemberdrittel auf dem Säntis rasch auf 180 cm anwuchs. Die Mäch-

tigkeit derselben nahm von da an sukzessive wieder ab bis Mitte Dezember, um dann namentlich gegen Schluss dieses Monats und zu Beginn des neuen Jahres rasch einem Maximum von 510 cm zuzustreben.¹⁾ Auch die Hochtalstationen und der Rigi hatten um Mitte Januar die grössten Schneehöhen; im Februar und in der ersten Märzhälfte gingen sie langsam zurück, trotzdem die Niederschlagsmengen auf der Alpennordseite grösser als normal waren. Die kalte und niederschlagsreiche Witterung der zweiten Märzhälfte brachte den höheren Lagen neuerdings viel Schnee; Gotthard hatte am 7. April das Wintermaximum mit 295 cm, und noch am 5. Mai betrug — nach einem kleinen Rückgang — die Mächtigkeit der Schneedecke dort 280 cm. Dann aber räumte der trockene, sonnige und warme Mai energisch auf mit dem Winterschnee, so dass zu Anfang Juni schon Gotthard wie auch Säntis schneefrei waren. Der Sommer liess sich vom Juli an eher kühl und niederschlagsreich an und brachte des öfteren Schneefälle bis weit herunter; diejenigen von Anfang September leiteten eine bis in das letzte Septemberdrittel hineinreichende Kälte- und Niederschlagsperiode ein, so dass auf dem Säntis schon den ganzen Monat hindurch eine andauernde Schneedecke von maximal über $\frac{1}{2}$ Meter Mächtigkeit bestand.

Die Heranziehung unserer höchsten Bergstationen zur Illustrierung der Schneebeziehungen war dies Jahr besonders nötig, da — wie schon bemerkt — die Ablesungen an den Firnbojen äusserst spärlich ausfielen. Dies gilt besonders vom Claridengebiet, wo wir zudem noch ein anderes Missgeschick hatten. Die im September 1921 $6\frac{1}{2}$ Meter aus dem Firn ragende Holzstange am oberen Messpunkt (2900 m) war zufolge der nach der Jahresaufnahme im warmen Oktober 1921 noch weitergehenden Ablation umgefallen; ein Tourist fand sie am 14. X. auf dem Firn liegend, teilte uns dies aber leider nicht mit. So waren Schneehöhenmessungen an dieser Stelle im vergangenen Jahre unmöglich, und auch die Feststellung des Firnzuwachses wäre nur möglich gewesen unter der allerdings sehr wahrscheinlichen Annahme, dass die lange Schönwetterperiode vom Herbst 1921 sich wie bei der untern Boje durch eine besonders intensive Harstschicht

¹⁾ Das ist nach den vorliegenden Messungen das Maximum des ganzen Winters auf dem Säntis gewesen. Doch ist folgendes zu bemerken. Die Messungen wurden nach dem tragischen Ende unseres verdienten Säntisbeobachters Heinrich Haas vom März an von seinem provisorischen Nachfolger angestellt; die Bestimmung der Schneehöhe auf dem Säntis ist aber nicht so einfach; sie erfordert genaue Kenntnis der Art und Weise der Schneeablagerung und -verwehung und lässt auch bei Zusammenfassung der einzelnen Messungen zu einem Mittelwert der Willkür Spielraum.

markiere. Leider wurden solche Bohrversuche und auch — was noch betrübender ist — die Aufstellung einer neuen Boje bei Punkt 2916 verhindert durch schlechtes Wetter, das die Herrn Prof. Dr. TANK, Ing. STREIFF-BECKER und Ch. GOLAZ bei der Jahresaufnahme überraschte. Es wurde nur bei der untern Boje gebohrt und hier unter einer Neuschneesicht von 75 bis 80 cm (spez. Gewicht 0.35) eine dichtere (0.65) gefunden, nach unten abgegrenzt durch eine starke Harstsicht in einer totalen Tiefe von 135 cm. Wenn auch auf dieser Harstsicht kein Ocker erbohrt wurde, so darf sie doch mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit als die Herbstoberfläche 1921 angesprochen werden in Übereinstimmung mit den Bojenablesungen vom Herbst 1921 und 1922. Diese ergeben mit Berücksichtigung der Schrägstellung der Boje einen Firnzuwachs von ca. 140 cm, den im Spätsommer und Herbst gefallenen Neuschnee inbegriffen. Immerhin soll nicht unerwähnt bleiben, dass in noch grösserer Tiefe bei ca. 2,40 m eine äusserst starke Harstsicht gefunden wurde, welche allenfalls als die Herbstoberfläche 1921 angesehen werden könnte, namentlich wenn man bedenkt, dass vom Zeitpunkt der Jahresaufnahme 1921 (15. Sept.) an bei der ausnehmend warmen Witterung des Herbstes 1921 noch merklicher Abtrag stattgefunden haben muss, so dass der Firnzuwachs an der Boje nicht vom Datum der Jahresaufnahme, sondern von einem späteren, mit unbekanntem tieferen Firnstande ermittelt werden muss.

Es seien noch die wenigen, sich fast ausnahmslos auf das feste Pegel bei der Hütte beziehenden Schneehöhenmeldungen angeschlossen.

Clariden. Datum	Schneehöhen am Pegel bei der Hütte	Firnzuwachs bei der untern Boje (2708 m)
1921 X. 18.	0 cm	? cm
XII. 28.	160 "	? "
30.	200 "	? "
1922 I. 1.	250 "	? "
IV. 17.	450 "	? "
VII. 23.	60 "	160 "
IX. 1.	50 "	150 "
25.	50 "	140 "

Hoffentlich gelingt es uns, noch diesen Spätherbst eine Boje auf dem oberen Messplatz (bei Punkt 2916 m) aufzustellen und mit deren Ablesungen wieder eine umfassendere Orientierung über den Firnzuwachs im Claridengebiet für das kommende Jahr zu erlangen.

Im Totalisator auf dem Geissbützistock fanden sich

401 cm Niederschlag, gefallen im Zeitraum vom 15. September 1921 bis zum 25. September 1922. Der Rezipient war ganz angefüllt; immerhin darf aus dem Fehlen von Ölstreifen längs der Aussenwand geschlossen werden, dass nicht etwa durch Überlaufen Niederschlag für die Messung verloren gegangen sei. Ein ebenso grosser Betrag ist auf Clariden nur 1914/15 gemessen worden — Die Niederschlagsmenge unserer nächst gelegenen Talstation, Auen/Linthal betrug im gleichen Zeitraum 197 cm.

Die von unserm zweiten Messgebiete, auf Silvretta, vorliegenden Schneehöhenmeldungen sind folgende:

Silvretta. Datum	Schneehöhe am Pegel bei der Hütte	Firnzuwachs bei der	
		untere Boje	obere Boje
1921 XII. 27.	? cm	? cm	50 cm
1922 IV. 2.	> 450 "	? "	250 "
4.	> 450 "	180 "	270 "
16.	> 450 "	? "	220 "
VI. 5.	200 "	? "	200 "
25.	125 "	? "	? "
VII. 17.	35 "	? "	? "
VIII. 18.	— "	65 "	130 "
X. 3.	100 "	— "	— "
18.	50 "	105 "	180 "

Die Jahresaufnahme erfolgte erst am 18. Oktober durch den Berichterstatter, in Begleitung von ERNST LANDOLT von Zürich und JOHANN GULER von Klosters. Der bis ca. 150 Meter unter die Hütte hinabreichende Schnee, der auf dem Gletscher 50—65 cm betrug und schon ganz winterliche Verhältnisse — er war meist pulverig — zeigte, nötigte uns, die Ski anzuschnallen. — Der Gletscher war bedeutend weniger verschrundet als im Vorjahr.

Der Firnzuwachs auf dem Silvrettapass (3013 m) betrug nach der Boje 180 cm, wovon die obersten 65 cm Neuschnee waren. Merkwürdigerweise wurde der Ocker vom Herbste 1921 schon in einer mittleren Tiefe von 115 cm erbohrt, unter einer ganz ungewöhnlich dicken Eisschicht, die wohl der Firnoberfläche vom September/Oktober 1921 entspricht. Warum hier die Bohrtiefe nach dem Ocker unter der Differenz der Bojenstände September 1921/Oktober 1922 bleibt, ist mir unerklärlich. — Eine kurze Aufhellung während des sonst meist nebligen und windigen Wetters erlaubte wieder einmal eine Einmessung der Boje. Sie steht jetzt in 21 m N₄₅W (magnetisch)

von unserem Fixpunkt und Aufstellungsort vom Jahre 1916. Ihre Bewegung nach der Klosterser Seite geht also mit der schon anfänglich ermittelten, sehr kleinen Geschwindigkeit weiter. Es wurde eine neue, 4,20 m über Firnniveau herausragende Boje daran festgebunden.

Bei der untern Boje (ca. 2760 m), wurde der Ocker vom Vorjahre sehr scharf in einer mittleren Tiefe von 82 cm erbohrt; davon gehören 53 cm der diesjährigen Neuschneesicht an. Hier stimmen Ockertiefe und Differenz des Bojenstandes Herbst 1921 — Herbst 1922 (= 105 cm) besser überein, immerhin bleibt auch hier die Ockertiefe noch gegen die Regel unter dem aus den Bojenablesungen ermittelten Firnzuwachs. Verwunderlich ist auch die geringe Differenz im Firnzuwachs zwischen oberer und unterer Boje; sie ist — wie aus dem letzten Berichte beigegebenen Zusammenstellung hervorgeht — sonst bedeutend grösser. — Die aus Stahlrohr bestehende Boje wurde durch Biegen gerade gestellt; sie ragte am Stichtage (18. X.) 3,60 m über den Firn hervor. Bekanntlich ist hier die Lageveränderung nicht so einfach zu konstatieren, da ein durch Überdeckung naher und ferner Geländepunkte jederzeit zu findender Fixpunkt fehlt. Die Boje hat sich merklich von ihrem Aufstellungsort (Dezember 1914) gletscherabwärts bewegt; sie sollte nun nicht mehr verlängert, sondern bei nächster Gelegenheit an ihrem Ausgangspunkte eine neue aufgestellt werden.

Im Totalisator auf dem Eckhorn (in 3150 m) fanden sich ca. 125 cm Niederschlag angesammelt; es konnte hier nur ein Abstich, keine Entleerung und Neufüllung vorgenommen werden, da eine der vorausgesandten Chlorkalziumbüchsen ihren Bestimmungsort nicht erreicht hatte. Erwähnt zu werden verdient, dass trotz vorausgegangener Tage mit Maximaltemperaturen über Null Grad doch eine leichte Eisschicht über der Flüssigkeit lag. — Der Totalisator ob der Hütte hatte 180 cm Niederschlag gesammelt, also beträchtlich mehr; in Klosters wurden im selben Zeitraum (25. XI. 1921 bis 18. X. 1922) 153 cm Niederschlag gemessen.

Hier wie auf Clariden machte der Neuschnee natürlich die Revision der am Gletscherrande angebrachten Markierungen unmöglich.

Von dem Bojenpaar unterhalb des Jungfraujoches (ca. 3350 m) liegen folgende Ablesungen vom Personal der Jungfraubahn vor.

Jungfraufirn.		Firnzuwachs seit 22. Oktober 1921	
		obere Boje	untere Boje
1921	XI. 1.	30 cm	20 cm
	10.	30 "	50 "
	XII. 23.	140 "	100 "
1922	I. 17.	170 "	260 "
	II. 1.	180 "	280 "
	23.	130 "	280 "
	III. 30.	230 "	380 "
	IV. 13.	300 "	410 "
	V. 9.	420 "	440 "
	VIII. 25.	140 "	100 "

Wie im letzten Berichtsjahre ergab sich auch diesmal an der unteren — etwa 200 cm gletscherabwärts stehenden — Boje im allgemeinen eine raschere Ansammlung von Firnschnee; das uns bekannt gewordene Maximum (9. Mai) ist aber gleich gross, der Abtrag an der untern Boje etwas grösser.

Notizen zur schweizerischen Kulturgeschichte.

Von

HANS SCHINZ und HENRY SIGERIST.

Zum grossen Leidwesen der Redaktion der Vierteljahrsschrift und sicherlich aller Mitglieder unserer Gesellschaft, haben die Herren Prof. FERDINAND RUDIO und Prof. CARL SCHRÖTER dieses Frühjahr erklärt, dass es ihnen nicht möglich sei, fürderhin den Abschnitt „Notizen zur schweizerischen Kulturgeschichte“¹⁾, der Jahr für Jahr den Band der Vierteljahrsschrift abgeschlossen hat, zu übernehmen. Dieser Entschluss der beiden Kollegen veranlasste die Redaktion, die Frage zu prüfen, ob der verwaiste Abschnitt künftighin überhaupt wegfallen solle oder ob dessen Weiterführung ins Auge zu fassen sei. Ich habe mich trotz der drohenden Mehrbelastung für die Beibehaltung entschlossen und zwar wesentlich deshalb, weil einerseits ich den Wegfall als eine Pietätlosigkeit gegenüber dem längst verstorbenen Begründer dieser „Notizen“, Professor RUDOLF WOLF empfunden hätte, andererseits aber auch, weil meine beiden unmittelbaren Vorgänger in der Redaktion dieser „Notizen“, die Herren FERDINAND RUDIO und CARL SCHRÖTER, die WOLFS Erbe übernommen, verwaltet und gemehrt hatten, wohl erwarten durften, dass der von ihnen geleisteten Arbeit auch rein äusserlich die verdiente Anerkennung dadurch gezollt werde, dass die Redaktion sich bemühen werde, die lückenlose Fortsetzung der „Kulturgeschichtlichen Notizen“ zu sichern.

Nun lag aber ein für die Redaktion der Vierteljahrsschrift fatales Präjudiz vor: Von der ersten Nummer der „Notizen“ (erschieden 1861) an bis zum Rücktritt von F. RUDIO und C. SCHRÖTER, hat der Redaktor der Vierteljahrsschrift stets in engster Fühlung zu diesen „Notizen“ gestanden: die Nummern 1 bis und mit 475 hat RUDOLF WOLF, der 38 Jahre hindurch als Redaktor der Vierteljahrsschrift gezeichnet hat, redigiert und nach dessen Tode (1893) hat nach kurzem Unterbruch Prof. RUDIO, WOLFS Nachfolger im Amte des Re-

¹⁾ Notizen zur schweizerischen Kulturgeschichte, FERDINAND RUDIO und CARL SCHRÖTER. Vierteljahrsschrift von Jahrgang 46 (1901) bis Jahrgang 66 (1921).

daktors, den abgerissenen Faden wieder aufgegriffen (1901), zu seiner etwelchen Entlastung seinen Kollegen C. SCHRÖTER beziehend. Vorab WOLF und RUDIO waren für historische Studien in hervorragendem Masse veranlagt; es genügt wohl für die Mitglieder unserer Gesellschaft, wenn ich hinsichtlich RUDOLF WOLF an dessen „Biographien zur Kulturgeschichte der Schweiz“¹⁾, die auch heute noch eine kostbare Fundgrube nach dieser Richtung sind und die jeder, der nicht bloss Sinn für Gegenwart und Zukunft hat, immer und immer wieder gerne zur Hand nimmt, hinsichtlich FERDINAND RUDIO an dessen Geschichte der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich, 1746—1896²⁾, diese meisterhafte Darstellung der Gründung und Entwicklung unserer Gesellschaft, erinnere, und in denselben Fusstapfen wandelt auch C. SCHRÖTER, wie dieser durch sein Lebensbild OSWALD HEERS³⁾ und seine Eröffnungsrede⁴⁾ als Jahrespräsident anlässlich der 99. Jahresversammlung der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft (10. Sept. 1917) bewiesen hat.

Die mir durch den Rücktritt der beiden Kollegen gewordene Aufgabe ist daher in zweifachem Sinne keine leichte. Einmal war mir damit zu meiner übrigen Redaktionsbelastung nun noch eine neue hinzugedacht und dann kam noch die Verpflichtung hinzu, dafür besorgt zu sein, dass die Notizen sich auf der ihnen von WOLF, RUDIO und SCHRÖTER gewiesenen Höhe halten konnten.

Der eigenen Unzulänglichkeit Rechnung tragend, habe ich mich zunächst nach einem Mitarbeiter umgeschaut und ich schätze mich glücklich, einen solchen in der Person des Herrn Dr. HENRY SIGERIST gefunden zu haben.

Herr Dr. SIGERIST ist in seiner Eigenschaft als Privatdozent für das Gesamtgebiet der Geschichte der Medizin an unserer Universität und als Sekretär der „Schweizerischen Gesellschaft für Geschichte der Medizin und Naturwissenschaften“ für die Übernahme dieser Aufgabe ganz besonders ausgerüstet und zudem bringt er einen wei-

¹⁾ Biographien zur Kulturgeschichte der Schweiz. Verlag Orell Füssli & Comp., Zürich. 1. Cyclus: 1858; 2. Cyclus: 1859; 3. Cyclus: 1860; 4. Cyclus: 1862. Fortsetzung in der Vierteljahrsschrift unter dem Titel „Notizen zur schweizerischen Kulturgeschichte, 6. Jahrgang (1861) bis 39. Jahrgang (1894).“

²⁾ Festschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich, 1746—1896. Vierteljahrsschrift der Naturforsch. Gesellschaft Zürich 41 (1896), 1. Teil.

³⁾ Dr. CARL SCHRÖTER, O. HEERS Forscherarbeit und dessen Persönlichkeit in J. JUSTUS HEER, OSWALD HEER. Lebensbild eines schweizerischen Naturforschers. Zürich, Friedrich Schulthess, 1885.

⁴⁾ Verhandl. der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft (1917) (1918). II. Teil.

tern, nicht zu unterschätzenden Faktor in unsere Assoziation: jugendliche Spannkraft!

Wir tragen uns mit der Absicht, den übernommenen „Notizen zur schweizerischen Kulturgeschichte“, in Anlehnung an deren früheren Charakter, den Rahmen wieder etwas zu erweitern, uns nicht auf die Nekrologe verstorbener Gesellschaftsmitglieder zu beschränken, sondern auch weitere, mit den Aufgaben unserer Gesellschaft in Berührung stehende Jahresvorkommnisse, wissenschaftliche Unternehmungen usw. in geeignet scheinender Weise zu besprechen bzw. besprechen zu lassen, um sie an diesem Orte dem Vergessenwerden, dem Kennzeichen der gegenwärtigen Zeit, zu entreissen.

Diese Erweiterung war schon für das laufende Jahr in Aussicht genommen, musste aber notgedrungen zur Seite gelegt werden, da mein Mitarbeiter im Laufe des Sommers schwer erkrankt war und die ihm zugedachte Aufgabe daher unmöglich übernehmen konnte. So ist die Last auf einer Schulter verblieben und die Beschränkung wurde damit zur Notwendigkeit.

Um so dankbarer bin ich Herrn Prof. Dr. A. DE QUERVAIN, dass er mich in den Stand gesetzt hat, durch zwei kleine Beiträge zeigen zu können, wie wir uns diese Erweiterung vorstellen. Dafür, das uns Professor RUDIO eine weitere Fortsetzung des Abschnittes „Die Eulerausgabe“ zur Verfügung gestellt hat, werden ihm und uns die Mitglieder der Gesellschaft sicher lich Dank wissen.

Wie RUDIO und SCHRÖTER, als sie die WOLF entfallene Feder aufnahmen, zu gelegentlicher Mitarbeit und zur Einsendung von geeigneten Notizen ersucht haben, so tun an derselben Stelle und nicht minder eindringlich auch wir es. Wir werden für jeden Beitrag stets dankbar sein.

1. Dezember 1922.

Hans Schinz.

55. Die Eulerausgabe.¹⁾

Von

FERDINAND RUDIO.

Die beiden Bände I₈ (herausgegeben von A. KRAZER-Karlsruhe und dem Berichterstatter) und II₁₄ (herausgegeben von F. R. SCHERRER-Küsnacht), die im letzten Berichte (1921) als dem Abschlusse nahe bezeichnet worden waren, sind nun zu Anfang des Jahres 1922 erschienen.

¹⁾ Fortsetzung der Berichte — es sind ihrer 15 — die in den Jahrgängen 1907—1921 der Vierteljahrsschrift erschienen sind.

Band I₈ enthält den ersten Teil von EULERS klassischem Werke *Introductio in analysin infinitorum*, das zuerst 1748 in Lausanne erschienen ist. Dieser erste Teil stellt zugleich den ersten Band des grossen Lehrgebäudes der Analysis dar, das wir EULER verdanken. Im Vorworte der Herausgeber heisst es hierüber:

„Viel später, als ursprünglich erwartet war, erscheint nun auch die *Introductio*, wenigstens in ihrem ersten Teile, in der Reihe der *Opera omnia* EULERS. Die Zeitverhältnisse haben die Verspätung verschuldet; sie haben namentlich veranlasst, dass an Stelle des im Einteilungsplane genannten Bearbeiters die Unterzeichneten die Herausgabe besorgt haben. Nachdem nun die *Institutiones calculi differentialis* (herausgegeben von G. KOWALEWSKI) und die drei Bände der *Institutiones calculi integralis* (herausgegeben von F. ENGEL und L. SCHLESINGER) schon in den Jahren 1913—1914 in unserer Eulerausgabe in neuer Bearbeitung erschienen sind, ist mit dem jetzt vorliegenden ersten Teile der *Introductio* (der zweite Teil ist der analytischen Geometrie gewidmet und kommt daher hier nicht in Betracht) das herrliche, gross angelegte Werk der Analysis abgeschlossen, das allein ausgereicht hätte, EULERS Namen unsterblich zu machen.“

Den Band schmückt, seiner Bedeutung entsprechend, ein Bild EULERS, und zwar eine Reproduktion des von dem Basler Maler EMANUEL HANDMANN (1718—1781) im Jahre 1753 gemalten Pastellbildes, das sich in der „Öffentlichen Kunstsammlung“ zu Basel¹⁾ befindet.

Eine dem Vorworte der Herausgeber beigefügte *Bibliographie* enthält ein vollständiges Verzeichnis der verschiedenen Auflagen und der Übersetzungen, die das Werk erlebt hat. Ein *Index nominum* am Schlusse des Bandes gibt Auskunft über die Beziehungen der *Introductio* zu andern Arbeiten EULERS, aber auch zu den Arbeiten anderer Mathematiker, denn die Herausgeber haben sich bemüht, auch diese Beziehungen zu verfolgen und die etwas allzu spärlichen Zitate EULERS durch zahlreiche Anmerkungen zu vervollständigen.

Ist Band I₈ der reinen Mathematik gewidmet, so beschäftigt sich II_{1,1} mit einem bestimmten, scharf umrissenen Gebiete ihrer Anwendungen, nämlich mit der Artilleriewissenschaft, insbesondere der Ballistik.

¹⁾ Über die bekannteren Bilder von EULER orientiert ENESTRÖMS Artikel *Ueber Bildnisse von LEONHARD EULER*, *Biblioth. Mathem.* 7₃, 1906—1907, p. 372. Speziell von HANDMANN stammt noch das 1756 gemalte, ebenfalls in Basel befindliche Ölbild EULERS, das in Reproduktionen von CHRISTIAN VON MICHEL und FRIEDRICH WEBER die Bände I₁ (*Algebra*) und II₁ (*Mechanica*) unserer Eulerausgabe zielt.

Den weitaus grössten Teil des Bandes füllt das Werk *Neue Grundsätze der Artillerie*, das zuerst 1745 in Berlin erschienen ist. Die Entstehungsgeschichte dieser Schrift ist nicht ohne Interesse. Bekanntlich war EULER 1741 von FRIEDRICH DEM GROSSEN von Petersburg nach Berlin berufen worden, um der in Verfall geratenen Akademie wieder neues Leben zu verleihen. Es ist auch bekannt, dass der König den grossen Mathematiker bald in einer Reihe von praktischen Fragen, insbesondere in solchen über Artilleriewesen zu Rate zog. In seiner *Lobrede auf Herrn LEONHARD EULER*) erzählt NICOLAUS FUSS (1755 bis 1825) hierüber: „Der König hatte Herrn EULERS Meinung über das beste in dieses Fach schlagende Werk verlangt. Von ROBINS, der EULERS Mechanik, die er nicht verstund, einige Jahre vorher auf eine grobe Art angefallen hatte, waren neue Grundsätze der Artillerie im englischen erschienen, das Herr EULER dem Könige lobte, indem er sich zugleich anheischig machte, das Werk zu übersetzen und mit Zusätzen und Erläuterungen zu begleiten. Diese Erläuterungen enthalten eine vollständige Theorie der Bewegung geworfener Körper und es ist seit 38 Jahren nichts erschienen, das dem, was Herr EULER damals in diesem schweren Theile der Mechanik gethan hat, an die Seite gesetzt werden könnte. Auch ward der Werth dieses herrlichen Werkes allgemein anerkannt. Ein aufgeklärter Staatsmann, der französische See- und Finanzminister TURGOT, liess es ins französische übersetzen und in den Artillerie-Schulen einführen; und beynahe zu eben der Zeit erschien eine englische Übersetzung in der grössten typographischen Pracht, die englische Druckereyen einem Werke nur geben können. Indem Herr EULER in dieser Übersetzung, wo es immer nur thunlich war, Herrn ROBINS Gerechtigkeit widerfahren lässt, verbessert er, mit einer seltenen Bescheidenheit, dessen Fehler gegen die Theorie, und alle Rache, die er wegen des alten Unbills an seinem Gegner nimmt, besteht darinn, dass er dessen Werk so berühmt macht, als es ohne ihn nie geworden wäre. Ich enthalte mich aller Anmerkungen über dies eines grossen Mannes so würdige Betragen! Wer versagt ihm wohl Beyfall und Bewunderung?“

Auf die *Neuen Grundsätze* folgen in dem Bande II₁₄ noch vier Abhandlungen EULERS über Ballistik, von denen die vierte den EULER-schen *Notizbüchern* entnommen ist und hier zum ersten Male im Druck erscheint. Der Leser hat nun in einem handlichen Bande alles beisammen, was EULER über Artilleriewesen geschrieben hat.

Schliesslich sei noch auf das Vorwort des Herausgebers hingewiesen, das neben vielem andern auch Erläuterungen über das For-

¹⁾ Die Lobrede ist im ersten Bande unserer Eulerausgabe abgedruckt.

tifikationswesen enthält, die sich zum Verständnis des weit ausgreifenden ersten Teiles der *Neuen Grundsätze* dem Nichtfachmann als nützlich erweisen werden. Der Band birgt überhaupt ein sehr umfangreiches historisches Material, was durch den am Schlusse befindlichen *Index nominum* bezeugt wird.

Mit den Bänden I₈ und II₁₄ liegen nun 18 stattliche Quartbände unserer Eulerausgabe gedruckt vor.

Nach dem Mathematiker EULER, nach dem Artilleristen und Mechaniker, ergreift nun in Band I₇ — in der Reihenfolge unserer Ausgabe — der Volkswirtschaftler EULER, der Statistiker und Versicherungstechniker das Wort. Und doch geben diese weitauseinanderliegenden Arbeitsgebiete EULERS nur eine schwache Vorstellung von seiner erstaunlichen Vielseitigkeit und seiner nicht minder erstaunlichen Arbeitsenergie. Spätere Bände werden ihn — um neben seinen herrlichen rein mathematischen Schöpfungen nur einiges aus den Anwendungen herauszugreifen — als den genialen Begründer der Turbinentheorie erscheinen lassen, als den Förderer des Schiffsbaus und der Schifffahrt überhaupt, als den grossen Astronomiker und Physiker, insbesondere als Optiker und Dioptriker, als Musiktheoretiker usw. usw.

Doch ich kehre zu dem Bande I₇ zurück, der sich auf der Kombinatorik und der Wahrscheinlichkeitsrechnung aufbaut und der diesen Exkurs veranlasst hat. Seiner war schon in dem letzten Berichte gedacht worden. Herausgeber ist L. G. DU PASQUIER-Neuenburg. Der Band ist soweit gefördert, dass er mit Anfang nächsten Jahres ausgegeben werden kann. In Arbeit befinden sich ferner Band I₁₄ (herausgegeben von K. BOEHM-Karlsruhe und G. FABER-München), der die Reihe der *Comentationes analyticae* eröffnet, sowie der erste Band von EULERS umfangreichem Briefwechsel (herausgegeben von G. ENESTRÖM-Stockholm).

56. Aufstellung des grossen Universalseismographen in der Erdbebenwarte Zürich.

(A. DE QUERVAIN.)

Im April 1922 wurde in der Schweizerischen Erdbebenwarte in Zürich der neue „Universalseismograph Q—P“ eingeweiht (konstruiert von Prof. A. DE QUERVAIN und Prof. A. PICCARD, ausgeführt von der Firma Trüb-Täuber in Zürich).

Um der besonderen Aufgabe der Erdbebenwarte, der seismographisch genügenden Aufzeichnung aller irgendwie deutlich wahrgenommenen schweizerischen und überhaupt der alpinen und Nahe-

beben völlig gerecht zu werden, musste durch die neue Konstruktion eine zehnmal grössere Empfindlichkeit erreicht werden, verglichen mit den bei der Gründung der Erdbebenwarte 1911 aufgestellten, an sich sehr leistungsfähigen Apparaten. Damit dürfte dieses Institut nun mit dem empfindlichsten jetzt existierenden Instrument für Nahebeben bis zu einigen 1000 km Entfernung ausgerüstet sein, das übrigens auch das Wesentliche der Fernbeben vorteilhaft registriert. Am 27. September hat es z. B. mit allen 3 Komponenten die Explosion eines Forts bei Spezia in 375 km Entfernung sehr deutlich als Erdbeben aufgezeichnet. Die Vergrösserung beträgt 2000, die Eigenperiode 3 Sekunden. (Eine kurzperiodische Bodenbewegung von $\frac{1}{20000}$ mm am Orte des Instrumentes wird also noch sicher angezeigt.)

Die nötig werdenden Umbauten bestritt der Bund, die Kosten des Instrumentes das „Brunner-Legat“; die erforderliche schwere Eisenmasse (ca. 20600 kg Granatenstahl) hat der schweizerische Generalstab zur Verfügung gestellt. Darauf und auf die Bedingung der Rückgabe im Fall eines neuen Krieges beziehen sich die Inschriften des Instrumentes, die auch einer spätern Zeit sagen mögen, was uns in der langen und mühevollen, auf die Kriegsjahre zurückgehenden Zeit des Entstehens bewegt hat, und es auch jetzt noch mehr tut als das glückliche Gelingen:

Die unsrige:

Mars Minervae dedit.

Ne reddat Marti Minerva!

Die des Jesaias:

Et conflabunt gladios in vomeres.

57. Beginn regelmässiger Beobachtungen auf dem meteorologischen Jungfraujoch, in 3454 m Höhe.

(A. DE QUERVAIN.)

Am 1. November 1922 ist auf dem Jungfraujoch die weitaus höchste meteorologische Station Europas in vorläufigen Betrieb gesetzt worden. Es geschah mit wesentlicher Unterstützung der Jungfraubahn, die einen ständigen Beobachter auch für den Winter zur Verfügung gestellt hat, und mit den Instrumenten der Meteorologischen Zentralanstalt, installiert durch den Präsidenten der unten genannten Kommission, A. DE QUERVAIN. Die Beobachtungen sollen, entsprechend einem internationalen Wunsch, später dem europäischen telegraphischen Wetterdienst angegliedert werden. Bezeichnend für die ungewöhnlichen Bedingungen einer solchen Höhenstation ist es,

dass uns gerade am ersten Beobachtungsmorgen in dieser Luft von unerhörter Reinheit über dem schon sonnenbestrahlten Jungfraugipfel noch Fixsterne sichtbar blieben!

Die einzigartig leichte Zugänglichkeit dieses ausgezeichneten Beobachtungsortes soll auch andern Disziplinen zugute kommen. In der Tat ist der Beginn dieser regelmässigen Beobachtungen nur die erste Etappe in der Arbeit der Kommission für eine Forschungsstation Jungfrauoch. Diese ist von der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft in Weiterführung privater Vorarbeiten im August 1922 eingesetzt worden, um im Verein mit der Jungfraubahn eine Arbeitsstätte vorzubereiten, welche möglichst allen Wissenschaften dienen soll, die an der Höhenforschung Interesse haben.

58. Nekrologe.

Otto Busse (1867—1922, Mitglied der Gesellschaft seit 1911).

Vor einem halben Jahr haben sich die Augen Prof. EICHHORSTS, eines der markantesten und ältesten Mitglieder der medizinischen Fakultät in Zürich für immer geschlossen. Nun ereilt uns die Trauerkunde, dass ein weiteres Glied der Fakultät, Hr. Prof. Dr. med. Otto Busse,¹⁾ der Inhaber der Lehrstelle für pathologische Anatomie und Leiter des pathologischen Institutes nicht mehr unter den Lebenden weilt. BUSSES Aufgabe war es nicht, wie diejenige des grossen Klinikers, die Leiden Tausender von Kranken zu mildern oder zu heilen; das Schicksal hat ihm kaum einen Drittel der Zeit, die jener hier tätig war, für sein Wirken an der Alma mater Turicensis gegönnt. Trotzdem reisst sein Tod eine Lücke, die schwer auszufüllen sein wird, und weit herum im Schweizerlande werden die zahlreichen Ärzte, die lernend und begeistert zu seinen Füßen sassen, und die sich später auch in der Praxis bei ihm Rat in den schwierigsten Fällen suchten, schmerzergriffen die Nachricht von seinem allzufrühen Ende hören. Elf Jahre nur hat BUSSE hier geforscht und gelehrt.

Wie EICHHORST, so ist auch BUSSE aus Norddeutschland zu uns gekommen. Er ist 1867 zu Glühlitz im Reg.-Bez. Potsdam geboren und hat seine medizinische Ausbildung in Greifswald empfangen. Dort hat er sich schon als Student durch die Lösung einer Preisaufgabe hervorgetan und 1892 mit einer Arbeit «über Heilungsvorgänge an den Schnittwunden der Haut» promoviert, die für seine ganze zukünftige Forschungsrichtung wegleitend war. Die nachhaltigsten wissenschaftlichen Eindrücke aber empfing er in seiner 10jährigen, bis 1903 dauernden Assistentenzeit bei dem berühmten Greifswalder Pathologen GRAWITZ. Er hat sich ihm, mit dem ihn nicht nur das Verhältnis von Schüler zu Lehrer, sondern engere, verwandtschaftliche Beziehungen banden, in Methodik und Zielen der Forschung aufs Engste angeschlossen und ihm Treue und Dankbarkeit bewahrt bis zum Letzten. Die Verteidigung der biologischen und pathologischen Lehren

¹⁾ Mit gütiger Erlaubnis von Verfasser und Redaktion, abgedruckt aus Nr. 186 der «Neuen Zürcher Zeitung» vom 10. Februar 1922.

seines Vorbildes und väterlichen Freundes war ihm eine Herzenssache, für die ihm kein Opfer an Zeit und Mühe zu gross war, und heftig sah man den sonst so milden und gutherzigen BUSSE nur dann werden, wenn er diese Lehren zu Unrecht angegriffen wähnte. Von 1904 an wirkte er an der Akademie in Posen als pathologischer Anatom und Professor der Medizin, als Medizinalrat und Mitglied des Medizinalkollegiums der Provinz Posen. Im Frühjahr 1911 kam er nach Zürich und trat damit in die Fußstapfen der stattlichen Reihe hochbedeutender pathologischer Anatomen, die vor ihm an der Zürcher Universität gelehrt hatten, eines KLEBS, RIBBERT, ERNST und SCHMIDT.

Die Aufgabe, die ihm damit gestellt wurde, war eine der schwierigsten und aufreibendsten, welche eine Universität zu vergeben hat. Galt es doch, vom frühen Morgen bis in den späten Abend durch seine Sektionen die Tätigkeit, welche die Ärzte den Lebenden widmeten, an der Leiche zu kontrollieren, auf Grund mikroskopischer Untersuchung Urteile zu fällen, die über das Schicksal der Kranken entschieden, die angehenden Mediziner mit dem Rüstzeug der pathologischen Anatomie zu wappnen, ohne das die ärztliche Kunst stümperhaftes Handwerk bleibt, und jede Minute, die das strenge Amt freiliess, zur eigenen Weiterbildung und Förderung des wissenschaftlichen Arbeitsgebietes zu nützen. BUSSE hat alle diese Aufgaben glänzend erfüllt, dank seiner Arbeitsenergie und der Liebe, mit der er sich seinem Berufe hingab. Er hat darüber hinaus, in Vorträgen und Kursen, mit grösstem Erfolge sich bemüht, die Kenntnisse und den Gesichtskreis der in praktischer Tätigkeit stehenden Ärzte zu erweitern.

BUSSE hat schon während seiner Assistentenzeit in Greifswald eine bedeutende wissenschaftliche Tätigkeit entfaltet und diese in seiner Stellung in Posen, ganz besonders aber in Zürich, wo ihm das Material in reicher Fülle zuströmte, fortgesetzt. Seine Arbeiten betreffen die mannigfachsten Gebiete der pathologischen Anatomie. Früh schon wurde sein Name bekannt durch Auffindung und Beschreibung von Krankheiten, die durch Hefepilze verursacht werden, und die er 1896 monographisch beschrieben hat. Aus seiner Greifswalder und Posener Zeit stammen ferner die Arbeiten über die Histologie des entzündeten Muskels, über die Entwicklungsstörungen und Geschwulstbildungen der Nieren und über die übertragbare Genickstarre. Seit dem Antritt der Stellung in Zürich ist naturgemäss das Forschungs- und Arbeitsfeld noch ein viel reicheres geworden und es gibt kaum ein grösseres Gebiet in der pathologischen Anatomie, das nicht von BUSSE selber oder von seinen Schülern in Abhandlungen und Dissertationen bearbeitet worden wäre. Das reiche Material, das in seinem pathologischen Institut von allen Seiten zusammenströmte, fand so, zur Förderung der Wissenschaft und zum Wohl der Kranken, Verwertung. BUSSE selber hat sich in den letzten Jahren ganz besonders noch mit dem Studium der pathologischen Gefässerweiterungen befaßt, und dabei ausserordentlich interessante, wertvolle und wichtige Entdeckungen machen können. Ein eigentümliches Geschick hat es gewollt, dass er in seinen Publikationen gerade der Krankheit eine besondere Aufmerksamkeit gewidmet hat, der er schliesslich selber erliegen sollte. Wenn wir von der wissenschaftlichen Lebensarbeit BUSSES reden, so ist vor allem eines Gebietes zu gedenken, das er seit seiner Studentenzeit unablässig, nicht nur getrieben von wissenschaftlichem Erkenntnisdrang, sondern recht

eigentlich als Herzenssache, gepflegt hat. Es betrifft das die Vorgänge, die sich bei der Entzündung und Heilung im lebenden Organismus abspielen, also ein Kapitel der Biologie, das seit der Begründung der wissenschaftlichen Medizin, die führenden Geister, allen voran einen VIRCHOW und COHNHEIM immer und immer wieder beschäftigt hat. Das Problem der Entzündung und Heilung, — die Frage: Welches sind die biologischen, morphologischen und chemisch-physikalischen Prozesse, die eine Entzündung hervorrufen und begleiten; wie erwehrt sich der menschliche Organismus auf dem Wege über die Entzündung der Schädigungen und Feinde, die ihn heimsuchen? — war von jeher eine Grundfrage der Pathologie und in ihrer Beantwortung hat sich jeweilen am allerklarsten der Stand und die Auffassung der wissenschaftlichen Erkenntnis einer Epoche abgespiegelt. Es zeugt für die wissenschaftliche Einsicht und Begabung BUSSES, dass er, durchdrungen von der hohen Bedeutung dieses Problems, ihm von seiner Studienzeit bis zu seinem Tode mehr Forschungsarbeit und Interesse zugewandt hat, als irgend einem andern Zweige der Pathologie, und es dokumentiert sich diese Auffassung in dem an und für sich vielleicht nicht so wichtigen Umstand, dass er das Material für die Ausführung seiner Doktorarbeit, welche dieses Gebiet behandelte, der eigenen Haut entnommen hat. Unzweifelhaft wurde diese Richtung angeregt und bestärkt durch die Arbeiten seines grossen Lehrers GRAWITZ. Die Wege und Ideen, die beide in diesen Fragen gewandelt sind, liegen allerdings etwas abseits von der grossen Heerstrasse der offiziellen Pathologie und haben nicht immer bei den Fachgenossen volle Anerkennung gefunden. Erst die Zukunft wird entscheiden, was vor dem strengen Forum der Wissenschaft Bestand haben wird; aber auch der Andersdenkende wird BUSSE zuerkennen müssen, dass er sich mit einer Hingebung und mit einem Ernst ohne Gleichen dieser grossen Aufgabe gewidmet hat. Kein Opfer an Zeit, Mühe und Geduld war ihm zu gross, wenn es galt, seine und GRAWITZS Theorien durch neue Beweise zu stützen. Er hat zu diesem Zwecke die, von dem Nobelpreisträger CARREL inaugurierte Methode, die darin besteht, Stückchen tierischen Gewebes, z. B. die Herzklappen eines Kaninchens, durch besondere, komplizierte Verfahren am Leben erhalten und im Brutschrank zum Wachstum angeregt werden können, erlernt und es darin zu grosser Meisterschaft gebracht. Kaum einige Wochen sind verflossen, seitdem die Ärztesgesellschaft der Stadt Zürich den Ausführungen und Demonstrationen über seine neuesten Erfolge auf diesem Gebiete bewundernd gelauscht hat. Wer hätte damals gedacht, dass dies sozusagen der Schwanengesang BUSSES sein würde?

Noch in Posen hatte BUSSE, aus den Bedürfnissen des Unterrichts heraus, eine Anleitung zur kunstgerechten Ausführung der Sektionen geschrieben. Das Buch hat es rasch zu zahlreichen Auflagen gebracht und gibt Zeugnis von dem hervorragenden didaktischen Geschick des Verfassers. Und in der Tat gehörte BUSSE zu den Männern, die ihr Lehramt nicht, weil es eben Beruf und Stellung so mit sich brachten, sondern aus innerm Bedürfnis und mit der grössten natürlichen Begabung ausübten. Wie verstand er es, seinen Schülern die kompliziertesten Verhältnisse an der Leiche oder am histologischen Präparat höchst anschaulich und oft in humoristisch gewürzter Weise klar zu machen, so dass auch die schwülsten Sommer-nachmittage bei ihm im Nu verflogen! Mit welcher glückstrahlender Miene konnte er einen, wenn man das Institut betrat, am Rockärmel zupfen und

zu den neuesten Erwerbungen hinführen, die dazu dienten, den Unterricht noch eindrücklicher zu gestalten als es vorher möglich gewesen war! Es kann daher auch die Sammlung des pathologischen Institutes, die er zusammengebracht und unablässig gemehrt hat, als eine der allerschönsten gelten, ein wahrer Schatz des medizinischen Unterrichts.

Von BUSSE, dem Lehrer, ging ein ganz eigener Zauber aus, dem sich keiner seiner Studenten entziehen konnte, und der auch nach dem Uebertritt in die Praxis noch haften blieb. Das Verhältnis zwischen ihm und seinen Schülern war geradezu ein ideales. Was in so manchen Reformprogrammen der letzten Jahre als etwas ganz Neues und quasi Revolutionäres ausposaunt und gefordert wird, das Verständnis des Lehrers für die akademische Jugend, das Sicheinsfühlen mit ihr in Freud und Leid, bei BUSSE war dies alles längst verwirklicht. Er hat die Herzen der Jugend im Fluge erobert und ist ihr näher gestanden als selbst die meisten einheimischen Lehrer. Er hat damit bewiesen, dass nicht Abstammung oder Sprache, nicht programmatische Phrasen in diesen Dingen ausschlaggebend sind, sondern die Persönlichkeit, Herz und Gemüt. Wie hat er sich, der ewig Junge, an Ausflügen und an gemütlichen Abenden mit den Jungen gefreut. Wie hat er durch seinen treffenden und doch nie verletzenden Humor die Stimmung bis in die spätesten Stunden zu beleben gewusst, und wenn ihn einmal körperliches Leiden am Erscheinen hinderte, so kam doch immer wenigstens ein witziges Gedicht vom Krankenbett her an die Tafelrunde geflogen. So bestürzt und niedergeschlagen hat man die Mediziner unserer Hochschule nie gesehen, wie an dem Tage, da sie den Hinschied ihres geliebten Lehrers erfuhren.

Wenn auch der Gelehrte und Institutsleiter BUSSE zu ersetzen sein wird, wie eben alle Menschen zu ersetzen sind, das Persönlich-Menschliche an ihm, die strahlende, sonnige Güte, die von der hochragenden, sympathischen Figur ausging und Lehranstalt und Lernenden verband, sie werden nicht so leicht zu ersetzen sein. Prof. Dr. B. Bloch.

Verzeichnis der von Professor Dr. Otto Busse veröffentlichten wissenschaftlichen Arbeiten.

- 1891. Über Heilungsvorgänge an den Sehnen, zumal nach Tenotomie der Achillessehne. Deutsche Zeitschrift f. Chirurgie. (Gekrönte Preisschrift.)
- 1892. Über die Heilungsvorgänge an Schnittwunden der Haut. Greifswald. Inaug.-Dissertation.
- 1893. Über die Heilung aseptischer Schnittwunden der menschlichen Haut. Virchows Archiv, Bd. 134.
- 1894. Über parasitäre Zelleinschlüsse und ihre Züchtung. Centralblatt für Bakteriologie und Parasitenkunde. Bd. 16.
- 1895. Über Saccharomykosis hominis. Virch. Arch., Bd. 140.
- 1896. Experimentelle Untersuchungen über Saccharomykosis. Virch. Arch., Bd. 144.
- 1896. Über eine ungewöhnliche Form der Meningitis tuberculosa. Virch. Arch., Bd. 145.
- 1896. Über Heilung von Hornhautschnittwunden. Deutsche medizinische Wochenschrift.

1897. Über das Fortleben losgetrennter Gewebsteile. Virch. Arch., Bd. 149.
1897. Die Hefen als Krankheitserreger. Berlin. Bei August Hirschwald.
1897. Demonstration eines *Acardiacus acephalus*. Deutsche medizinische Wochenschrift.
1898. Über Doppelmissbildungen. Deutsche medizinische Wochenschrift.
1899. Über die embryonalen Adenosarkome der Niere. Deutsche medizinische Wochenschrift.
1898. Über Nierengeschwülste. Deutsche medizinische Wochenschrift.
1898. Über pathogene Hefe. Deutsche medizinische Wochenschrift.
1896. Weitere experimentelle Untersuchungen über pathogene Hefen. Deutsche medizinische Wochenschrift.
1898. Ein grosses Neuroma gangliocellulare des Nervus sympathicus. Virch. Arch., Bd. 151, Supplement.
1898. Über die durch pathogene Hefen hervorgerufenen Tumoren. Deutsche medizinische Wochenschrift.
1898. Über die sogenannte Perivaginitis phlegmonosa dissecans. Archiv für Gynäkologie, Bd. 56.
1898. Über pathogene Hefen und Schimmelpilze. Ergebnisse der allgem. Pathologie und path. Anatomie. 5. Jahrgang.
1899. Über Bau, Entwicklung und Einteilung der Nierengeschwülste. Virch. Archiv, Bd. 157.
1899. Geschwulstbildung in den grossen Harnwegen. Virch. Arch., Bd. 159.
1897. Über Situs viscerum inversus. Deutsche medizinische Wochenschrift.
1900. Das Sektionsprotokoll. Berlin. Bei Richard Schötz.
1900. Schimmelpilz als Krankheitserreger. Ergebnisse der allgem. Pathologie und path. Anatomie. 7. Jahrgang.
1901. Über die Säurevergiftung beim Diabetes mellitus. Münch. medicin. Wochenschr.
1901. Über Fettembolie. Ärztliche Sachverständigenzeitung.
1901. Verlagerung von Tube und Ovarium infolge Ausbleibens des Descensus. Monatsschrift für Geburtshilfe und Gynäkologie, Bd. 13.
1902. Die Sprosspilze. Handbuch der pathogenen Mikroorganismen.
1902. Über Atrophie und Hypertrophie der Lungen. Deutsche medizinische Wochenschrift.
1902. Über die Bildung von Haematocelen. Monatsschrift für Geburtshilfe und Gynäkologie, Bd. 16.
1902. Über Deciduoma malignum. Deutsche medizinische Wochenschrift.
1902. Über die Beteiligung der quergestreiften Muskelfasern an der Myocarditis interstitialis. Deutsche medizinische Wochenschrift.
1903. Übersyphilitische Entzündungen der Augenmuskeln und des Herzens. Graefes Archiv für Ophthalmologie.
1903. Das Obduktionsprotokoll. Berlin. Richard Schötz. 2. Auflage.
1903. Über syphilitische Entzündungen der quergestreiften Muskeln. Archiv für klin. Chirurgie, Bd. 69.
1903. Pathologie der willkürlichen Muskulatur. Ergebnisse der allgem. Pathologie. 9. Jahrgang.
1903. Histologische Untersuchung über die Parametritis. Monatsschrift für Geburtshilfe und Gynäkologie, Bd. 17.
1903. Über congenitale Cystennieren. Deutsche medizinische Wochenschrift.

1904. Über sarkomatöse Degeneration der Myome. Deutsche medizinische Wochenschrift.
1903. Über Chorioepitheliome. Virch. Arch., Bd. 174.
1904. Über Cystennieren und andere Entwicklungsstörungen der Niere. Virch. Archiv, Band 175.
1904. Über Nekrose des Fettgewebes und des Pankreas. Archiv für klin. Chirurgie, Bd. 73.
1904. Pathologie der quergestreiften Muskelfaser. Ergebnisse der allgem. Pathologie und path. Anatomie. 11. Jahrgang.
1904. Über Myositis ossificans. Deutsche Zeitschrift für Chirurgie, Bd. 73.
1904. Über Missbildungen der Niere. Verhandl. der Deutschen path. Ges. 7. Tagung.
1904. Über syphilitische Darmstrikturen. Verhandl. der Deutschen path. Ges. 8. Tagung.
1906. Über Zerreissungen und traumatische Aneurysmen der Aorta. Virch. Archiv, Bd. 183.
1906. Pathologische Anatomie der Erkrankungen des Beckenbindegewebes. Handbuch der Erkrankungen der weiblichen Adnexorgane. Herausgegeben von Martin. Bd. 3.
1906. Über Aortenaneurysmen und ihre Beziehungen zu Syphilis und Unfall. Zeitschr. für ärztl. Fortbildung, Bd. 3.
1906. Das Obduktionsprotokoll. Berlin. Richard Schötz. 3. Auflage.
1906. Über traumatische Aneurysmen. Verhandlungen der Deutsch. pathol. Gesellschaft. 10. Tagung.
1906. Über Pleuratumoren. Ebenda.
1906. Über pathogene Hefenpilze. Ergebnisse der allgem. Pathologie und path. Anatomie. 11. Jahrgang.
1907. Über die Entstehung der tuberkulösen Darmstrikturen. Deutscher Chirurgenkongress.
1907. Über ein Chondro-Myxo-Sarkoma pleurae dextrae. Virch. Archiv, Bd. 189.
1907. Demonstration eines Stachelbeckens. Monatsschrift für Geburtshilfe und Gynäkologie, Bd. 27.
1908. Über das Vorkommen von Typhusbazillen im Blute von nicht typhuskranken Personen. Münch. med. Wochenschrift.
1909. Vorkommen u. Verbreitung der Trichinen im Regierungsbezirk Posen. Centralblatt für Bakteriologie und Parasitenkunde, Bd. 52.
1910. Die übertragbare Genickstarre. Monographie. Klin. Jahrbuch.
1910. Über plexiformes Neurom am Rinderherzen. Verhandlungen der Deutschen Path. Gesellschaft 1910.
1911. Das Obduktionsprotokoll. 4. Auflage.
1912. Über Entwicklungsstörungen und ihre Beziehungen zu Krankheiten. Akademische Antrittsvorlesung. Vierteljahrsschrift der Naturf. Ges. in Zürich.
1912. Ein Todesfall nach Neosalvarsaninfusion. (Zusammen mit Herrn Dr. Merian.) Münchn. med. Wochenschrift.
1912. Patholog. Demonstration von den Gefässerkrankungen. Correspondenzblatt für Schweizer Ärzte.
1913. Fettembolie. Correspondenzblatt für Schweizer Ärzte.

1914. Züchtungsversuche tierischer Gewebe nach Carrel. Verhandl. der Deutschen Patholog. Gesellschaft.
1914. Über Darmveränderungen nach Verbrennung. Verhandl. der Deutschen Patholog. Gesellschaft.
1914. Krebsforschung und Krebsbehandlung. Festschrift der Universität Zürich.
1914. Anatomische Untersuchungen über verschiedene Meningitisformen. Correspondenzblatt für Schweizer Ärzte.
1915. Demonstrationen eines Falles von allgemeiner Neurofibromatose, einer Myocarditis chronica fibrosa nach Trauma, eines Falles von Lipämie.
1917. Über traumatische Veränderungen in und am Gehirn. Correspondenzblatt für Schweizer Ärzte.
1917. Demonstration interessanter Missbildungen. Correspondenzblatt für Schweizer Ärzte.
1917. Das Obduktionsprotokoll. 5. Auflage.
1918. Über Haematoma durae matris und Schädeltrauma. Münch. med. Wochenschrift No. 32.
1918. Zur normalen und pathologischen Anatomie des Ductus Botalli. Correspondenzblatt für Schweizer Ärzte.
1919. Zur pathologischen Anatomie der Grippe. Münch. med. Wochenschrift Nr. 5.
1919. Über Paraphlebitis ossificans. Virch. Archiv, Bd. 226.
1920. Auftreten und Bedeutung der Rundzellen bei den Gewebskulturen. Virch. Archiv, Bd. 229.
1920. Aneurysmen und Bildungsfehler der Arteria communicans.
1920. Bericht über die bis zum 29. Januar 1920 im Zürcher Path. Institut beobachteten Fälle von sogen. Encephalitis lethargica. Schweiz. med. Wochenschrift.
1920. Das Obduktionsprotokoll. 6. Auflage.
1921. Über die Grawitzschen Schlummerzellen. Deutsche medicin. Wochenschrift.
1922. Weitere Mitteilungen über die Gewebskulturen. Schweiz. medicin. Wochenschrift.
1923. Welcher Art sind die Rundzellen, die bei den Gewebskulturen auftreten? Wird in Virch. Archiv als nachgelassene Arbeit erscheinen. Sodann hat Prof. B u s s e von 1904—1916 die «Pathologische Anatomie» im Virchow-Hirschschen Jahresbericht besorgt, jährlich etwa 2 Bogen mit Referaten von ungefähr 400 Arbeiten.

Heinrich Suter (1848—1922, Mitglied der Gesellschaft seit 1871).

Am 19. März haben sie in Dornach «einen guten Mann begraben», der «Vielen mehr war». Heinrich Suter¹⁾ ist einer der wenigen Gelehrten gewesen, die mit hervorragenden mathematisch-astronomischen Fachkennt-

¹⁾ Mit gütiger Erlaubnis des Verfassers und der Redaktion abgedruckt aus Nr. 469 der «Neuen Zürcher Zeitung» vom 8. April 1922.

nissen gleichzeitig die Beherrschung der arabischen und persischen Sprache verbanden, und damit in den Stand gesetzt waren, uns die orientalische Zauberwelt in Astronomie und Mathematik zu erschliessen, wo ihr exotischer Charakter ganz besonders reizvoll in Erscheinung tritt. «Wie schwer ist's nicht, die Mittel zu erwerben, durch die man zu den Quellen steigt.» Diese Worte Wagners in GOETHES Faust, gelten hier in erhöhtem Maße; denn wie wenigen Abendländern ist es vergönnt, sich zu einer gründlichen Kenntnis morgenländischer Sprachen durchzuringen, um so ausgerüstet, Schätze der orientalischen Literaturen zu heben!

SUTER wurde zu Hedingen im Kanton Zürich am 4. Januar 1848 geboren und studierte nach Absolvierung der Zürcher Kantonsschule (obere Industrieschule) von 1866—69 an den beiden Zürcher hohen Schulen Mathematik unter CHRISTOFFEL, REYE und GEISER. Diese Studien setzte er von 1869 bis 1870 an der Universität Berlin unter WEIERSTRASS, KUMMER und KRON-ECKER fort, daneben auch historische und philosophische Vorlesungen besuchend. Bereits mit dem 1. Teil seiner «Geschichte der mathematischen Wissenschaften», womit SUTER 1871 in Zürich zum Doktor promovierte, kündigte er der Gelehrtenwelt an, was sie zu erwarten habe, und so erschien 1875 dieser Geschichte 2. Teil, der vom Anfang des 17. Jahrhunderts bis zum Ende des 18. reicht. (Zürich.) Spricht sich schon hierin die Überzeugung SUTERS aus, dass für Schulung und Forschung gründliche Kenntnisse des Werdegangs der Wissenschaft von hoher Bedeutung sind, so ist in ihm aber der «Funke des Besseren» erst ganz erglüht, als er den folgenreicheren Entschluss fasste, zum quellenmässigen Studium der arabischen Mathematik und Astronomie die orientalischen Sprachen zu erlernen. Dazu bot sich für SUTER — nach 12jähriger Lehrtätigkeit an den Gymnasien zu Schaffhausen und St. Gallen, sowie der Gewerbeschule zu Aarau — die Gelegenheit bei seiner 1886 erfolgten Berufung an das Gymnasium zu Zürich. Mit der Abhandlung: «Die Mathematik auf den Universitäten des Mittelalters» (Programm der Kantonsschule Zürich, 1887) beschliesst er die «nicht-arabische» Zeit, und längere Jahre hindurch ruht seine schriftstellerische Tätigkeit naturgemäss jetzt fast ganz, bis er uns als Frucht seiner orientalischen Studien das für die Bibliographie so wertvolle «Mathematikerverzeichnis im Fihrist» vorlegt. (Abhandl. zur Gesch. d. mathem. Wissensch. VI.) Das Kitâb al-Fihrist (deutsch: Buch des Verzeichnisses) hat den Araber ABUL-FARAG MUH IBN ISHAG zum Verfasser und wurde von dem deutschen Orientalisten G. FLÜGEL in arabischer Sprache herausgegeben. Aber diese Leistung SUTERS wird noch weit übertroffen durch das Buch, das ihn bekannt machte: «Die Mathematiker und Astronomen der Araber und ihre Werke», Leipzig 1900. (Abh. z. Gesch. d. math. Wiss. X, 1900 + Nachträge XIV, 1902.) In diesem Werke hat Suter alle muslimischen Gelehrten aufgeführt, die im Zeitraum von 750—1600 auf dem Gebiet der Mathematik oder Astronomie wissenschaftlich tätig gewesen sind. Dazu führt SUTER im Einzelnen ihre Schriften an und nennt die Bibliotheken, wo sich noch die diesbezüglichen Manuskripte finden.

Hatte SUTER durch diese bibliographisch-enzklopädischen Arbeiten erstmals eine solide Basis für die Erforschung der arabischen Mathematik und Astronomie geschaffen, so galt es nunmehr, sich der Übersetzung und Erklärung von Einzelabhandlungen hervorragender arabischer Autoren zu-

zuwenden. Es ist hier nicht der Ort, alle diesbezüglichen Arbeiten SUTERS anzuführen. Fast in keinem Jahrgang von G. ENESTRÖMS «Bibliotheca mathematica», von 1889 an bis zu ihrem Erliegen (infolge des Krieges) fehlt ein Beitrag von SUTER, und ähnliche Beiträge finden sich von ihm in der «Zeitschrift f. Mathem. u. Physik» (1886—1903). Nur einige der wichtigsten diesbezüglichen Veröffentlichungen Suters sollen hier näher bezeichnet werden. Dass einer der grössten arabischen Mathematiker, IBN AL HAITAM (965—1039), im Abendlande als ALHAZEN bekannt, SUTER besonders anzog, ist selbstverständlich. So gab er dessen Schrift: «Über die Quadratur des Kreises» heraus (Zeitschrift für Mathematik und Physik, 1899), sowie die höchst bedeutungsvolle Abhandlung: «Über die Ausmessung des Paraboloids» (Bibl. math. 1913), in welcher die Kubatur dieses Körpers ganz allgemein behandelt wird, und aus der wir erkennen, dass ALHAZEN die 40 Potenzen der natürlichen Zahlen zu summieren imstande war. Ebenso schenkte SUTER seine Aufmerksamkeit dem leider noch so wenig bekannten, ganz exzellenten Ostaraber AL-BIRUNI (973—1048) und übersetzte sein «Buch der Auffindung der Sehnen im Kreise» (Bibl. math. 1910/11.) Nicht minder nahm er sich der früh-arabischen Mathematiker (Vater und Enkel) Tābit BEN Quorra an und übersetzte deren höchst originelle Schriften über die Quadratur der Parabel (Sitzungsber. der med.-phys. Sozietät Erlangen, 1916 und Vierteljahresschrift d. Naturforschend. Gesellsch. in Zürich, 1918).

Trotz seiner Vorliebe für die Geometrie hat SUTER aber auch die Algebra der Araber nicht vernachlässigt, wie seine Abhandlung: «Das Rechenbuch des ABU-ZAKARI JA AL-HASSAR (Bibl. math. 1901) beweist, und die wichtigen Einblicke in die Lehre von den Gleichungen bei den Arabern gestattet. Als durch den vorzeitigen Tod des trefflichen dänischen Gelehrten A. BJÖRNBO († 1911) dessen beabsichtigte Herausgabe der astronomischen Tafeln des MUHAMMED IBN MUSA AL-KHWARIZMI zu scheitern schien, erhielt SUTER von der kgl. Dänischen Gesellschaft der Wissenschaften zu Kopenhagen das ehrenvolle Anerbieten, die Vorarbeiten BJÖRNBOS zu Ende zu führen. 1914 erschienen unter SUTERS Redaktion diese Tafeln als ein stattlicher Band in den Skrifter der kgl. Dänischen Gesellschaft der Wissenschaften, die besonders die Zeiten der älteren arabischen Astronomie aufhellen und ein Quellenwerk von bleibendem Werte darstellen.

Das Wesen des Verstorbenen zu charakterisieren, ist nicht schwer; denn eine problematische Natur ist er ganz und gar nicht gewesen. Klar und zielsicher, wie sein wissenschaftlicher Blick, war auch sein Handeln, und trotz seiner grossen Verdienste zierte sein Wesen stets eine rührende Bescheidenheit.

Dabei gehörte eine nie versagende Hilfsbereitschaft zu den schönsten Lichtseiten seines Charakters. Schon vor Jahresfrist hat die 1. Sektion der philosophischen Fakultät der Universität zu Zürich ihm unter wärmster Anerkennung seiner hervorragenden Verdienste um die Erforschung der orientalischen Mathematik die Würde eines Ehrendoktors verliehen. Ein «Suterheft» wird noch die letzten Arbeiten des Verstorbenen bringen. Es war ihm noch vergönnt, mit Unterstützung seiner Tochter, die Korrekturen selbst zu lesen.

Bis in die allerletzte Zeit erfreute sich der Verblichene vollster Rüstig-

keit. Dann trat rasche Entkräftung ein, infolge der er, nach nur zweitägigem Krankenlager, am 17. März sanft verschied. Ein wehmütig anmutender Zufall wollte, dass der Schreiber dieser Zeilen seine Festschrift zu SUTERS kommendem 75. Geburtstags an eben demselben Tage zum Druck beförderte, als der, dem sie ein Zeichen besonderer Verehrung und Hochschätzung sein sollte, die Augen für immer schloss.

Dr. Carl Schoy.¹⁾

Verzeichnis der Veröffentlichungen.²⁾

1. Geschichte der math. Wissenschaften

- I. Teil: Von den ältesten Zeiten bis Ende des 16. Jahrh. (Dissertation 1871). Zweite Auflage. Zürich, Orell Füssli u. Co. 1873.
2. II. Teil: Vom Anfange des 17. bis gegen Ende des 18. Jahrh. Zürich, Orell Füssli u. Co. 1875.
3. Das Mathematiker-Verzeichnis im Fihrist des Ibn Abî Ja'qûb an-Nadîm. Abhdl. z. Gesch. d. math. Wissensch. Heft 6. 1892.
4. Die Mathematiker und Astronomen der Araber und ihre Werke. Abhdl. z. Gesch. d. math. Wissensch. Heft 10. 1900.
5. Nachträge und Berichtigungen zu «Die Mathematiker und Astronomen usw.». Abhdl. z. Gesch. d. math. Wissensch. Heft 14. 1902.
6. Die Herausgabe der astronomischen Tafeln des Muh. ibn Mûsâ âl-Khwârizmî usw. D. Kgl. Danske Vidensk. Selsk. Skrifter 7. Raekke. Historisk og Filosofisk Afd. III. 1. 1914.

Ferner erschienen in:

Bibliotheca mathematica.

1. Die mathematischen und naturphilosophischen Disputationen an der Universität Leipzig 1512 bis 1526. [2], 3, 17. 1889.
2. Bibliographische Notiz über die math.-historischen Studien in der Schweiz. [2], 4, 97. 1890.
3. Einiges von Nasîr ed-Dîn's Euklidausgabe. [2], 6, 3. 1892.
4. Zur Geschichte der Trigonometrie. (Nasîr ed-Dîn's schakl el-kattâ', Transversalensatz des Menelaus.) [2], 7, 1. 1893.

¹⁾ Der Verfasser obigen Nachrufes, Herr Dr. ing. CARL SCHOY teilt uns mit, dass demnächst eine von ihm verfasste Arbeit «Zum Gedächtnis HEINRICH SUTERS» voraussichtlich in den Kgl. Danske Vidensk. Selsk. Mathem.-fysiske Medd. erscheinen werde.

²⁾ Diese Publikationsliste ist Heft IV (1922) der von Prof. Dr. OSKAR SCHULZ in Erlangen herausgegebenen «Abhandlungen zur Geschichte der Naturwissenschaften und der Medizin» entnommen. Das betreffende Heft enthält die letzte (von Prof. Dr. JOSEF FRANK in Weihenstephan herausgegebene) Publikation SUTERS «Beiträge zur Geschichte der Mathematik bei den Griechen und Arabern» und dieser geht l. c. ein kurzer «Lebenslauf», von HEINRICH SUTER selbst geschrieben, voraus, gefolgt von einem von Prof. FRANK zusammengestellten «Verzeichnis der Veröffentlichungen SUTERS». Wir sind Herrn Prof. FRANK für die erteilte Erlaubnis zum Abdruck sehr zu Dank verpflichtet.

5. Zur Frage über Josephus sapiens. [2], 8, 84. 1894.
6. Zur Geschichte des Jakobsstabes. [2], 9, 13. 1895.
7. Nochmals der Jakobsstab. [2], 10, 13. 1896.
8. Einige Beiträge zur Geschichte der arabischen Mathematiker u. Astronomen. [2], 11, 83. 1897.
9. Über zwei arab. Mss. der Berliner kgl. Bibliothek. [2], 12, 73. 1898.
10. Notizen über arabische Mathematiker u. Astronomen [2], 13, 86 u. 118. 1899.
11. Das Rechenbuch des Abû Zakavîjâ el-Hassâr. [3], 2, 12. 1901.
12. Über die angebliche Verstümmelung griechischer Eigennamen durch arab. Übersetzer. [3], 3, 408. 1902.
13. Über die Geometrie der Söhne des Mûsâ b. Schâkir. [3], 3, 259. 1902.
14. Über die im Liber augmenti et diminutionis vorkommenden Autoren. [3], 3, 350. 1902.
15. Über einige nicht sicher gestellte Autorennamen in den Übersetzungen des Gerhard von Cremona. [3], 4, 19. 1903.
16. Der Verfasser des Buches «Gründe der Tafeln des Chowarezmi». [3], 4, 127. 1903.
17. Zu dem Buche «De superficierum divisionibus» des Muhammed Bagdadimus. [3], 6, 321. 1905.
18. Über die Bedeutung des Ausdruckes «Regula colci». [3], 6, 112. 1905.
19. Zur Frage des von Nairîzî zitierten Mathematikers Diachasimus. [3], 7, 396. 1906/07.
20. Über das Rechenbuch des 'Alî b. Ahmed el-Nasawî. [3], 7, 113. 1906/07.
21. Über den Kommentar des Muhammed b. 'Abdelbâqî zum 10. Buche des Euklides. [3], 7, 234. 1906/07.
22. Einige geometrische Aufgaben bei arabischen Mathematikern. [3], 8, 23. 1907/08.
23. Die Abhandlung Qostâ b. Lûqâ's und zwei andere anonyme über die Rechnung mit zwei Fehlern und mit der angenommenen Zahl. [3], 9, 111. 1908/09.
24. Eine indische Methode der Berechnung der Kugeloberfläche. [3], 9, 196. 1908/09.
25. Die Abhandlung des Abû Kâmil Schogâ' b. Aslam über das «Fünfeck u. Zehneck». [3], 10, 15. 1909/10.
26. Zur Trigonometrie der Araber. [3], 10, 156. 1909/10.
27. Das Buch der Auffindung der Sehnen im Kreise von Abu'l-Raihân Muhammed el-Bîrûnî. [3], 11, 11. 1910/11.
28. Die Abhandlung über die Ausmessung des Paraboloides von el-Hasan b. el-Hasan b. el-Haitham. [3], 12, 289. 1911/12.
29. Rezension über C. A. Nallinos Ausgabe von el-Battânî's Opus astronomicum, III. T. (arab. Text). [3], 1, 285. 1900.
30. Rezension von Lipperts Ausgabe des Ibn el-Qiftî. [3], 4, 293. 1903.
31. Rezension von C. A. Nallinos Ausgabe von el-Battânî, I. T. [3], 5, 78. 1904.
32. Rezension von H. Schönes Ausgabe von Heronis Alexandrini opera omnia. [3], 7, 98. 1906/07.
33. Rezension von Max Schmidt: Zur Entstehung u. Terminologie der elementaren Mathematik. [3], 8, 99. 1907/08.
34. Rezension von C. A. Nallinos Ausgabe von el-Battânî II. T. [3], 9, 83. 1908/09.

35. Rezension von Besthorn u. Heiberg, Codex Leidensis 399, 1. (1900—1910). [3], 11, 277. 1910/11.
36. Das Buch der Seltenheiten der Rechenkunst von Abû Kâmil el- Misrî [3], 11, 100. 1910/11.
37. Rezension von Nallinos Ta'rikh 'ilm al-falak 'ind al-'arab fi'l-qurûn al-wustâ (Geschichte der Astronomie bei den Arabern im Mittelalter). [3], 12, 277. 1911/12.

Zeitschr. für Math. u. Phys., hist.-literar. Abt.

1. Der Tractatus «de quadratura circuli» des Albertus de Saxonia. 29, 81. 1884.
2. Die Quaestio «de proportione dyametri quadrati ad costam eiusdem» des Albertus de Saxonia. 32, 41. 1887.
3. Der V. Band des Katalogs der arab. Bücher der vicekgl. Bibliothek in Kairo. 38, 1, 41, 161. 1893.
4. Die Kreisquadratur des Ibn el-Haitam, arabisch u. deutsch. 44, 33. 1899.
5. Der Oculus Archimedi od. das Syntemachion des Archimedes, arabisch u. deutsch. 44, (Suppl. Heft) 491. 1899. (Cantorfeestschrift).
6. Rezension v. Besthorns und Heibergs Ausgabe der arabischen Elemente Euklids aus Codex Leidensis 399, 1. I. Fascik. 38, 192. 1893.
7. Rezension v. Besthorns u. Heibergs Ausgabe der arabischen Elemente Euklids aus Codex Leidensis 399. 1. II. Fascik. 44, 60. 1899.

Zeitschrift der Deutschen Morgenländischen Gesellschaft.

1. Rudloff u. Hochheim, Die Astronomie des Gâgmîni. 47, 718. 1893.
2. Bemerkungen zu H. Steinschneiders Abhandlung: Die arab. Übersetzungen aus dem Griechischen. 51, 426. 1897.
3. Zur Frage über die Lebenszeit des Verfassers des *Mulahhas fi'l hei'a*, Mahmûd b. Muh. b. 'Omar al Gâgmîni. 53, 539. 1899.
4. Berichtigung einer Etymologie K. Vollers. 57, 576, 783. 1903.

Sitzungsberichte der phys.-med. Sozietät in Erlangen.

1. Über die Ausmessung der Parabel von Thâbit b. Kurrâ. 48/49, 65. 1916/17.
2. Die Abhandlungen Thâbit b. Kurrâ's u Abû Sahl el-Kûhi's Über die Ausmessung der Paraboloiden. 48/49, 186. 1916/17.
3. Über Al-Bîrûni und seine Schriften (Beiträge z. Gesch. der Naturwissenschaften LV), gem. mit E. Wiedemann. 52/53, 55. 1920/21.

Sonstige Zeitschriften:

1. Über diophantische Gleichungen. Zeitschr. f. math. Unterricht v. Hofmann. Bd. XVII, 104. 1886.
2. Die Mathematiker auf den Universitäten des Mittelalters. Wissenschaftl. Beilage z. Programm d. Kantonsschule in Zürich. 1887.
3. Die Araber als Vermittler der Wissenschaften in deren Übergang vom Orient in den Okzident. Jahresheft 25 d. Vereins schweiz. Gymnasiallehrer. 1895. 2. Aufl. bei H. R. Sauerländer u. Co. in Aarau. 1897.
4. Berichtigungen zu Arabische Mathematiker und Astronomen v. M. Steinschneider. Orientalische Literatur-Zeitung 6, Spalte 40—43. 1903.

5. Zur Geschichte der Mathematik bei den Indern und Arabern. Verhandl. d. 3. internationalen Math.-Kongr. in Heidelberg. S. 556. 1904.
6. Über die Ausmessung der Parabel von Ibrahim b. Sinân b. Thâbit. Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Ges. in Zürich 63, 214. 1918.
7. Rezension von Carra de Vaux's Ausgabe von Philon de Byzance, Le livre des appareils pneumatiques etc. Deutsche Literatur-Zeitung 24. 1553. 1903.)
8. Rezension von E. Wiedemann, Über die Uhren im Bereich der islam. Kultur. Der Islam 7, 257. 1916.
9. Rezension von Ruska, Zur ältesten arab. Algebra und Rechenkunst. Archiv f. Math. u. Phys. [3], 28, 55. 1919.
10. Beiträge zur Geschichte der Mathematik bei den Griechen und Arabern. Abhandlungen zur Geschichte der Naturwissenschaften und der Medizin. Heft IV. Erlangen 1922.

Traugott Sandmeyer (1854—1922, Mitglied der Gesellschaft seit 1919).

Am 9. April 1922 starb in Zollikon bei Zürich nach kurzer Krankheit, 67½ Jahre alt, Dr. phil. hon. causa und Dr. techn. hon. causa T r a u g o t t S a n d m e y e r, einer der bedeutendsten Chemiker, den die Schweiz hervorgebracht hat. Wenn er auch als Mitglied der Zürch. Naturforschenden Gesellschaft, der er nur drei Jahre angehörte, nicht hervortrat und überhaupt ausser seinen Kollegen weiteren Kreisen persönlich unbekannt blieb, gehört doch eine kurze Darstellung seines Lebens und Werkes zur schweizerischen Kulturgeschichte. Seinem von ihm selbst wenige Wochen vor seinem Tode niedergeschriebenen kurzen Lebenslauf ist das meiste der folgenden Schilderung entnommen.

SANDMEYER wurde am 15. September 1854 als letztes von sieben Geschwistern im Seminar Wettingen geboren. Schon am Tage nach seiner Geburt verlor er seinen Vater, MELCHIOR SANDMEYER, der von Seengen im Kanton Aargau stammte und am Seminar mit viel Erfolg als Lehrer der Naturkunde und Landwirtschaft wirkte. Seine Mutter, MARGARETHI CAROLINE geb. MARTIN, folgte daher einem Rufe nach ihrer Vaterstadt Aarau, als Lehrerin, ihrem früheren Berufe, an den oberen Klassen der Mädchenschule. Der junge SANDMEYER besuchte also dort die Gemeinde- und Bezirksschule und erinnerte sich gerne an die fröhlichen Aarauer Jugendfeste seiner Schulzeit.

«Schon damals hatte sich bei mir, wie er schreibt, «angeregt durch die Lektüre wissenschaftlicher Werke aus meines Vaters Bibliothek, eine solche Vorliebe für physikalische Apparate ausgebildet, verbunden mit einem starken Drang nach manueller Betätigung, dass ich statt in die Kantonsschule überzutreten, mich entschloss, den Beruf eines Feinmechanikers zu ergreifen.»

Nach einer dreijährigen Lehrzeit (1872—1875) und einem weiteren Jahr Aufenthalt in der feinmechanischen und optischen Werkstätte von J. F. MEYER in Zürich, musste er wegen angegriffener Gesundheit die Arbeit eine Zeitlang aussetzen, richtete dann aber in Zürich eine eigene kleine Werkstätte ein. Durch Lieferung verschiedener Apparate an die chem.

Laboratorien des Eidg. Polytechnikums trat er in Beziehung zu den dortigen Professoren und namentlich zu Prof. VIKTOR MEYER. Dieser setzte es beim schweizerischen Schulrate durch, dass die Stelle eines beständigen Vorlesungsassistenten geschaffen wurde, die SANDMEYER im Jahre 1882 übernahm. «In dieser Stellung,» schreibt er, «war mir nun Gelegenheit geboten, nicht nur ein gründliches Wissen in anorganischer und organischer Chemie mir anzueignen, sondern auch selbständige wissenschaftliche Untersuchungen auszuführen, die durch Publikation in den Berichten der deutschen chemischen Gesellschaft meinen Namen bekannt machten.» Er folgte VIKTOR MEYER auf dessen dringenden Wunsch für das Sommersemester 1885 nach Göttingen, kehrte aber dann in seine Stelle nach Zürich zurück und blieb noch drei Jahre als Assistent bei Prof. A. HANTZSCH.

Angebote, die er von verschiedenen Teerfarbenfabriken erhielt, bestimmten ihn schliesslich 1888, das der Firma JOH. RUD. GEIGY & Co. in Basel anzunehmen und, seinem geheimen Wunsche folgend, in die Technik überzutreten. Dort machte er sich durch seine glänzenden und wertvollen Erfindungen so verdient, dass er im Jahre 1901 in den Verwaltungsrat aufgenommen wurde. Nach 31jähriger angestrengtester Tätigkeit trat er aus Altersrücksichten im Jahre 1919 von seiner Stelle zurück und siedelte nach Zollikon über, in die Nähe seiner in Zürich lebenden Verwandten. Dort, bei der Realp «in sonniger Höhe und Waldesnähe» genoss er noch fast drei Jahre die prächtige Lage seines freundlichen Heimes, viel weniger lang als wohl er und namentlich seine Freunde geglaubt und gewünscht hatten, denn er schien noch ganz rüstig an Geist und Körper. Da zeigten sich Ende März dieses Jahres Anzeichen stark fortgeschrittener Arterienverkalkung und einer dazu kommenden heftigen Lungenentzündung vermochte das geschwächte Herz nicht mehr Stand zu halten. SANDMEYER hatte sich im Jahre 1892 mit Frl. MINA BILLETER von Männedorf verheiratet. Zwar blieb die Ehe kinderlos, wurde aber eine glückliche durch das feinsinnige Verständnis der Frau für die geniale Eigenart ihres Mannes und ihre aufopfernde Sorge für sein Wohl.

So verlief sein Leben äusserlich in ruhigen Bahnen und das entsprach auch ganz seinem Wesen und Charakter. Er war und blieb anspruchslos und bescheiden, pflegte keinen grösseren Verkehr und lebte fast nur seiner Arbeit. An diese fesselte ihn sein ausserordentliches Pflichtgefühl und die Freude am Forschen, und sie wurde so erfolgreich nicht nur wegen seiner genialen Begabung, sondern auch durch seinen unermüdlichen Fleiss. Sogar abends pflegte er wohl bei wichtigen oder schwierigen Untersuchungen die weissen Ränder der Tageszeitung mit chemischen Formeln zu bedecken, um eine klare Anschauung zu gewinnen für das am Tage Gefundene oder am folgenden Tage zu Suchende. Trotz der vielen Erfolge war er auch gegen Kollegen ohne jede Überhebung und stets zu freundlichem Rate bereit. Feinde hatte er gewiss nicht unter ihnen. Wem er näher trat, dem blieb er ein zuverlässiger, treuer Freund. Sehr treffend schrieb sein Kollege H. HAGENBACH in den «Basler Nachrichten»: «Seinem aussergewöhnlichen Geist entsprach harmonisch ein ebenso aussergewöhnliches für alles Schöne und Gute empfängliches Gemüt. Das durften alle die empfinden, die ihn als Menschen näher kennen lernen konnten. Gerechtigkeitssinn und Feinfühligkeit haben ihn auch in aufregenden und aufreibenden Mo-

menten nie verlassen. Man spürte — wie er im Laboratorium sauber und reinlich stets gearbeitet hat, so hatte er auch im stillen an seinem innern Menschen gearbeitet.»

SANDMEYER war, wie sein Entwicklungsgang zeigt, ganz ein Chemiker eigener Schulung und so war auch sein Arbeiten durchaus eigenartig, vor allem mit einfachen Mitteln. Die meisten Apparate verfertigte er selbst oder liess sie nach seinen Modellen herstellen. Er beherrschte sowohl die Glasbläserei wie die Drehbankarbeit. Gehülfen brauchte er fast nur der vielen Musterpräparate wegen, die den Patentämtern geliefert werden mussten. Er wollte alles selbst machen, um alles selbst zu sehen; und er sah eben auch mehr als andere, die kleinsten Änderungen beim Zusammenbringen chemischer Stoffe entgingen ihm nicht. (So verdankt VIKTOR MEYER der Aufmerksamkeit seines damaligen Assistenten die Entdeckung des Thiophens im Teerbenzol). Diese aussergewöhnliche Fähigkeit, scharf zu beobachten, verbunden mit einer unerschöpflichen Kombinationsgabe, waren neben gründlichem Wissen und scharf kritischem Denken wohl die Hauptursachen seiner Erfolge.

Was er geschaffen hat, kam allerdings grösstenteils der schweizerischen Teerfarbenindustrie zu gut, aber was er der Wissenschaft, schon bevor er in die Technik übertrat, leistete, war so bedeutend, dass ihn im Jahre 1891. durch VIKTOR MEYER veranlasst, die Universität Heidelberg zum Ehrendoktor der Philosophie ernannte. Und gegen Ende seiner Tätigkeit, im Jahre 1915, verlieh ihm die Eidg. Techn. Hochschule in Zürich «in Anerkennung seiner Verdienste um die Entdeckung neuer wissenschaftlicher Arbeitsweisen und ihrer Anwendung auf technische Aufgaben» den Ehrendoktor der technischen Wissenschaften.

Von den Erfindungen und Entdeckungen SANDMEYERS sollen hier nur die wichtigsten kurz erwähnt werden. Ein vollständiges Verzeichnis mit Besprechungen aller seiner Schriftwerke wissenschaftlicher und technischer Art wird in den *Helvetica Chimica Acta*, von Dr. HANS HAGENBACH verfasst, erscheinen.

Sein Name ist unter den Chemikern allgemein bekannt geworden durch die sog. SANDMEYERSche Reaktion, die wir seiner ersten Arbeit aus den Jahren 1884 und 1885 verdanken. Sie ermöglicht die Ersetzung der Amidogruppe in aromatischen Verbindungen durch Halogene oder die Cyangruppe und lässt in einfacher Weise eine gewaltige Zahl neuer Stoffe gewinnen für Wissenschaft und Industrie.

Ebenfalls weit umfassend ist seine in der Technik ausgearbeitete Darstellungsweise von aromatischen Aldehyden der Parareihe. Bei dieser Reaktion wird an aromatische Amido- sowie Oxy-Verbindungen Formaldehyd in der Parastelle gleichsam angeheftet, mit Hülfe einer Nitroverbindung und Eisen, d. h. unter Ausnützung der vorübergehend entstehenden Hydroxylaminverbindung als Oxydationsmittel. Darnach wurde z. B. Dimethylamidobenzaldehyd in grossen Mengen hergestellt.

Wie ergiebig als Erfinder er während der 31 Jahre technischer Wirksamkeit war, zeigt schon die Zahl seiner deutschen Patente, die gegen 70 gestiegen ist. Etwa die Hälfte beziehen sich auf Farbstoffe, die andern auf allgemeine Verfahren und sog. Zwischenprodukte. Von Farbstoffen seiner Erfindung, die meistens grosse technische Bedeutung erlangten, seien ge-

nannt: Chromviolett, Helvetiablau, Erioglaucin, Eriocyanin, Setocyanin, Setopalin, verschiedene Marken Chromschwarz und Eriochromblauschwarz; manche andere fussen auf seinen Patenten und für das schon früher bekannte Auramin fand er schon 1889 ein neues, seither allein technisch gebrauchtes Verfahren.

Wohl seine verblüffendste Leistung war das neue Indigoverfahren des Jahres 1899. In 2½ Monaten löste er die ihm gestellte Aufgabe, ohne Anlehnung an frühere wissenschaftliche oder technische Synthesen, eine eigenartige und technisch brauchbare Darstellungsweise zu finden, die sich dann



J. Sandmeyer.

auch mehrere Jahre im Betriebe bewährte. Eine bei dieser Arbeit beobachtete Verbindung führte ihn 19 Jahre später zu seinem letzten Patente, für die Darstellung von Isatin und seinen Substitutionsprodukten, wichtig für die modernen Küpenfarbstoffe. Das Entstehen beider Erfindungen hat er beschrieben in zwei Abhandlungen «Über die Synthese von Indigo aus Thiocarbanilid», in der Zeitschrift für Farben- und Textilchemie (Buntrock) II (1903), 129, und «Über Isonitrosoacetanilide und deren Kondensation zu Isatinen» in den Helv. Chim. Acta II (1919), 234, die uns recht anschaulich die ungewöhnliche Art und den Gang seiner Forscherarbeit zeigen.

Dass er auch gefahrbringenden Untersuchungen durchaus gewachsen war, zeigte schon seine zweite Arbeit, aus den Jahren 1885 und 1886, über die stark explosiven Ester der unterchlorigen Säure, über Äthyl- und Methyl-

hypochlorit, zwei für den wissenschaftlichen Aufbau von Stoffen wichtige, wenn auch nicht leicht zu behandelnde Verbindungen.

Wenn wir auch nur diese kleine Auswahl aus seinen Arbeiten überblicken, sehen wir doch daraus, wie umfassend SANDMEYERS Tätigkeit gewesen ist und wir bedauern nur, dass nicht noch mehr davon der Wissenschaft zugut gekommen ist, und manches unveröffentlicht bleiben musste des scharfen Wettbewerbes wegen, der gerade in der Teerfarbenindustrie herrscht.

Leben und Werk SANDMEYERS sind eingehender geschildert von ALFRED CONZETTI in der Chemikerzeitung (Cöthen), Band 46 (1922), 549 und von Prof. H. E. FIERZ im Journ. of the Society of Chemical Industry (London), XLI (1922), No. 9, Review p. 154. Letzterem verdanken wir auch die freundlichst zur Verfügung gestellte vortreffliche Aufnahme für unser Bild des Verstorbenen.

Dr. Heinrich Meyer.

Otto Stoll (1849—1922, Mitglied der Gesellschaft seit 1875).

Am 18. August ist nach langem qualvollen Leiden Dr. med. Otto Stoll,¹⁾ vormals Professor der Geographie und Völkerkunde an der Universität Zürich, verschieden. Dieser aussergewöhnlich vielseitige und bedeutende Gelehrte hat auf verschiedenen Gebieten der Wissenschaft wertvolle Mehrung und Vertiefung gebracht, und im wissenschaftlichen Leben Zürichs hohes Ansehen genossen.

OTTO STOLL (Bürger von Osterfingen, Kanton Schaffhausen) wurde am 29. Dezember 1849 in Frauenfeld geboren. Durch seinen bedeutenden Vater, GEORG STOLL, dem späteren Direktor der Schweizerischen Kreditanstalt, erhielt seine Erziehung eine verständnisvolle Leitung, die die reiche Begabung des Sohnes zur vollen Entfaltung zu bringen bestrebt war. OTTO STOLL studierte Medizin an der Universität Zürich und legte 1873 das eidgenössische Staatsexamen ab — darauf hielt er sich zur weiteren Ausbildung in Leipzig, Wien und Prag auf — 1874 trat er nach seiner Rückkehr in die Heimat in Mettmenstetten in die ärztliche Praxis ein; im folgenden Jahre wurde er zum Bezirksarzte des Bezirkes Affoltern gewählt. Den Sommer 1877 brachte er zu weiteren Studien in Wien zu. Im Jahre 1878 wanderte er nach der mittelamerikanischen Republik Guatemala aus, wo er sich als Arzt niederliess.

Nach einem fünfjährigen Aufenthalte in Guatemala und anschliessenden Reisen in Britisch Honduras und den Vereinigten Staaten habilitierte sich Dr. OTTO STOLL 1884 als Privatdozent an der philosophischen Fakultät der Universität Zürich für Ethnographie, Anthropologie und Geographie und ein Jahr später auch an der Eidg. Technischen Hochschule. 1891 wurde er zum ausserordentlichen Professor für geographische Fächer an der zweiten Sektion der philosophischen Fakultät der Universität ernannt und im Sommer 1895 zum Ordinarius. Zweimal bekleidete er das Amt des Dekans. Im Jahre 1913 hat Prof. STOLL aus Gesundheitsrücksichten seinen Rücktritt genommen. Während 20 Jahren war er an der zoologischen Sammlung der

¹⁾ Mit Erlaubnis von Verfasser und Redaktion aus der «Neuen Zürcher Zeitung», Nr. 1113 (26. August 1922) in gekürzter Form abgedruckt.

Universität tätig. Mehrere Jahre erteilte er geographischen Unterricht am Seminar Küsnacht. Das sind die Daten seiner wissenschaftlichen Laufbahn.

Prof. STOLL besass ein ganz ungewöhnliches universelles Wissen und Können. Neben umfassender naturwissenschaftlicher Bildung, verbunden mit grossem historischem Wissen, verfügte er über eine aussergewöhnliche Sprachkenntnis. Er beherrschte neben den alten klassischen und den meisten modernen romanischen und germanischen Sprachen auch das Russische, und beschäftigte sich mit den slawischen Sprachen, ferner mit der Sprache der Basken, mit Arabisch, Chinesisch, Thibetanisch und vor allem den Sprachen der Indianer. Seinem grossen Wissen entsprachen seine aussergewöhnlich vielseitigen Leistungen als Gelehrter. Seine Arbeiten erstrecken sich über Gebiete, die heute wohl selten, vielleicht nie mehr von einem einzigen umfasst werden können. Er arbeitete auf dem Gebiete der Zoologie, der Pflanzengeographie, der Entdeckungsgeschichte, der Ethnographie, der Völkerpsychologie, der Volkskunde und der Sprachforschung. Prof. STOLL hat viele zoologische Arbeiten veröffentlicht und wertvolle Sammlungen angelegt. Neben kleineren Abhandlungen verdanken wir ihm grössere ideenreiche Schriften. Seine 1892 bis 1895 in der Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft Zürich veröffentlichten Abhandlungen «Zur Geographie der Landbewohner der Wirbellosen» werden stets von grosser Bedeutung für den Tiergeographen bleiben. Seine Studie «Über xerothermische Relikten in der Schweizer Fauna der Wirbellosen» (Jahresbericht der Geogr.-Ethnogr. Gesellschaft Zürich, 1900/1901) gibt zum erstenmal eine zusammenhängende Darstellung der tierischen Überbleibsel aus der Periode der Nacheiszeit, da unsere Landschaft steppenartigen Charakter besass.

Besonders gross sind die Verdienste Prof. STOLLS für die Erforschung der Sprache der Indianer von Mittelamerika.

Auf seine Forschungen in Guatemala gehen auch seine ersten ethnographischen Veröffentlichungen zurück, seine Habilitationsschrift «Zur Ethnographie der Republik von Guatemala» (Zürich 1884) und die grosse Abhandlung über «Die Ethnologie der Inlandstämme von Guatemala» (Leiden 1889). Von besonderem eigenartigem Reize sind die Studien über die Soziologie und religiösen Vorstellungen. Da betritt der Gelehrte STOLL neue selbständige Wege. Er geht zum Beispiel den psychologischen Grundlagen gewisser religiöser Vorstellungen, Handlungen nach und bringt diese in Zusammenhang mit den Erscheinungen der Suggestion. In weiterer Arbeit auf diesem Forschungsgebiete entstehen dann seine zwei grossen grundlegenden völkerpsychologischen Werke 1894 (2. Aufl. 1904) «Hypnotismus und Suggestion in der Völkerkunde» und 1908 «Das Geschlechtsleben in der Völkerpsychologie».

An diese ethnologischen Arbeiten schliessen sich Forschungen aus dem Gebiete der Ethnographie der Schweiz an, so seine volkskundlichen Studien. In seiner Abhandlung «Zur Kenntnis des Zauberglaubens, Volksmagie und Volksmedizin der Schweiz» (Jahresbericht der Geogr.-Ethnograph. Gesellschaft Zürich, 1908/09) zeigt er an Hand selbst gesammelten Tatsachenmaterials, wie sich bei Menschen unserer nächsten Umgebung noch ähnliche Vorstellungen und Sitten erhalten haben, die sonst für primitive Völker charakteristisch sind.

Die letzte grosse ethnologische Arbeit hat STOLL 1918 bereits als schwer Leidender veröffentlicht. Seine Abhandlung «Die Entwicklung der Völkerkunde von ihren Anfängen bis in die Neuzeit» (Mitteilungen der Geogr.-Ethnogr. Gesellschaft Zürich 1917/18, Bd. VIII), in der er einen so hohen Grad der Kenntnisse auf allen Gebieten der Völkerkunde aufweist, wie sie heute nur wenige mehr besitzen, vielleicht kaum besitzen können.

Als Mitglied der philosophischen Fakultät II hat STOLL mannigfaltige Verdienste um die Universität Zürich erworben. Seine Amtsführung als Dekan der Fakultät zeichnete sich durch vorbildliche Gewissenhaftigkeit aus.

Am Ende der 90er Jahre, als die grossen Fragen des Neubaus der Universität und einzelner Institute Zürich beschäftigten, Fragen, die für unsere phil. Fakultät II von ganz besonderer lebenswichtiger Bedeutung waren, ist STOLL auch gegenüber der Öffentlichkeit für die notwendige Ausgestaltung unserer Hochschule eingetreten.

Ich erinnere an seine Abhandlung in der «N. Z. Z.» «Über zürcherische Hochschulfragen». Drei Anstalten der Universität danken im besondern ihre Entstehung und Ausgestaltung dem verständnisvollen Wirken STOLLS: Die Gründung des geographischen Institutes und der Sammlung für Völkerkunde und das zoologische Museum der Universität. Über 20 Jahre widmete STOLL einen grossen Teil seiner wissenschaftlichen Tätigkeit der zoologischen Sammlung und stand ihr als Konservator vor. Unter den mannigfaltigen Wissensgebieten, die der jetzt Entschlafene gepflegt hat, war vielleicht die Zoologie dasjenige, dem er seine spezielle Neigung zuwandte, wie er denn auch in den letzten Jahren sich vorwiegend auf diesem Felde betätigte.

Da die Probleme der Systematik und Tiergeographie sein besonderes Interesse anzogen, ist es begreiflich, dass ihm die Pflege der zoologischen Sammlung sozusagen Herzenssache war. Seit den Tagen der Neueinrichtung des zoologischen Museums 1914 bis in die letzten Zeiten, da ihn die töckische Krankheit ans Haus fesselte, weilte STOLL tagtäglich in den Räumen der neuen Sammlung, ordnete mit kundiger Hand die neu zu gliedernden und an neue Lehrzwecke anzupassenden Kollektionen. OTTO STOLL war der gegebene Geschichtschreiber der zoologischen Sammlung, deren Werdegang er in der Festschrift zur Einweihung der Universitätsneubauten am 18. April 1914 dargelegt hat.

Im Jahre 1887 gründete STOLL mit seinem Freunde CONRAD KELLER und andern Vertretern der Wissenschaft, des Handels und der Industrie die Ethnographische Gesellschaft Zürich (später Geographisch-Ethnographische Gesellschaft), mit dem Hauptziele, eine ethnographische Sammlung zu schaffen. Dieser Sammlung hat Prof. STOLL vom Jahre 1888 bis 1909 als Direktor und Vizedirektor vorgestanden. Seinem Wissen danken wir in erster Linie die Schaffung des wertvollen Grundbestandes unserer Sammlung.

OTTO STOLL hat sich in den Wissenschaften, an deren Mehrung und Vertiefung er so erfolgreich mitgearbeitet hat, selbst ein bleibendes Denkmal geschaffen. Uns aber, seinen Freunden und Schülern, wird all das Grosse und Gute, das wir von ihm empfangen durften, in dankbarer Erinnerung bleiben.

Prof. Dr. Hans Wehrli.

Eugen Bolleter (1873—1922, Mitglied der Gesellschaft seit 1900).

Die erhebende Trauerfeier für Dr. Eugen Bolleter, Sekundarlehrer in Zürich 6, am 30. September, zu der die Halle des Zürcher Krematoriums sich bis zum letzten Platz mit Freunden und Bekannten des Verstorbenen füllte, war ein sprechendes Zeugnis dafür, dass mit Dr. BOLLETER ein Mann aus dem Leben geschieden, der in der Stille Aussergewöhnliches geleistet, indem er seine herrlichen Gaben des Geistes und des Gemütes zu Hause in der Familie, in der Schule, in Kollegen- und Freundeskreisen, im Schosse der Gemeinnützigen Gesellschaft Wipkingen und in der Zürcher Liederbuchanstalt in vollem Maße nützte und zur Entfaltung brachte. Reich beschenkte er alle, die mit ihm in Berührung kamen und die seine vornehme, auf wirklicher Bildung beruhende Art des Verkehrs sofort gefangen nahm.

Was Pfarrer DIEM aus dem Leben und Wirken des Verstorbenen erzählte und zu feinsinniger Charakteristik rundete, ergab das Bild eines unentwegt strebenden, seine Zeit voll auswertenden, vielseitig orientierten Menschen, der jede Gelegenheit wahrnahm, seine Kenntnisse zu mehren und seine Erfahrungen in den Dienst der Gesamtheit zu stellen. Er hatte als junger Sekundarlehrer seine botanischen Studien fortgesetzt und mit einer Arbeit über die Lebermoose sich den Doktorhut erworben. Allein nicht bloss die Pflanzen erregten sein Interesse; er liebte die Natur überhaupt, nicht zuletzt die Menschen darin. So lockte es ihn, auf längeren Reisen Land und Leute kennen zu lernen. Er fuhr nach dem Süden und erzählte hernach seine Reiseerlebnisse und Beobachtungen in einem Büchlein über die Kanarischen Inseln. Sprachstudien führten ihn nach England und Schottland. Aber ob sein Blick auch oft und gern in die weite Ferne wanderte, übersah er doch die engere Heimat nicht. Ein längerer Krankheitsurlaub bot ihm der untätigen Muße zu viel, und so machte er sich daran, das Material zu der Geschichte des Dorfes Bachs, seinem ersten Wirkungskreis, zu sammeln und zu einer anziehenden Schilderung zu verarbeiten; vergangenes Jahr ist das Büchlein erschienen und recht günstig beurteilt worden. Im grossen Riedtlischulhaus galt er als einer der tüchtigsten Lehrer. Wie er selber ein Muster von Fleiss, Gewissenhaftigkeit und Pflichterfüllung war, so stellte er auch an seine Schüler diesbezüglich recht hohe Anforderungen. Dabei erfüllte eine väterliche Liebe zu seinen Zöglingen seine ganze Lehrerpersönlichkeit und sicherte ihm auf lange Jahre hinaus die Anhänglichkeit und Dankbarkeit seiner Schüler. Was er immer neben der Schule angreifen mochte, nie hatte der Unterricht darunter zu leiden, er war stets der ganze Mann in der Schulstube. Die Gemeinnützige Gesellschaft Wipkingen hat eines ihrer tätigsten und treuesten Mitglieder verloren. Vierzehn Jahre lang stand er an ihrer Spitze, und eine einzige Sitzung soll er während dieser langen Amtszeit versäumt haben, als er zufolge der Teilnahme an einem Ferienkurs landesabwesend war. Die Kinderkrippe Wipkingen ist in der Hauptsache sein Werk, an dessen Zustandekommen er jahrelang mit unermüdlicher Energie gearbeitet. Weit über die Grenzen der engern Gemeinde hinaus ist er in Lehrer- und Sängerkreisen als Verwalter der Zürcher Liederbuchanstalt bekannt geworden, welche Stelle er im Dienste des Lehrervereins Zürich seit dem Übergang der Anstalt an diesen im Jahre 1912 bis zu seinem Hinschied mustergültig,

mit grosser Sachkenntnis, weiser Umsicht und Vorsicht bekleidete. Es wird schwer halten, ihn an diesem Posten zu ersetzen, auf dem er mit seltener Hingabe und Treue gestanden hat. Daran wird sich der Lehrerverein auch nach Jahren noch dankbar erinnern, so wie auch die Gemeinnützige Gesellschaft Wipkingen ihren tatkräftigen, vielverdienten Vorsitzenden, Schule und Schüler den tüchtigen, lieben Lehrer nicht vergessen werden.

Fritz Kübler.

Die nachfolgenden trockenen Zahlen, Meilensteine auf EUGEN BOLLETER'S Lebenspfad, die wir Herrn Universitätskassier JULIUS PFISTER, einem Freunde des Verstorbenen verdanken, mögen den obstehenden, von der Redaktion und vom Verfasser bewilligten Abdruck aus der «Schweizerischen Lehrerzeitung» vom 14. Oktober 1922 (Nr. 41) noch etwas vervollständigen. Dr. EUGEN BOLLETER, geb. 13. Mai 1873 in Adliswil (als Sohn des Lehrers EDUARD BOLLETER von Meilen) besuchte 1880—1889 die Primar- und Sekundarschule in Zürich, 1889—1893 das Lehrerseminar in Küsnacht, das er 1893 mit dem Primarlehrerpatent verliess; er amtete 1893/94 als Primarlehrer in Bachs und widmete sich sodann 1894—1896 dem Sekundarlehrerstudium an der Universität Zürich. Im Frühjahr 1896 erwarb sich der Verstorbene das Sekundarlehrerpatent. 1898 wurde E. BOLLETER zum Sekundarlehrer in Zürich IV gewählt und im Herbst promovierte er mit Botanik als Hauptfach an der Philosophischen Fakultät II der Universität Zürich mit Auszeichnung. Am 27. September 1922 haben sich die Augen von Freund BOLLETER für immer geschlossen.

Publikationen von EUGEN BOLLETER.

1905. *Fegatella conica* (L.) Corda. Eine morphologisch-physiologische Monographie. 82 S., 16 Abb. und 2 Tafeln. Diss. Univ. Zürich. Leipzig. S.-A. aus d. Beih. z. bot. Centralbl. XVIII, 1. Abt.
1909. HERMANN WILDPRET. Ein schweizerischer Pionier. «Neue Zürcher Zeitung», 120. Jahrg. Nr. 27 (27. I. 1909) und Nr. 28 (28. I. 1909).
1910. Bilder und Studien von einer Reise nach den Kanarischen Inseln. VIII und 177 S., 18 Textbilder. Verlag von P. Pabst, Leipzig.
1921. Geschichte eines Dorfes (Fisibach, jetzt Bachs, Kanton Zürich). Verlag Beer & Co., Zürich. VI und 232 S., mit einer Kulturenkarte.

Konrad Escher-Schindler (1853—1922, Mitglied der Gesellschaft seit 1915).

Am Sonntag, den 5. November starb nach kurzer Krankheit in seinem 70. Lebensjahre Konrad Escher-Schindler in Zürich.¹⁾ Ein guter, alter Zürcher von vornehmer, edler Gesinnung ist mit ihm dahingegangen. Hier geboren, durchlief er die Schulen seiner Vaterstadt, bildete sich in längeren Aufenthalten in Bergamo, Paris und London zum Kaufmann aus und war bis 1889 im Hause Hans Caspar Escher tätig. Hernach trat er in die kaufmännische Leitung der Maschinenfabrik von Escher Wyss & Co. über. Seit

¹⁾ Mit Erlaubnis von Verfasser und Redaktion, abgedruckt aus Nr. 1453 der «Neuen Zürcher Zeitung» vom 7. November 1922.

1898 widmete er sich den öffentlichen Angelegenheiten und der freiwilligen Liebestätigkeit; so im Grossen Stadtrat, dem Freiwilligen Armenverein, der städtischen Bürgerasyl- und Pfrundhauskommission, der Bezirkskirchepflege, dem Präsidium der Anstalt Regensberg, der städt. Stipendienkommission. Neben dem lag ihm das Gedeihen der Freien Schule, der er als Quästor vorstand, ganz besonders nahe. Das Studium der alten Sprachen und der Geologie der Alpen boten ihm angenehme Abwechslung und Erholung. Bedächtigen Schrittes, war er ein tüchtiger Hochgebirgsgänger. Seit Jahrzehnten gehörte er zum Kreise der Gäste des Hauses Fausta Kapaul in Brigels. Noch während der Kriegszeit leistete er mehrere Jahre als Stabschef des Territorialkommandos in Zürich seinem Vaterland Dienste. — Ein Frühaufsteher, vermochte er seinen vielfachen Beschäftigungen und Arbeiten in ausdauernder Pflicht und mit vollendeter Genauigkeit obzuliegen. — Unterstützt von seiner überaus tüchtigen Frau, die er leider letztes Jahr verlieren musste, führte er ein schönes Familienleben, das sich in einer Schar lieber Enkel erneuerte und verjüngte. — Seine zahlreichen Freunde und Kameraden werden des treuen und aufrechten Mannes, der in verständnisvollem Wohltun nie müde wurde, stets in Achtung und Ehre gedenken.

Dr. Paul Usteri.

Fritz Bützberger (1862—1922, Mitglied der Gesellschaft seit 1911).

Die Kantonsschule Zürich hat einen schweren Verlust erlitten. Am 13. Nov. starb nach längerer Krankheit im 61. Lebensjahre Dr. F. Bützberger, Prof. der Mathematik, ein bekannter vorzüglicher Schulmann und Verfasser mehrerer höchst geschätzter Lehrbücher mit reichem Übungsmaterial. Nach dem Besuch der Schule seines Heimortes Bleienbach, Kanton Bern, der Sekundarschule Langenthal und der anschliessenden Klassen des Gymnasiums Burgdorf trat er 1880 in die Ingenieurabteilung des eidgenössischen Polytechnikums ein und nach einem Jahr in die Abteilung für Fachlehrer der Mathematik und Physik, an der er 1884 das Diplom erwarb. Nach kurzer Vikariatstätigkeit in Solothurn wirkte er an der Sekundarschule Langenthal und seit 1903 am Technikum Burgdorf. Von Langenthal aus besuchte er die Universität Bern und promovierte daselbst 1889. Im Jahre 1896 trat er in den Lehrkörper der Kantonsschule Zürich ein, wo er seit 1899 ausschliesslich an der Industrieabteilung unterrichtete. Es war ihm keine Mühe zu gross, seine Schüler in die verschiedenen Zweige der Mathematik einzuführen und durch viele Übungen für das Hochschulstudium und für den späteren Beruf vorzubereiten. Seine Schüler werden sich zeitlebens mit grossem Danke des wohlwollenden Lehrers erinnern. BÜTZBERGER war stets wissenschaftlich auf der Höhe; er war begeistert für seine Aufgabe als Lehrer und liebte seine Schüler mit väterlichem Ernste. Neben seiner Lehrstätigkeit fand er Zeit zu mehreren schönen mathematischen Publikationen; er entledigte sich der ihm von der Bibliothek der Naturforschenden Gesellschaft Bern übertragenen Aufgabe, hinterlassene Manuskripte des grossen Geometers JAKOB STEINER zu ordnen. Die Geometer erwarten mit Spannung aus diesen und andern hinterlassenen Schriften STEINERS Mitteilungen, die infolge verschiedener

Umstände bis jetzt ausgeblieben sind. Angeregt durch die Beschäftigung mit diesem berühmten Landsmann arbeitete BÜTZBERGER dann noch an einer grossen Biographie STEINERS, die bis zum Abschluss gediehen ist. Es ist zu hoffen, dass diese wertvolle Arbeit zur Ausgabe gelangt. BÜTZBERGER wirkte auch mit grossem Erfolg an der Volkshochschule Zürich und in Ausübung eines Lehrauftrages in darstellender Geometrie für Sekundarlehrmatskandidaten an der Universität. Um den zu früh Verstorbenen trauern Frau und Kinder und mit ihnen Schüler, Kollegen und Freunde. Seinen Kollegen war er dienstbereit; den jüngern half er gerne mit bewährtem Rat. Den Freunden hielt er treue Freundschaft und war denen vom Fach vielfach nützlich durch Mitteilungen aus seinem grossen Leseschatz. Er war ein ausgezeichneter Mensch von tadellosem Charakter und wird allen, die ihn gekannt haben, unvergesslich bleiben. A. Kiefer.

P u b l i k a t i o n s v e r z e i c h n i s .

Ein mit der Theorie algebraischer Flächen zusammenhängender planimetrisches Problem. Dissertation der Universität Bern. Kommissionsverlag von Jent u. Reinert, Bern. 1889.

Über besondere affine Räume. Zeitschrift für Mathematik und Physik. 38 Jahrg. 1893. B. G. Teubner in Leipzig.

JAKOB STEINER bei PESTALOZZI in Yverdon. Schweizerische Pädagogische Zeitschrift, VI. Jahrgang. Zürich, Verlag: Art. Institut Orell Füssli. 1896.

Zum 100. Geburtstage JAKOB STEINERS. Zeitschrift f. math. u. naturw. Unterr. XXVII. Jahrgang. B. G. Teubner in Leipzig. (1896).

Prof. Dr. WILHELM FIEDLER. Zum Rücktritt von seinem Lehramt am eidgenössischen Polytechnikum am 1. Oktober 1907. (Private Ausgabe).

Prof. Dr. GEORG SIDLER. Schweiz. Pädagog. Zeitschrift. 1908. Art. Institut Orell Füssli, Zürich.

Eine zürcherische Schulfrage. Referat in der Versammlung des Schulkapitels Zürich am 15. Dezember 1909. Schweiz. Päd. Zeitschrift 1909.

Über bizentrische Polygone, STEINERSche Kreis- und Kugelreihen und die Erfindung der Inversion. (Kantonsschulprogramm 1913 und 1914). Leipzig und Berlin, B. G. Teubner 1913.

Ein artilleristisches Problem. Schweiz. Bauzeitung, Bd. LXIX 1917.

Eiförmige Drehkörper. Schweiz. Pädag. Zeitschrift 1917. Art. Institut Orell Füssli, Zürich.

Lehrbuch der ebenen Trigonometrie mit vielen Aufgaben und Anwendungen. Sechste Aufl. Zürich 1916. Verlag: Art. Institut Orell Füssli.

Lehrbuch der Stereometrie. Dritte Auflage. Zürich 1916. Verlag: Art. Institut Orell Füssli.

Lehrbuch der Arithmetik und Algebra für Mittelschulen. I. u. II. Teil. Zweite Auflage. Zürich 1920. Druck und Verlag: Art. Institut Orell Füssli.

Ernst Sidler-Huguenin (1869—1922, Mitglied der Gesellschaft seit 1917).

Ernst Sidler-Huguenin, geboren 1869 in Zug, war von 1901 an Privatdozent, von 1903 an leitender Arzt der Augen-Poliklinik, 1915 Titularprofessor und von 1919 an Professor der Augenheilkunde und Direktor der

kantonalen Augenklinik in Zürich. Er starb am 1. Dezember 1922 nach langem Leiden.

Ein grosser Teil seiner Arbeiten, die auch in zahlreichen Dissertationen zum Ausdruck gelangten, bezieht sich auf die Verletzungen des Auges, deren Behandlung und deren Folgen, namentlich in Hinsicht auf die Unfallversicherung. Eine Menge von Unfall-Gutachten ergänzte diese wichtige Betätigung. Auf klinischem Gebiet arbeitete SIDLER ferner in den verschiedensten Richtungen. Glaukom (grüner Star) und seine Behandlung, Kurzsichtigkeit, ganz besonders die Erscheinungen der Erbsyphilis am Auge und die Frage, ob letztere auch noch in der zweiten Generation vorkomme, dann die Gefahr der Granatwurzelnrinde und des Farnkrautextraktes als Bandwurmmittel für das Auge, eine wichtige Darlegung, Tuberkulose des Sehnerven und Tuberkulinbehandlung gaben zu teilweise umfänglichen Veröffentlichungen Veranlassung. Ganz besonders wichtig ist die Abhandlung über Conjunctivitis petrificans, die zum Teil mikroskopischer Natur ist. Weitere mikroskopische Untersuchungen betreffen Gefässveränderungen im Sehnerven, Endothelium des Sehnerven, Verschleppung des Gonococcus im Körper und ins Auge und anderes mehr. Der Tod setzte SIDLERS Forschung ein allzufrühes Ende.

O. H.

Anlässlich der Kremation von Prof. Dr. O. HAAB gesprochener Nachruf:

Hochgeehrte Mittrauernde! Als wir an einem trüben Wintertage des Jahres 1886 FRIEDRICH HORNER, meinen verehrten Lehrer und Vorgänger im Amte zu Grabe geleiteten und ich ihm im Namen der medizinischen Fakultät die Grabrede zu widmen die schmerzliche Aufgabe hatte, da lag mir der Gedanke fern, dass ich dereinst auch von meinem Amtsnachfolger und Schüler am Grabe werde Abschied nehmen und ihm die peinvollen Worte werde widmen müssen, die ich hier an Sie zu richten die traurige Freundesspflicht habe.

Schwer aber fällt es mir, hochgeehrte Anwesende, hier an dieser Stelle die letzten Abschiedsworte zu sprechen. Stand mir doch der verehrte Verstorbene nicht nur als Verwandter und Freund nahe, sondern auch als Mann, der mehr als zwanzig Jahre lang in wissenschaftlicher und ärztlicher Betätigung mein treuer Gefährte und Helfer gewesen ist, dessen ich dankbar zu gedenken habe. Und zu tief ergreift auch mich der allzufrühe Tod unseres teuren Dahingeschiedenen, der mitten aus traurem Familienkreise, mitten aus emsigem Schaffen, mitten aus Lehrtätigkeit, aus wissenschaftlicher Arbeit und werktätiger ärztlicher Hilfe durch ein langes, grausames Krankenmartyrium hinweggerafft wurde, viel zu früh, viel zu früh!

Einen kurzen Rückblick möchte ich aber werfen auf seine Lehrtätigkeit, seine wissenschaftliche Arbeit und sein ärztliches Wirken.

Mein verehrter Lehrer HORNER sagte gelegentlich in seiner treffenden Art: «Viele dozieren gern, aber sie lernen es nie». ERNST SIDLER hat es gelernt, das Dozieren, in langer gewissenhafter Betätigung in der Augenklinik und als Privatdozent. Nicht so leicht vielleicht wie einem anderen seiner Familie, dem Landammann SIDLER, floss ihm das Wort von der Lippe, nicht in dem Maße wie jener verfügte er über grosses pathetisches Reden, wie es der hervorragende Staatsmann brauchte, der sogar einem

Bonaparte unangenehme Wahrheiten zu sagen wagte. Aber ERNST SIDLER eignete sich im vollen Maße das sachliche, überzeugende Wort an, das dem akademischen Lehrer zur Verfügung stehen muss, der seinen Schülern die oft schwierigen Fragen der Wissenschaft klarzulegen hat.

Er war daher ein trefflicher, beliebter Lehrer und die Studierenden fühlten bald, wie sehr ihm sein Lehramt am Herzen lag, wie sehr er danach trachtete, tüchtige Ärzte erziehen zu helfen und ihnen die dem Arzte so nötigen Kenntnisse in der Augenheilkunde zu verschaffen.

Auch die Kollegen, denen er in ärztlichen Fortbildungskursen und in den ärztlichen Gesellschaften Vortrag hielt, schätzten seine belehrenden Mitteilungen sehr.

Dann die wissenschaftliche Arbeit, die war seine Freude! Wissenschaftliches Werk zog ihn an, wie eine andere seiner Familie, Frau Prof. SCHWEIZER-SIDLER, welche die erste Hörerin an unserer Hochschule war, lange bevor an dieser weibliche Studierende immatrikuliert wurden. Die wissenschaftlichen Arbeiten von ERNST SIDLER sind von bleibendem Wert. Keine ist unbedeutend. Sie erstreckten sich mit grösstem Erfolg auf die verschiedensten Gebiete unserer Wissenschaft. Seine mit dem Mikroskop errungenen Beobachtungen sind von gleicher bleibender Gültigkeit, wie seine klinischen wissenschaftlichen Arbeiten, von denen namentlich die über Conjunctivitis petrificans von hervorragender Bedeutung ist. In Unfallsachen wurde er eine im ganzen Schweizerland anerkannte Autorität. Er wird immer zu denen gehören, welche unsere Wissenschaft durch ernste Forschung gefördert und bereichert haben.

Und als Arzt war unser teurer Verstorbener gleich vorzüglich und gleich beliebt wie sein Vater selig, der gewissenhaft bei Tag und bei Nacht auf dem Posten stand und seinem Krankendienst seine Gesundheit opferte. An seinem Schwiegervater aber, unserem verehrten Kollegen HUGUENIN selig hatte er ein grosses Vorbild dafür, wie der Arzt hohen wissenschaftlichen Anforderungen wie auch gleichzeitig den Anforderungen der Krankenbehandlung gerecht werden und seinen Patienten ein treuer und trefflicher Helfer in der Not der Krankheit sein kann und sein soll.

So erreichte unser teurer Verstorbener nach umfassenden Studien in Zürich und im Auslande und nach langer verständnisvoller weiterer Arbeit das von ihm ins Auge gefasste und gewollte Ziel, ein tüchtiger Arzt und ein ebenso tüchtiger Hochschullehrer zu werden. Schon sah er um sich die Früchte seiner emsigen Arbeit reifen, schon konnte er sich alles dessen freuen, was er gesät und geplant hatte, — da traf ihn mitten im Glück wie ein verheerendes Gewitter die Krankheit, die er sofort selbst erkannte und die von den Fachkollegen rasch und energisch in Behandlung genommen wurde. Die Krankheit liess sich aber leider trotz aller ärztlichen Umsicht und trotz sorgsamster, liebevollster Pflege nicht besiegen. Er starb, nicht wie es oft so falsch heisst, an den Folgen der vorgenommenen Operation, sondern trotz der vorgenommenen Operationen. Er starb an einer jener heimtückischen Krankheiten, die leider manchmal der ärztlichen Kunst trotzen und oft auch jene anpacken, die, wie unser Verstorbener, bis dahin sich der besten Gesundheit erfreut hatten.

Er starb und seine Familie, seine Freunde, die Hochschule und ihre medizinische Fakultät, die Studierenden, die Augenklinik und alle die

vielen Kranken, welche sich um ihn geschart hatten, haben durch seinen Tod einen Verlust erlitten, der sich nicht in Worte fassen lässt.

Aber dem viel zu früh uns Entrissenen ein treues Gedenken zu bewahren ist unsere Pflicht. Wir werden für dieses Gedenken stetsfort belohnt werden durch das schöne Erinnerungsbild eines aufrechten, tatkräftigen Mannes und tüchtigen Hochschullehrers, der für das Wohl aller, denen er helfen konnte, arbeitete, eines Mannes, der an sich und sein Wohlergehen zuletzt erst dachte und in treuer Pflichterfüllung wie sein seliger Vater als Mensch und Arzt gewirkt und seines Amtes gewaltet hat. Er ruhe im Frieden!

Gabriel Narutowicz (1865—1922, Mitglied der Gesellschaft seit 1912).

Ermordung des polnischen Staatspräsidenten

Warschau, 16. Dezember. Der vor acht Tagen zum Präsidenten der Republik Polen gewählte Professor Narutowicz ist am Samstagmittag während der Eröffnungsfeierlichkeiten einer Kunstausstellung ermordet worden. Der Täter gab nacheinander drei Revolverschüsse gegen den Rücken des Präsidenten ab. NARUTOWICZ verschied einige Minuten später.

(«Neue Zürcher Zeitung» Nr. 1626 vom 18. Dezember 1922.)

Sonntag den 10. Dezember, nachmittags, teilte mir die Schweiz. Depeschagentur mit, dass mein ehemaliger Kollege und Freund G. Narutowicz¹⁾ zur höchsten Würde des Staates Polen auserkoren worden ist. Sechs Tage später berichtet mir die «Neue Zürcher Zeitung», dass eine lakonische Mitteilung über die Ermordung des neuen Staatsoberhauptes vorliege! Soll ich gleich zur Feder greifen, um meinen Gefühlen Ausdruck zu geben, oder noch dem offenbleibenden Hoffnungsschimmer, dass es sich nur um eine schwere Verwundung handle, hinleben?

NARUTOWICZ stand uns Schweizern sehr nahe, in mancher Beziehung näher als der neuen Republik Polen. Als Kollege der Eidg. Techn. Hochschule, als grosszügiger Ingenieur, als Freund mit stets wohlwollenden Absichten bleibt er uns unvergesslich. Der Leser wird es verstehen, wenn ich bei diesem Nachruf, den ich im ehemaligen Arbeitszimmer NARUTOWICZ' schreibe, im Hause, das er sich 1914 auf waldiger Höhe des Zürichberges erstellt hatte, das Herz mitreden lasse.

NARUTOWICZ hat seine Ingenieurstudien an der Eidg. Technischen Hochschule in Zürich absolviert und seine ganze technische Laufbahn in unserem Lande, dessen Bürger er längst geworden war, abgelegt. Zuerst in St. Gallen mit Ingenieur KÜRSTEINER an zahlreichen Unternehmungen auf dem Gebiete des Wasserbaues tätig, wurde er 1908 an die Eidg. Techn. Hochschule in Zürich als Ordinarius für Grundbau und Wasserkraftanlagen berufen, deren Abteilung für Ingenieurwesen er von 1913 bis 1919 vorstand. Zugleich war er im In- und Ausland ein massgebender Ratgeber; in zahlreichen Fragen des Wasserbaues wurde er vom Bund, von den Kantonen, von Verwaltungen und Unternehmungen konsultiert. Er war

¹⁾ Mit Erlaubnis von Verfasser und Redaktion abgedruckt aus Nr. 1627 der «Neuen Zürcher Zeitung» vom 18. Dezember 1922.

Mitglied des Baukollegiums der Stadt Zürich und der österreichisch-schweizerischen Rheinregulierungskommission. 1920 noch beteiligte er sich an den Arbeiten des Preisgerichtes für den internationalen Wettbewerb für die Schiffbarmachung des Rheines von Basel bis in den Bodensee. Diese private Tätigkeit nahm ihn, nachdem die Bernischen Kraftwerke ihn mit der Projektierung des Mühleberg- und der Oberhasliwerke betraut hatten, so sehr in Anspruch, dass er 1919 sein Amt an der Hochschule niederlegen musste. Damals dachte er noch in keiner Weise an eine politische Betätigung in Polen, wenn auch die neue Republik bald nach ihrem Entstehen seine technischen Kenntnisse zu Rate gezogen hatte.

NARUTOWICZ wurde im nördlichen Russisch-Polen geboren; der Drang nach einer freien Geistesentwicklung hatte ihn in jungen Jahren zu uns geführt. Selbstverständlich verfolgte er mit ganzer Seele, er, der die Vorteile unserer freien Demokratie hatte schätzen und lieben lernen, die verschiedenen Phasen der politischen Lage Polens während des Weltkrieges. Seine verloren gegebenen Jugendträume bezüglich der Wiedergeburt Polens tauchten wieder auf und gewannen an Wahrscheinlichkeit der Realisierung. So folgte er im Jahre 1920 dem Rufe einiger Freunde und übernahm die Leitung des Ministeriums der öffentlichen Arbeiten. Er verliess hierfür — wie er glaubte nur vorübergehend — eine angesehene Ingenieurtätigkeit in der Schweiz, um, wie er sich gern ausdrückte, in Polen noch in späteren Jahren den «Militärdienst», den zu leisten ihm in seiner Jugend nicht vergönnt gewesen war, nachzuholen. Er hatte hierbei lediglich die Absicht, bei der Konstitution des neuen Polens mitzuhelfen, um hierauf bald wieder zu uns zurückzukehren; in dieser Absicht behielt er sein Ingenieurbureau und sein Heim in Zürich bis zum letzten Frühling. Bei seiner Rückkehr von der Genueserkonferenz, nachdem er erkannt hatte, dass er nunmehr durch die politische Verzahnung gefesselt sei, löste er seine Bande zu uns — nicht ohne Wehmut, nicht voller Hoffnung, sondern bewusst, dass schwere Arbeit seine ganzen Kräfte in Anspruch nehmen würde, und dass die erste Generation der leitenden Männer des neuen Polen wenig Anerkennung und Befriedigung ernten würde.

Ich sah ihn seither nochmals im vergangenen September in Warschau, nachdem er unerwartet und gegen seinen Willen das Bautenministerium mit dem Portefeuille des *Äussern* getauscht hatte; dies jedoch im Bewusstsein, dass er zurzeit bessere Dienste in dieser exponierten Stellung als in seinem früheren Posten leisten könne. Seine klare und grundehrliche Auffassung aller Dinge, seine Arbeitskraft und seine konziliante, stets wohlwollende Gesinnung, die auch seine Schweizer Bekannten und Freunde so hoch geschätzt haben, prädestinierten ihn zur erspriesslichen Mitarbeit und zur Stabilisierung der Politik Polens während der Stürme des Aufbaus des neuen Staates. Es war das beste Werk und ehrt diesen Staat, Auslandspolen vom Schlage NARUTOWICZ', die sich im Westen Europas in voller Geistesfreiheit, in ungetrübter, sehnsuchtsvoller Erwartung der erhofften Wiedergeburt des Vaterlandes, entwickelt hatten, zu sich zu berufen. Seit 1920 wurden seine Dienste bei den vier oder fünf Neubildungen der Regierung fortlaufend in Anspruch genommen; seine unermüdliche Arbeitskraft schien volle Anerkennung gefunden zu haben. Innerhalb zweier Jahre erklimm er, der früher unbekannte Auslandspole, die höchste

Stufe der Staatswürden. NARUTOWICZ, der erfahrene Ingenieur, der stets im Kampfe mit den Naturkräften gestanden hat, war in der Tat der Mann, der auf dem Boden gesunder Realitäten und in voller Kenntnis der technischen und wirtschaftlichen Grundlagen der Entwicklung Polens den neuen Staat leiten konnte.

Dennoch blieb NARUTOWICZ seiner zweiten, der frei erwählten Heimat tief dankbar für das, was sie ihm gegeben hatte; den letzten 1. August feierte er mit der Schweizer Kolonie in Warschau. Neben vielen anderen Bindegliedern zwischen Polen und der Schweiz, die auf den Aufenthalt KOSZIUSKOS, der Dichter MICKIEWICZ und SIENKIEWICZ, PADEREWSKYS und anderer, ferner auf die Rapperswiler Erinnerungen und die Tätigkeit von Schweizern bei der Regelung des Grenzstreites um den See Meeresauge und ganz in neuer Zeit der Grenzen in Oberschlesien zurückzuführen sind, bildete NARUTOWICZ den zuverlässigen, vertrauenswürdigen Pol unserer zukünftigen wirtschaftlichen Beziehungen.

Ich hatte im September Gelegenheit, vielenorts in Polen die arbeitsfreudigen Bestrebungen aller Volksschichten zur Konsolidierung der Wirtschaftsverhältnisse des Landes festzustellen, zugleich aber auch die Folgen der lang andauernden Unterjochung der neuen Staatsgebiete, zumal unter drei verschiedenen Herrschern. Überall schon warfen die für November und Dezember bevorstehenden Wahlen ihre unheilvollen Schatten voraus. Die gleiche Stärke und die Schärfe der gegenseitigen Bekämpfung der zwei polnischen Hauptparteien, der Linken, der NARUTOWICZ nahestand, und der Rechten, wovon jede über zwei Fünftel der Bürger verfügt, während der Block der nationalen Minderheiten, einschliesslich der Juden, den letzten Fünftel der Wähler auf sich vereinigt, scheint jede politische Gesamtktion der polnischen Gruppen zu lähmen. Leider zu spät für die Erhaltung des trefflichen Mannes, der als *Staatsoberhaupt* aus dem Kampfe hervorging, werden diese Gruppen erkennen, welcher Weg einzuschlagen ist, um den Bestand Polens zu sichern. Auch wenn nach den neuesten Meldungen die Mordtat durch einen geistig minderwertigen Menschen ausgeführt wurde, so bietet doch gerade für solche Leute und ihre Umgebung die Atmosphäre harter politischer Gegensätze besondere Gefahren. Es fällt schwer, heute ohne Groll an diese fruchtlosen inneren Kämpfe zu denken, nachdem noch vor kaum zwei Jahren die Sovietsoldaten vor den Toren Warschaus standen und es nur der Zähigkeit eines PILSUDSKIS, eines der besten Freunde NARUTOWICZ' gelang, Sowietrussland mit einem noch nicht organisierten Volksheere zu besiegen.

Wenn ich indessen an die leuchtende Gesinnung des Patrioten NARUTOWICZ denke, so muss ich annehmen, dass er mit Freuden sein Leben seinem Vaterland geopfert hätte, wenn er damit die Hoffnung hätte verbinden können, dass dieser Tod zur Einigung, zur besseren Einsicht seiner Mitbürger beizutragen vermöge.

Wir danken NARUTOWICZ für die Dienste, die er der Schweiz auf technischem Gebiete geleistet hat. Er zog von uns als schlichter Bürger, der Mobilmachung geistiger Kräfte, deren Polen bedurfte, Folge leistend und fand den Tod in treuer Erfüllung seines Pflichtbewusstseins. Der Aufenthalt im friedlichen Schloss Belvédère, über dem wunderbaren Park der

Lazienki, war ihm nicht vergönnt. Möge Polen sein Andenken schützen und ehren, gleich demjenigen der Helden früherer Zeiten und sich im Geiste der Liebe und des Friedens, der NARUTOWICZ eigen war, weiter entwickeln; das ist das Denkmal, das er sich gewünscht hätte.

A. R o h n (Zürich).

Zweiter Teil

Sitzungsberichte

Sitzungsberichte von 1922.

Protokoll der Sitzung vom 16. Januar 1922

abends 8 Uhr, auf der Schmidstube, Marktgasse 20.

Vorsitzender: Prof. Dr. W. Frei.

Anwesend: 130 Personen.

Traktanden:

1. Das Protokoll der Sitzung vom 5. Dezember 1921 wird unter Verdankung an Autoreferent und Sekretär genehmigt.
2. Als neues Mitglied wird aufgenommen:
Herr Dr. med. Siegbert Hallheimer, Assistent am Anatom. Institut der Universität, Tödistr. 51, Zürich 2, eingeführt durch Herrn Prof. Dr. Schlaginhausen.
3. Der Präsident gibt Kenntnis von einer Einladung der Chemischen Gesellschaft an die Mitglieder der Naturforschenden Gesellschaft zum Besuch der Sitzung vom 17. Januar, an der Herr Prof. Dr. Karrer einen Vortrag halten wird über „Neuere Anschauungen auf dem Gebiete der Kohlenhydrate“.
4. Vortrag des Herrn Prof. Dr. W. Silberschmidt:

Vererbung und Krankheit.

Die Vererbungsforschung stützt sich auf experimentelle Tatsachen und auf Beobachtungen. Währenddem das Experiment an Tieren und Pflanzen feste Grundlagen geboten hat, sind die am Menschen gesammelten Erfahrungen und Beobachtungen schwieriger zu verwerten.

Die Vererbung körperlicher und geistiger Eigenschaften von den Eltern auf die Kinder lässt sich täglich nachweisen. Die Ähnlichkeit im Körperbau, im Gesichtsausdruck, in den geistigen Fähigkeiten ist zur Genüge bekannt. Für die Beurteilung der Zukunft unserer Rasse ist es wünschenswert, dass neben den günstigen auch die ungünstigen Vererbungsmöglichkeiten eingehend berücksichtigt werden. Eine ganze Anzahl von vererbten Krankheiten und Störungen sind bekannt und z. T. auch durch viele Generationen hindurch verfolgt worden; so z. B. die Missbildungen, Konstitutionsanomalien (Bluterkrankheit), Stoffwechselkrankheiten, nervöse und Geisteskrankheiten etc.

Von den Anomalien der Sinnesorgane wird die Rotgrün-Blindheit und die Kurzsichtigkeit besprochen. Durch die klassische, grundlegende Arbeit von Adolf Steiger wissen wir jetzt, dass eine Schul-Myopie, die 50 Jahre lang ziemlich allgemein angenommen wurde, nicht besteht, dass die Kurzsichtigkeit vielmehr ein vererbter Fehler ist. Häufig wird vererbt und angeboren verwechselt und übersehen, dass eine Anzahl von vererbten Störungen nicht bei der Geburt, sondern erst im spätern Alter sich entwickeln. Auch eine andere sogen. Schulkrankheit, die Skoliose, beruht hauptsächlich auf Vererbung.

In den letzten Jahren wurde besonders die Frage der Vererbung erworbener Eigenschaften auch beim Menschen erforscht, so vor allem die Rolle der Infektionskrankheiten. Eine Übertragung verschiedener ansteckender Erkrankungen von der Mutter auf das Kind ist wiederholt beobachtet worden. Wir können aber hier nicht von einer Vererbung sprechen, welche das Keimplasma trifft, es handelt sich vielmehr in der Regel um eine placentare Übertragung. Die wichtigste chronische Infektionskrankheit, die Tuberkulose, wird heute noch von vielen Forschern als vererbbar betrachtet. Nach den vorliegenden zahlreichen Versuchen und Beobachtungen lässt sich aber eine Beeinflussung des Keimplasmas, d. h. eine direkte Vererbung im engeren Sinne bei der Tuberkulose nicht nachweisen. Die Nachkommen von tuberkulösen Eltern zeichnen sich nicht selten durch einen schwächlichen Körperbau, durch die sog. asthenische Konstitution aus. Von mancher Seite wird nicht mehr eine Vererbung der Erkrankung, sondern eine Vererbung der Anlage angenommen.

Bei der zweiten wichtigen Volkskrankheit, bei der Syphilis, ist bekannt, dass die Infektion nicht nur von der Mutter, sondern auch vom erkrankten Vater auf das Kind übertragen werden kann. Eine Schädigung des Keimplasmas lässt sich auch hier nicht nachweisen, wenn auch bei den Nachkommen syphilitischer Eltern die verschiedenartigsten Entartungssymptome vorkommen.

Ein Keimgift, das imstande ist, die Keimanlagen zu beeinflussen, ist der Alkohol; wahrscheinlich auch einige andere (gewerbliche) Gifte, die Röntgenstrahlen etc.

Aus den angeführten Beispielen ist ersichtlich, wie unrichtig es oft ist, von der Vererbung der Krankheiten zu sprechen und wie vorsichtig der Forscher hier vorgehen muss. Dies wird noch am Beispiel des Kropfes und des Krebses erläutert. Bei der Vererbung von Krankheiten ist neben der Schädigung der Erbmasse die Bedeutung der Umwelt beim Menschen zu berücksichtigen. Der Umgebung ist eine Zeit lang eine zu grosse Bedeutung zugeschrieben worden; ihre Rolle kann aber nicht ignoriert werden. Über die Zukunft unserer Rasse ein Urteil abzugeben wäre verfrüht. Wir müssen durch Zusammenarbeit der verschiedensten Forschungsgebiete, durch Versuche und durch Beobachtungen, wissenschaftlich geeignetes Material sammeln. Grund zu einer pessimistischen Auffassung liegt nicht vor, wenn völlig ungeeignete Elemente (Geisteskranke) von der Fortpflanzung ausgeschaltet und wenn die äusseren Schädigungen durch hygienische Massnahmen eingedämmt werden. (Autoreferat.)

In der Diskussion knüpft Herr Prof. Dr. W. R. Hess an Steigers Untersuchungen über die Myopie an und weist auf die Vorteile der zahlenmässigen Fassbarkeit eines Merkmals hin. Herr Prof. Dr. de Quervain berichtet über den ersten Verlauf einer durch Europäer übertragenen Influenzaepidemie an Grönländern. Vom allgemein biologischen Standpunkt aus beleuchtet Herr Prof. Dr. A. Ernst die vom Vortragenden berührten Fragen und lenkt die Aufmerksamkeit auf die Probleme der Neuentstehung bekannter Krankheiten und der Entstehung neuer Krankheiten. Herr Prof. Dr. Schlaginhaufen hegt den Wunsch, es möchten die Forschungen über die Vererbung von Krankheiten auch von anthropologischen Untersuchungen begleitet sein, um die Beziehungen zwischen Rasse und Konstitution klarlegen zu helfen. Herr Prof. Dr. Oswald vertritt die Ansicht, dass die Lösung der Ver-

erbungsfragen von der Kenntnis des Zellechemismus abhängig sei. Er kommt hierauf auf die Beeinflussung der Tätigkeit der endokrinen Drüsen durch äussere Faktoren zu sprechen und äussert die Auffassung, dass die in den letzten Jahrzehnten beobachtete Zunahme der Körpergrösse vielleicht in der durch das moderne Leben hervorgerufenen nervösen Einwirkung auf die innersekretorischen Organe ihre Erklärung finde. Herr Dr. Hanhart macht interessante Mitteilungen über die Vererbungsforschungen, die Rüdlin über Dementia praecox angestellt und der Diskussionsredner selbst über die Friedreichsche Krankheit noch im Gang hat. Er tritt für die Verbindung solcher Untersuchungen mit der Registrierung von Konstitutionsmerkmalen ein. Nach dem Schlusswort des Vortragenden dankt der Präsident Herrn Prof. Dr. Silberschmidt für seine anregenden und von den Zuhörern mit viel Beifall aufgenommenen Ausführungen herzlich.

Schluss der Sitzung 10 Uhr 20.

Der Sekretär: Prof. Dr. Schlaginhaufen.

Protokoll der Sitzung vom 30. Januar 1922

abends 8 Uhr, im Hörsaal des Instituts für allgemeine Botanik,
Universitätsgebäude, 1. Stock.

Vorsitzender: Prof. Dr. W. Frei.

Anwesend 120 Personen.

Traktanden:

1. Das Protokoll der Sitzung vom 16. Januar 1922 wird unter Verdankung an Autoreferent und Sekretär genehmigt.
2. Als neues Mitglied wird aufgenommen:
Herr Dr. med. Wilhelm Löffler, Professor an der Universität und Direktor der medicin. Poliklinik, Glärnischstr. 23, Zürich 2, eingeführt durch Herrn Prof. Dr. Schlaginhaufen.

3. Vortrag des Herrn Prof. Dr. Alfred Ernst:

Chromosomenzahl und Rassenbildung.

Im Mittelpunkt der experimentell genetischen Forschung stehen die beiden Probleme der Vererbung und der Entstehung neuer Lebensformen der Rassen- und Artbildung. Vererbung bedeutet das Zustandekommen weitgehender Übereinstimmung zwischen Eltern und Kindern, Formen-Neubildung hat die Möglichkeit der Entstehung von Unterschieden zwischen Eltern und Kindern zur Voraussetzung. Die beiden Probleme stehen also hinsichtlich der Fragestellung in einem gewissen Gegensatze, sind aber durch Forschungsobjekt und Forschungsmethoden aufs engste miteinander verknüpft.

Der unübersehbare Formenreichtum von Pflanzen- und Tierwelt ist das Resultat eines Entwicklungsganges. Die Ansichten über die in der Vergangenheit wirksam gewesenen Faktoren der Entwicklung gehen weit auseinander. Ihre nachträgliche Feststellung ist ausgeschlossen, dagegen eine gewisse Klärung vom Studium der Faktoren und Bedingungen der Formen-Neubildung in der Gegenwart zu erwarten. Spontane Neubildung von Formen in der Natur und die Möglichkeit ihrer experimentellen Erzeugung sind einwandfrei nachgewiesen.

Bei dem grossen Einfluss, den die Einwirkungen der Umwelt auf die Erscheinungsform (Phänotypus) der Organismen haben, war es naheliegend, Abänderungen der Erbanlagen (Genotypus) ebenfalls durch äussere Einwirkungen (Temperatur, Licht-, Röntgen-, Radiumstrahlen, Änderungen der Ernährungs-

verhältnisse, Einwirkung von Narcotica, Giften, Verwundung etc.) zu versuchen. Damit erbliche Abänderungen zustande kommen, muss sich der Einfluss eines Aussenreizes auf das innerste Wesen der lebenden Substanz, auf das Keim-plasma (Idioplasm) geltend machen. Kern- und Plasmaforschung haben indirekt zur Feststellung geführt, dass das Idioplasm im wesentlichen seinen Sitz im Kern hat. Verschiedene Resultate der experimentellen Vererbungs-forschung sprechen aber dafür, dass dies nicht ausschliesslich der Fall sein kann, dass bestimmte Merkmale auf übertragbaren Verschiedenheiten anderer Plasmateile beruhen. Von den Organisationsmerkmalen müssen wir annehmen, dass sie nur auf der Grundlage des Zusammenwirkens aller Plasmateile oder des im Gesamtplasma verteilten Idioplasmas zustande kommen können. Für die Vererbung des Geschlechts und die bei Kreuzung von Rassen und Varietäten den Mendelschen Gesetzen folgenden Merkmale und Unterschiede liefert dagegen der Kern in seinem Chromatin und den im Teilungsprozess auftretenden Chromosomen die idioplasmatische Grundlage.

Spontane oder experimentelle Veränderung des Chromatin- und Chromosomenbestandes der Kerne und besonders der Gametenkerne eines Organismus wird also auch eine Veränderung seines Genotypus zur Folge haben. Ein gangbarer Weg zur Erzeugung neuer Formen steht damit offen, von dem besonders deswegen aufschlussreiche Ergebnisse zu erwarten sind, weil der natürliche Formenreichtum innerhalb sehr vieler Verwandtschaftskreise ebenfalls mit Änderungen des Chromatinbestandes, Änderungen der Chromosomen nach Grösse, Form und Zahl verbunden ist.

Verminderung der Chromosomenzahl durch Elimination einzelner Chromosomen und ebenso die Herabsetzung der Chromosomenzahl auf die Hälfte der Normalzahl (künstliche Entwicklungserregung unbefruchteter, haploidkerniger Eizellen von Pflanzen und Tieren) hat bis jetzt noch nicht zur Entstehung fortpflanzungsfähiger neuer Formen geführt. Dagegen gelingt es, solche mit vermehrter Chromosomenzahl zu erhalten und durch Generationen zu züchten.

Am leichtesten fällt die Erzeugung von Zellen, ganzen Individuen und von solchen ausgehend von Rassen mit einem Mehrfachen des einfachen (haploiden) oder des doppelten (diploiden) Chromosomensatzes: Versuche von Gerassimow (1904) u. a. Entstehung zweikerniger Zellen, von Kernen mit doppelter und vierfacher Kernmasse und Chromosomenzahl durch ein- oder mehrmalige Beeinflussung von Zellen im Teilungszustande durch Abkühlung. Erzeugung polyploider Zellen und Zellkomplexe in Vegetationspunkten höherer Pflanzen, von heteroploidkernigem Pollen durch Narkose und Bestrahlung (Nemec 1910 und Sakamura 1916), von bi- und tetraivalenten Rassen von Laubmoosen durch Regeneration diploid- resp. tetraploidkerniger Sporophyten (Él. u. Ém. Marchall 1905–1912) und der tetraploiden Gigas-Formen von *Solanum lycopersicum* und *S. nigrum* durch H. Winkler 1916.

Während nach den bis 1916 erschienenen Mitteilungen sich die experimentell erzeugten polyploiden Rassen von den Stammformen in der Hauptsache durch quantitative und nur wenige qualitativ abgeänderte Merkmale unterscheiden und konstant bleiben sollen, haben neueste Untersuchungen in verschiedenen Formenkreisen zur Feststellung geführt, dass die polyploiden Rassen, ganz unabhängig vom Mechanismus ihrer Entstehung, nach verschiedener Richtung zum Ausgangspunkt für weitere Vorgänge der Formen-Neubildung werden können:

1. Formen-Neubildung durch direkte Abspaltung auf vegetativem oder

reproduktiv-sexuellem Wege. Entstehung der „monströs-diploiden“ Formen von *Splachnum sphaericum bivalens* (J. Schweizer, Diss. Zürich 1921), Rückschläge zur Stammform und Entstehung abweichender Sprosse an den Gigaspflanzen von *Solanum* (H. Winkler 1921). Die abweichenden Formen weisen sehr wahrscheinlich auch abgeänderte Chromosomenzahlen auf.

2. Entstehung von Triploidformen durch Kreuzung polyploider Rassen und deren Aufspaltung in der F_2 -Generation. Versuche von Schweizer, Winkler 1921. Formen-Neubildung bei Selbstbestäubung und namentlich bei Kreuzung von *Oenothera Lamarckiana semigigas* mit *O. Lam. typus* und *O. Lam. gigas* (van Overeem, Diss. Zürich 1920), Neubildungen in der Nachkommenschaft triploider Weizen-Bastarde (Kihara 1921) und Feststellung von Heteroploidie innerhalb der holländischen Sorten von *Hyacinthus orientalis* (de Mol. Diss. Zürich 1921).

Von ganz besonderer Bedeutung für die Neubildung von Formen sind, so weit sich bis jetzt übersehen lässt, die Triploidformen. Hinsichtlich ihrer Fortpflanzung verhalten sie sich verschieden. Viele natürliche Triploidformen zeigen geschwächte Sexualität oder sind steril, können sich aber durch Apogamie oder rein vegetativ vermehren und bleiben dabei konstant. Die Nachkommenschaft fertiler Triploidformen ist vielgestaltig. Sie setzt sich aus Individuen zusammen, die infolge ungleicher Verteilung eines unpaarigen Chromosomensatzes Chromosomenzahlen zwischen Diploid- und Tetraploidzahl aufweisen. Die Aufspaltung von Triploidformen ist ein von der Mendelspaltung gänzlich verschiedener Prozess und die in ihrem Verlauf entstehenden neuen Formen sind auch nicht ausschliesslich Neukombinationen mendelnder Merkmale. Sie weisen auch neue Merkmale auf, sind vielfach zunächst nicht völlig konstant und können unter Ausmerzungen unpaariger Chromosomen in andere konstante heteroploide Formen, in die Elternform oder in mit dieser wenigstens in der Chromosomenzahl übereinstimmende Formen abändern. (Autoreferat.)

In der Diskussion weist Herr Prof. Dr. K. Hescheler auf den Stand der entsprechenden Forschungen in der Zoologie und ferner auf die Notwendigkeit hin, neben der Vererbung auch die äusseren Faktoren zu berücksichtigen. Herr Prof. Dr. H. Schellenberg erblickt in den Ausführungen des Vortragenden eine Rechtfertigung der Ansichten von H. de Vries über die Mutationen von *Oenothera Lamarckiana* und betont, dass experimentelle Forschung und mikroskopische Untersuchung sich zu gemeinsamer Arbeit vereinen müssen.

Nach einem Schlusswort des Vortragenden spricht der Präsident Herr Prof. Ernst für den interessanten, von einer schönen mikroskopischen Demonstration begleiteten Vortrag und für die Überlassung des Hörsaals den verbindlichsten Dank der Gesellschaft aus.

Schluss der Sitzung um 10 Uhr 10.

Der Sekretär: Prof. Dr. Schlaginhaufen.

Protokoll der Sitzung vom 13. Februar 1922

abends 8 Uhr, im Hörsaal des Physiologischen Instituts der Universität.

Rämistrasse 69, I. Stock.

Vorsitzender: Prof. Dr. W. Frei.

Anwesend 112 Personen

Traktanden:

1. Das Protokoll der Sitzung vom 30. Januar 1922 wird unter Verdankung an Autoreferent und Sekretär genehmigt.

2. Als neues Mitglied wird aufgenommen:

Herr Dr. med. Walther v. Wyss-Ehinger, Wilfriedstrasse 12, Zürich 7, eingeführt durch Herrn Dr. med. C. Schindler.

3. Die Gesellschaft hat durch den Tod verloren Herrn Prof. Dr. Otto Busse, Mitglied seit 1911. Die Anwesenden erheben sich zu Ehren des Verstorbenen.

4. Vortrag des Herrn Privatdozent Dr. med. E. Rothlin:

Die Kolloide und ihre Bedeutung für die Biologie.

(Mit Demonstrationen.)

Die Grundlagen der biologischen Forschung basieren neben der morphologischen Betrachtungsweise vor allem auf der Anwendung der exakten Naturwissenschaften der Physik und der Chemie. Die neue physikal-chemische Richtung zeigt sich in ihrer Entwicklung zwar als besonderer Zweig der Naturforschung, ist aber nicht die Schaffung einer neuen Wissenschaft, sondern die Verknüpfung, das Bindeglied zwischen Physik und Chemie. Ihr Untersuchungsgegenstand sind die Beziehungen der Stoffe in ihrem Lösungsmittel, die Abhängigkeit ihres Zustandes und Reaktionsweise vom Lösungszustande. Ein Zweig der physikalischen Chemie ist die Kolloidchemie. Von Graham begründet, wird die von ihm vertretene Abgrenzung der Materie in zwei Welten: Kristalloide und Kolloide (Stoffe) durch die neuere Forschung unhaltbar. Denn prinzipiell kann jeder Körper in den sog. kolloiden Zustand übergeführt werden. Der kolloide Zustand ist an den Verteilungsgrad (Dispersitätsgrad) des Stoffes gebunden. Zwischen den echten und kolloiden Lösungen, sowie letztern und gröbern Emulsionen besteht ein kontinuierlicher Übergang. Die Abgrenzung der kolloiden Teilchen durch das Ultramikroskop ist daher willkürlich. Teilchengrösse der Kolloide beträgt $0,1 \mu - 1 \mu \mu$. Sie zeigen gegenüber den echten Lösungen geringes Diffusionsvermögen. Besonders biologisch wichtige kolloide Lösungen verursachen Herabsetzung der Oberflächenspannung und konzentrieren sich nach Gibbs und Thomson an den Oberflächen der Lösung. Eigenschaften, welche an die Oberfläche von festen Körpern geknüpft sind und mit Vergrösserung der Oberfläche proportional zunehmen, erfahren bei dem hohen Verteilungsgrad zum Kolloid enorme Verstärkung. So ist das grosse Adsorptionsvermögen der kolloiden Lösungen für andere Stoffe (auch Kolloide) ein ausgezeichnetes allgemeines Merkmal. Die Adsorption ist aber z. T. spezifisch, so z. B. gegenüber Edelmetallen. Die kolloiden Lösungen sind nicht stabile, sondern labile Systeme, je nach den lockern oder festern Beziehungen zum Lösungsmittel. Die stabilern Emulsoide haben auf die labilen Suspensoide eine sog. schutzkolloide Wirkung. Elektrische, thermische, chemische Einflüsse verändern die Stabilität der kolloiden Lösungen. Emulsoide zeigen z. T. Gallertbildungsvermögen, wobei die kolloiden Teilchen besondere Strukturierung annehmen. Emulsoide besitzen starkes Quellungsvermögen.

Jede Zelle ist ein komplexes kolloides System und ebenso die Körperflüssigkeiten. Die Erscheinungen der kolloiden Lösungen und ihre Zustandsänderungen durch die verschiedensten Einflüsse finden daher allgemeine Anwendung für die biologische Forschung. So die Membranbildung als Folge einer Veränderung der Oberflächenspannung. Allgemein verbreitet sind Adsorptionserscheinungen: Fermentwirkung. Beispiele für spezifische Adsorption bieten die Botanik, Zoologie und Medizin. Dadurch können Spuren von Substanzen bei längerer Zufuhr zum Organismus in bestimmten

Gewebe in ungewöhnlicher Anreicherung durch Fixation akkumuliert werden. Diese Erfahrung wird in der Medizin mit Erfolg als Heilverfahren verwendet. Das Blut, der Harn, die Galle besitzen schutzkolloide Eigenschaften für leichtzerstörbare oder schwer lösliche Stoffe. Die Bewegungsvorgänge wie die Muskelkontraktion werden neuerdings auf Quellungserscheinungen zurückgeführt. Die Immunitätsforschung ist durch die kolloid-chemische Betrachtung sehr gefördert worden. Durch körperfremde Substanzen, wie Eiweiss, Gifte, Bakterien, werden die kolloiden Systeme der Körperflüssigkeiten und der Zellen verändert, was im Reagierglas nachgewiesen werden kann. Die Nutzenanwendung liegt vor allem in der Möglichkeit gewisse Krankheiten, wie Syphilis, Typhus, Cholera, und neuerdings auch die Tuberkulose zu erkennen. Die Wirkung gewisser Heilmittel kann ebenfalls durch Veränderung der kolloiden Eigenschaften des Blutes und der Zellen erklärt werden, so setzt Koffein das Wasser- und Salzbildungsvermögen der Bluteiweisskörper herab, wodurch die Niere diese leichter ausscheidet.

Es ist zu erwarten, dass parallel mit dem weiteren Ausbau der kolloid-chemischen Erscheinungen, die Erklärung der Vorgänge am lebenden Substrat bzw. deren Gesetzmässigkeiten gefördert wird. (Autoreferat.)

An den Vortrag schloss sich eine rege Diskussion, an der sich die Herren Prof. Dr. Edgar Meyer, Prof. Dr. Baur, Prof. Dr. Karrer, Priv.-Doz. Dr. Fleisch und Prof. Dr. Oswald beteiligten.

Der Präsident sprach zum Schluss dem Vortragenden für seine Ausführungen und Demonstrationen und Herrn Prof. Dr. W. R. Hess für die Überlassung des Hörsaals den besten Dank der Gesellschaft aus und schloss die Sitzung um 10 Uhr 20. Der Sekretär: Prof. Dr. Otto Schlaginhaufen.

Protokoll der Sitzung vom 27. Februar 1922

abends 8 Uhr auf der Schmidstube, Marktgasse 20.

Vorsitzender i. V.: Prof. Dr. Schlaginhaufen. Anwesend 82 Personen.

Traktanden:

1. Da der Präsident leider erkrankt und der Vizepräsident dienstlich abwesend ist, führt der Sekretär den Vorsitz.

2. Das Protokoll der Sitzung vom 13. Februar 1922 wird unter Verdankung an den Autoreferenten genehmigt.

3. Als neues Mitglied wird aufgenommen:

Herr Dr. Otto Schneider-Orelli, Titularprofessor f. Entomologie an der E. T. H., Weinbergstrasse 64, Höngg, eingeführt durch Herrn Professor Dr. Hans Schinz.

4. Vortrag des Herrn Dr. Paul Schläpfer:

Über Fortschritte auf dem Gebiete der Brennstoffforschung und der Brennstofftechnik (mit Projektionen).

Anhand statistischer Angaben über die Kohlen- und Erdölförderung in der Zeit von 1870—1920 wird die Bedeutung der Brennstoffe für das Wirtschaftsleben in den letzten Jahrzehnten erläutert. Es ist kaum anzunehmen, dass die Förderung zukünftig eben so stark zunehmen wird, wie bis anhin, da für eine vermehrte Warenproduktion kaum Absatz zu finden wäre. Man kennt auch noch lange nicht alle Lagerstätten und nützt nur die guten Brennstoffe aus so dass Vorausberechnungen, wie lange die Brennstoffvorräte noch ausreichen werden, mit Vorsicht aufzunehmen sind. Trotzdem haben die Bestrebungen,

andere Energiequellen zur Deckung des Wärme- und Kraftbedarfes zu finden, in wissenschaftlicher und technischer Beziehung grosses Interesse.

Die Brennstoffe werden zum grössten Teil zur Wärme- und Krafterzeugung verwendet und man ist in der Ausnützung soweit gekommen, dass weitere grosse Fortschritte kaum mehr erwartet werden können. Die Wärmewirtschaft in Fabriken und in der häuslichen Heizung kann durch zweckmässigere Anordnung und sinngemässe Ausnützung der Wärme vielfach noch ökonomischer ausgestaltet werden. Die direkte Umsetzung der Brennstoffenergie in Elektrizität (Brennstoffelement) ist wissenschaftlich gelöst; der technischen Ausführung stehen aber Hindernisse im Wege.

Mit der Einführung der Leuchtgasindustrie nahm die Brennstoffveredelung ihren Anfang. Während mehrerer Jahrzehnte beschäftigten sich die Chemie und die chemische Technologie mit der Erforschung der Bildungsbedingungen und der Natur der bei der Hochtemperaturdestillation entstehenden Produkte (Koks, Teer, Gas, Ammoniak), wodurch auch die chemische Industrie mächtig gefördert wurde. Durch diese Forschungen wurde die Frage nach der Konstitution der Kohle wieder in den Vordergrund gestellt. Da aber bei der Hochtemperaturdestillation die ursprünglich in den Brennstoffen vorhandenen Stoffe vollständig zerstört werden, kann aus der Konstitution der erhaltenen Produkte, insbesondere der im Teer vorkommenden Körper, kein Rückschluss auf diejenige der Ausgangsstoffe gezogen werden.

Die Ansichten Engler-Höfers über die Bildung des Erdöls und diejenigen Potoniés über die Entstehung der verschiedenen Kohlen (Humuskohlen, Mattkohlen und Liptobiolithen) sind heute fast allgemein als zutreffend anerkannt. Die Zusammensetzung des Ausgangsmaterials übt sicher einen grossen Einfluss auf die Eigenschaften der bei der Inkohlung entstehenden Produkte aus. Thermochemische Untersuchungen ergaben, dass die Inkohlung von Holz, Torf und Braunkohlen exotherm verlaufen kann. Die Natur der bei den natürlichen Inkohlungsvorgängen entstehenden Produkte ist auch heute nur zum kleinsten Teile aufgeklärt. Man kennt auch erst seit jüngster Zeit die Konstitution einiger Ausgangsprodukte, wie z. B. der Stärke und Cellulose, währenddem sie für andere in Betracht kommende Substanzen, wie Lignin, Humussäuren etc. noch unbekannt ist. Während des Krieges stellte sich die Brennstoffforschung vorwiegend in den Dienst praktischer Ziele. Man suchte in den Ententeländern aus Erdölen aromatische Kohlenwasserstoffe (Benzol, Toluol), in Deutschland dagegen aus festen Brennstoffen erdölähnliche Produkte zu gewinnen. Die Tieftemperaturdestillations-, die Extraktions- und die Hydrierungsverfahren der Brennstoffe wurden studiert und technisch ausgebildet. Die wichtigsten wissenschaftlichen und technischen Ergebnisse dieser Forschungen wurden besprochen und auf ihre wirtschaftliche Bedeutung hin untersucht. Die zukünftige Brennstoffforschung wird sich auf streng wissenschaftlichen Boden zu stellen haben.

(Autoreferat.)

An der Diskussion beteiligten sich die Herren Prof. Dr. Baur, Prof. Dr. Heim, Direktor Fritz Escher, Prof. Dr. E. Bosshard, Prof. Dr. Ott, Dr. Arnold Heim und Prof. Dr. Thellung.

Nachdem der Vorsitzende dem Vortragenden und den Diskussionsrednern den Dank der Gesellschaft ausgesprochen, wird die Sitzung um 10 Uhr 25 geschlossen.

Der Sekretär: Prof. Dr. Schlaginhausen.

Protokoll der Sitzung vom 13. März 1922,

abends 8 Uhr, im Hörsaal des zahnärztlichen Instituts der Universität,
Zürichbergstrasse 8, I. Stock.

Vorsitzender: Prof. Dr. W. Frei.

Anwesend: 70 Personen.

Traktanden:

1. Das Protokoll der Sitzung vom 27. Februar 1922 wird unter Verdankung an den Autoreferenten und den Sekretär genehmigt.
2. Als neue Mitglieder werden aufgenommen:
Herr Legationsrat W. G. Deucher-Bühler, Freudenbergstr. 11, Zürich 7, eingeführt durch Herrn Prof. Dr. Hans Schinz.
Herr Dr. med. Richard Scherb, Privatdozent an der Universität, Anstalt Balgrist, Forchstrasse 326, Zürich, eingeführt durch Herrn Dr. med. Resch.
3. Der Präsident teilt mit, dass die Jahresversammlung der S. N. G. vom 24.—27. August 1922 in Bern stattfinden wird.
4. Vortrag des Herrn Prof. Dr. Walter Hess:

Über Zahnkaries. (Mit Demonstrationen.)

Die Zahnkaries ist heute eine Volkskrankheit geworden und hat im Vergleich zu früheren Zeiten eine grosse Ausdehnung angenommen. Während Untersuchungen an prähistorischen Schädeln zeigen, dass früher in 2--20% die Zahnkaries zu finden war, und die heutigen Naturvölker im allgemeinen ebenfalls nur in ca. 3--20% dieser Krankheit zum Opfer fallen, ist heute bei den Kulturvölkern eine stete Zunahme derselben zu konstatieren, die von 85 bis 100% variiert.

An Hand einiger histologischer Bilder gibt der Vortragende zuerst einige Erklärungen über die normale Beschaffenheit der Gewebe auf denen die Zahnkaries sich entwickelt, um daran anschliessend die Entwicklung der Kariesforschung seit den ersten Anfängen bis zu den heute geltenden Theorien zu besprechen. Von der Stoffwechseltheorie des Hippokrates, der Entzündungstheorie des Galen und der rein chemischen Theorie des Paul v. Aegina ausgehend, werden die weiteren Fortschritte in der Histologie und Entwicklung der Zähne hauptsächlich durch Tames hervorgehoben, um dann die weitere Entwicklung der Forschung nach der bakteriologischen Seite durch Leber und Rattenstein (1867), Mils und Underwood (1881) und speziell durch Miller (1889) darzulegen.

Die chemisch-parasitäre Theorie, die durch Millers Untersuchungen ihre feste Begründung erfuhr, wird auch heute noch von der grössern Zahl der Forscher akzeptiert, wenn auch im Laufe der letzten zwei Dezennien noch in verschiedenen Punkten die Resultate Millers ergänzt werden konnten. Durch die weitere Entwicklung der Bakteriologie wurden dann die Erreger der Zahnkaries, speziell diejenigen der oberflächlichen und der tieferen Schichten der Zahnkaries genauer untersucht und in die Gruppe der Säurebildner wie *Streptococcus lacticus*, *Streptococcus brevis*, *Staphylococcus albus* und *aureus* und *Sarcina lutea* et *alba* und der proteolytischen = zahnbeinerweichenden Bakterien wie *Bacillus mesentericus ruber*, *Bac. mesent. vulgaris* et *fuscus*, *Bacillus subtilis* und *Bacillus furvus* u. a. geschieden. Speziell haben dieses Gebiet bearbeitet: Kantorowicz (1911), Goodby und Siebert (1898).

An Hand von epidiaskopischen Vorführungen (die Bilder stammen von Prof. Gysi) wurde vom Vortragenden dann der Vorgang der Zahnzerstörung, wie er durch die Schmelzkaries und die Dentinkaries charakterisiert ist, auf Grund der neueren Forschung erläutert.

Vorgängig der Besprechung der Aetiologie und der prädisponierenden Kariesfaktoren zeigte der Vortragende noch die Entwicklung von Bildungsfehlern im Schmelz und Dentin und schloss daran seine weiteren Ausführungen über die Rolle des Speichels als Schutz gegen die Zahnkaries, in bezug auf die Ptyalinwirkung und den Rhodangehalt.

Verschiedene ungünstige Faktoren in ihrer Häufung kommen als Ursache der Karies in Betracht.

Die heutige Ernährung mit den weichgekochten, breiartigen Speisen bedingt, dass schon sehr frühe die Kinder zu wenig gewöhnt werden, ihren Kauapparat genügend in Anspruch zu nehmen, die Folge ist eine ungenügende Entwicklung der Kiefer, der Kaumuskulatur und der zweiten Dentition, und event. Engstand der Zähne. Eines unserer Hauptnahrungsmittel, das Brot, ist nach den neueren Untersuchungen Walkhoffs für die Zahnkaries sehr disponierend, indem es primär Säure enthaltend mit den Mundbakterien und dem Speichel zusammen sekundär bedeutende Mengen von Milchsäure produziert und zur Entkalkung des Schmelzes beiträgt. Künstlich lässt sich mit Brot- und Speichelmischung bei 37° C. genau dieselbe Karies an Zähnen erzeugen, wie wir sie gewöhnlich vorfinden.

Die Theorie Röses: Je härter das Trinkwasser, umso besser die Zähne, scheint rein statistischen Untersuchungen zufolge zu stimmen, der Vortragende lehnt aber diese Theorie ab, weil ihr der anatomische oder experimentelle Nachweis des Erfolges, bei vermehrter Ca-Zufuhr die Karies zu hindern, bis heute fehlt. Für die in Bildung begriffenen Zähne ist die Zufuhr von genügenden Ca-Mengen von Bedeutung, nicht aber für die durchgebrochenen Zähne, da ein Stoffwechsel des Schmelzes der Zähne bisher nicht sicher nachgewiesen wurde. Die Untersuchungen von Fleischmann, Andersen, Wiessner, Pickerill und Gottlieb bedürfen noch der Nachprüfung.

Innere Sekretion, Vitamine, Vererbung werden vom Vortragenden als noch nicht genügend in ihrem Zusammenhang mit der Zahnkaries erforscht besprochen und die Bedeutung der Strukturfehler der Zähne, wie sie durch Ernährungsstörungen im Kindesalter, wie Rhachitis, Masern, Diphtherie, Scharlach, infektiöse Darmkatarrhe hervorgerufen werden, für die Karies hervorgehoben.

Wichtig ist eine weitgehende Aufklärung der Bevölkerung über die Bedeutung der regelmässigen Zahnpflege und frühzeitiger Behandlung der Zähne, sofern dieselben bereits von der Karies ergriffen sind. Hier ist noch ein weites Feld offen, das Zahnärzte, Ärzte und der Staat gemeinsam bearbeiten sollten.

(Autoreferat.)

In der Diskussion hebt Herr Dr. Fröhner die Bedeutung der erhöhten Blutzufuhr für die Ausbildung des Gebisses hervor; Herr Prof. Feer beleuchtet den Zusammenhang zwischen Nahrungsmitteln und Zustand der Zähne; Herr Prof. Silberschmidt weist auf die Kompliziertheit des Kariesproblems hin; Herr Prof. W. Frei wirft die Frage auf, ob die Entkalkung als ein kolloider Vorgang aufzufassen sei, und Herr Ing. Rutgers lenkt die Diskussion auf die Bewertung der Mundwasser. Nach einem Schlusswort des Vortragenden spricht der Vorsitzende Herrn Prof. Hess für seinen Vortrag und der Direktion des zahnärztlichen Instituts für die Überlassung des Hörsaales den Dank der Gesellschaft aus. Schluss der Sitzung 10 Uhr 40.

Der Sekretär: Prof. Dr. Schlaginhaufen.

Bericht des Quästors
über die
Rechnung der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich
für das Jahr 1921.

A. Betriebsrechnung.

Einnahmen:

Mitgliederbeiträge	Fr. 9,864. —	
Neujahrsblätter	„ 663. 90	
Vierteljahrsschriften	„ 327. 70	
Geschenke	„ 55. —	
Beiträge von Behörden und Gesellschaften	„ 4,800. —	
Zinsen	„ 3,867. 30	
Diverse Einnahmen	„ 61. —	
		<u>Fr. 19,638. 90</u>

Ausgaben:

Neujahrsblatt, wissenschaftl. Teil	Fr. 1269. 40	
„ Spedition u. Spesen	„ 177. 60	Fr. 1,447. —
Vierteljahrsschrift, wissenschaftlicher Teil	Fr. 11,139. 60	
„ abzüglich Autorenbeiträge	„ 583. —	
	Fr. 10,556. 60	
„ Vorträge	„ —. —	
„ Sitzungsberichte	„ 1,033. 20	
„ Spedition und Spesen	„ 287. 60	„ 11,877. 40
Miete		„ 457. 80
Personalausgaben		„ 406. 50
Verwaltung, Bureauaterial	Fr. 277. 10	
„ Inserate	„ 147. —	
„ Sitzungseinladungen und Protokolle	„ 880. 70	
„ Porti und Spesen	„ 519. 80	
„ Verschiedenes	„ 66. —	„ 1,890. 60
Diverse Ausgaben		„ 393. 55
		<u>Fr. 16,472. 85</u>

Abschluss.

Total der Einnahmen	Fr. 19,638. 90
Total der Ausgaben	„ 16,472. 85
Vorschlag der Betriebsrechnung	Fr. 3,166. 05

B. Kapitalrechnung.

Einnahmen.

Saldo letzter Rechnung	Fr. 15,355. 88
Zinsen	„ 1,094. 20
Übertrag von Stammgutrechnung	„ 2,773. 10
Schenkungen und Legate	„ 720. —
Lebenslängliche Mitglieder	„ 1,600. —
Übertrag von Betriebsrechnung	„ 3,166. 05
	<u>Fr. 24,709. 23</u>

Ausgaben.

Übertrag auf Betriebsrechnung (Zinsen)	Fr. 3,867. 30
Übertrag auf Stammgutsrechnung	„ 150. —
	<u>Fr. 4,017. 30</u>

Abschluss.

Total der Einnahmen	Fr. 24,709. 23
Total der Ausgaben	„ 4,017. 30
Saldo der Kapitalrechnung	<u>Fr. 20,691. 93</u>
Saldo der Kapitalrechnung am 31. Dez. 1920	Fr. 15,355. 88
Saldo der Kapitalrechnung am 31. Dez. 1921	„ 20,691. 93
Vorschlag der Kapitalrechnung	<u>Fr. 5,336. 05</u>

C. Illustrationsfonds.

Saldo letzter Rechnung	Fr. 3,000. —
Zinsen	„ 152. 10
Saldo des Illustrationsfonds	<u>Fr. 3,152. 10</u>

D. Stammgutrechnung.

Einnahmen.

Saldo letzter Rechnung	Fr. 52,850. —
Zinsen	„ 2,708. 60
Übertrag von Kapitalrechnung	„ 150. —
Anlagekapital	„ 10,000. —
	<u>Fr. 65,708. 60</u>

Ausgaben.

Übertrag auf Kapitalrechnung	Fr. 2,773. 10
Anlagekapital	„ 9,935. 50
	<u>Fr. 12,708. 60</u>

Abschluss.

Total der Einnahmen	Fr. 65,708. 60
Total der Ausgaben	„ 12,708. 60
Saldo der Stammgutrechnung	<u>Fr. 53,000. —</u>
Saldo der Stammgutrechnung am 31. Dez. 1920	Fr. 52,850. —
Saldo der Stammgutrechnung am 31. Dez. 1921	„ 53,000. —
Vorschlag der Stammgutrechnung	<u>Fr. 150. —</u>

Vermögen der Gesellschaft.

1. Anlagen und Barschaft.

Saldo der Stammgutrechnung (unantastbar)	Fr. 53,000. —
Saldo der Kapitalrechnung (disponibel)	„ 20,691. 93
Saldo des Illustrationsfonds	„ 3,152. 10
	<u>Fr. 76,844. 03</u>

2. Erratische Blöcke.

a) Erratischer Block, Speerfindling, in Ringwil-Hinwil, erworben um Fr. 29.— laut Kaufbrief vom 5. Juni 1872.

b) Erratischer Block, Sernift, Rötelstein genannt, beim Hof Rotenfluh in Oberembrach, erworben um Fr. 36.— laut Auszug aus dem Grundprotokoll Embrach, Notariat Kloten, 22. Juni 1869 und Abtretungsvertrag vom 29. Dezember 1883.

c) Erratischer Block, Alpenschiefer, in Wald, Kt. Zürich, erworben um Fr. 20.— laut Kaufbrief Notariat Wald, 10. Oktober 1872.

d) Erratischer Block in der Wolfsgrube Wald, Kt. Zürich, erworben laut Schenkungsurkunde vom 3. Juli 1869, Notariat Wald.

3. Druckschriften.

Verschiedene Druckschriften in ca. 18,580 Exemplaren, nach Verzeichnis des Herrn Druckschriftenverwalters der Gesellschaft, in Verwahrung der Zentralbibliothek und der Buchhandlung Beer & Co.

Die Betriebsrechnung zeigt gegenüber dem Budget, das einen Rückschlag von Fr. 3,800.— voraussah, einen Vorschlag von Fr. 3,166.05, somit eine Besserstellung um Fr. 6,966.05. Hieran partizipieren:

Mit Mehreinnahmen:

Jahresbeiträge	Fr.	164. —	
Neujahrsblätter	„	263. 90	
Geschenke	„	5. —	
Zinsen	„	667. 30	
Diverse Einnahmen	„	11. —	Fr. 1,111. 20

mit Minderausgaben:

Neujahrsblatt	Fr.	253. —	
Vierteljahrsschrift	„	5,822. 60	
Personalausgaben	„	13. 50	
Diverse Ausgaben	„	106. 45	„ 6,195. 55
			Fr. 7,306. 75

denen gegenüberstehen

mit Mindereinnahmen:

Vierteljahrsschriften	Fr.	172. 30	
---------------------------------	-----	---------	--

mit Mehrausgaben:

Miete	Fr.	57. 80	
Verwaltung	„	110. 60	„ 168. 40
			„ 340. 70
			<u>Fr. 6,966. 05</u>

Die hauptsächlichste Ersparnis wurde beim Posten „Vierteljahrsschrift“ erzielt, da einerseits der mit Fr. 2,000.— eingesetzte Budgetposten für Vorträge nicht in Anspruch genommen wurde und andererseits der wissenschaftliche Teil eine Minderausgabe von annähernd Fr. 3,500.— ausweist. Leider mussten auch dieses Jahr wieder einige Autoren mit nennenswerten Beiträgen zu den Illustrationen ihrer Publikationen in Anspruch genommen werden, die auch an dieser Stelle bestens verdankt seien. Es wird dem Herrn Redaktor der Vierteljahrsschrift angesichts der mannigfachen Anforderungen nicht leicht gewesen sein,

diese Ersparnis zu erzielen; seine Besorgtheit um die notleidenden Finanzen der Gesellschaft sei auch hier besonders erwähnt. Für die Sitzungsprotokolle wird auch im laufenden Jahr die schon eingeführte möglichste Beschränkung beibehalten werden müssen. Wir richten neuerdings die dringende Bitte an unsere Mitglieder, durch rege Zuführung neuer Mitglieder die finanzielle Position der Gesellschaft zu stärken.

Der Vorschlag der Kapitalrechnung von Fr. 5,336.05 rührt her von dem günstigen Resultat der Betriebsrechnung, einigen Schenkungen und dem Umstand, dass 4 Mitglieder die lebenslängliche Mitgliedschaft erwarben.

Der Illustrationsfonds hat sich um den Zins vermehrt. Um dem peinlichen Einfordern von Beiträgen an ihre Illustrationen gegenüber den Herren Autoren bald enthoben zu sein, sollte der Illustrationsfonds kräftig geäußert werden. Er sei unsern Mitgliedern deshalb wärmstens empfohlen.

Der Vorschlag der Stammgutrechnung rührt davon her, dass die einzelne, bisher auf Kapitalrechnung gebuchte Aktie der A.-G. Leu & Co. auf Stammgut übertragen wurde. Infolge des Sturzes dieser Aktien ist dieser Vorschlag aber nur scheinbar, indem im laufenden Jahr eine in die Tausende gehende weitere Abschreibung auf diesen Aktien wird vorgenommen werden müssen.

Eine neue Inventur über die in der Verwaltung der Zentralbibliothek sich befindlichen Druckschriften steht noch aus.

Budget für das Jahr 1922.

Einnahmen:			
Mitgliederbeiträge		Fr.	9,600. —
Neujahrsblätter		"	500. —
Vierteljahrsschriften		"	300. —
Geschenke		"	50. —
Beiträge von Behörden und Gesellschaften		"	4,800. —
Zinsen		"	3,700. —
Diverse		"	50. —
			Fr. 19,000. —
Rückschlag		"	3,300. —
			Fr. 22,300. —
Ausgaben:			
Neujahrsblatt, wissenschaftlicher Teil		Fr.	1,400. —
" Spedition und Spesen		"	200. —
			Fr. 1,600. —
Vierteljahrsschrift wissenschaftlicher Teil		"	14,000. —
" Vorträge		"	2,000. —
" Sitzungsberichte		"	1,200. —
" Spedition und Spesen		"	300. —
			" 17,500. —
Miete		"	500. —
Personalausgaben		"	410. —
Verwaltung Bureaumaterial		Fr.	200. —
" Drucksachen und Inserate		"	200. —
" Sitzungseinladungen		"	900. —
" Porti und Spesen		"	500. —
" Verschiedenes		"	90. —
			" 1,890. —
Diverse Ausgaben		"	400. —
			Fr. 22,300. —

Zürich, den 15. Mai 1922.

Der Quästor: Dr. M. Baumann-Naef.

Revisorenbericht.

Zürich, den 9. Mai 1922.

An die Hauptversammlung der Naturforschenden Gesellschaft Zürich.

Sehr geehrte Herren!

Dem ihnen erteilten Mandate nachkommend, haben die Unterzeichneten die per 31. Dezember 1921 abgeschlossene Rechnung eingehend geprüft, deren Übereinstimmung mit den Belegen festgestellt und sie in allen Teilen richtig befunden.

Das Vermögen weist einen Vorschlag aus von Fr. 5,638.15, der hauptsächlich von der Einschränkung der Druckkosten der Vierteljahrsschrift herührt. Der Bestand von 50 Aktien Leu & Co. ist zum Vorjahrspreis von Fr. 150.— ins Inventar aufgenommen, leider ist seither eine weitere Entwertung eingetreten.

Der Bestand an Wertschriften ist durch die Depositscheine ausgewiesen worden und auch die Saldi der Depositenhefte wurden in Ordnung befunden.

Wir beantragen Ihnen, die vorgelegte Rechnung abzunehmen, unter bester Verdankung an den Quästor für die übersichtliche und musterhafte Führung der Rechnung.

Hochachtungsvoll

W. C. Escher.

Alb. Bommer.

Bericht des Sekretärs

über die

wissenschaftliche Tätigkeit und den Bestand der
Naturforschenden Gesellschaft in Zürich 1921/22.

Die Gesellschaft veranstaltete während des Berichtsjahres 11 Sitzungen, in denen folgende Vorträge gehalten wurden:

1. 18. Juli 1921. Herr Prof. Dr. H. E. Fierz: Reisen durch einige Industriegebiete Nordamerikas.
2. 24. Oktober 1921. Herr Prof. Dr. Albert Heim: Die Mythen.
3. 7. November 1921. Herr Priv.-Doz. Dr. Ernst Waser: Fleischbrühe und Fleischextrakt.
4. 21. November 1921. Herr Prof. Dr. R. Eder: Natürliche und künstliche Riechstoffe.
5. 5. Dezember 1921. Herr Priv.-Doz. Dr. K. Meissner: Die Gesetze der Wärmestrahlung und ihre Anwendung auf die Leuchttechnik.
6. 16. Januar 1922. Herr Prof. Dr. W. Silberschmidt: Vererbung und Krankheit.
7. 30. Januar 1922. Herr Prof. Dr. Alfred Ernst: Chromosomenzahl und Rassenbildung.
8. 13. Februar 1922. Herr Priv.-Doz. Dr. E. Rothlin: Die Kolloide und ihre Bedeutung für die Biologie.
9. 27. Februar 1922. Herr Dr. Paul Schläpfer: Über Fortschritte auf dem Gebiete der Brennstoffforschung und Brennstofftechnik.

10. 13. März 1922. Herr Prof. Dr. Walter Hess: Über Zahnkaries.

11. 29. Mai 1922. Herr Prof. Dr. P. Niggli: Die Struktur der Krystalle und ihre Erforschung.

Durchschnittlich waren in den Sitzungen 104 Personen anwesend.

Exkursionen:

Am 2. Juli 1921 fand eine Exkursion an den Pfäffikersee statt. In Pfäffikon wurde die Rosshaarspinnerei Isler & Co. unter Führung der Chefs der Firma besichtigt. Die dort befindliche Desinfektionseinrichtung bot Herrn Dr. W. Pfenniger Gelegenheit zu bakteriologischen und hygienischen Mitteilungen. Auf dem Castell Irgenhausen, das hierauf besucht wurde, gab Herr Vizedirektor Dr. Viollier eine Darstellung der römischen Befestigungen in der Schweiz unter besonderer Berücksichtigung des Castrums Irgenhausen. Nach dem Mittagessen wurde durch Herrn Dr. Hug die Eiszeitgeologie des Seegebiets des Kantons Zürich besprochen und später im Ried von Robenhausen, wohin die Exkursionsteilnehmer in zwei Motorbooten gelangten, die Reihe der wissenschaftlichen Mitteilungen über Robenhausen eröffnet, durch die Herren Dr. Viollier und Dr. Braun fortgesetzt und durch Herrn Dr. Rollier abgeschlossen.

Vorstandssitzungen:

Der Vorstand erledigte seine Geschäfte in 2 Sitzungen.

Mitgliederbestand:

Seit der Erstattung des letzten Berichtes hat die Gesellschaft folgende Mitglieder durch den Tod verloren:

Herrn a. Nationalrat Friedrich Fritschi, Mitglied seit 1892.

„ Dr. med. Theodor Mende-Ernst, Mitglied seit 1883.

„ Dr. sc. nat. Alfred Trümpler, Mitglied seit 1914.

„ H. Abegg-Kriech, Mitglied seit 1918.

„ Prof. Dr. Haruthiun Abeljanz, Mitglied seit 1880.

„ Prof. Dr. A. Rusterholz, Mitglied seit 1910.

„ Prof. Dr. Rudolf Escher, Mitglied seit 1874.

„ Prof. Dr. Hermann Amandus Schwarz, Mitglied seit 1869.
Ehrenmitglied seit 1896.

„ Prof. Dr. Otto Busse, Mitglied seit 1911.

„ Dr. phil. et Dr. techn. h. c. Traugott Sandmeyer, Mitglied
seit 1919.

„ Prof. Dr. Heinrich Suter, Mitglied seit 1871.

26 Mitglieder sind ausgetreten und 15 Mitglieder wurden in die Gesellschaft aufgenommen.

Der Mitgliederbestand war am 31. Dezember 1921 folgender:

Ehrenmitglieder	9
Korrespondierende Mitglieder	4
Ordentliche Mitglieder	517
Freie ausländische Mitglieder	22
	<u>552</u>

Am Tage der Hauptversammlung beträgt die Zahl der ordentlichen Mitglieder (unter Einschluss der in der Hauptversammlung aufgenommenen): 515.

Zürich, Mai 1922.

Der Sekretär: Prof. Dr. Otto Schlaginhausen.

Bericht des Redaktors.

Der 66. Jahrgang unserer Vierteljahrsschrift, dessen erstes Doppelheft am 30. Juni 1921 und dessen zweites Doppelheft mit Jahresschluss ausgegeben worden ist, umfasst 360 und XLVII Seiten. Die Zahl der Tafeln beträgt 5, die der Textbilder 11. Der Band steht also nicht nur hinsichtlich seines Umfanges, sondern auch im Hinblick auf die Zahl der Tafeln und Textbilder dem des Jahres 1920 nach. Die Gründe hiefür liegen auf der Hand. Bei der gegenwärtigen Unsicherheit der Papierpreise und der beunruhigenden Ungewissheit in bezug auf Lohnabbau oder Lohnaufbau musste der Redaktor notgedrungen sehr vorsichtig sein, wollte er die Gesellschaft vor Überraschungen unangenehmer Art bewahren und da die Kosten für Textbeilagen vorderhand noch den Autoren überbunden werden müssen, sind die letztern begreiflicherweise in der illustrativen Ausstattung ihrer dem Redaktor der Vierteljahrsschrift anvertrauten Manuskripte sehr zurückhaltend geworden. Müsste der Redaktor auch diese Kosten mitübernehmen, so würden voraussichtlich die Anforderungen seitens der Autoren in dieser Richtung rasch ins Ungemessene anwachsen und die Folge hievon müsste dann eine fühlbare Textreduktion sein. Das muss aber unbedingt verhütet werden, sofern wir der Vierteljahrsschrift nach wie vor den Charakter eines wertvollen und begehrten Tauschobjektes wahren wollen.

18 Autoren haben Beiträge geliefert; hievon sind 4 im Amte stehende Dozenten der E. T. H., 6 Dozenten derselben Eigenschaft unserer Universität, 2 weitere Autoren sind ehemalige Dozenten der E. T. H. Zwei Publikationen entstammen der Feder von Studierenden, die an unserer Universität jüngst promoviert haben. Diese nackten Zahlen zeigen, dass die Vierteljahrsschrift zur Hauptsache das Publikationsorgan unserer beiden Hochschulen ist und uns darüber zu freuen, haben wir alle Ursache; wir sind aber auch dankbar, wenn uns Beiträge aus Kreisen zugehen, die nicht in unmittelbarer Beziehung zu diesen Lehrstätten stehen, Beiträge, die dann erfahrungsgemäss auch einem weiter gezogenen Leserkreis ein gewisses Interesse abnötigen. Die Schwierigkeit besteht nur darin, solche Beiträge zu erhalten, denn gar mancher glaubt, als nicht einem der Lehrkörper angehörend, aus unangebrachter Bescheidenheit zurückhaltend sein zu müssen. Auf die verschiedenen Disziplinen verteilt, gruppieren sich die Publikationen wie folgt: eine Publikation behandelt ein biologisch-medizinisches Thema, von zwei weitern gehört eine ins Gebiet der Physik, eine in das der Geologie; Mathematik und Zoologie sind durch je vier Publikationen vertreten, fünf entfallen auf die Botanik und zwei liefern Beiträge zur schweizerischen Kulturgeschichte. Die letztgenannten Veröffentlichungen machen uns einerseits mit dem Fortgang der „Eulerausgabe“, anderseits mit dem Lebenslauf einer Anzahl im wissenschaftlichen Leben Zürichs prominenter Männer bekannt: Theodor Reye, Hans Kronauer, Herbert Haviland Field, Haruthium Tigran Abeljanz, Rudolf Escher, Hermann Amandus Schwarz.

Den Beschluss des Bandes bilden wie üblich die Sitzungsberichte und die Personalien.

Unser hochverdientes Ehrenmitglied Professor Dr. Albert Heim hat das am 2. Januar 1922 ausgegebene 124. Neujahrsblatt unserer Gesellschaft geschrieben. Es ist betitelt „Die Mythen“ und umfasst 28 Seiten; der Text ist begleitet von einer Tafel und 12 Textfiguren, zu denen der Verfasser die Klischees kostenlos zur Verfügung gestellt hat. Der Redaktor spricht ihm, wie den übrigen Autoren,

die Beiträge an die Kosten der Drucklegung ihrer Manuskripte geleistet haben, auch an dieser Stelle den wärmsten Dank aus.

Zum Schluss konstatiert der Berichterstatter mit dem Gefühl der Befriedigung, dass sich der Verkehr mit den Autoren einerseits und der mit dem Drucke der Vierteljahrsschrift und des Neujahrsblattes betrauten Firma Gebr. Fretz A. G. anderseits, stets reibungslos abgewickelt hat.

Zürich, den 15. Mai 1922.

Hans Schinz.

Bibliothekbericht.

Im Bibliothekbericht für 1921 haben wir darauf hingewiesen, dass infolge der Kriegsjahre und der seither eingetretenen sozialen und wirtschaftlichen Umwälzungen unser Tauschverkehr in recht empfindlicher Weise gestört worden ist. Eine grössere Anzahl von Zeitschriften ist eingegangen, andere erscheinen sehr unregelmässig oder haben sich aus finanziellen Gründen genötigt gesehen, ihr Erscheinen vorübergehend einzustellen.

In Verbindung mit der Leitung der Zentralbibliothek, die für unsere Bestrebungen volles Verständnis hat und der wir auch an dieser Stelle für ihre Bemühungen Anerkennung und Dank aussprechen möchten, ist der Unterzeichnete eifrig bestrebt, in den Tauschverkehr wieder Ordnung zu bringen. Zu diesem Zweck ist im vergangenen Sommer von der Zentralbibliothek an alle Gesellschaften und Institutionen, deren Sendungen im Rückstand waren oder Unregelmässigkeiten aufwiesen, ein eingeschriebenes Rundschreiben zugeschickt worden, in dem einerseits um Ergänzung vorhandener Lücken, anderseits um Mitteilung, ob und wann der regelmässige Verkehr wieder aufgenommen werden kann, gebeten wurde.

Das Ergebnis dieses Schrittes hatte leider nur teilweisen Erfolg: Von 127 Reklamationen sind 39 Antworten eingegangen, d. h. nur rund 30% der Adressaten haben geantwortet.

Von diesen 39 Zuschriften musste, weil nicht mehr im Tauschverkehr erhältlich, einzig die Veröffentlichung des

American Museum of national history in New York von der Tauschliste definitiv gestrichen werden.

Mit 15 Gesellschaften konnte der Tauschverkehr wieder aufgenommen werden und läuft nun beiderseits wieder ordnungsgemäss.

21 weitere Tauschgesellschaften haben die baldige Wiederaufnahme des Tauschverkehrs in Aussicht gestellt und z. T. vorhandene Lücken ergänzt.

2 Antworten waren ungenügend und erfordern weitere Verhandlungen.

Da noch 88 Antwortschreiben ausstehend sind und speziell mit Russland, der Ukraine, mit Sibirien und den neuen osteuropäischen Randstaaten der Tauschverkehr entweder gar nicht oder doch sehr unvollständig im Gang ist, rechnen wir damit, dass wenigstens noch zwei Jahre vergehen, bis wir in der Lage sein dürften, eine bereinigte Tauschliste zu veröffentlichen. Eine frühere Publikation halten wir der immerhin noch vielfach unabgeklärten Verhältnisse wegen für unzweckmässig, da sie in kürzester Zeit doch nicht mehr stimmen würde. Der nächste, im Verlauf der kommenden Monate zu unternehmende Schritt, wird ein erneutes eingeschriebenes Rundschreiben mit ulti-

mativem Charakter an diejenigen Tauschstellen sein, die auf das erste Schreiben nicht geantwortet haben.

Über das Ergebnis dieser Aktion werden wir im nächsten Bericht Mitteilung machen.

Als Zeichen einer beginnenden Besserung können wir endlich auf die erfreuliche Tatsache hinweisen, dass im Berichtsjahr der Tauschverkehr mit 16 Stellen hat erweitert werden können. Es handelt sich dabei z. T. um in den Jahren 1921/22 neu in den Tauschverkehr aufgenommene Periodica.

1. Batavia: Publikationen des topographischen Dienstes von Niederländisch Indien (seit Dezember 1921).
2. Brünn: Publications de la Faculté des sciences de l'université Masaryk (seit 1921).
3. Cambridge (U. S. A.): Rhodora, Journal of the New England Botanical Club.
4. Dorpat (Tartu): Acta et commentationes Universitatis Dorpatensis. Reihe A: Mathematica, Physica, Medica, Annales.
5. Fukuoka (Japan): Mitteilungen aus der medizinischen Fakultät der kaiserlichen Kyushu-Universität. Bd. VI (1921).
6. Hamburg: Abhandlungen aus dem mathematischen Seminar der hamburgischen Universität. Bd. I (1921).
7. Leoben: Bücherei der montanistischen Hochschule in Leoben.
8. Napoli: Atti delle scienze fisiche et matematiche (seit Dezember 1921).
9. New York: Journal of the American Geographical Society (seit 1921).
10. Paris: Bulletin de la société zoologique de France (seit Dezember 1921).
11. Princeton (U. S. A.): Contributions from the Princeton University Observatory. N. 1 (1921).
12. Sendai (Japan): Mitteilungen über allgemeine Pathologie und pathologische Anatomie. Bd. 1 (1922).
13. Tokio: Journal of Geological Society (seit Dezember 1921).
14. Tübingen: Jahreshefte und Mitteilungen des Oberrheinischen geologischen Vereins (seit November 1921).
15. Warschau: Annales Zoologici Musei Polonici Historiae Naturalis. Bd. 1 (1921).
16. Washington: Journal of the Washington Academie of sciences. Erscheint seit 1910, erhalten ab Dezember 1921.

Pro memoria sei noch erwähnt, dass gemäss Beschluss des Vorstandes unsere Publikationen ohne Gegenleistung abgegeben werden an:

Bern: Eidgenössische Zentralbibliothek,

Küsnacht (Zürich), Bibliothek des kantonalen Lehrerseminars.

Zürich, den 15. Mai 1922.

Der Berichterstatter: M. Rikli.

Protokoll der Hauptversammlung vom Montag, den 29. Mai 1922
abends 6¹/₄ Uhr, im Waldhaus Dolder.

Vorsitzender: Prof. Dr. Walter Frei.

Anwesend: 77 Personen.

T r a k t a n d e n :

1. Das Protokoll der Sitzung vom 13. März 1922 wird unter Verdankung an den Autoreferenten und den Sekretär genehmigt.
2. Als neue Mitglieder werden aufgenommen:
 - Herr Dr. med. Walter Hess, Professor der Zahnheilkunde an der Universität, Hofackerstrasse 46, Zürich 7, eingeführt durch Herrn Prof. Dr. Schlaginhaufen.
 - Herr Dr. med. dent. Julius Frölich, Zahnarzt, Oescherstrasse 17, Zollikon, eingeführt durch Herrn Prof. Dr. Walter Frei.
 - Herr Dr. med. vet. Othmar Schnyder, Professor der Buiatrik an der Universität, Dianastrasse 8, Zürich 2, eingeführt durch Herrn Prof. Dr. W. Frei.
 - Herr D. D. S. Alfred Steiger, Zahnarzt, Bahnhofstrasse 30, Zürich 1, eingeführt durch Herrn Prof. Dr. Schlaginhaufen.
3. Seit der letzten Sitzung hat die Gesellschaft durch den Tod verloren:
 - Herrn Julius Bär, Bankier, Mitglied seit 1910;
 - Herrn Dr. phil. et Dr. techn. h. c. Traugott Sandmeyer, Mitglied seit 1919;
 - Herrn Prof. Dr. Heinrich Suter, Mitglied seit 1871.

Die Anwesenden erheben sich zu Ehren der Verstorbenen.
4. Rechnung und Voranschlag des Quästors, Revisorenbericht, die Berichte des Sekretärs, des Redaktors und des Verteters in der Zentralbibliothek werden unter Verdankung an die Berichterstatter genehmigt.
5. Die nach Statuten vorgeschriebenen Wahlen führen bei 49 Stimmenden zu folgendem Ergebnis:
 - Präsident für 1922/24: Prof. Dr. Alfred de Quervain;
 - Vizepräsident für 1922/24: Prof. Dr. Karl Hescheler;
 - Vetr. i. d. Kommission d. Zentr.-Bibl. für 1922/28: Prof. Dr. Martin Rikli;
 - Vertr. i. Senat d. S. N. G. für 1922/28: Prof. Dr. Walter Frei;
 - " " " " " (Stellvertr.) f. 1922/28: Prof. Dr. Otto Schlaginhaufen.
 - Beisitzer für 1922/24: Prof. Dr. Emil Bosshard:
 - " " " : Priv.-Doz. Dr. Alfred Kienast;
 - " " " : Priv.-Doz. Dr. Eduard Rübel.
 - Rechnungsrevisoren pro 1922/24: Hr. Wilhelm Caspar Escher.
 - " " " " : Hr. Gustav Wegmann.

Dem zurücktretenden Herrn Albert Bommer wird seine Tätigkeit als Rechnungsrevisor bestens verdankt.
6. Verschiedenes:
 - a) Die Jahresversammlung der Schweiz. Naturforschenden Gesellschaft wird vom 24. bis 27. August in Bern stattfinden.
 - b) Die Kommission für Veröffentlichungen der S. N. G. versandte eine Liste der Einzelbehandlungen aus den Jahren 1837 bis 1895 mit dem Bemerkten, dass den Mitgliedern der S. N. G. und ihrer Zweiggeseellschaften auf die in der Liste ausgesetzten Preise ein Rabatt von 80 % gewährt werde;

Reflektanten wollen sich an Herrn Oberbibliothekar Dr. Th. Steck, Stadtbibliothek in Bern, wenden. Weitere Exemplare sind von Herrn Prof. Dr. Hans Schinz, Botan. Garten, Zürich, erhältlich.

- c) Die Sammlung zu Gunsten der russischen Gelehrten hat Fr. 3181.— (= 30575.— finnische Mark) ergeben.
- d) Vom Regierungsrat des Kantons Zürich und vom Stadtrat von Zürich sind Schreiben eingelaufen, worin die Einladung zur Hauptversammlung verdankt wird.
- e) Der Präsident referiert über eine Zuschrift des „Vereins für Pilzfreunde“, der nebst der praktischen Verwertung der Pilze auch alle wissenschaftlichen Errungenschaften studiert und pflegt. Nachdem der Verein im Jahre 1920 eine Champignonkultur geschaffen und bisher mit Erfolg durchgeführt hat, könnte eine gewerbsmässige Züchterei einsetzen, falls weitere Interessenten sich daran beteiligen würden (Adresse: Joh. Schifferle, Konradstrasse 72, Zürich 5).

7. Vortrag des Herrn Prof. Dr. Paul Niggli:

Die Struktur der Kristalle und ihre Erforschung.

Hundert Jahre sind verflossen, seitdem R. J. Hany die erste durchgearbeitete Kristallstrukturtheorie aufgestellt hat, zehn Jahre wissenschaftlicher Arbeit liegen seit der Entdeckung der Röntgenstrahlinterferenzen an Kristallen durch M. v. Laue hinter uns.

Das Eigenwillige in der Gestalt eines frei wachsenden Kristalles ist Ausgangspunkt für die ersten strukturellen Betrachtungen gewesen. Die vier sukzessive erkannten morphologischen Gesetzmässigkeiten: Gesetz der Winkelkonstanz, Rationalitätsgesetz, Symmetriegesetz, Entwicklungs- und Typengesetz führen, wenn man sie aus einem Prinzip ableiten will, zwangsläufig zu einer ganz bestimmten Vorstellung über den Aufbau der Kristalle aus kleinsten Teilchen.

Hany's erster genialer Versuch ist in Rücksicht auf die diskontinuierliche Struktur der Materie von Bravais umgedeutet worden. Der Begriff der Raumgitter entstand so und erhielt seine mathematisch strenge Fassung und Ausarbeitung. Als Bausteine sah Bravais die Moleküle an. Die Überlegungen der physikalischen Dimensionierungslehre ergaben jedoch, dass die kürzesten Perioden von der Grösse 10^{-8} cm sein müssen, also Dimensionen aufweisen, die wenig von denen der Atomabstände verschieden sind. Da lag es nahe, anzunehmen, dass schon der Atompunktlage konstitutive Eigenschaften zukommen, dass von der einfachen Raumgitterstruktur überzugehen sei zu den aus verschiedenen Raumgittern bestehenden Punkthaufen allgemeinsten Art. Die mathematische Fassung führte über Sohncke und Schoenflies zu den 230 Raumgruppen oder Raumsystemen. Eine einzige Annahme über die Struktur des Kristallraumes gestattet alle morphologischen Gesetze ihrem Wesen nach zu verstehen.

Die Fülle der aus einer Annahme ableitbaren Tatsachen war denn auch eine so gewaltige, dass die Kristallographen seit Bravais kaum je ernstlich an der Richtigkeit der Kristallstrukturlehre gezweifelt haben. Ihre Aufgabe wurde es, jeder Kristallart die spezielle, mit den morphologischen, physikalischen und chemischen Gesetzmässigkeiten harmonisierende Struktur zuzuordnen.

Da alle anisotropen Eigenschaften der Kristalle von der Massen- und Energieverteilung abhängig sind, gibt es, sobald der funktionelle Zusammenhang

erkannt ist, viele Wege zur Strukturbestimmung. Die Verteilung der Wachstumsformen, die Spaltbarkeitsverhältnisse, die inneren Deformationsmöglichkeiten, die Art der Zwillingsgesetze, die mit Polymorphie und Isomorphie in Beziehung stehenden Erscheinungen sind lange vor Laues Entdeckung zur Kristallstrukturbestimmung verwertet worden. Aber auch Überlegungen über die Grösse und Gestalt der Atome und die Art der Bindungen können mit Vorteil verwendet werden. Immerhin haben erst die röntgenometrischen Bestimmungsmethoden eine sichere Basis geschaffen, von der die weitere Forschung ausgehen kann. Im wesentlichen stehen drei, einzeln erläuterte Methoden zur Verfügung: die Methode der Lauediagramme, die Braggsche Methode und die Pulvermethode von Debye und Scherrer. Bei hochsymmetrischen und relativ einfach gebauten Substanzen sind die Resultate ziemlich eindeutig, bei komplizierten Verbindungen mit niedriger Kristallsymmetrie lassen sich nur Wahrscheinlichkeitsschlüsse ziehen. (Autoreferat.)

Der Präsident dankt dem Vortragenden für seine interessanten und von den Zuhörern mit reichem Beifall aufgenommenen Ausführungen und schliesst die Sitzung um 8.20.

8. Beim gemeinsamen Nachtessen, das sich an die Versammlung anschloss, würdigte Herr Prof. Dr. de Quervain die Verdienste des abtretenden Präsidenten, worauf Herr Prof. Dr. W. Frei einen Rückblick auf die Tätigkeit der N. G. Z. unter seinem Präsidium warf und sowohl den Mitgliedern des Vorstandes als auch den Vortragenden seinen Dank aussprach.

Der Sekretär: Prof. Dr. Otto Schlaginhaufen.

**Protokoll über die Exkursion nach Baden—Teufelskeller—Wettingen,
Samstag, den 8. Juli 1922.**

Vorsitzender: Prof. Dr. A. de Quervain.

Anwesend: 34 Personen.

Traktanden:

1. Als neue Mitglieder wurden aufgenommen:

Herr Dr. Richard Bär, Privatdozent für Physik an der Universität, Bergstrasse 54, Zürich 7, eingeführt durch die Herren Dr. M. Baumann und Prof. Dr. Edgar Meyer.

Herr Dr. Hartmann, Prof. a. d. Kantonsschule in Aarau, eingeführt durch Herrn Dr. E. Rübel.

2. Exkursion:

Ankunft in Baden 7.50. Die Teilnehmer der Exkursion wurden im Sitzungssaal der Etablissements von Brown, Boveri u. Cie. empfangen und durch Herrn Direktor Naville begrüsst. Herr Oberst Hafter stellte in kurzen Zügen die Geschichte der Werke von Brown, Boveri u. Cie. dar, und hierauf hielt Herr Privatdozent Dr. Dällenbach einen Vortrag über das Thema:

**Der Grossgleichrichter und die Zusammenarbeit
von Wissenschaft und Technik in der Industrie.**

Infolge der Elektrifikation grosser ausländischer Bahnbetriebe mit Gleichstrom gewann der Quecksilberdampf-Grossgleichrichter — wie ihn die Firma Brown, Boveri u. Cie. in Baden herstellt — erhöhte Bedeutung. Es ist voraus-
zusehen, dass er wegen seines hohen Wirkungsgrades und der geringen Wartung, die er bedarf, für die Umwandlung von Wechselstrom in Gleichstrom die

rotierenden Maschinen verdrängen wird, sobald er für noch höhere Spannungen und Leistungen, als das gegenwärtig möglich ist, betriebssicher und billig fabriziert werden kann. Um die Schwierigkeiten näher zu beleuchten, mit denen der Gleichrichterbau gegenwärtig noch kämpft, hat der Referent gezeigt, wie man an Hand der Ionen- und Elektronentheorie die normale Wirkungsweise des Gleichrichters versteht und wie ohne die ständige Zuhilfenahme dieses Zweiges der physikalischen Forschung es ausgeschlossen wäre, in der Frage der Rückzündung — dies die gegenwärtig noch wichtigste Betriebsstörung — planmässig vorzugehen. Mit dem Gleichrichter nimmt die Ionen- und Elektronentheorie, der wir zusammen mit den optischen Erscheinungen die bis heute tiefsten Blicke in das Wesen der Materie zu verdanken, zum erstenmal das Interesse des Maschinenbauers in Anspruch. An der Gelegenheit zu neuen Entwicklungen, welche sich für unsere Industrie daraus ergibt, ist nicht vorbeizusehen. Es liegt nahe, an den Aufschwung zu denken, welchen die letzten Jahre die Technik der Röntgen- und Elektronenröhren genommen hat. Baden und Zürich haben ferner besondere Gründe, sich dankbar zu erinnern, welchen Anteil die Wissenschaft an der Entwicklung der Dampfturbine hat, und der Gleichrichter steht heute da, wo die Dampfturbine um 1900. Bei der Armut unseres Landes an Rohstoffen wird die schweizerische Maschinenindustrie sich nur dann aus der gegenwärtigen Krisis erheben können, wenn es ihr gelingt, in der Entwicklung einzelner Maschinengattungen eine führende Stellung einzunehmen, wie das beispielsweise heute für den Gleichrichter zutrifft, welcher von der Firma Brown, Boveri u. Cie., die nach Anzahl der ausgeführten Anlagen darin die meiste Erfahrung besitzt, trotz Valuta und Wirtschaftskrisis verkauft wird. Will unsere Industrie diesen Weg allgemein beschreiten, so ist das, so wie die Probleme heute insbesondere beim Gleichrichter, aber auch bei anderen Maschinengattungen liegen, ohne wissenschaftliche Forschung und Zusammenarbeit mit der Hochschule ausgeschlossen. Diesen Überlegungen kann sich auch der Laie nicht entziehen, wenn ihm die Anstrengungen bekannt werden, welche das deutsche Volk seit Jahren und fortgesetzt für die wissenschaftliche Ertüchtigung seiner Industrie macht. Das Verhältnis von Wissenschaft und Technik ist nicht das einseitige, wie es nach den bisherigen Ausführungen erscheinen möchte. Die Erschütterungen des Wirtschaftslebens der Kriegs- und Nachkriegszeit lehren, dass die Wissenschaft auch die industrielle Arbeit nötig hat. Es braucht den Boden einer gesunden Volkswirtschaft, damit die zu Wissenschaft und Kunst Berufenen die Ruhe, die Mittel, den Lebensunterhalt finden, sich ihren Aufgaben zu widmen. In dieser Weise beitragen und teilhaben zu dürfen am Wachstum der Wahrheit und des Schönen in der Welt, gibt der industriellen Arbeit einen tieferen Sinn, als es der blosse Kampf um die wirtschaftliche Existenz vermöchte.

(Autoreferat.)

Nach dem Vortrag besichtigten die Teilnehmer in Gruppen unter Führung von Ingenieuren die einzelnen Abteilungen des Werks: das Materialprüfungslaboratorium, die Schleudieranlage, die Turbinenfabrik, die Maschinen- und die Apparatenfabrik, die Wicklerei, das Transformatoren-Versuchslaboratorium, die Modellschreinerei usw.

Es schloss sich ein Spaziergang durch den Kurpark, die Bäderstadt und die Limnatanlagen an. Im Hotel „Engel“, wo sich die Exkursionsteilnehmer zum gemeinsamen Mittagessen einfanden, sprach der Präsident, Herr Prof.

Dr. de Quervain der Leitung der elektrotechnischen Etablissements Brown, Boveri u. Cie. den besten Dank der Gesellschaft aus. Herr Prof. Dr. H. Lehmann, Direktor des Schweiz. Landesmuseums, schilderte an Hand alter bildlicher Darstellungen die Geschichte der Stadt Baden.

Am Nachmittag stieg die Gesellschaft zur Ruine des Schlosses Stein empor und von hier über das Schützenhaus nach dem Kreuzliberg und hinunter zu dem im Gebiete eines prähistorischen Bergsturzes liegenden „Teufelskeller“, über dessen Geologie und Sagenkreis Herr Prof. Dr. de Quervain zuvor die nötigen Erklärungen gegeben hatte. Im Kloster Wettingen hörten die Teilnehmer einen Vortrag des Herrn Prof. Dr. Lehmann über die Geschichte des Klosters an und folgten seiner kundigen Führung durch die Klosterräume.

Der Sekretär: Prof. Dr. Schlaginhaufen.

Protokoll der Sitzung vom 23. Oktober 1922

abends 8 Uhr auf der Schmidstube, Marktgasse 20.

Vorsitzender: Prof. Dr. A. de Quervain.

Anwesend 202 Personen

Traktanden:

1. Das Protokoll über die Exkursion nach Baden—Teufelskeller—Wettingen vom 8. Juli 1922 wird unter Verdankung an den Autoreferenten und den Sekretär genehmigt.
2. Die Gesellschaft hat durch den Tod verloren:
Herrn Prof. Dr. Otto Stoll, Mitglied seit 1875, und
Herrn Dr. Eugen Bolleter, Sekundarlehrer, Mitglied seit 1900.
Die Anwesenden erheben sich zu Ehren der Verstorbenen von ihren Sitzen.
3. Als neue Mitglieder werden aufgenommen:
Herr Dr. ing. Walter Dällenbach, Privatdozent an der E. T. H., Alpenquai 20 III, Zürich, eingeführt durch Herrn Prof. Dr. Medicus.
Herr Dr. Robert K. Forrer, Chef de travaux à l'Institut de Physique Strasbourg, eingeführt durch Herrn Prof. Dr. de Quervain.
Herr G. Laupper, Promenadengasse 11, Zürich 1, eingeführt durch Herrn Prof. Dr. Hans Schinz.
Herr Dr. med. E. Hedinger, Prof. der Pathologie a. d. Universität, Sonnenbergstrasse 19, Zürich 7, eingeführt durch die Herren Prof. Dr. W. Frei und Prof. Dr. Schlaginhaufen.
4. Der Vorsitzende legt unter Bezugnahme auf einen vom Autor in der N. G. Z. am 8. März 1920 gehaltenen Vortrag eine Publikation des Herrn Dr. med. J. Rutgers in Lochem (Holland) vor, betitelt: „Das Sexualleben in seiner biologischen Bedeutung als ein Hauptfaktor zur Lebensenergie für Mann und Weib, für die Pflanzen und für die Tiere.“ Lochem 1921.
5. Vortrag des Herrn Prof. Dr. Eugen Bleuler:
Über die naturwissenschaftliche Auffassung des Bewusstseins
Dass die Psyche eine Hirnfunktion sei, ist mit grösserer Wahrscheinlichkeit bewiesen als tausend andere Annahmen, an denen niemand zweifelt.
Man findet auch nirgends eine Grenze zwischen Psyche und Nervenfunktion.
Alle psychischen Funktionen lassen sich aus den zentralnervösen ableiten, nur die bewusste Qualität (nicht das Bewusstsein in anderen Auffassungen) erschien bis jetzt als etwas Besonderes, nicht weiter Zurückführbares.

Bei genauerem Zusehen ist jedoch auch diese Erscheinung nicht unverständlich. Ein beliebiges Ding, das irgendeine Funktion hat, z. B. sich bewegt, kann niemals etwas von dem wissen, was mit ihm geschieht, wenn es kein Gedächtnis hat. Es würde ihm auch bei der kompliziertesten Organisation ein Wahrnehmungsgefälle fehlen, ein Unterschied zwischen dem einen Zustand und irgendeinem anderen. Ganz anders, wenn ein Gedächtnis vorhanden ist, wenn jeder Zustand ein Engramm hinterlässt, das einige Zeit nachbelebt ist oder wieder belebt werden kann, d. h. in gewisser Beziehung jedem Zustand Dauer verleiht, so dass der Zustand des nächsten Momentes eine Veränderung an etwas Fortbestehendem bedingt. Dann ist Wahrnehmungsgefälle vorhanden: die Funktion enthält den Keim eines Bewusstseins. Dieses ist eine notwendige Folge des Gedächtnisses und des in eine Einheit Zusammenfließens aufeinanderfolgender Zustände. Diese Bedingungen sind im zentralen Nervensystem vorhanden und andere sind nicht nötig. Das Bewusstsein ist also eine Eigenschaft der Funktion, nicht eine des Gehirns oder des Geschöpfes.

Zum bewussten Ich, zur bewussten Person, wird die psychische Funktion dadurch, dass sie eine Menge von Engrammen, die „Vorstellungspsychokyme“ alles dessen, was man erlebt hat und ist und erstrebt, in eine Einheit zusammenfasst. Alles, was an diesen Komplex angegliedert wird, wird bewusst. Die nämlichen Funktionen, wenn sie ohne genügende Assoziation mit dem Ich verlaufen, sind unbewusst, bilden „das“ Unbewusste. Die assoziativen Verbindungen sind etwas Bewegliches; so kann die nämliche Funktion (Wahrnehmen, Denken, Streben) bald bewusst, bald unbewusst sein; im ersteren Falle ist sie dem Ich eng assoziiert, im letztern gar nicht oder ungenügend.

Diese Auffassung würde die ganze Psyche restlos verstehen lassen, wenn sie nicht noch eine empfindliche Lücke hätte: wir wissen nicht, woher die spezifischen Qualitäten der Sinne kommen, warum gewisse Lichtschwingungen uns als blau und nicht als weiss oder als ein Ton oder irgend etwas anderes erscheinen. Doch ist auch dieses Problem nicht hoffnungslos, verstehen wir doch ohne weiteres, dass die Annahme und Ablehnung uns von innen als Lust und Unlust erscheinen muss.

Neben dem Gedächtnis ist die Einheit der psychischen Elementarfunktion wesentliche Bedingung des Bewusstseins.

Wo wir Gedächtnis und Zusammenfließen der Funktion in eine Einheit haben, muss Bewusstsein vorhanden sein. Diese Voraussetzungen sind in der Rinde der höheren Tiere erfüllt. Elementarere Formen des Bewusstseins sind aber in den tieferen Zentren der Rindentiere wie in den Nervenknotten rindenloser Wesen denkbar.

Einen „Zweck“ des Bewusstseins in irgendeinem Sinne haben wir nicht gefunden. Es ist eine notwendige Folge des Gedächtnisses, dieses ein Postulat für die Nutzbarmachung individueller Erfahrungen für das Lebewesen.

(Autoreferat)

Diskussion:

Herr Prof. Dr. Fritz Medicus: So dankenswert die naturwissenschaftliche Erforschung des Psychischen ist, so vermag sie doch niemals der Bedeutung gerecht zu werden, die das Bewusstsein als Bewusstsein der Wahrheit hat. Die Wahrheit fordert unbedingte Anerkennung; die Erkenntnis des Unbedingten aber ist der naturwissenschaftlichen Methode unzugänglich. Un-

bedingte Bejahung der Wahrheit überwindet die Bedingtheit des bloss naturhaften Daseins: die Wahrheit macht frei. (Autoreferat.)

Herr Prof. Dr. Gotthold Lipps: Bei weitgehender Übereinstimmung mit den Ausführungen von Herrn Prof. Bleuler lehnt Prof. Lipps es ab, das Bewusstsein auf Gehirnfunktionen zu gründen. Er findet die feinste Ausgestaltung des bewussten geistigen Lebens in den mathematischen Denkopoperationen, insbesondere in dem als Unterscheiden und Verknüpfen sich vollziehenden Erfassen des einen im anderen. Dieses Unterscheiden und Verknüpfen ist die, nicht aus materiellen Vorgängen ableitbare, das Bewusstsein begründende Lebensbetätigung, in der das als Wollen sich kundgebende eigene Wirken, das in den Vergegenständlichungen des Denkens entgegretende Wirken und das als Gefühl erlebte Zusammenwirken untrennbar miteinander verbunden sind. Und dieses Wirken steht nicht für sich allein, sondern ist getragen von dem überindividuellen Wirken, das als Grund der Lebensgemeinschaft in der der Mensch lebt, das Schaffen des Künstlers, das Erkennen des Forschers und das sittlich-religiöse Verhalten jedes einzelnen Menschen möglich macht.

(Autoreferat.)

Herr Prof. Dr. Walter R. Hess: Der Physiologe kommt auch gelegentlich dazu, sich Gedanken über das „Bewusstsein“ zu machen. Wenn kein Zweifel darüber bestehen kann, dass dasselbe der Ausdruck von vorstellbaren Geschehnissen im Zentralnervensystem ist, so liegt für mich im Bewusstseinproblem dennoch ein unlösbares Rätsel vor mir. Ich verstehe nicht, was es ist, das ich als „ich“ empfinde und als „ich“ fühle, und bescheide mich mit dem Gedanken, dass sich mein Bewusstsein als betrachtetes Objekt nicht durch dasselbe Bewusstsein als handelndes Subjekt analysieren und erfassen lässt.

(Autoreferat.)

Herr Prof. Edgar Meyer: Ich möchte den Herrn Vortragenden folgendes fragen: Als Analogie zum Gedächtnis wurde die belichtete Gelatine herangezogen, dabei aber ausdrücklich bemerkt, dass ein prinzipieller Unterschied bestände zwischen diesem Beispiel und etwa dem eines von Sonnenstrahlen beschienenen Papiers, auf dem ein Schlüssel liegt, und das an den von dem Schlüssel nicht geschützten Stellen vergilbt. Ich verstehe nicht, wo da ein prinzipieller Unterschied vorhanden ist; in beiden Fällen hat man es doch mit dauernden Eigenschaftsänderungen (etwa molekularen Umlagerungen) zu tun?

(Autoreferat.)

Hierauf entgegnet Herr Professor Dr. E. Bleuler in folgendem Schlusswort: Herrn Professor Edgar Meyer möchte ich antworten, dass zwar ein physikalisch prinzipieller Unterschied nicht besteht zwischen der Einwirkung des Schattens eines Schlüssels auf das belichtete Papier und der Gelatine, die nach Belichtung mit Strahlen bestimmter Länge später nur diese wieder zurückstrahlt oder durchlässt. Für unser Thema aber ist der Unterschied insofern ein prinzipieller, als der Schlüsselschatten nichts von dem engraphierenden Vorgang wiedergibt, während die Gelatine bei einem viel diffusern „Reiz“ die spezielle frühere Belichtung wiederholt. Das ist prinzipiell das Gleiche wie das Gedächtnis, das also nichts spezifisch biologisches ist.

Herr Kollege Hess hat die wirkliche Schwierigkeit herausgehoben; es ist selbstverständlich, dass sich nicht jeder, der von diesen Dingen zum ersten Male hört, sogleich in die Vorstellung hineindenken kann, dass eine Verschiedenheit, die infolge des Gedächtnisses in eine funktionelle Einheit gebracht

wird, ein Wahrnehmen, ein Bewusstsein bedinge, wenn auch das Umgekehrte selbstverständlich ist, dass ein Wahrnehmen nicht möglich ist, ohne eine solche Gedächtnisfunktion. Es können sich aber viele Leute wirklich hineindenken, wenn sie nur nicht ihre Assoziationsbahnen schon zu sehr in anderer Richtung ausgeschliffen haben, und von sich aus sind auf die gleiche Vorstellung gekommen Exner, Loeb und Brun.

Der Philosoph Herr Medicus hat mich zu sanft behandelt, indem seine Kritik nur an einer Stelle meine Ausführungen berührte: er meinte, es bleibe allerdings wenig in der Psyche, das nicht naturwissenschaftlich begriffen werden könne. Ich möchte fragen, was; ich habe bei jahrzehntelangem Suchen überhaupt nichts gefunden.

Über die vielen Übereinstimmungen mit Herrn Kollegen Lipps bin ich sehr erfreut. Wenn er sagt, Bewusstsein heisst Unterscheiden und Anknüpfen, so drückt er sich ja wie ich aus; er ignoriert nur, dass eben diese Funktion auch in der Gehirntätigkeit zu finden ist. Ausserdem scheint er mir doch etwas in den Begriff des Bewusstseins zu bringen, was ich als „Inhalt“ bezeichnen möchte (Herr Lipps winkt nein). Dass man auch von meinem Standpunkt aus nicht an das Individuum gebunden ist, sondern den Zusammenhang der Menschen unter einander im Sinne des Diskussionsredners ohne weiteres verstehen kann, habe ich in meinem Büchlein über Affektivität und Suggestion selbst gezeigt. Die Existenz der Ethik könnte man von meinem Standpunkt aus, wenn man nichts von ihr wüsste, auf Grund der Gehirnphysiologie konstruieren, die Religiosität kann man vollständig verstehen, wenn man ihr Vorhandensein kennt, und die Aesthetik hat mir ein junger Kollege von unserem Standpunkt aus ebenfalls abgeleitet. Im übrigen möchte ich die schönen phänomenologischen Darstellungen von Herrn Lipps gern unterschreiben. (Autoreferat)

Der Vorsitzende dankt im Namen der sehr zahlreich erschienenen Zuhörerschaft Herrn Prof. Bleuler für seinen äusserst interessanten Vortrag und ebenso den übrigen Rednern, die mit ihren Ausführungen die Diskussion belebt haben.

Schluss der Sitzung 10. 45.

Der Sekretär: Prof. Dr. Otto Schlaginhaufen.

Protokoll der Sitzung vom 6. November 1922
abends 8 Uhr im Hörsaal des Anatomiegebäudes
Plattenstrasse 9/11.

Vorsitzender: Prof. Dr. A. de Quervain.

Anwesend: 110 Personen.

Traktanden:

1. Das Protokoll der Sitzung vom 23. Oktober 1922 wird unter Verdankung an die Autoreferenten und den Sekretär genehmigt.
2. Vortrag des Herrn Dr. med. Paul Cattani:
Über die Psychologie des Tätowierens.
(Mit Projektionen.)

Um die Frage zu beantworten: „Warum tätowieren oder richtiger tatauieren sich die Menschen?“ scheint es dem Vortragenden unangänglich zu sein, die Sitte nur beim Europäer oder nur bei den unzivilisierten Völkern zu studieren, und er hofft, aus einem Vergleich der Sitten verschiedener Kulturstufen eine Auf-

hellung auch der Psychologie des Tätowierens zu gewinnen. Was die Naturvölker mit der Tätowierung wollen, das drücken wir Modernen einfach in anderen Formen aus. Wir verfolgen so die Parallele zwischen der Körperbemalung und Tätowierung einerseits und dem Schminken und Haarfärben, den Renommierschmissen der Studenten, den Fingerringen, Armspangen und anderen Schmuckgegenständen, den Rangabzeichen unserer Offiziere, den Adels-, Familien- und Staatswappen andererseits. Ähnliche Tendenzen liegen auch gewissen Tätowiersitten und unseren Zivilstandsregistern zugrunde. Selbst die Tätowierung zu therapeutischen Zwecken hat innere Verwandtschaft mit dem Prinzip der Ablenkung in der modernen Medizin.

Von diesem vergleichenden Standpunkte aus wurden besprochen und hauptsächlich an Sitten der Südseeinsulaner, Japaner und Europäer illustriert:

1. Tätowierung als Verschönerungsmittel zur Anziehung des andern Geschlechts.
2. Tätowierung zur Kennzeichnung von Rang und Würde.
3. Tätowierung als Eigentumsbezeichnung und Brandmarkung.
4. Tätowierung als Stammeszeichen.
5. Tätowierung zur Markierung von Lebensabschnitten.
6. Tätowierung als Auszeichnung.
7. Tätowierung als Ausdruck von Gemütszuständen, wie Trauer, Liebe, Hass und Rachsucht.
8. Tätowierung als Ausdruck von Religion und Aberglaube.
9. Tätowierung in ihrer Beziehung zur Kleidung.
10. Tätowierung zu therapeutischen Zwecken.
11. Tätowierung aus Mode, Nachahmungstrieb, Langeweile.

Zum Schlusse wurden ca. 40 Lichtbilder vorgewiesen und dabei noch kurze Ausführungen angeschlossen über biologische Nebenerscheinungen, über die gerichtlich-medizinische Bedeutung, die Histologie und die Entfernung von Tätowierungen. (Autoreferat.)

In der Diskussion weist Herr Prof. Dr. Brockmann auf die Bedeutung hin, welche der Tätowierung als Mutprobe zukommt, und es beispielsweise verständlich macht, dass bei einzelnen Naturvölkern Kinder nicht tätowierter Eltern getötet werden.

Nachdem der Vortragende auf eine Anfrage hin noch erklärt hat, dass von nachteiligen Einflüssen des Tätowierens auf den Organismus nichts bekannt sei, spricht der Vorsitzende Herr Dr. med. Paul Cattani für seine fesselnden Ausführungen und Projektionen und Herrn Prof. Dr. Felix für die Überlassung des Hörsaales und Projektionsapparates den besten Dank der Gesellschaft aus.

Schluss der Sitzung 10.15 Uhr.

Der Sekretär: Prof. Dr. Schlaginhaufen.

Protokoll der Sitzung vom 20. November 1922,
abends 8 Uhr, auf der Schmidstube, Marktgasse 20.

Vorsitzender: Prof. Dr. A. de Quervain. Anwesend 140 Personen.

Traktanden:

1. Das Protokoll der Sitzung vom 6. November 1922 wird unter Verdankung an den Autoreferent und den Sekretär genehmigt.

2. Die Gesellschaft hat durch den Tod verloren:

Herrn Oberstl. Conrad Escher-Schindler, Mitglied seit 1915.

Herrn Dr. Fritz Bützberger, Prof. a. d. kant. Industrieschule, Mitglied seit 1911.

Die Anwesenden erheben sich zu Ehren der Verstorbenen.

3. Als neues Mitglied wurde aufgenommen:

Herr Alfred Imhof, Dipl.-Ing., Prof. am kantonalen Technikum, Winterthur, Breitestrasse 52, eingeführt durch Herrn Karl Paul Täuber.

1. Vortrag des Herrn Dr. J. Hug:

Allerhand Neueres aus der Geologie von Zürich.

Mit Projektionen.

(Autoreferat und Diskussion werden der Einladung zur nächsten Sitzung beige druckt werden.)

Der Vorsitzende spricht dem Vortragenden für seine mit vielem Beifall aufgenommenen Ausführungen und den übrigen Rednern für ihren Anteil an der Diskussion den besten Dank der Gesellschaft aus.

Schluss der Sitzung 10 Uhr 15.

Der Sekretär: Prof. Dr. Schlaginhaufen.

Referat des Vortrages und Diskussion der Sitzung vom
20. November 1922.

Vortrag des Herrn Dr. J. Hug:

Allerhand Neueres aus der Geologie von Zürich.

Es wurden Mitteilungen über die folgenden geologischen Fragen der Umgebung von Zürich an Hand von Karten, Profilen und graphischen Darstellungen vorgetragen:

1. Das Geologische Profil des Ulmberges, wie es sich beim Bau des neuen Ulmbergtunnels der linksufrigen Seebahn ergeben hat, wurde erläutert. Der Endmoränenwall des sog. „Zürcherstadiums“ der letzten Eiszeit wurde quer durchschnitten, wobei vorwiegend feinsandige Schlammmoräne, in der Mitte und gegen das Südportal hin auch grössere Blöcke angetroffen wurden. Vom Sihlhölzli her schiebt sich ein Keil von Schotter in 2 Lappen 75 m weit unter die Endmoräne hinein, so dass von einer typischen Verknüpfung der Schotterterrasse des Sihlhölzli. resp. des Limmattales gesprochen werden kann.
2. Das zweite Thema behandelt die Beziehungen des Limmattal-Grundwasserstromes zu See, Sihl und Limmat an Hand einer Karte mit den Kurven über die Verteilung des Kalkgehaltes im Grundwassergebiet der Stadtkreise 4 und 5. Eine ausführliche Darstellung dieser Untersuchungen wird in der Vierteljahrschrift veröffentlicht werden.
3. Die Beziehungen zwischen Wald und Quellenbildung werden an einem Beispiel in der Gegend der Realp besprochen. Aus der Gegenüberstellung der Erträge der Quelle vor und nach der Entwaldung des Einzugsgebietes erhält man den Eindruck, dass besonders die Minimalerträge durch die Entwaldung offensichtlich günstiger geworden sind.
4. Als jüngste Bodenbewegungen im Stadtgebiet werden zunächst die Setzungen besprochen, die in den letzten Jahren im Oerlikonertunnel beobachtet wurden. Aus einer Tabelle ergibt sich deutlich der Zusammenhang der Bewegungen mit der Intensität der Niederschläge. Im weiteren

wird auf den Einfluss des Zugsverkehrs auf die Abnützung des Tunnels hingewiesen.

5. Die Terrainbewegungen des Stadtgebietes in den letzten 25 Jahren werden auf Grund der Höhenänderungen der städtischen Fixpunkte in der Zeit von 1894/98 bis 1917 erörtert. Es lassen sich 3 Zonen unterscheiden, die Senkungen von einigen cm erkennen lassen, an einigen Punkten erreicht die Bewegung noch ein höheres Mass. Die Bewegungszonen sind besonders deutlich im Gebiet der Seeauffüllungen und im Schuttkegel am Fusse des Ütliberges. Interessant ist ein geologisch durchaus motivierter Streifen, der sich um 3 bis 11 mm gehoben hat.

(Autoreferat.)

In der Diskussion teilt Herr Prof. Dr. Albert Heim, beginnend mit der im Jahre 1868 von Arnold Escher von der Linth herausgegebenen ersten Karte der Geologie von Zürich, die Hauptdaten aus der Lokal-Geologie von Zürich mit und beglückwünscht Herrn Dr. J. Hug zu seinen systematischen Untersuchungen. Auf die Anfrage des Herrn Prof. Dr. Huber, ob die „Härte-Insel“ im obern Hard der Lage einer Molasse-Bank entspreche, antwortet der Vortragende, dass dem wohl nicht so sei, und dass sie auch nicht durch Wasser verursacht sein könne, das von der linken Talseite zuflüsse oder aufquelle. Mit Herrn Prof. Dr. Wiegner, der zur Beeinflussung des Grundwassers durch den Wald Stellung nimmt, stimmt Herr Dr. Hug insofern überein, als er die auf der Rehalp gemachten Beobachtungen nicht verallgemeinern möchte; die Erträge der fraglichen Quellen werden auch weiterhin noch beobachtet, sodass es möglich sein wird, eine längere Beobachtungsperiode zur Lösung des Problems zu verwenden. Herr Prof. Dr. de Quervain macht auf eine neue seismologisch-experimentelle Methode aufmerksam, welche festzustellen erlaubt, in welcher Tiefe unter der Schottermasse das Anstehende liegt. Die von Prof. Dr. Heim berührte Frage, ob eigentliche tektonische Bewegungen in der Gegend von Zürich noch vorkommen, ist nach kürzlichen Registrierungen der Erdbebenwarte zu bejahen.

Der Sekretär: Prof. Dr. Schlaginhaufen.

Protokoll der Sitzung vom 4. Dezember 1922,

abends 8 Uhr, auf der Schmidstube, Marktgasse 20.

Vorsitzender: Prof. Dr. A. de Quervain.

Anwesend: 226 Personen.

Traktanden:

1. Das Protokoll der Sitzung vom 20. November 1922 wird unter Verdankung an den Sekretär genehmigt.
2. Die Gesellschaft hat durch den Tod verloren:
Herrn Prof. Dr. E. Sidler-Huguenin, Prof. für Augenheilkunde an der Universität, Mitglied seit 1917.
Die Anwesenden erheben sich zu Ehren des Verstorbenen.
3. Als neue Mitglieder wurden aufgenommen:
Herr Jakob Aall Bonnevie Bjerknes, Vorstand der Wetterwarte in Bergen, z. Z. wissenschaftlicher Mitarbeiter der Schweiz. Meteor. Centralanstalt, Zürich 7, Gloristr. 57, eingeführt durch Herrn Prof. Dr. de Quervain.
Herr Dr. med. Alex. von Muralt, Nervenarzt, Mühlebachstrasse 21, Zürich 8, eingeführt durch Fräulein Priv.-Doz. Dr. Frey.

Herr Emil Wild, Bergstrasse 16, Zollikon, eingeführt durch Herrn Dr. med. Alfred Meyer.

Herr Alfred Brunner, Sek.-Lehrer, Altstetten (Zch.), Werdstrasse 2, eingeführt durch Herrn Priv.-Doz. Dr. E. Rübel.

4. Vortrag des Herrn Prof. Dr. P. Scherrer:

Die gegenwärtigen Anschauungen über den genetischen Zusammenhang der chemischen Elemente.

Nie hat die Wissenschaft die Mannigfaltigkeit der Elemente gegenüber den Gesichtspunkten der Einheitlichkeit und Ordnung aus den Augen verloren, immer wieder taucht die naturphilosophische Forderung nach einem gemeinsamen Grundstoffe auf, z. B. in Form der Prout'schen Hypothese (1815).

Die Tatsache, dass die Elemente periodische Funktionen des Atomgewichtes sind, führt zur Aufstellung des natürlichen Systems der Elemente (Lothar Mayer und Dmitri Mendelejeff um 1870). Die Perioden umfassen der Reihe nach 2, 8, 8, 18, 18, 32, 6 Elemente; man kann sie nur künstlich durch Zusammenfassen der Triaden Fe Co Ni und der seltenen Erden in ein Achterschema zwingen. An einigen Stellen ist die Anordnung nach dem Atomgewicht durchbrochen (A-K, Co-Ni, J-Te), was uns zeigt, dass das Atomgewicht nicht das wirkliche Ordnungsprinzip sein kann. Das Verständnis für das System fliesst aus der Kenntnis des Atombaus.

Viele Wege führen zur Bestimmung des Atomdurchmessers, er beträgt ca. 10^{-8} cm. Alle Atome enthalten als Baustein das Elektron. Die Zahl der Elektronen entnehmen wir Versuchen über Zerstreuung von Röntgenstrahlen, sie ist etwa gleich dem halben Atomgewicht. Aus Versuchen von Rutherford über den Durchgang von α -Teilchen durch Materie schliessen wir, dass die positive Ladung des Atoms zusammen mit seiner Masse in einem Kern von subatomaren Dimensionen konzentriert ist. Die Versuche gestatten eine Schätzung der Kernladung und Kerngrösse. Eine genaue Methode zur Bestimmung der Kernladung haben wir in der Röntgenspektroskopie vor uns. Es zeigt sich das merkwürdige Resultat, dass die Kernladung übereinstimmt mit der Atomnummer im periodischen System: die Atome sind in demselben nach wachsender Kernladung angeordnet und zwar nimmt die Ladung von Atom zu Atom um eine Einheit zu.

Durch die Grösse der Kernladung ist die Konfiguration des Elektronengebäudes völlig bestimmt. Die Elektronen können im Atom nicht in Ruhe sein, sie beschreiben Planetenbahnen. Nach Überwindung vieler Schwierigkeiten sind wir heute im Stande, auf Grund der Planck-Bohr'schen Quantenmechanik die im Atom vorhandenen Elektronenbahnen aus den von demselben ausgesandten Spektralserien direkt herauszulesen. Wir müssen uns vorstellen, dass die Edelgase aussen eine „Schale“ von acht Elektronenbahnen besitzen, die einen besonders hohen Grad von Symmetrie und Stabilität aufweist. Schreiten wir in einer Periode, ausgehend von einem Edelgas, von Element zu Element fort, so erleben wir die sukzessive Ausbildung einer neuen Edelgasschale. In den grossen Perioden werden dabei auch noch innere Schalen neu ausgebildet oder komplotiert. Die Periodizität der Eigenschaften rührt also her von der Wiederkehr ähnlicher peripherer Elektronenanordnungen.

Das Kernatom führt uns auch zum Verständnis der Verschiebungssätze der Radioaktivität und der Isotopentheorie, nach welcher dasselbe chemische Element mit verschiedenen Atomgewichten auftreten kann. Diese letztere Theorie

ist heute einmal durch direkte Atomgewichtsbestimmungen an Uran- und Thorblei absolut gesichert. Andererseits ist Aston mit Hilfe der Kanalstrahlenmethode (Massenspektrograph) der Nachweis gelungen, dass viele Elemente „Misch-elemente“ sind. Besonders interessant ist dabei die Tatsache, dass die Atomgewichte dieser Isotopen sämtlich wesentlich ganzzahlig sind (Ausnahme $H = 1,008$). Die Ganzzahligkeit der Atomgewichte legt die Annahme nahe, dass sich die Kerne aus einem gemeinsamen Grundatome aufbauen.

Die von Rutherford in dieser Richtung angestellten Versuche zeigen, dass man durch Stoss von α -Partikeln von den Kernen vieler Elemente H-Kerne abtrennen kann. Es sind in dieser Weise zerlegt die Kerne von B, N, F, Na Al, P. Wahrscheinlich ist auch der He-Kern aus H-Kernen und Elektronen aufgebaut, wobei die Bindung dann eine besonders feste sein würde.

(Autoreferat.)

Herr Prof. Dr. Baur leitet die Diskussion mit dem Hinweis darauf ein, dass die Ergebnisse der modernen Physik die Annahme der Vertreter der alten Atomistik bestätigen, eine Ansicht, der sich Herr Prof. Dr. Medicus nicht anschliessen kann, da die Atomgestalt des Demokritos sich nicht mehr als richtig erweist, und die alte Atomistik das Lebendige nie verstehen lässt. Dem Einwand des Herrn Prof. Weyl, es geht nicht an, im periodischen System das Vorhandensein von 5 noch nicht bekannten Elementen anzunehmen, begegnet Herr Prof. Dr. Scherrer mit der Annahme äusserst kurzlebiger Elemente.

Der Präsident wiederholt in Worten den Dank, den die zahlreiche Zuhörerschaft in lebhaftem Beifall bereits ausgedrückt hatte, und schloss die Sitzung um 10 Uhr 15.

Der Sekretär: Prof. Dr. Otto Schlaginhausen.

Protokoll der Sitzung vom 18. Dezember 1922

abends 8 Uhr, auf der Schmidstube, Marktgasse 20.

Vorsitzender: Prof. Dr. Karl Hescheler, Vizepräs. Anwesend 172 Personen

Traktanden:

1. Das Protokoll der Sitzung vom 4. Dezember 1922 sowie das Referat über den Vortrag und die anschliessende Diskussion vom 20. November 1922 werden unter Verdankung an die Autoreferenten und den Sekretär genehmigt.
2. Der Vorsitzende gedenkt unseres im Jahre 1912 in die Gesellschaft eingetretenen Mitgliedes Prof. Gabr. Narutowicz, der als Präsident der Republik Polen einem verbrecherischen Anschlag zum Opfer fiel. Die Anwesenden erheben sich zu Ehren des Verstorbenen.
3. Als neue Mitglieder werden aufgenommen:
 Herr Kaspar Escher, stud. phil. II., Wallisellen, eingeführt durch Herrn Fritz Escher, Direktor des städtischen Gaswerkes.
 Herr Priv.-Doz. Dr. Gottfried Trümpler, Küsnacht (Zch.), Felseneggstrasse, eingeführt durch Herrn Prof. Dr. Hans Frey, Küsnacht.
 Herr Dr. med. Theophil Dieterle, Zollikerberg bei Zürich, eingeführt durch Herrn Prof. Dr. A. de Quervain.
4. Der Vorsitzende bringt zur Kenntnis, dass das von unserm Ehrenmitgliede Herrn Prof. Dr. Albert Heim verfasste Werk „Geologie der Schweiz“ in diesen Tagen zu Ende gedruckt worden sei, und entbietet dem Verfasser im

Namen der Gesellschaft die herzlichsten Glückwünsche zum Abschluss dieses Werkes, das die Krönung seiner Lebensarbeit bedeutet.

5. Vortrag des Herrn Dr. Arnold Heim:

Über Vogelstimmen und Tonschrift.

Das Gebiet des Vortrages betrifft einen noch fast unbelaubten Ast am Baume der Wissenschaft, der reich, aber ungleichwertig verzweigt ist. Biologie, Physiologie, Akustik und ästhetische Tonkunst müssen sich die Hände reichen. Das Thema wird vorwiegend vom musikalischen Standpunkt beleuchtet.

Wer jemals den Versuch gemacht hat, Vogelstimmen in Noten festzuhalten, dem begegnete eine doppelte Schwierigkeit: das musikalische Erfassen, das ein absolutes Gehör erfordert, und die Unzulänglichkeit unserer konservativen Notenschrift. Auch für unsere Singstimme und die Streichinstrumente ist sie mangelhaft, namentlich bezüglich der Tonverbindungen, die durch Worte oder Fingersatz angedeutet werden. Ein auf der Violine vorgetragenes Beispiel erläutert die vorkommenden Arten von vollgleitender und teilgleitender Tonverbindung.

Bei den Vögeln findet man eine fast unendliche Mannigfaltigkeit nach Reinheit, Klangfarbe, Belautung, Tonhöhe, Tonstärke, Tonverbindung, Melodie, Phrasierung und Rhythmus, wovon nur Belautung, relative Tonstärke und Rhythmus einigermaßen mit unserer Notenschrift bezeichnet werden können. Diese Eigenschaften werden unter Vorpfeifen oder Vorsingen zahlreicher Beispiele behandelt.

Als rein bezeichnen wir einen Ton, der nur aus Grundton und seinen zugehörigen Obertönen besteht. Die Klangfarbe gleicht im allgemeinen unserm Pfeifen, ist aber erzeugt vom Kehlkopf mit Zugabe von Belautung in der Mundhöhle, die wir beim Pfeifen nicht nachahmen können. Die Tonhöhe reicht bis wenigstens in die „siebengestrichene“ (= neunte hörbare) Octave, also 5 Octaven höher als die Sopranstimme. Die Intervalle sind vollkommen frei, und oft so eng, dass 5—10 Töne auf einen Ganzton fallen können (Buchfink, Grünspecht u. a.). Ein Studium für sich bieten die Tonverbindungen. Teilgleitend singt z. B. der Pirol und mancher tropische Vogel. Vollgleitend sind manche Lockrufe (Buchfink, Gartenrotschwanz, Alpendohle, Bussard, auch tropische Vögel und Baumgrillen). Eine allmähliche Umkehr der Tonhöhe ergibt Tonkurven mit Wendetangenten (Star, tropischer Vogel). Die Phrasierung ist in der denkbar feinsten Weise ausgebildet. Sehr häufig sind die Roller (Zaunkönig). Bei den Trillern kann man unterscheiden nach dem Intervall, nach dem Öffnen oder Schliessen desselben, nach auf- oder abwärts Fortschreiten (gelbe Grasmücke), nach Unterbrechung, Teil- oder Vollgleiten des Intervalls etc. Rhythmisch findet man alle Stadien von Arythmie bis zur strengsten Taktbetonung und Preisgabe der Melodie (Amsel-, Drossel-, Taubenschlag).

Die Arbeiten von U. Voigt und B. Hoffmann sind besonders wertvoll für den Ornithologen, können dem Unkundigen aber kaum einen richtigen Begriff der Vogelstimmen geben, auch nicht durch die von Voigt neu eingeführten Zeichen. Gerade unsere geschätztesten Sänger (Amsel, Nachtigall, Mönchsgrasmücke, Rotkehlchen) lassen sich am wenigsten in Noten fassen. Ein auf dem Klavier, unserm melodisch primitivsten Instrument, gespieltes Beispiel der Amsel, nach Hoffmann, gibt davon Zeugnis.

Der Vortragende schlägt ein System von 7 Linien vor, wobei alle Intervalle in ihrer geometrischen Proportion stehen und alle Vorzeichen wegfallen. Statt der veralteteten Schlüssel werden die Oktaven mit I—XII bezeichnet.

Zeitmass = Sekundenstriche. Auch fällt die unlogische Intervallbezeichnung ($4 + 5 = 8$; $4 - 3 = 2$ etc.) weg. Dem Nachteil von etwas vermehrtem Raumbedürfnis steht die Möglichkeit feinerer Gliederung gegenüber. Beispiele für Violine und von Vogelstimmen werden in Tonkurven in diesem System vorgeführt.

Hierauf werden Vogel- und Insektenstimmen der Tropen nachgeahmt und erläutert¹⁾. Zum Schlusse wird die Frage behandelt, was die Tonkunst von den Naturstimmen lernen könnte. Am Beispiel des Alphorns wird die Naturtonreihe erläutert, die zur pythagoräischen Tonleiter führte. Durch die Einführung der „gleichschwebend temperierten“ Stimmung wurde die Modulation und Polyphonie ermöglicht, welche das wunderbare Aufblühen der Musik unserer Klassiker zur Folge hatte. Andererseits ist die Musik durch Verlassen der natürlichen, reinen Stimmung in eine Sackgasse gelangt, denn noch niemals hat sich in der Kunst ein starres System auf die Dauer bewährt.

Wie erklären wir die Tatsache, dass der Vogelgesang selbst den „wohltemperiertesten“ Musiker entzückt? Die Musiker sind geteilter Meinung. Es werden u. a. Zitate von Busoni und Saint-Saëns vorgelesen, nach denen unsere Tonalität erschöpft ist.

Schliesslich erlaubt sich der Vortragende einige Bemerkungen über die künftige Entwicklung der Tonkunst. Auch wenn wir die Vögel nicht nachzuahmen brauchen, so müssen wir doch das zu erfassen suchen, was in der Natur von freier Melodik schon vorhanden ist. Auf alle Zeiten wird an erster Stelle stehen die Singstimme mit ihrer Freiheit nach Intervall und Klangfarbe. Dann folgt der Mund als Pfeifinstrument, auch wenn dieses heute noch nicht Mode ist. Es folgen dann diejenigen anorganischen Instrumente, die betreffs der Intervalle freie Bewegung ermöglichen, wie Posaune und Streichinstrumente. Auch neue Instrumente werden notwendig, besonders für höhere Lagen.

Ist einmal die Fessel unseres Ton- und Notensystems gesprengt, so kann mit dem Ausbau der freien Melodie begonnen werden, und diese wird durch Kombination zur freien polyphonen Musik gelangen. Möge die Naturforschung helfen, die Tonkunst diesem Ziele entgegen zu führen. (Autoreferat.)

Der Vorsitzende dankt dem Vortragenden für seine mit musikalischen Demonstrationen begleiteten Ausführungen, die den Zuhörern wissenschaftlich und ästhetisch ein Genuss waren. An der Diskussion beteiligt sich Herr Theodor Staub, der auf das Buch von Gérard de la Bassetière: *Essai sur le chant de quelques oiseaux* (Huisseaux-sur-Cosson 1913) hinweist, und Herr Prof. Dr. Ernst Meissner, der über eigene Beobachtungen berichtet.

6. Herr Prof. Dr. Emil Bosshard schlägt mit Rücksicht auf die vorgeschrittene Zeit vor, den von ihm angekündigten Vortrag auf eine spätere Sitzung zu verschieben. Diesem Vorschlag wird beigestimmt.

Schluss der Sitzung 10.05 Uhr.

Der Sekretär: Prof. Dr. Schlaginhausen.

¹⁾ Näheres in Schweiz. Musikzeitung, sep. bei Hug & Co., Zürich: Vogel- und Insektenstimmen aus den Tropen, von Arn. Heim, 1922.

Verzeichnis der Mitglieder der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich, abgeschlossen am 31. Dezember 1922.

I.

Präsidenten der Gesellschaft.¹⁾

- 1746—1790 **Johannes Gessner**, Dr. med., Chorherr, Professor der Physik und Mathematik.
1790—1803 **Hans Caspar Hirzel**, Dr. med., Stadtarzt und Ratsherr.
1803—1812 **Joh. Heinrich Rahn**, Dr. med., Chorherr.
1812—1831 **Paul Usteri**, Dr. med., Arzt, Naturforscher und Staatsmann.
1831—1834 **Joh. Caspar Horner**, Dr. phil., Professor der Mathematik, Forschungsreisender.
1834—1847 **Heinr. Rudolf Schinz**, Dr. med., Arzt und Professor der Naturwissenschaften.
1847—1849 **Albert Mousson**, Dr. phil., Professor der Physik.
1849—1851 **Oswald Heer**, Dr. phil., Professor der Botanik.
1851—1853 **Arnold Escher von der Linth**, Dr. phil., Professor der Geologie.
1853—1855 **Albert Mousson**, Dr. phil., Professor der Physik.
1855—1857 **Heinrich Frey**, Dr. med., Professor der Zoologie.
1857—1859 **Albert Mousson**, Dr. phil., Professor der Physik.
1859—1861 **Rudolf Clausius**, Dr. phil., Professor der Physik.
1861—1863 **Arnold Escher von der Linth**, Dr. phil., Professor der Geologie.
1863—1865 **Oswald Heer**, Dr. phil., Professor der Botanik.
1865—1867 **Albert Mousson**, Dr. phil., Professor der Physik.
1867—1869 **Gustav Zeuner**, Dr. phil., Professor der Mechanik.
1869—1870 **Pompejus Bolley**, Dr. phil., Professor der Chemie.
1870—1872 **Johannes Wislicenus**, Dr. phil., Professor der Chemie.
1872—1874 **Carl Culmann**, Dr. phil., Professor der Ingenieurwissenschaften.
1874—1876 **Ludimar Hermann**, Dr. med., Professor der Physiologie.
1876—1878 **Carl Cramer**, Dr. phil., Professor der Botanik.
1878—1880 **Albert Heim**, Dr. phil., Professor der Geologie.
1880—1882 **Heinrich Friedrich Weber**, Dr. phil., Professor der Physik.
1882—1884 **Eduard Schär**, Dr. phil., Professor der Pharmacie.
1884—1886 **Wilhelm Fiedler**, Dr. phil., Professor der darstellenden Geometrie.
1886—1888 **Albert Heim**, Dr. phil., Professor der Geologie.

¹⁾ Die historischen Angaben sind der von Prof. Dr. F. Rudio verfassten Geschichte unserer Gesellschaft entnommen, die den ersten Band der „Festschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich 1746—1896“ (zugleich 41. Jahrgang der „Vierteljahrsschrift“) bildet. Diese Arbeit (274 Seiten und 6 Tafeln) gibt ein getreues Bild der Entwicklung unserer Gesellschaft während der ersten 150 Jahre ihres Bestehens und ist zugleich ein interessantes Stück Zürcher Kulturgeschichte. Sie ist bei der Buchhandlung Beer & Co., Peterhofstatt, Zürich, zum Preise von Fr. 10.— zu beziehen. Der 2. Band der Festschrift, zum selben Preise erhältlich, besteht aus 35 wissenschaftlichen Abhandlungen aus den Gebieten der Mathematik, Geodäsie und Astronomie, Physik, Chemie und Pharmacie, Mineralogie und Geologie, Botanik, Zoologie, Medizin. Er umfasst 598 Seiten und 14 Tafeln.

- 1888—1890 **Carl Schröter**, Dr. phil., Professor der Botanik.
 1890—1892 **Heinrich Friedrich Weber**, Dr. phil., Professor der Physik.
 1892—1894 **Georg Lunge**, Dr. phil., Professor der Chemie.
 1894—1896 **Alfred Kleiner**, Dr. phil., Professor der Physik.
 1896—1898 **Wilhelm Ritter**, Dr. phil., Professor der Ingenieurwissenschaften.
 1898—1900 **Ferdinand Rudio**, Dr. phil., Professor der Mathematik.
 1900—1902 **Jakob Escher-Kündig**, Dr. phil. h. e., Kaufmann und Naturforscher.
 1902—1904 **Arnold Lang**, Dr. phil., Professor der Zoologie.
 1904—1906 **Ulrich Grubenmann**, Dr. phil., Professor der Mineralogie.
 1906—1908 **Alfred Werner**, Dr. phil., Professor der Chemie.
 1908—1910 **Max Standfuss**, Dr. phil., Professor der Zoologie.
 1910—1912 **Carl Schröter**, Dr. phil., Professor der Botanik.
 1912—1914 **Emil Huber-Stockar**, Ingenieur.
 1914—1916 **Martin Rikli**, Dr. phil., Professor der Botanik.
 1916—1918 **Emil Bosshard**, Dr. phil., Professor der Chemie.
 1918—1920 **Eduard Rübel**, Dr. phil., Privatdoz. der Botanik.
 1920—1922 **Walter Frei**, Dr. med. vet., Professor der Veterinärpathologie.
 1922—1924 **Alfred de Quervain**, Dr. phil., Prof., P.-D. an beiden Hochschulen.

II.

Sekretäre.¹⁾

1746—1752 **Hans Ulrich von Blaarer** (ökonomischer Sekretär, auch Notar genannt) und **Hans Conrad Heidegger** (wissenschaftlicher Sekretär).

1752—1759 **Hans Caspar Hirzel**, Dr. med., Stadtarzt. 1759—1778 **Salomon Schinz**, Dr. med., Arzt und Naturforscher. 1778—1790 **Hans Rudolf Schinz**, Pfarrer und Naturforscher. 1790—1796 **Johann Heinrich von Orelli**. 1796—1799 **David Rahn**, Dr. med., Stadtarzt. 1799—1801 **Johann Jakob Cramer**, Pfarrer und Professor. 1801—1823 **Heinrich Rudolf Schinz**, Dr. med., Arzt und Professor der Naturwissenschaften. 1823—1835 **Hans Locher-Balber**, Dr. med., Professor der Medizin. 1835—1843 **Ferdinand Keller**, Dr. phil., Naturforscher und Archäolog. 1843—1847 **Albert Kœlliker**, Dr. med., Professor der Anatomie. 1847—1857 **Rudolf Heinrich Hofmeister**, Dr. phil., Professor der Physik. 1857—1860 **Hermann Pestalozzi-Bodmer**, Dr. med., Arzt. 1860—1870 **Carl Cramer**, Dr. phil., Professor der Botanik. 1870—1880 **August Weilenmann**, Dr. phil., Professor der Physik. 1880—1886 **Robert Billwiller**, Dr. phil., Direktor der meteorologischen Zentralanstalt. 1886—1892 **Adolf Tobler**, Dr. phil., Professor der Physik. 1892—1894 **Carl Fiedler**, Dr. phil., Privatdozent der Zoologie. 1894—1899 **Alfred Werner**, Dr. phil., Professor der Chemie. 1899—1906 **Karl Hescheler**, Dr. phil., Prof. der Zoologie. 1906—1912 **Emil Schoch-Etzensperger**, Dr. phil. 1912—1917 **Eduard Rübel**, Dr. phil., Geobotaniker. 1917—1919 **Alfred Kienast**, Dr. phil., Mathematiker. Von 1920 an **Otto Schlaginhaufen**, Dr. phil., Professor der Anthropologie.

III.

Quästoren.²⁾

Quästoren des Lotterie- oder Hauptfonds.

1751—1787 **Caspar Scheuchzer**. 1788—1814 **Hans Conrad Lochmann**. 1814—1826 **Hans Jakob Pestalozzi**. 1826—1832 **Johann Jakob Hess**. 1832—1842 **Salomon Klausner**. 1842—1854 **Otto Rudolf Werdmüller**.

¹⁾ In den ersten Jahren waren in den Statuten zwei Sekretariate vorgesehen, eines für die ökonomischen und eines für die wissenschaftlichen Geschäfte. Das erstere, auch Notariat genannt wurde aber nach Rücktritt Ulrich von Blaarers, des ersten und einzigen Notars der Gesellschaft mit dem wissenschaftlichen vereinigt.

²⁾ Bis zum Jahre 1854 besass die Gesellschaft zweierlei Quästoren, die des Brauchfonds (auch Quästor-Ausgeber genannt) und die des Lotteriefonds (auch Quästor-Einnehmer genannt). Den ersteren fiel bis zum Jahre 1833 zugleich das Vizepräsidium zu. Im Jahre 1854 wurden die beiden Quästorate vereinigt. Der erste, der das umgestaltete neue Amt übernahm, war Meyer-Ahrens.

Quästoren des Brauchfonds.

1746—1759 **Hans Conrad Meyer**, Staatsmann und Meteorolog. 1759—1790 **Hans Caspar Hirzel**, Dr. med., Stadtarzt. 1790—1803 **Johann Heinrich Rahn**, Dr. med., Chorberr. 1803—1811 **Diethelm Lavater**, Dr. med., Apotheker, Naturforscher und Staatsmann. 1811—1812 **Paul Usteri**, Dr. med., Arzt, Naturforscher und Staatsmann. 1812—1831 **Johann Caspar Horner**, Dr. phil., Professor und Forschungsreisender. 1831—1834 **Heinrich Rudolf Schinz**, Dr. med., Arzt und Professor. 1834—1841 **Leonhard Schulthess**, Kaufmann und Botaniker. 1841—1851 **Johann Jakob Usteri-Usteri**, Kaufmann. 1851—1854 **Adolf Salomon Pestalozzi**, Bankier.

1854—1858 **Conrad Meyer-Ahrens**, Dr. med., Arzt. 1858—1874 **Johann Caspar Escher-Hess**, Kaufmann und Naturforscher. 1874—1876 **Hans Rudolf Schinz-Vögeli**, Kaufmann und Naturforscher. 1876—1887 **Johann Caspar Escher-Hess**, Kaufmann und Naturforscher. 1887—1914 **Hans Kronauer**, Dr. phil., Mathematiker. Seit 1914 **Moritz Baumann-Naef**, Dr. phil.

IV.
Bibliothekare.

1754—1757 **Johann Jakob Köchlin**, Pfarrer. 1757—1764 **Hans Heinrich Schinz**, Kaufmann und Staatsmann. 1764—1774 **Leonhard Usteri**, Chorberr und Professor. 1774—1778 **Hans Conrad Heidegger**, Staatsmann. 1778—1780 **Johann Heinrich Waser**, Pfarrer. 1780—1792 **Heinrich Lavater**, Staatsmann. 1792—1837 **Christoph Salomon Schinz**, Dr. med., Arzt, Chorberr und Professor. 1837—1881 **Johann Jakob Horner**, Bibliothekar und Professor. 1881—1892 **Johann Friedrich Graberg**, Zeichenlehrer. 1881—1892 **Carl Ott**, Physiker. 1892—1915 **Hans Schinz**, Dr. phil., Professor der Botanik.

V.
Redaktoren der Vierteljahrsschrift.

1856—1893 **Rudolf Wolf**, Dr. phil., Professor der Astronomie.
1894—1912 **Ferdinand Rudio**, Dr. phil., Professor der Mathematik.
Seit 1912 **Hans Schinz**, Dr. phil., Professor der Botanik.

VI.
Vertreter in der Kommission der Zentralbibliothek.

Seit 1916 **Martin Rikli**, Dr. phil., Professor der Botanik.

VII.
Abgeordneter in den Senat der Schweiz. Naturf. Ges.

1922—1928 **Walter Frei**, Dr. med. vet., Professor der Veterinärpathologie.
1922—1928 **Otto Schlaginhaufen**, Dr., Professor der Anthropologie (Stellvertreter).

VIII.
Ehrenmitglieder.¹⁾

	Mitglied seit	Ehren- mitglied seit
s Hr. Eberth, Karl Josef , Dr. med., Prof. an der Universität, Ringbahnstrasse 111 Halensee	1865	1896
» Hantzsch, Arthur , Dr., Prof. der Chemie an der Universität Leipzig	1885	1896
s » Heim, Albert , Dr., a. Prof. d. Geol. beider Hochschulen, Hofstrasse 100 Zürich 7	1870	1914

¹⁾ Die ältesten Mitglieder (19), die der Gesellschaft schon 40 Jahre angehören sind durch fettgedruckte Jahreszahlen ausgezeichnet.
Mitglieder, deren Name mit s bezeichnet ist, sind zugleich Mitglieder der Schweiz. Naturforschenden Gesellschaft (238).
Lebenslängliche Mitglieder sind mit L bezeichnet.

XL Verzeichnis der Mitglieder der Naturf. Gesellschaft in Zürich.

			Mitglied seit	Ehren- mitglied seit
s	Hr. Rudio, Ferdinand , Dr., Prof. der Mathematik an der techn. Hochschule, Höhestasse 21	Zollikon b. Z.	1881	1912
s	» Sarasin, Fritz , Dr., Zoologe, Spitalstrasse 22	Basel	—	1915
s	» Sarasin, Paul , Dr., Zoologe, Spitalstrasse 22	Basel	—	1915
s	» Schinz, Hans , Dr., Prof. der Bot. an der Universität, Seefeldstrasse 12	Zürich 8	1889	1915
s	» Schröter, Carl , Dr., Prof. d. Bot. a. d. techn. Hoch- schule, Merkurstrasse 70	Zürich 7	1878	1919
s	» Tschirch, Alexander , Dr., Prof. (Bot., Pharm.) an der Universität	Bern, Kollerweg 32	—	1915

IX.

Korrespondierende Mitglieder.

			Mitglied seit	Korresp. seit
s	Hr. Margerie, Emmanuel de , Geologe, Université Strassbourg		—	1883
	» Bredig, Georg , Dr., Prof. für Elektrochemie an der techn. Hochschule	Karlsruhe	1910	1911
	» Einstein, Albert , Dr., Prof. Phys., Akademie der Wissenschaften	Berlin-Dahlem	1911	1911
	» Willstätter, Richard , Dr., Prof. Chem. an der Universität	München	1905	1912

X.

Ordentliche Mitglieder.

			Stadtkr. Mitglied Zürich seit ¹⁾
	Hr. Abegg, Karl , Kaufmann	Schloss Buonas. Kt. Zug	1910
	» Ackerknecht, Eberhard , Dr., Prof., Prosektor a. vet.-anat. Institut	Forchstrasse 149	8 1911
s	» Adrian, Paul , Dr., Versicherungs-Math.	Stockerstrasse 41	2 1919
	» Aebi, Max , dipl. Ing.	Zollikon, alte Landstr. 18	1919
	» Aebly, Jakob , Dr. med.	Riedtlistr. 19	6 1918
s	» Aeppli, August , Dr., a. Prof. a. d. kant. Industrieschule	Kronenstrasse 24	6 1889
s	» Agthe, Karl , Dr., Dipl.-Ing., Chemiker-Konsulent	Küsnacht	— 1916
	» Alder, Max , Dr., Prof. an der höhern Töcherschule	Klosbachstrasse 154	7 1913
s	» Ammann-Schwarzer, Albert , Kaufmann	Voltastr. 1	7 1916
s	» Anderes, Ernst , Dr. med., Privatdoz. f. Gynäkologie	Neumünsterallee 15	8 1919
	» Andreae, Carl , Ing., Prof. a. d. E. T. H.	Bürglistrasse 30	2 1918
	» Anselmier, Paul , Dr. med., Prakt. Arzt	Stauffacherstr. 54	4 1920
s	» Bachmann, Hans , Dr., Prof. an der Kantonsschule	Luzern, Bambergstr. 5a	— 1897
s	» Bader-Schneebeli, Hermann , Kaufmann	Traubenstr. 5	2 1916
s	» Badoux, Henri , Prof. d. Forstwiss. a. d. Eidg. Techn. Hochschule	Gloriastrasse 68	7 1915
s	» Bäbler, Emil , Dr., Prof. am kant. Gymnasium	Seestrasse 41, Zollikon	1911

¹⁾ Die Mitglieder sind gebeten, allfällige Adressenänderungen oder sonstige Korrekturen umgehend dem Quästor, Herrn Dr. M. Baumann-Naef, Tödistrasse 39, Zürich 2, und dem Sekretär, Herrn Prof. Dr. O. Schlaginhaufen, Susenbergstrasse 94, Zürich 7, mitzuteilen.

			Stadtkr. Zürich	Mitglied seit
s Hr.	Bänziger, Theodor , Dr. med., Augenarzt	Billrothstrasse 15	8	1889
»	Bär, Richard , Dr., P.-D. f. Physik a. d. Univ.	Bergstrasse 54	7	1922
s »	Bäschlin, Fritz , Ingenieur, Prof. a. d. techn. Hochschule	Zollikon	—	1910
s »	Baragiola, Wilhelm Italo , Dr., Kantonschemiker, Pri- vatdozent a. d. E. T. H.	Voltastrasse 32	7	1911
»	Bareiss, Arthur , Kaufmann	Alpenquai 22	2	1910
»	Barth, Adolf , Dr. med., prakt. Arzt	Uster, Freie Strasse 13	—	1920
Ls »	Baumann-Naef, Moritz , Dr., Chemiker	Tödistrasse 39	2	1910
»	Baur, Emil , Dr., Prof. Chem. an d. techn. Hochschule	Ottikerstrasse 52	6	1911
»	Beck, Alexander , Dr., a. Prof. Math.	Schanzenberg-Schönbergg. 7	1	1870
s »	Beck-Barker, Bernh. , Dr. Pfarrer	Dättlikon am Irchel	—	1904
»	Beck, Emil , Dr., Prof. am kant. Gymnasium	Schanzenberg-Schönbergg. 7	1	1907
»	Beck, Karl , Prof. (Phys.) am Kant. Gymnasium	Hegibachstr. 75	7	1917
»	Beer, Robert , Buchhändler	Peterhofstatt 10	1	1905
»	Behn-Eschenburg, Hans , Dr., Direktor	Oerlikon	—	1910
»	Bender, Paul , Lithographische Kunstanstalt	Zollikon	—	1911
»	Benz, Walter , Dr., Prof. Math. a. d. kant. Industrieschule	Scheuchzerstrasse 90	6	1917
»	Bernhard, Hans , Dr., P.-D. d. Geographie a. d. Univ.	Schifflande 22	1	1920
»	Bernheim-Karrer, Jakob , Dr. med., Prof.	Gartenstrasse 36	2	1903
»	Beuttner, Eugen , Dr., Dufourstr. 769	Zollikon	—	1917
»	Biber, Werner , Dr. med., Arzt	Kanzleistrasse 2	4	1919
s »	Biedermann, Robert , Fabrikant, Sonnenberg	Winterthur	—	1915
»	Bjerknes Jakob, Aall Bonnevie , Vorstand d. Wetter- warte in Bergen, z. Zt. wissenschaftl. Mitarbeiter d. Schweiz. Meteor. Zentralanstalt	Gloriastr. 57	7	1922
s »	Billwiller, Robert , Dr., Adjunkt d. Eidg. Meteorol. Zentralanstalt	Plattenstr. 44	7	1917
Fr.	Bindschedler-Laufer, Marie , Dr.	Zürichbergstr. 98	7	1919
s Hr.	Bircher, F. Ernst , Dr. jur., Rechtsanwalt	Sophienstrasse 2	7	1902
»	Bircher, Max , Dr. med.	Keltenstrasse 48	7	1902
»	Bitterli, Emil , Ing., 48, rue Chardon-Lagasche,	Paris 16	—	1910
»	Blankart, André , Assistent	Lavaterstr. 56	2	1920
»	Blattmann-Ziegler, Heinrich , Fabrikant	Wädenswil	—	1911
s »	Bleuler, Eugen , Dr. med., Prof. an der Universität	Burghölzli	8	1900
s »	Bloch, Bruno , Dr. med., Prof. Dermatol. a. d. Univers.	Plattenstrasse 49	7	1917
s »	Bloch, Isaak Adolf , Dr., Prof. an der Kantonsschule	Solothurn	—	1895
s »	Blumer, Ernst , Dr., Geologe	Zollikon	—	1917
»	Bodmer-Abegg, Henry , Dr. jur.	Bären-gasse 18	1	1919
s »	Bommer, Albert , Apotheker	Zähringerstrasse 9	1	1889
s »	Boner, Georg , Ing., Verw.-Rats-Delegierter von Brown, Boveri & Co.	Florhofgasse 2	1	1919
»	Borsari-Welti, Eugen , Kaufmann	Seestr. 29, Zollikon	—	1920
s »	Bosshard, Emil , Prof. Chem. a. d. Techn. Hochschule	alte Beckenhofstr. 48	6	1913
s »	Bosshard, Heinrich , Dr., Prof. am kant. Gymnasium	Weinbergstrasse 160	6	1892
s Fr.	Boveri-Boner, Yvonne , Dr.	Baden, Römerstr. 24	—	1917
»	Brandenberger, Anna , Prof.	Brandschenkestr. 55	2	1919
Hr.	Brauchlin, Gottl. , Dr., Jurist, rue d'Huningue 10	St. Louis, Alsace	—	1918

(für Postsendungen: Postfach, Basel)

		Stadtkr. Zürich	Mitgl. seit
s Hr.	Braun, Josias, Dr. , Konservat. a. Geobot. Inst. Rübel Winterthurerstr. 66	6	1916
»	Bremi, Walter, Dr. , Chemiker Hönggerstrasse 148	6	1911
»	Brennwald, Paul , Kaufmann Tödistrasse 65	2	1911
s »	Bretscher, Konrad, Dr. , Sekundarlehrer Weinbergstrasse 146	6	1890
»	Brettauer, Alfred, Dr. med. Bahnhofstr. 55	1	1916
s »	Brinkmann, Emil , Ingenieur Rigistrasse 9	6	1917
s »	Brockmann-Jerosch, Heinrich, Dr. , Prof., P.-D. Bot. a. Univ. Kapfsteig 44	7	1907
»	Bruman, Franz , stud. med. Sihlstrasse 33	1	1920
»	Brunner, Alfred , Sek.-Lehrer, Werdstr. 2	—	1922
»	Brunner, Friedrich, Dr. med. , Asyl Neumünster	7	1896
»	Brunner, Otto, Dr. , Apotheker Limmatquai 56	1	1907
»	Bruppacher, Heinrich , Kaufmann Wettingerhaus 1	1	1919
»	Bühler, Anton, Dr. med. Bahnhofstr. 5	1	1904
»	Bürgi, Oscar, Dr. med. vet. , Prof. an der Universität Sonnenberg Erlenbach (Zürich)	—	1906
s »	Burri, Robert, Dr. , Prof., Abteilungs-Vorst. der eidgen. Versuchsstation Liebefeld-Bern	—	1896
»	Cadisch, Joos, Dr. , Adj. d. Schweiz. Geol. Komm. Seestr. 97, Küsnacht (Zch.)		1920
»	Carpentier, Fritz , Fabrikant Dufourstrasse 5	8	1910
»	Cattani, Paul, Dr. med. Uraniastr. 24	1	1920
»	Clairmont, Paul, Dr. med. , Prof., Dir. der chirurg. Klinik der Universität Kantstrasse 12	7	1920
s »	Claraz, Georges Lugano, Via Salvatore 21	—	1894
s »	Cloëtta, Max, Dr. med. , Prof. an der Universität Plattenstrasse 58	7	1902
»	Corti, Arnold, Dr. , Direktor Dübendorf	—	1918
s »	Cramer, Otto Leopold, Dr. med. Jupiterstr. 14	7	1918
Fr.	Cramer-v. Muralt, Olga Jupiterstrasse 14	7	1919
s Fr.	Daiber, Marie, Dr. , Prof., P.-D. a. zool. Inst. beider Hochsch., Prosektor Kueserstr. 32	7	1906
Hr.	Dällenbach, Walter, Dr. ing. , Priv.-Doz. a. d. E. T. H. Alpenquai 20	1	1922
Hr.	Däniker, Albert Ulrich , stud. phil. Dillileeweg 5, Küsnacht		1919
s »	Debye, Peter, Dr. , Prof. der Physik a. d. E. T. H. Gloriastr. 35	7	1920
»	Deucher-Bühler, W. G. , Legationsrat Freudenbergstr. 11	7	1921
»	Dieterle, Theophil, Dr. med. Zollikerberg b. Zürich		1922
»	Disteli, Martin, Dr. Prof. der Math. a. d. Univ. Olten, Steinbruchweg 672		1892
Fr.	Dübendorfer, Emma, Dr. med. , Ärztin Bahnhofstrasse 88	1	1912
Hr.	Dübendorfer, Heinrich , Stadtkassierer Hottingerstr. 25	7	1919
»	Dubuis, Samuel Ed. , Tierarzt Letzisteig 1	6	1918
s »	Düggeli, Max, Dr. , Prof. landw. Bakter. a. d. techn. Hochschule Hofstrasse 75	7	1912
s »	Dumas, Gustav, Dr. , Prof. Math. an d. Univers., Plateau de Béthusy Lausanne	—	1911
s »	Du Pasquier, Gustav, Dr. , Prof. Math. an der Univ. Neuchâtel	—	1907
»	Dürst, Ulrich, Dr. , Prof. Zool. an der Universität Bern	—	1899
s »	Dürsteler, Wilhelm, Dr. , Chemiker Thalwil	—	1910
s »	Eder, Rob., Dr. , Prof. f. Pharm. a. d. Techn. Hochschule Freudenbergstr. 144	6	1915
s Fr.	Eder-Schwyzler, Jeanne, Dr. (Chem.) Freudenbergstr. 144	6	1915

Städt. Mitgl.
Zürich seit

Fr.	Egli, Hedwig	. . . . .	Seestrasse 97, Küsnacht	1920
Hr.	Egli, Max , Dr., Prof. am kant. Gymnasium	. . . . .	Herrliberg	— 1910
»	Ehrhardt, Jakob , Dr. med. vet., Prof. a. d. Universität	. . . . .	Weinbergstr. 74	6 1903
»	Engel, Emil , Sekundarlehrer	. . . . .	Blümlisalpstr. 66	6 1917
»	Engi, Paul , Dr. ing.	. . . . .	Heerbrugg, Kt. St. Gallen	1921
»	Engler, Harry , Dr. phil., Chemiker	. . . . .	Hönggerst., Altstetten b. Z.	1918
s. »	Erb, Josef , Dr., Geologe, Carel van Bylandtlaan 30	. . . . .	Den Haag (Holland)	— 1899
s »	Ernst, Alfred , Dr., Prof. Bot. an der Universität	. . . . .	Zollikon, Höhestr. 66	— 1901
Frl.	Ernst, Betty	. . . . .	Häldeliweg 35	7 1919
Hr.	Ernst, Heinrich , Dr., a. Regierungsrat	. . . . .	Sonneggstrasse 61	6 1905
s »	Ernst, Julius Walter , Ingenieur	. . . . .	Freiestrasse 21	7 1900
Ls »	Escher, Berend , Dr. sc. nat., Prof., Rijks Geologisch-mineralogisch. Museum	. . . . .	Rijnsburgerweg 86, Leiden, Holland	— 1910
»	Escher, Fritz , Dir. d. städt. Gaswerkes	. . . . .	Schlieren	— 1919
s »	Escher-Kündig, Jakob Christof , Dr. h. c., Entomolog	. . . . .	Gotthardstrasse 35	2 1883
»	Escher-Lang, J. H. , Kaufmann	. . . . .	Hofackerstrasse 44	7 1919
s »	Escher, Hermann , Dr., Direktor der Zentralbibliothek	. . . . .	St. Urbangasse 6	1 1911
s »	Escher, Heinrich Hermann , Dr., Chem.	. . . . .	Zederstr. 14	7 1918
»	Escher, Kaspar , stud. phil.	. . . . .	Wallisellen	— 1922
»	Escher, Konrad , cand. phil.	. . . . .	Sihlstrasse 16	1 1920
s »	Escher, Wilhelm Caspar	. . . . .	Scheideggstrasse 22	2 1911
»	Farner, Ernst , Dr. med., Arzt	. . . . .	Theaterstr. 12	1 1919
s »	Farny, Jean Lucien , Prof. Elektr. a. d. techn. Hochschule	. . . . .	Fehrenstrasse 23	7 1912
s »	Feer, Emil , Dr. med., Prof. an der Universität	. . . . .	Freiestrasse 108	7 1911
s »	Fehlmann, J. Werner , Dr., Privatdozent an der techn. Hochschule	. . . . .	Tellstr. 46, Schaffhausen	— 1915
»	Feix, Richard , Direktor der Petroleum-Import-Co.	. . . . .	Splügenstrasse 10	2 1914
»	Felix, Florian , Dr. med., Arzt	. . . . .	Wädenswil	— 1910
»	Felix, Otto , Dr., Tierarzt, Dir. d. Ver. Zürch. Molkereien	. . . . .	Stauffacherquai 4	4 1919
s »	Felix, Walter , Dr. med., Prof. Anatomie a. d. Univ.	. . . . .	Köllikerstr. 7	7 1891
s »	Fierz-David, Hans Eduard , Dr., Prof. f. Chem. a. d. E. T. H.	. . . . .	Kilchberg b. Zch.	— 1917
»	Fingerhuth, Max , Dr. med.	. . . . .	Feldeggstrasse 80	8 1905
s »	Fischer, Emil , Dr. med., Arzt	. . . . .	Bolleystrasse 19	6 1919
s »	von Fleischl, Otto , Dr. med.	. . . . .	Stockerstrasse 32	2 1918
»	Fleischmann, Carl , Apotheker	. . . . .	Rigistrasse 52	6 1915
»	Fliegner, Alb. , Dr., a. Prof. Maschinenbau	. . . . .	Via Trevano 9, Lugano	— 1870
s »	Flückiger, Otto , Dr., Prof. an der höhern Töchterschule	. . . . .	Zollikerstr. 25, Zollikon	— 1910
Fr.	Flury-Habegger, Emma	. . . . .	Junkerngasse 36, Bern	— 1915
Hr.	Flury, Philipp , Dr. h. c., Adj. d. eidg. forstl. Vers.-Stat.	. . . . .	Hadlaubstr. 108	6 1888
»	Forrer, Robert K. , Dr., Chef de travaux à l'institut de Physique	. . . . .	Rue de l'Université, Strasbourg	— 1922
s »	Franel, Jérôme , Dr., Prof. Math. an d. techn. Hochschule	. . . . .	Klusweg 8	7 1892
»	Frank, Ludwig , Dr. med.	. . . . .	Freudenbergstr. 16	7 1910
s »	Frei, Walter , Dr. med. vet., Prof. an der Universität	. . . . .	Zollikon, Höhestr. 68	— 1912
s »	Frey, Hans , Dr., Prof. am kant. Lehrerseminar	. . . . .	Küsnacht b. Zch.	— 1896
s Frl.	Frey, Hedwig , Dr., P.-D. Prosektor am anat. Institut der Univ.	. . . . .	Mommsenstrasse 17	7 1912
Hr.	Frey, Jakob Heinrich , Kaufmann	. . . . .	Zollikerstrasse 152	8 1919
s »	Frick, Theodor , Dr. D. S., Zahnarzt	. . . . .	Titlisstrasse 14	7 1900
»	Friedheim, Ernst , cand. med.	. . . . .	Neumünsterallee 21	8 1920

		Stadtkr. Zürich	Mitglied seit
s Hr.	Friedländer, Immanuel , Geologe, Via Luigia Sanfelice 60, Napoli-Vomero	—	1915
s »	Fritz, Franz , Dr., Tierarzt	Forchstrasse 151	7 1914
»	Froebel, Robert , Gartenarchitekt	Moussonstr. 15	7 1918
»	Froehner, Julius , Dr. med., Zahnarzt	Peterstrasse 1	1 1911
»	Frölich, Julius , Dr. med. dent., Zahnarzt	Oescherstr. 17, Zollikon	1922
s »	Früh, Jakob , Dr., Prof. Geogr. an der techn. Hochschule	Freiestrasse 6	7 1895
s »	Fueter, Rudolf , Dr., Prof. Math. an der Universität	Rigistrasse 34	6 1917
s »	Furrer, Ernst , Dr., dipl. Fachlehrer f. Naturwissensch.	Affoltern bei Zürich	— 1913
s »	Gampert, Paul , Kaufmann	Gartenstrasse 36	2 1915
s »	Gams, Edmund , Maschineningenieur	Seegartenstrasse 2	8 1917
s »	Gams, Hellmut , Dr., Bot., Biolog. Station Mooslachen,	Wasserburg a. Bodensee	1912
s »	Ganz, Emil , Kaufmann	Wonnebergstr. 67	8 1905
s »	Gassmann, Theodor , Dr. phil.	Villa l'Oasis, Corseaux/Vevey	— 1905
»	Gaule, Georg Justus , Dr. med., a. Prof. a. d. Universität	Zürichbergstrasse 130	7 1887
»	Geilinger, Walter , Dr. med.	Häldeliweg 31	7 1917
s »	Geiser, Karl Friedrich , Dr., a. Prof. Math.	Küsnacht b. Zeh.	— 1883
»	Gerlach, Rudolf , Dr., Prof. am kant. Lehrerseminar	Küsnacht b. Zeh.	— 1905
s »	Giger, Emil , Dr. rer. nat., Prof. höh. Töchersch.	Asylstr. 17	7 1918
»	Glättli, Hans , Tierarzt	Samstagern	— 1919
s »	Gnehm, Robert , Dr., a. Prof., Präs. d. schw. Schulrates	Eidmattstrasse 26	7 1873
s »	Gogarten, Emil , Dr., Geologe, Villa Philadelphie	Luzern	— 1907
»	von Gonzenbach, Willy , Dr. med., Prof. Hyg. a. d. E.T.H.	Freiestrasse 29	7 1912
»	Graemiger, Benjamin , Ingenieur	Höngg, Zürcherstr. 181	— 1914
»	v. Graffenried, Alfred , dipl. ing. chem.	Hottingerstr. 28	7 1918
s »	Gramann, August , Dr., Sekundarlehrer	St. Gallerstrasse 35, Winterthur	1899
s »	Greinacher, Heinrich , Dr., Prof., P.-D. Physik a. Univ.	Gladbachstr. 62	7 1915
s »	Greiner, Paul , Kaufmann	Kilchberg b. Zeh.	— 1917
»	Gretler, Heinrich , Apotheker	Rindermarkt 19	1 1919
»	Grisch, Andreas , Dr., Adjunkt d. schweiz. landwirtschaflichen Versuchsanstalt	Oerlikon	— 1907
s »	Grossmann, Marcel , Dr., Prof. Math. a. d. techn. Hochschule	Holderstr. 14	7 1908
»	Grubenmann, Ulrich , Dr., Hon.-Prof. Min. a. d. Univ.	Hofackerstr. 74	7 1893
»	Gschwind, Meinrad , Dr. chem., Eidg. Prüfungs-Anstalt f. Brennstoffe	Clausiusstr. 6	6 1918
»	Gugelmann, Paul , Forstpraktikant	Aigle, Avenue du château	1920
»	Guggenbühl, Adolf , Ing.	Weinbergstrasse 1	1 1918
s »	Gujer-Berchtold, Julius , a. Nat.-Rat, Fabrikant	Bächtoldstr. 6	7 1916
s »	Guyer, Oskar , Dr., Prof. a. d. kant. Handelsschule	Moussonstrasse 19	7 1915
»	Gyger, Alfred , Kaufmann	Rigistrasse 61	6 1919
»	Gysi, Alfred , Dr. D. S., Prof. a. d. Zahnarzt-Schule der Universität	Obere Zäune 10	1 1893
s »	Haab, Otto , Dr. med., Hon.-Prof. a. d. Universität	Pelikanstrasse 41	1 1880
»	Haab, Otto E. , Dr. med., Augenarzt	Pelikanstr. 41	1 1920
»	Haas, de, Walter , Redaktor d. techn. Monatshefte	Rüschlikon	— 1911
s »	Haffter, Paul J. , per Adr. Herrn H. Nabholz	Mühlebachstr. 82	8 1915
»	Hallheimer, Siegbert , Dr. med.	Tödistr. 51	2 1922
»	Hägler, Karl , Assist. am Anthropol. Inst. d. Univ.	Streulistr. 5	7 1920
»	Halperin, Jakob , Dr. med.	Seebach.	— 1910

			Städt. Mitglied Zürich	seit
	Hr. Hartmann, Adolf , Dr., Prof. a. d. Kantonsschule in Aarau		—	1922
s	» Hauri, Hans , Dr., Sekundarlehrer	St.Gallen, Florastr. 11	—	1911
	» Hauser, Adolf , Apotheker	Gemeindestr. 7	7	1918
	» Hauser, Walter , Dr., Bezirkslehrer	Brugg (Kt. Aargau)	—	1921
	» Heberlein, Fritz , Dr. Ing., Chemiker	Zollikerstr. 132	8	1916
	» Heberlein, Hugo , Kaufmann	Zollikerstr. 225	8	1918
	» Hedinger, E. , Dr. med., Prof. d. Path. a. d. Univ. Sonnenbergstr. 19	Sonnenbergstr. 19	7	1922
s	» Heim, Arnold , Dr., Geologe	Hottingerstr. 25	7	1906
	» Henri, Victor , Dr., Prof. d. phys. Chemie a. d. Univ. Streulistr. 8, III	Streulistr. 8, III	7	1920
s	» Henschen, Karl , Dr. med., Prof.	St.Gallen, Bahnhofstr. 11	11	1910
	Frl. Herder, Hermine , Malerin, Villa Yalta	Seefeldstr. 287	8	1916
	Hr. Herkenrath, Franz , Ingenieur	Höngg, Zürcherstr. 387	—	1912
s	» Herzfeld, Eugen , Dr., Ass. am chem. Lab. d. Kantonssp. Ekkehardstrasse 16	Ekkehardstrasse 16	6	1911
s	» Hescheler, Karl , Dr., Prof. Zoolog. an beid. Hochschulen Rotstrasse 2	Rotstrasse 2	6	1894
	» Hess, Gottfried , Architekt	Nordstrasse 15	6	1911
	» Hess, Walter , Dr. med., Prof. d. Zahnheilkunde a. d. Univ.	Hofackerstr. 46	7	1922
s	» Hess, Walter, R. , Dr. med. Prof. Physiol. a. d. Univ. Susenbergstr. 198	Susenbergstr. 198	6	1919
	» Heusser, Hans , Dr., Oberassist. a. Kant. Tierspital Bellariastrasse 74	Bellariastrasse 74	2	1918
	» Hiller, Eduard , Apotheker, Sonnenapotheke	Rämistrasse 7	1	1911
	» Hirsch, Arthur , Dr., Prof. Math. a. d. techn. Hochschule	Reinacherstrasse 8	7	1903
s	» Hirschi, Hans , Dr., Geologe	Spiez	—	1915
	» Hirzel, Hermann , Dr. ing., Chemiker	Winkelwiese 5	1	1918
s	» Höhn, Walter , Sekundarlehrer	Weinbergstrasse 95	6	1910
s	Fr. Hoffmann-Grobéty, Amélie , Dr. ès sc.	Ennenda, Kt. Glarus	—	1919
	Hr. Hofmeister, Eduard	Freigutstr. 16	2	1918
	Frl. Hofmeister, Sara	Hottingerstr. 11	7	1918
	Hr. Hollenweger, Ernst , Ingenieur	Höhenweg 16	7	1920
	» Hottinger, Max , Ingenieur, P.-D. a. d. E. T. H.	Mühlebachstr. 46	8	1921
	» Hottinger, Rudolf , Dr. med., Privatdozent f. Urologie an der Universität	Voltastrasse 27	7	1917
	» Hubacher, Karl , Dr., Kantonsapotheker	Belsitostrasse 20	7	1912
s	» Huber-Stockar, Emil , Ingenieur	Neumünsterallee 12	8	1888
s	» Huber-Pestalozzi, Gottfried , Dr. med. et phil.	Englischviertelstr. 61	7	1915
s	» Huber, Hans , Dr. med., Sanatorium	Kilchberg b. Zeh.	—	1910
	» Huber, Max , Dr. jur., Prof. der Rechte an der Univers. Schloss Wyden b. Ossingen	Schloss Wyden b. Ossingen	—	1910
s	» Huber, Robert , Dr., Prof. am kant. Gymnasium	Streulistrasse 16	7	1910
	» Hürlimann, Albert Heinrich , Brauereibesitzer	Brandschenkestr. 160	2	1921
	» Hürlimann, Hans Dr., Chemiker	Brandschenkestr. 160	2	1917
s	» Hug, Jakob , Dr., Sekundarlehrer	Schindlerstrasse 16	6	1910
s	» Hunziker, Edwin , Ing. der Schweiz. Geodät. Komm. Nordstrasse 175	Nordstrasse 175	6	1917
	» Imhof, Alfred , Dipl.-Ing., Prof. am k. Technikum, Winterthur, Breitestr. 52	Breitestr. 52	—	1922
s	» Imhof, Othmar Emil , Dr.	Königsfelden-Brugg	—	1882
	» Jabs, Asmus , techn. Direktor	Alpenstrasse 3	2	1905
s	» Jaccard, Paul , Dr., Prof. Bot. an der techn. Hochschule Carmenstrasse 46	Carmenstrasse 46	7	1903

s	Hr. Jakob, Joh. , Dr., Priv.-Doz. a. d. E. T. H.	Rösslistr. 472, Seebach b. Zeh.	1919
s	» Jeannet, Alphonse , Dr., Geologe d. Schweiz. Geolog. Kommission	Institut géologique, Le Mail, Neuchâtel	— 1913
s	» Jegen, G. , Dr., Schweiz. Versuchsanstalt Wädenswil	Wädenswil	1919
	» Jegher, Carl Gaudenz , Ing.	Kilchberg b. Zürich	1919
Ls	» Jenny-Tschudi, Daniel , Fabrikant	Glarus	— 1911
	Frl. Josephy, Gretel , Dr.	Rütistr. 4	7 1918
s	Hr. Karrer, Paul , Dr., Prof. Chemie a. d. Universität	Wytikonstr. 55	7 1918
s	» Kaufmann, Robert	Belsitostrasse 17.	7 1919
s	» Keller, Konrad , Dr., Prof. Zool. an der techn. Hochschule	Schaffhauserstr. 83	6 1875
s	» Kiefer, Adolf , Dr.	Minervastrasse 149	7 1894
s	» Kienast, Alfred , Dr., Privatdoz. Math. an der techn. Hochschule	Küsnacht b. Zeh.	— 1905
	» Kleiber, Albert , Dr.	Kirchgasse 13	1 1893
	» Klett, Max , Dr., Chemiker	Lenzburg (Aarau)	— 1911
s	» Knopfli, Walter , Dr., Ass. a. Zool. Inst. d. Univ.	Stauffacherstrasse 9	4 1913
	» Koch, Helmut , dipl. Ing.	Freigutstrasse 9	2 1917
	» Koch, Wilhelm , Optiker	Bahnhofstr. 11	1 1918
	» Kollbrunner, Otto , Dr. med.	Rämistr. 24	1 1920
	» Koller, Eugen , Mühlenbesitzer	Zürcherstr. 30, Küsnacht b. Zürich	1919
s	» Kopp, Robert , Dr., Prof. an der Kantonsschule	St. Gallen-Ost, Neptunstr. 5	1896
	» Kruck, Carl , Baumeister	Küsnacht	— 1919
	» Kubly, F. Wala , Dr. med.	Bellerivestrasse 38	8 1916
s	» Künzli, Emil , Dr., Prof. an der Kantonsschule	Solothurn	— 1901
s	» Küpfer, Max , Dr., Priv.-Doz. Zool. a. d. E. T. H.	Klausstrasse 20	8 1911
	» Kummer, Walter , Dr., Ing.-Kons., Prof. a. d. techn. Hochschule	Mythenstrasse 15	2 1910
s	» Kummer-Weber, Wilhelm , Pflanzeur	Villa Verbanella, Locarno	— 1914
	» Kunz, Carl , Dr., Privatlehrer	Chemin Miremont 35, Genf	— 1911
	» Landolt-Locher, Paul , Kaufmann	Scheideggstr. 8	2 1918
	» Laupper, G.	Promenadengasse 11	1 1922
s	» Leuzinger, Rud. , Vorst. d. kant. Mädchen-Erz.-Anst.	Mollis	— 1909
s	» Liebmann, Erich , Dr. med., Oberarzt an der med. Klinik	Kantonsspital	7 1912
s	» Locher, Fritz , dipl. Ing.	Aubrigstr. 10	2 1917
	» Löffler, Wilhelm , Dr. med., Prof. a. d. Univ., Dir. d. med. Poliklinik	Glärnischstrasse 23	2 1922
s	» Looser, Emil , Dr. med., Privatdozent f. Chirurgie	Utoquai 39	8 1920
	» Löwensberg, Paul , Dr. med.	Sissach (Baselland)	— 1912
s	» Lüdin, Emil , Dr., Prof. an der kant. Industrieschule	Stolzestrasse 14	6 1896
s	» Lüthy, Adolf , Dr., Prof. an der höh. Töchterschule	Hofstrasse 22	7 1904
s	» Lunge, Georg , Dr., a. Prof. Chem.	Carmenstrasse 37	7 1876
s	» Maier, Hans W. , Dr. med., Prof., P.-D. d. Psychiatrie	Burghölzli	8 1909
	» Mark-Bechtold, André , Dr. med.	Bahnhofstrasse 55	1 1915
s	» Matthias, Eugen , Dr., Prof. a. d. höh. Töchterschule	Plattenstrasse 44	7 1919

		Stadr. Zürich	Mitglied seit
s	Hr. Maurer, Julius , Dr., Direkt. d. Meteor. Zentr.-Anst. Zürichbergstrasse 7	7	1881
	» Medicus, Fritz , Dr., Prof. Philos. a. d. techn. Hochschule Rüslikon, Glämischstr. 13		1911
	» Meierhofer, Hans , Dr., Prof. a. d. höhern Töcherschule Reinacherstrasse 18	7	1908
s	» Meissner, Ernst , Dr., Prof. Mech. an der techn. Hochschule	Zollikon, Seestrasse 59	— 1910
	» Meissner, Karl , Dr., P.-D. f. Physik a. d. Univers. Scheuchzerstr. 64	6	1921
	» Menzi, Jakob , Dr., Sekundarlehrer	Birmensdorferstr. 271	3 1919
	» Mertens, Oskar , Gartenarchitekt	Bergstr. 162	7 1921
s	» Messikommer, Heinrich , Antiquar	Hechtplatz 1	1 1910
s	» v. Meyenburg, Hanns , Dr. med. Prof. Universität Lausanne		
	Institut pathologique	Lausanne	— 1916
	» Meyer, Alfred , Dr. med. Arzt	Zollikon	— 1919
	Fr. Meyer-Landolt, Bertha	Zollikon, Haus Traubenberg	1920
s	Hr. Meyer, Edgar , Dr., Prof. d. Physik a. d. Universität	Fichtenstr. 28	7 1907
	» Meyer, Franz , Dr. jur.	Utoquai 31	8 1919
s	Hr. Meyer-Rüegg, Hans , Prof., Dr. med., Priv.-Doz. a. d. Univ.	Freiestrasse 116	7 1910
	» Meyer, Heinrich , Dr., Chemiker	Plattenstr. 34	7 1918
	» Meyer-Hürlimann, Karl , Dr. med.	Hottingerstrasse 20	7 1901
	Frl. Meyer, Martha , Lehrerin.	Minervastrasse 128	7 1917
s	Hr. Minder, Leo , Dr.	Schaffhauserstr. 76	6 1918
s	» Minkowski, Mieczyslaw , Dr. med., P.-D. f. Hirnanatomie a. d. Univ.	Physikstrasse 6	7 1917
s	» Misslin, Emil , Dr., Chemiker, Privatdoz. E. T. H.	Arterstrasse 26	7 1919
s	» Monakow, Konstantin von , Dr. med., Prof. a. d. Universität	Dufourstrasse 116	8 1887
s	» Monnier, Eduard , Dr. med., Priv.-Doz. f. Chirurgie a. d. Univers.	Pestalozzistr. 58	7 1917
	» Mühleder, Hans , Masch.-Ing.	Wallisellen, Schwarzackerstr. 374	— 1918
	» Müller, Albert , Buchhändler	Nägelistrasse 9	7 1905
s	Frl. Müller, Charlotte , Dr. med., Ärztin	Goethestrasse 10	1 1911
	» Müller, Gertrud	Hirschengraben 48	1 1919
	Hr. Müller, Hans	Zollikerstrasse 45	8 1919
	» Müller, Heinrich , a. Chemiker	Bergstrasse 132	7 1912
s	» Müller-Thurgau, Hermann , Dr., Direkt. d. Schw. Ver-		
	suchsanstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau	Wädenswil	— 1891
	» Müller, Marcus , Lehrer	Wytikon	— 1913
	» Muralt, Alex von , Dr. med., Nervenarzt	Mühlebachstr. 21	8 1922
	» Muralt, Wilhelm von , Dr. med.	Rämistrasse 18	7 1883
	» Naef-Werner, Paul , a. Oberförster und Pflanzer	Dolderstrasse 57	7 1918
	» Naegeli, Alfred , Dr. med.	Samaden, Kreisspital	— 1921
s	» Naegeli, Otto , Dr. med., Prof., Dir. d. med. Klin. der		
	Universität	Voltastr. 55	7 1918
s	» Nager, Felix Rudolf , Dr. med., Prof., P.-D. für Oto-,		
	Rhino- u. Laryngologie an der Universität	Freiestrasse 20	7 1917
s	» Niggli, Paul , Dr., Prof. Mineralogie a. beid. Hochsch.	Rigistr. 40	— 1913
	» Oehrli, Armin , Apotheker	Rosengasse 9	1 1921
	» Ogushi, Kikutaro , Dr., Prof. der Anatomie	Osaka (Japan)	— 1913
s	» Oppliger, Fritz , Dr., Prof. am kant. Lehrerseminar	Küsnacht b. Zeh.	— 1893
s	» Oswald, Adolf , Dr. med. et phil., Prof., P.-D. a. d. Univ.	Hofstrasse 78	7 1903
	» Ott, Emil , Dr. ès sciences, Chemiker, Prof.	Schlieren, Industriestrasse	— 1918

XLVIII Verzeichnis der Mitglieder der Naturf. Gesellschaft in Zürich.

			Stadtkr. Zürich	Mitglied seit
s Hr.	Ott, Hans , Direktor der Ott-Toblerschen Privatschule	Neumünsterallee 1	8	1910
»	Ott, Carl , Reallehrer	Hochstrasse 109, Schaffhausen	—	1919
»	Panchaud de Bottens, Adalbert , Dr. phil. et med.	Seefeldstrasse 33	8	1911
»	Pestalozzi-Bürkli, Anton , Dr.	Löwenstrasse 21	1	1903
s »	Peyer, Bernh. , Dr., Privatdozent Zool. a. d. Univers.	Hirschengraben 56	1	1918
s »	Pfenninger, W. , Dr. med. vet., Ass. a. vet.-path. Institut	Selnaustr. 36	1	1918
»	Pfister, Gottfried , Dir. Allg. Maggi-Ges.	Kemptthal	—	1918
»	Pfister, Johann , Ingenieur	Küsnacht b. Zch.	—	1915
s Frl.	Pfister, Martha , Dr. phil., Lehrerin	Oerlikon	—	1911
Hr.	Pflegghard, Otto , Architekt	Zollikerstr. 245	8	1918
s »	Piccard, Aug. , Dr., Prof., 133, Avenue Adolphe Buyl, Bruxelles		—	1912
»	Platter, Bruno , Assist. d. Schweiz. Agr.-chem. Anstalt	Asylstr. 98	7	1916
»	Pólya, Georg , Dr., Prof., P.-D. für Mathem. E. T. H.	Büchnerstr. 1	6	1920
s »	Prášil, Franz , Dr., Prof. Masch. a. d. techn. Hochschule	Heuelstrasse 51	7	1894
s »	Quervain, Alfred August de , Dr., Prof., P.-D. an beiden Hoch- schulen, Adjunkt der meteorologischen Zentral-Anstalt	Gloriastrasse 68	7	1907
»	Rahn, Viktor C. , Banquier	Lavaterstrasse 50	2	1919
»	Rascher, Max , Buchhändler	Rathausquai 20	1	1905
»	Raths, Jakob , Sekundarlehrer	Streulistrasse 31	7	1897
Frl.	Rauch, Aline , Lehrerin	Weststr. 18	3	1918
Hr.	Reber, Theodor , Prof. a. d. Industrieschule	Münchhaldenstr. 15	8	1920
s »	Redeker, August , Apotheker	Bremen-Hemelingen	—	1913
s »	Rehsteiner, Hugo , Dr.	St. Gallen, Eschenstr. 1	—	1918
»	Reitz, Wilhelm , Oberingenieur	Schipfe 29	1	1904
»	Rell, Bruno P. , Dr. D. S., Zahnarzt	Paradeplatz 1	1	1921
Frl.	Renner, Sophie , Dipl. Fachlehrerin	Concordiastrasse 20	7	1918
s Hr.	Resch, Alfred , Dr. med.	Fraumünsterstr. 8	1	1916
»	Riese, Heinrich , Ingenieur	Bahnhofstrasse 78	1	1915
»	Rieter, Emil , Stadtchemiker	Ausstellungsstr. 90	5	1921
s »	Rikli, Martin , Dr., Prof., P.-D. Bot. an d. E. T. H.	Gladbachstr. 44	6	1894
s »	Ris, Friedrich , Dr. med., Direktor der Pflegeanstalt	Rheinau	—	1892
»	Ritzmann, Emil , Dr. med.	Bahnhofstrasse 58	1	1889
s »	Rollier, Louis , Dr., Prof., P.-D. Geol. a. beid. Hochsch.	Sonneggstr. 5	6	1905
»	Roothaan, Hans Philipp , Geologe, pr. Adr. Frau M. Roothaan, Gossau, Kt. St. Gall.			1917
»	Roth, Conrad , Ing., Direktor	Zollikerstr. 10, Zollikon		1919
s »	Roth, Otto , Dr. med., a. Prof. Bakt. a. d. techn. Hochsch.	Engl. Viertelstr. 54	7	1891
»	Roth, Wilhelm , Dr. med.	Plattenstrasse 34	7	1910
»	Rothpletz, Gottlieb Friedrich , Garteninspektor	Belvoirpark	2	1903
s »	Ruckstuhl, Werner , Dr., Chemiker	z. Homberg, Kemptthal		1917
L »	Rudolph-Schwarzenbach, Eduard , Kaufmann	Scheideggstrasse 45	2	1912
s Frl.	Rübel, Cecile	Zürichbergstr. 35	7	1918
Ls Hr.	Rübel, Eduard , Dr., Geobotaniker, Priv.-Doz. E. T. H.	Zürichbergstrasse 30	7	1903
s Frl.	Rübel, Helene	Zürichbergstr. 35	7	1918
Hr.	Rüeger, Armin , Apotheker, z. Rebstock	Bischofszell	—	1911
s »	Rüst, Ernst , Dr., Prof. an der kant. Handelsschule	Hadlaubstrasse 106	6	1910
s »	Rutgers, Fritz , Ingenieur, Zürichstrasse 11	Oerlikon	—	1915

		Städt. Mitgl. Zürich	seit
Hr.	Rutgers, Joh., Dr. med., Arzt	Wilhelminalaan 21, Lochem (Holland)	1919
■	Rutishauser, Friedrich, Sekundarlehrer	Winterthurerstr. 58	6 1916
L »	Rütschi, Alfred,	Theaterstr. 12	1 1920
»	Ruzicka, Leopold, Dr., P.-D. d. Chemie an beiden Hochschulen	Winterthurerstr. 40	6 1921
s »	Salis, Theophil, Apotheker	Werdstrasse 5	4 1917
»	Sammet, Otto, Dr., Apotheker	Neue Beckenhofstr. 42	6 1912
Frl.	Schaefer, Margrit, cand. med.	Zeltweg 62	7 1920
s Hr.	Schäppi, Theodor, Dr. med. et phil.	Sprensenbühlstr. 7	7 1904
s »	Schärtlin, Georg Gottfried, Dr., Direkt. d. Rentenanst. Mythenstr. 1	Mythenstr. 1	2 1894
s »	Schardt, Hans, Dr., Prof. Geol. an beiden Hochschulen	Voltastrasse 18	7 1911
»	Schaufelberger, Wilhelm, Dr.	Riedtlistrasse 72	6 1902
s »	Schellenberg, Hans, Dr., Prof. Ldw. an der techn. Hochschule	Hofstrasse 63	7 1895
»	Schellenberg, Kaspar, Dr., Tierarzt	Hofstrasse 65	7 1896
»	Scherb, Richard, Dr. med., Priv.-Doz. a. d. Univ.	Anstalt Balgrist, Forchstr. 326	7 1921
s »	Scherrer, Paul, Dr., Prof. d. Physik a. d. E. T. H.	Gloriastr. 35	7 1921
»	Schindler-Stockar, Dietrich, Dr. jur., Rechtsanwalt .	Rämistrasse 2	1 1911
»	Schindler, Konrad, Dr. med.	Seegartenstrasse 2	8 1907
s »	Schinz, Hans Rudolf, Dr. med., P.-D. a. d. Univ. Leiter d. Röntgen-Inst. a. Kantonsspital	Seefeldstrasse 12	8 1920
s »	Schlaginhaufen, Otto, Dr., Prof. Anthropol. a. d. Univ.	Susenbergrasse 94	7 1904
s »	Schläpfer, Paul, Dr., Dir. d. Eidg. Prüfungsanst. f. Brennst. a. d. E. T. H.	Gladbachstrasse 62	6 1917
s »	Schleich, Karl, Dr., Chemiker	Kemptthal	— 1918
»	Schmid, Ed., Dr., Prof. an der kant. Industrieschule	a. Landstr. 42, Kilchberg	1905
»	Schmidlin-Lindt, L. Laurent, Fabrikdirektor	Thalgarten, Richterswil	1920
»	Schmidt, Oscar, Dr., Direkt. d. Akkumul.-Fabr. Oerlikon	Scheideggstrasse 35	2 1900
»	Schneider-Orelli, Dr., Tit.-Prof. f. Entomologie a. d. E. T. H., Höngg, Weinbergstr. 64	—	1922
s »	Schnorf, Carl, Dr. med. vet.	Bergstr. 3	7 1918
»	Schnyder, Othmar, Dr. med. vet., Prof. d. Buiatrik a. d. Univ., Dianastr. 8	8	2 1922
s »	Schoch-Etzensperger, Emil, Dr.	Zollikerstr. 136	— 1898
»	Schöller, Fried. Arthur, Kaufmann	Parkring 53	2 1919
»	Schöller, Walter, Kaufmann	Hohenbühlstr. 16	7 1910
»	Schöllhorn, Fritz, Brauereileiter, Brauerei Haldengut, Winterthur	—	1917
»	Schönenberger, Friedrich, Ing.	Allenmoosstrasse 11, Oerlikon	— 1919
»	Schoop, Max Ulrich, Physiker	Hardturmstrasse 82	5 1912
»	Schrödinger, Erwin, Dr., Prof. f. theor. Physik a. d. Universität	Huttenstrasse 9	7 1921
s »	von Schulthess-Schindler, Anton, Dr. med.	Wasserwerkstr. 53	6 1889
»	Schulthess-Hünerwadel, Hans, Verlags-Buchhändler .	Rämistrasse 52	7 1910
»	Schulthess, Willy, Dr. jur. Vize-Dir.	Guggerstr. 26, Zollikon	1919
»	Schultz, Gustav, Kaufmann	Konkordiastr. 22	7 1918
»	Schwarz, Emil, Dr. med., Bezirksarzt	Seidengasse 9	1 1910
s »	Schwarz, Ernst, Ingenieur	Schindlerstr. 7	6 1921
s »	Schwarz, Heinrich, Dr., Chemiker	Kernstrasse 4	4 1920
s »	Schwarzenbach-Fürst, Arnold	Kilchberg b. Z., Seewart	— 1916

L Verzeichnis der Mitglieder der Naturf. Gesellschaft in Zürich.

Stadtkr. Mitglied
Zürich seit

s Hr.	Schwarzenbach, Ernst , Dr. med.	Stockerstrasse 32	2	1907
	Frl. Schwarzenbach, Marthe , stud. phil.	Kilchberg b. Z., Seestr. 107		1921
	Hr. Schweizer, Armin , Dr. jur., Rechtsanwalt	Rüschlikon, alte Landstrasse		1919
s »	Schweizer, Robert , Dr. med.	Stadelhoferstrasse 15	1	1910
s »	Schwyzer, Fritz , Dr. med.	Kastanienbaum b. Luzern	—	1912
	» Schwyzer-Ellsworth, Fritz , Kaufmann	Dolderstrasse 104	7	1913
	» Seeberger, Xaver , Dr. med. vet.	Trottestr. 11	6	1918
	» Seiferle, Eugen , stud., Villa Forst	Kemptthal	—	1918
s »	Seiler, Ulrich , Dr., Prof. am kant. Gymnasium	Pestalozzistrasse 29	7	1901
	» Seitz, Johann , Dr. med.	Plattenstrasse 86	7	1874
s »	Sigerist, Henry E. , Dr. med., P.-D. a. d. Univ.	Ebelstrasse 7	7	1918
	» Sigg, Hermann Otto , Kaufmann, alte Landstr. 110	Küsnacht (Zürich)	—	1918
	Fr. Sigg, Martha , alte Landstrasse 110	Küsnacht (Zürich)	—	1918
s Hr.	Silberschmidt, William , Dr. med., Prof. an der Univ.	Zürichbergstrasse 54	7	1903
	» Slotopolsky, Benno , Dr., Assistent am Anatom. Institut der Universität	Bolleystrasse 45	6	1921
	» Sonder, Richard , stud. geol.	Herrliberg	—	1920
s »	Speiser, Andreas , Dr., Prof. Math. a. d. Universität	Talacker 40	1	1918
	» Sponagel, Paul , Dr., Chemiker	Bellariastr. 69	2	1914
	Frl. Stadtman, Doris , cand. med.	Bergstr. 5	7	1918
	Hr. Stahelin, Markus , Dr., Ass. à la station fédérale d'essais viticoles	Lausanne	—	1919
	» Stähli, Jean , Dr. med., Priv.-Doz. f. Augenheilkunde a. d. Universität	Hadlaubstrasse 7	6	1917
	» Staub, Hans , cand. chem.	Gladbachstr. 54	7	1917
	Fr. Staub-Elmenhorst, Mary Ellen	Hauptpostlagernd Zürich		1919
	Hr. Staub, Paul , dipl. Chemiker, M. O. Washington Avenue 4543, St. Louis, U. S. A.			1919
s »	Staub, Rudolf , Dr., Geologe	Rieslingstr. 8	7	1911
s Fr.	Staub-Wagopoff, Sara , cand. geol.	Rieslingstr. 8	7	1911
s Hr.	Staub, Walter , Dr.	Hegibachstr. 38	7	1911
s »	Staudinger, Herm. , Dr., Prof. der Chemie an der techn. Hochschule	Hadlaubstrasse 81	6	1912
	» Steiger, Alfred , D. D. S., Zahnarzt	Bahnhofstr. 30	1	1922
	» Steiger, Karl , Kunstmaler	Kilchberg b. Zch.	—	1910
s »	Steiner, Gotthold , Dr., Bureau of Plant Industry Department of Agriculture	Washington U. S. A.	—	1911
s »	Steiner, Hans , Dr. phil.	Universitätstr. 65	6	1912
	» Steiner, Hans , Dr., Seminarlehrer	Frohburgstrasse 168	6	1919
	» Stieger, Anton , Dr.	Culmannstrasse 57	6	1921
s »	Stierlin, Hans , Dr., Prof. am kant. Gymnasium	Frohburgstrasse 63	6	1910
s »	Stodola, Aurel , Dr., Prof. Masch. a. d. techn. Hochschule	Freiestrasse 62	7	1894
s »	Stoll, Hermann , Dr. jur., Industrieller	Lavaterstr. 15	2	1918
	» Stoppani, Giovanni Ambrosio , Dr. med., Prof. an der Zahnarztschule der Universität	Bahnhofstrasse 30	1	1903
	» Straessle, Anton , Kaufmann	Altstätten, Kt. St. Gallen		1918
s »	Strohl, Hans , Dr., Prof. Zool. a. d. Universität, Zollikon, Wytellikerstr. 12		—	1907
	» Stünzi, Walter , Fabrikant	Alpenstrasse 1	1	1920
s »	Täuber, Karl Paul , Ingenieur	Rotbuchstrasse 32	6	1910
s »	Tank, Franz , Dr. Prof. f. Physik a. d. E. T. H.	Spyristr. 39	7	1919

			Städtkr. Zürich	Mitglied seit
s Hr.	Thellung, Albert , Dr., Prof., P.-D. Bot. a. d. Univ.	Forchstrasse 33	7	1911
»	Tièche, Max , Dr. med., Priv.-Doz. a. d. Univ.	Bahnhofstr. 82	1	1920
s »	Tobler, Adolf , Dr., Prof. Elektr. a. d. techn. Hochschule	Winkelwiese 4	1	1873
s »	Treadwell, William D. , Dr. Prof. d. Chem. a. d. E. T. H.	Höhestr. 3, Zollikon		1916
»	Trueb, Reinhold , Ingenieur, Fabrikant	Hombrechtikon	—	1911
»	Trümpler, Gottfried , Dr., Priv.-Doz., Küssnacht (Zeh.), Felseneggstr.		—	1922
s »	Tschulok, Sinai , Dr., Prof., Fachlehrer für Naturwissensch. und Privatdozent an der Universität	Gloriastrasse 68	7	1909
s »	Uehlinger, Arthur , dipl. forest., Forstpraktikant, Kreisforstamt 4, Aarau, Westallee 18		—	1920
»	Ulrich, Alfred , Dr. med., Leiter der Epilept. Anstalt	Südstrasse 150	8	1903
»	Ulrich, Konrad , Dr. med.	Börsenstrasse 16	1	1912
»	Usteri-Pestalozzi, Eduard , Oberst	Thalacker 5	1	1918
s »	Veraguth, Otto , Dr. med., Prof. a. d. Universität	Gladbachstrasse 90	7	1903
»	Vetter, Hans J. , med. pract., Ass. am pathol. Inst. d. Univ.	Zürich	—	1920
»	Viollier, Raoul , Dr., Prof. a. d. höh. Töchtereschule	Forchstrasse 145	7	1921
»	Vogel, Theodor , Apotheker	Seefeldstrasse 81	8	1916
Z Frl.	Vogel, Vera , cand. med.	Zürichbergstr. 6	7	1919
s Hr.	Volkart, Albert , Dr., Vorstand d. Schweiz. land- wirtschaftlichen Versuchsanstalt Oerlikon	Frohburgstrasse 67	6	1900
s »	Vonwiller, Paul , Dr. med. et phil., Anatom. Institut	Zürich	7	1919
»	Voornveld, H. J. A. van , Dr. med.	Germaniastr. 58	6	1921
»	Walter, Theodor , Dr. med., prakt. Arzt	Wetzikon	—	1920
»	Walthard, Max , Dr. med. Prof. d. Gynäkologie a. d. Univ.	Voltastr. 16	7	1920
s »	Waser, Ernst , Dr., Chemiker, Priv.-Doz. a. d. Univ.	Freie Strasse 5	7	1915
»	Weber, Emil , Dr., Sekundarlehrer	Hotzestrasse 48	6	1911
s »	de Weck, Alphonse , Dr. phil., Square des Places 2, Fribourg (Suisse)		—	1920
»	Wegmann, Gustav , Ingenieur	Hofstrasse 132	7	1898
s »	Wehrli, Hans , Dr., Prof. Geogr. an der Universität	Kurhausstrasse 11	7	1903
s »	Wehrli, Leo , Dr., Prof. Geol. a. d. höh. Töchtereschule	Hochstrasse 60	7	1895
»	Wehrli, Kurt , Dr. med.	Steinwiesstr. 17	7	1917
s »	Weiss, Pierre , Dr., Directeur de l'Inst. de Phys. de l'Univ. Strasbourg		—	1902
s »	Wettstein, Ernst , Dr., Prof. an der kant. Industrieschule	Attenhoferstrasse 34	7	1904
»	Weyl, Hermann , Dr., Prof. Math. a. d. techn. Hochsch.	Bolleystrasse 52	6	1915
»	Widmer, Adolf , Dr. med.	Freigutstrasse 5	2	1916
»	Wiederkehr, Rudolf , Sekundarlehrer	Oberrieden b. Zeh.	—	1910
s »	Wiegner, Georg , Dr., Prof. Agr. Chem. a. d. techn. Hochschule	Neptunstr. 14	7	1913
»	Wiesmann, Theodor , Sekundarlehrer	Dreiwiesenstr. 9	7	1907
»	Wild, Emil	Bergstrasse 16, Zollikon		1922
s »	Wild, Oscar , Dr. med., Privatdoz. a. d. Universität	Steinwiesstrasse 31	7	1911
s »	Winterstein, Ernst , Dr., Prof. Agr. Chem. a. d. techn. Hochschule	Physikstrasse 4	7	1893
»	Witzig, August , Stadttammann	Seewartstrasse 21	2	1919
s »	Wolfer, Alfred , Dr., Prof. Astron. an beiden Hochsch.	Sternwarte	6	1880

		Stadtkr. Zürich	Mitgl. seit
s	Hr. Wolfer, Paul , Dr. med.	Weinplatz 7	1 1916
	» Wyss, Franz Jos. , Dr. med.	Haldeneggsteig 5	6 1920
	» v. Wyss, Georg , Dr. phil.	Bären-gasse 19	1 1918
s	» Wyss, Hans Osk. , Dr. med., prakt. Arzt	Steinwiesstr. 37	7 1918
s	» Wyss, Max Oskar , Dr. med., Privatdoz. a. d. Univ. Händeliweg 17		7 1910
	» v. Wyss-Schindler, Wilhelm , Dr., Prof., Rektor der höhern Töchterschule (ält. Abt.)	Winkelwiese 5	1 1911
	» v. Wyss, Walther , Dr. med.	Wilfriedstr. 12	7 1922
	» Wyssling, Walter , Dr., Prof. Elektr. an der techn. Hochschule	Wädenswil	— 1893
	» Yamasaki, Haruo , Dr. med., bei Hrn. Z. Matsuura, Miogadani, Koishi- kawa Tokyo, Japan		1920
s	» Zangger, Heinrich , Dr. med., Prof. an der Universität Bergstrasse 25		7 1904
	» Zeller-Williger, Erwin , Ingenieur	Rütistrasse 10	7 1915
	» Ziegler, J. H. , Dr., Chemiker	Talstrasse 29	1 1921
	» Zietzschmann, Otto , Dr., Prof. Vet. Med. a. d. Universität Seefeldstrasse 115		8 1907
	» Zölly-Veillon, Heinrich , Ingenieur, Dr. h. c.	Brunaustrasse 42	2 1910
s	Frl. Zollikofer, Clara , Dr., Assist. u. P.-D. Bot. a. d. Univ. Obere Zäune 4		1 1919
	Hr. Zollinger-Jenny, Ernst , Fabrikant	Bellariastrasse 57	2 1884
	» Zschokke, Erwin , Dr. med., Prof. an der Universität Selnastrasse 36		1 1889
	» Zschokke, Theod. , Obstbautechniker a. d. eidg. Ver- suchsanstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau	Wädenswil	— 1912
s	» Zuppinger, Emil , Fabrikant	Wallisellen	— 1892
	» Zürcher, Ernst , Buchdrucker	Brunngasse 2	1 1906
s	» Zürcher, Joh. Friedr.	Bühler, Appenzell	— 1910
	» Zweifel, Fritz , Dipl.-Ing.	alte Landstrasse 398, Rüslikon	— 1918

XI.

Freie ausländische Mitglieder.

		Mitglied seit	Freie ausl. Mitgl.
s	Hr. Bluntschli, Hans , Dr. med., Prof. Anat. a. d. Univers., Gärtnerweg 54 Frankfurt a. M.	1904	1916
	» Driesch, Hans , Dr., Uferstrasse 52	1892	1914
	» v. Eggeling, Heinrich , Dr. med., Prof. an d. Universität Jena	1888	1914
s	» Emden, Rob. , Dr., Prof. an d. techn. Hochsch. (Phys.), Habsburgerstr. 4 München	1888	1914
s	» Ernst, Paul , Dr. med., Prof. an d. Univers., Graimbergw. 8 Heidelberg	1901	1914
	» v. Frey, Max , Dr. med., Prof. an der Universität	1898	1914
	» Goldschmidt, Heinrich , Dr., Prof. Chem. a. d. Univers. Christiania	1881	1914
	» Höber, Rudolf , Dr. med., Prof. an d. Univers. (Physiol. Inst.) Kiel	1889	1914
	» Jordan, Hermann , Dr., Prof. Physiol., Frans Halsstraat 19 Utrecht	1903	1914
	» v. Laue, Max , Dr., Prof. Phys., Inst. für theor. Physik d. Univ.	Berlin	1912 1914
s	» Lebedinsky, Nahum, G. , Dr., Prof. a. d. Univ. Riga	Riga, Lettland	1909 1922
	» Lifschitz, Israel , Dr., Anorg. chem. Laborat. der Reichsuniversität	Groningen, Holland	1917 1921
	» Lorenz, Richard , Dr., Prof. Elektrochem. an der Univ. Frankfurt a. M.		1897 1914
	» Martin, Paul , Dr., Prof. Anat. a. d. Univers., Johannesstr. 15 Giessen		1889 1914
	» Martin, Rudolf , Dr., Prof. Anthrop., Laplacestr. 24 München O. 27		1890 1916

s	Hr. Maurizio, Adam , Dr., Prof. Bot. a. d. Hochschule Lemberg	1902	1914
»	Mollison, Theod. , Dr., Prof. Breslau, Anatomie	1905	1914
»	Morton, Friedrich , Dr., Universität, Wien I	1915	1920
»	Sauerbruch, F. , Geh.-Rat, Prof., Dr., Chirurg. Klinik, München	1911	1920
s	» Schall, Karl , Dr., Prof. Chem. an der Universität, Sternwartenstr. 79 Leipzig	1889	1914
»	Stix, Oswald , Dr. ing., Ingenieur, Seidlgasse 14 Wien III	1908	1914
»	Weber, Friedr. , Dr., Geologe Batavia	1904	1914
»	Zschokke, Markus , Dr. med., vet., Tierarzt Pretoria (S.-Afr.)	1917	1920

XII.

A. Vorstand.

		Austritts- Jahr
Präsident:	Hr. Quervain, Alfred de , Dr., Prof., Gloristr. 68	1922-1924
Vizepräsident:	» Hescheler, Karl , Dr., Prof., Rotstrasse 2	1922-1924
Sekretär:	» Schlaginhaufen, O. , Dr., Prof., Susenbergstrasse 94	1920-1924
Quästor:	» Baumann-Naef, M. , Dr., Tödistrasse 39	1920-1926
Redaktor:	» Schinz, Hans , Dr., Prof., Seefeldstr. 12	1918-1924
Vertreter in der Kommission der Zentralbibliothek:		
	Hr. Rikli, M. , Dr., Prof., Gladbachstrasse 44	1922-1928
Vertreter im Senat der S. N. G.:		
	Hr. Frei, W. , Dr. Prof., Höhest. 68, Zollikon	1919-1928
	» Schlaginhaufen, Otto , Dr., Prof. (Stellvertreter)	1919-1928
Beisitzer:	» Bosshard, E. , Dr., Prof., alte Beckenhofstr. 48	1922-1924
»	» Kienast, A. , Dr., Küsnacht (Zürich)	1922-1924
»	» Rübel, E. , Dr., Zürichbergstrasse 30	1922-1924

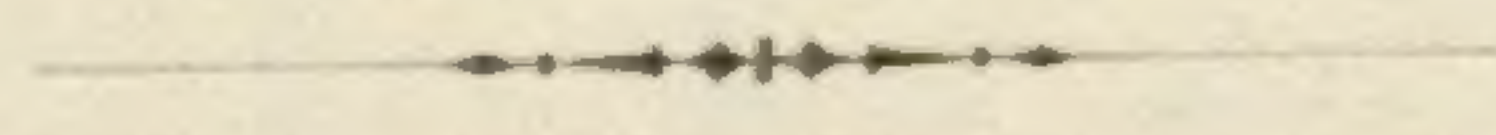
B. Rechnungsrevisoren 1922-1924.

Hr. **Escher, Wilhelm Caspar**
» **Wegmann, Gustav**

Abwart: Hr. **Zeller, Adolf**, Maler, Zürich 3, Stationsstr. 19.

Mitgliederbestand.

	Auf 31. Dezember 1922
I. Ehrenmitglieder	9
II. Korrespondierende Mitglieder	4
III. Ordentliche Mitglieder	508
IV. Freie ausländische Mitglieder	23
	544



Preise für Separata aus der Vierteljahrsschrift.

Der Autor erhält von der Gesellschaft 50 Freiexemplare ohne Umschlag geheftet, weitere Exemplare ohne Umschlag sind zu nachstehenden Preisen erhältlich:

	25 Exempl.	50 Exempl.	75 Exempl.	100 Exempl.	125 Exempl.	150 Exempl.	175 Exempl.	200 Exempl.	225 Exempl.	250 Exempl.	275 Exempl.	300 Exempl.
	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.
$\frac{1}{8}$ Bogen = 2 Seiten	1.40	2.80	4.20	5.60	7.—	8.40	9.80	11.20	12.60	14.—	15.40	16.80
$\frac{1}{4}$ „ = 4 „	2.—	4.—	6.—	8.—	10.—	12.—	14.—	16.—	18.—	20.—	22.—	24.—
$\frac{1}{2}$ „ = 8 „	2.60	5.20	7.80	10.40	13.—	15.60	18.20	20.80	23.40	26.—	28.60	31.20
$\frac{1}{1}$ „ = 16 „	5.—	10.—	15.—	20.—	25.—	30.—	35.—	40.—	45.—	50.—	55.—	60.—
Umschläge mit dem Titel der Abhandlung	14.—	16.—	18.—	20.—	22.—	24.—	26.—	28.—	30.—	32.—	34.—	36.—

Die Kosten für Heften und Beschneiden sind in diesen Preisen inbegriffen, nicht aber diejenigen für allfällige Tafeln.

Die „**Vierteljahrsschrift**“ der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich — in Kommission bei Beer & Co. — kann durch jede Buchhandlung bezogen werden. Bis jetzt sind erschienen Jahrgang 1—66 (1856—1921) als Fortsetzung der in 4 Bänden (1847—1855) veröffentlichten „Mitteilungen“ der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich. Der Verkaufspreis der Jahrgänge 51—61 beträgt Fr. 12.—, Jahrgang 62 und 63 je Fr. 22.—. Ältere Jahrgänge sind, soweit noch vorhanden, zu reduzierten Preisen erhältlich. Der 41. Jahrgang — Festschrift der Naturforschenden Gesellschaft zur Feier ihres 150jährigen Bestehens — kostet 20 Fr., der 64. Jahrgang (1919) Fr. 40.—, der 65. (1920) Fr. 34.—, Jahrgang 66 Fr. 24.—.

Die seit 1799 in ununterbrochener Folge von der Gesellschaft herausgegebenen „**Neujahrsblätter**“ sind ebenfalls durch die Buchhandlung Beer & Co. zu beziehen.

Seit 1875 sind erschienen:

P. Arbenz: Über Karrenbildungen. 1913. G. Asper: Wenig bekannte Gesellschaften kleiner Tiere. 1881. R. Billwiller: Kepler als Reformator der Astronomie. 1878. Die meteorologische Station auf dem Säntis. 1888. Ernst Blumer: Geschichte des Erdöls. Bilder aus der Vergangenheit unseres Planeten. 1920. K. Bretscher: Zur Geschichte des Wolfes in der Schweiz. 1906. H. Brockmann-Jerosch: Surampfele und Surchrut. 1921. C. Cramer: Bau und Wachstum des Getreidehalmes. 1889. M. Düggele: Die Schwefelbakterien. 1919. A. Forel: Die Nester der Ameisen. 1893. H. Fritz: Aus der kosmischen Physik. 1875. Die Sonne. 1885. U. Grubenmann: Ueber die Rutilnadeln einschliessenden Bergkrystalle vom Piz Aul im Bündneroberland. 1899. Dr. David Friedrich Wiser (1802—1878). Lebensbild eines Zürcher Mineralogen. 1918. C. Hartwich: Das Opium als Genussmittel. 1898. Alb. Heim: Ueber Bergstürze. 1882. Geschichte des Zürichsees. 1891. Die Gletscherlawine an der Altels am 11. September 1895 (unter Mitwirkung von L. Du Pasquier und F. A. Forel). 1896. Neuseeland. 1905. Der Bau der Schweizeralpen. 1908. Die Mythen. 1922. Arn. Heim: Über Grönlands Eisberge. 1911. Auf dem Vulkan Smeru auf Java. 1916. Th. Herzog: Reisebilder aus Ostbolivien. 1910. K. Hescheler: *Sepia officinalis* L. Der gemeine Tintenfisch. 1902. Der Riesenhirsch. 1909. J. Jäggi: Die Wassernuss und der Tribulus der Alten. 1884. Die Blutbuche zu Buch am Irchel. 1894. C. Keller: Über Farbenschutz in der Tierwelt. 1879. A. Lang: Geschichte der Mammutfunde (mit Bericht über den Fund in Niederweningen). 1892. G. Lunge: Beleuchtung sonst, jetzt und einst. 1900. C. Moesch: Wohin und warum ziehen unsere Vögel. 1877. Der japanische Riesensalamander und der fossile Salamander von Oeningen. 1887. J. Pernet: Hermann v. Helmholtz. 1895. A. de Quervain: Aus der Wolkenwelt. 1912. M. Rikli: Kultur und Naturbilder von der spanischen Riviera. 1907. Eine Frühlingfahrt nach Kreta 1917. F. Rudio: Zum hundertsten Neujahrsblatt der Naturforschenden Gesellschaft. 1898. E. Schär: Das Zuckerrohr. 1890. H. Schinz: Schweizerische Afrika-Reisende und der Anteil der Schweiz an der Erschliessung und Erforschung Afrikas überhaupt. 1904. Otto Schlaginhaufen: Die wichtigsten fossilen Reste des Menschengeschlechts. 1914. Die Technik der künstlichen Fischzucht. Tabelle zur leichten Bestimmung der Fische der Schweiz. Fischfauna des Kantons Zürich. 1880. C. Schröter: Die Flora der Eiszeit. 1883. Der Bambus. 1886. Die Schwebeflora unserer Seen (das Phytoplankton). 1897. Die Palmen und ihre Bedeutung für die Tropenbewohner. 1901. Leo Wehrli: Der versteinerte Wald zu Chemnitz. 1915. A. Weilenmann: Über die Luftströmungen, insbesondere die Stürme Europas. 1876. Die elektrischen Wellen und ihre Anwendung zur drahtlosen Strahlentelegraphie nach Marconi. 1903.

Zur Beachtung.

Die Bücherbestände der Naturforschenden Gesellschaft, die mit dem 1. Januar 1916 in den Besitz und damit auch in die Verwaltung der Zentralbibliothek übergegangen sind, stehen den Mitgliedern unserer Gesellschaft nach Massgabe der Benutzungsordnung der Zentralbibliothek zur Verfügung.