

SITZUNGSBERICHTE
DER
KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

DREIUNDSIEBZIGSTER BAND.



WIEN.

AUS DER K. K. HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

—
IN COMMISSION BEI CARL GEROLD'S SOHN,
BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

1876.

SITZUNGSBERICHTE

DER

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN CLASSE

DER KAISERLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

LXXIII. BAND. I. ABTHEILUNG.

JAHRGANG 1876. — HEFT I BIS V.

(Mit 15 Tafeln.)

WIEN.

AUS DER K. K. HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

—
IN COMMISSION BEI CARL GEROLD'S SOHN,
BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

1876.

I N H A L T.

	Seite
I. Sitzung vom 13. Jänner 1876: Übersicht	3
<i>v. Zepharovich</i> , Die Krystallformen einiger Kampferderivate. (Mit 3 Tafeln und 4 Holzschnitten) [Preis: 50 kr. = 1 RMk.]	7
<i>Moeller</i> , Einige neue Formelelemente im Holzkörper. (Mit 1 Tafel.) [Preis: 20 kr. = 40 Pfg.]	31
II. Sitzung vom 20. Jänner 1876: Übersicht	36
<i>Boehm</i> , Über Stärkebildung in den Chlorophylkörnern. [Preis: 20 kr. = 40 Pfg.]	39
<i>Fuchs</i> , Über den sogenannten „Badner Tegel“ auf Malta. (Mit 1 Tafel.) [Preis: 20 kr. = 40 Pfg.]	67
— Studien über das Alter der jüngeren Tertiärbildungen. (Mit einer synchronistischen Tabelle.) [Preis: 15 kr. = 30 Pfg.]	75
<i>Hansel</i> , Über die Keimung der <i>Preissia commutata</i> N. ab B. (Mit 1 Tafel.) [Preis: 25 kr. = 50 Pfg.]	89
III. Sitzung vom 27. Jänner 1876: Übersicht	98
IV. Sitzung vom 3. Februar 1876: Übersicht	103
<i>Boué</i> , Über die geometrisch-symmetrischen Formen der Erd- oberfläche. [Preis: 15 kr. = 30 Pfg.]	105
V. Sitzung vom 10. Februar 1876: Übersicht	119
VI. Sitzung vom 7. Februar 1876: Übersicht	122
VII. Sitzung vom 9. März 1876: Übersicht	127
<i>Felten</i> , Die physikalische Beschaffenheit des pflanzlichen Pro- toplasma. [Preis: 15 kr. = 30 Pfg.]	131
VIII. Sitzung vom 16. März 1876: Übersicht	152
<i>Makowsky</i> , Über einen neuen Labyrinthodonten „ <i>Archegosaurus</i> <i>austriacus</i> nov. spec.“ [Preis: 10 kr. = 20 Pfg.]	155
<i>Tanql</i> , Beiträge zur Mikrochemie der Pflanzenzellen. [Preis: 20 kr. = 40 Pfg.]	167
<i>Burgerstein</i> , Arbeiten des pflanzenphysiologischen Institutes der k. k. Wiener Universität. VI. Untersuchungen über die Beziehungen der Nährstoffe zur Transpiration der Pflanzen. I. Reihe. [Preis: 40 kr. = 80 Pfg.]	191
IX. Sitzung vom 23. März 1876: Übersicht	245

VI

	Seite
X. Sitzung vom 6. April 1876: Übersicht	251
<i>Leitgeb</i> , Die Entwicklung der Kapsel von <i>Anthoceros</i> . (Mit 1 Tafel.) [Preis: 25 kr. = 50 Pfg.]	255
<i>Haberlandt</i> , Arbeiten des pflanzenphysiologischen Institutes der k. k. Wiener Universität. VII. Untersuchungen über die Winterfärbung ausdauernder Blätter. [Preis: 20 kr. = 40 Pfg.]	267
<i>r. Höhnelt</i> , Morphologische Untersuchungen über die Samen- schalen der Cucurbitaceen und einiger verwandter Fam- ilien. I. Theil: <i>Cucurbita Pepo</i> L.; <i>Lagenaria vulgaris</i> Ser. und <i>Cucumis sativus</i> L. (Mit 4 Tafeln.) [Preis: 1 fl. 20 kr. = 2 Rmk. 40 Pfg.]	297
<i>Fuchs</i> , Über die in Verbindung mit Flyschgesteinen und grü- nen Schiefern vorkommenden Serpentine bei Kumi auf Euboea. (Mit 1 Tafel.) [Preis: 30 kr. = 60 Pfg.] . . .	338
<i>Fellen</i> , Einwirkung strömender Elektrizität auf die Bewegung des Protoplasma, auf den lebendigen und toten Zellen- inhalt, sowie auf materielle Theilchen überhaupt. (Mit 1 Tafel.) [Preis: 35 kr. = 70 Pfg.]	343
XI. Sitzung vom 20. April 1876: Übersicht	377
XII. Sitzung vom 4. Mai 1876: Übersicht	383
<i>Fock</i> , Die Entwicklung des Sporogoniums von <i>Orthotrichum</i> . (Mit 2 Tafeln.) Preis: 25 kr. = 50 Pfg.]	385
XIII. Sitzung vom 11. Mai 1876: Übersicht	396
XIV. Sitzung vom 18. Mai 1876: Übersicht	399

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH - NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXXIII. Band.

ERSTE ABTHEILUNG.

1.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mineralogie, Botanik,
Zoologie, Geologie und Paläontologie.



I. SITZUNG VOM 13. JÄNNER 1876.

Wegen Verhinderung des Präsidenten führt Herr Hofrath Freiherr v. Burg den Vorsitz.

Die Direction der k. k. Lehrerbildungsanstalt in Brünn und die Direction der landwirthschaftlichen Lehranstalt Francisco-Josephinum in Mödling übersenden Dankschreiben für die diesen Anstalten bewilligten akademischen Publicationen.

Das w. M. Herr Prof. A. Rollett in Graz übersendet für die Sitzungsberichte Bemerkungen über das Rheochord als Nebenschliessung.

Das e. M. Herr Oberbergrath v. Zepharovich in Prag, übersendet krystallographisch-optische Untersuchungen einiger Kampferderivate.

Herr Prof. V. Graber in Graz übersendet eine Abhandlung: „Über die abdominalen Tympanalorgane der Cikaden und Gryllodeen“.

Herr Prof. Dr. M. Allé in Graz übersendet eine Abhandlung: „Über die Bewegungsgleichungen eines Systems von Punkten“.

Herr Prof. Dr. Ludwig Kleinwächter in Prag übersendet eine Abhandlung: „Ein Beitrag zur Physiologie des Wochenbettes“.

Herr Dr. C. Heitzmann in New-York übersendet eine aus seinem Institute hervorgegangene Abhandlung des Herrn Dr. Rudolf Tauszky: „Über die durch Sarcomwucherung bedingten Veränderungen des Epithels“.

Herr Aristippos Stratigopoulos in Paris übersendet eine Abhandlung, betitelt: „Das Riesenteleskop“.

Der k. k. Linienschiffs-Lieutenant Franz Hopfgartner übersendet eine Abhandlung: „Ein neues Tiefloth“, welcher zu-

gleich ein von ihm und dem Civil-Ingenieur Herrn Moriz Arzberger neu construirtes Instrument zu Messungen von Meerestiefen beiliegt.

Herr Prof. Rudolf Niemtschik in Wien übersendet eine Abhandlung: „Über die Construction von Umhüllungsflächen variabler Kugeln“.

Das w. M. Herr Prof. Jos. Petzval überreicht eine Abhandlung des Herrn Lorenz Zmurko in Lemberg: „Über die Theorie der relativen Maxima und Minima bestimmter Integrale“.

Herr Dr. Joseph Möller, Assistent am pharmakologischen Institute in Wien, überreicht eine Abhandlung: „Einige neue Formelelemente im Holzkörper“.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Akademie der Wissenschaften, Kgl. Bayer., zu München: Abhandlungen der historischen Classe. XII. Bandes, 3. Abtheilung; XIII. Bandes 1. Abthlg. (Nebst den betreffenden Separatabdrücken.) München, 1875; 4^o. -- Sitzungsberichte der philos.-philolog. und historischen Classe. 1875. Bd. II, Heft 2. München; 8^o. — Almanach. Für das Jahr 1875. München; 12^o. — Ludwig Andreas Buchner, Über die Beziehungen der Chemie zur Rechtspflege. Festrede. München, 1875; 4^o.

American Chemist. Vol. VI, Nr. 4. New York, 1875; 4^o.

Anales del Instituto y Observatorio de marina de San Fernando. Sección 2^a Observaciones meteorológicas. Año 1874. San Fernando, 1875; 4^o.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). 14. Jahrgang, Nr. 1 & 2. Wien, 1876; 8^o.

Astronomische Nachrichten. Nr. 2069—70 (Bd. 87. 5 & 6.) Kiel, 1876; 4^o.

Bibliothèque Universelle et Revue Suisse: Archives des Sciences physiques et naturelles. N. P. Tome LIV^e. Nr. 214. Genève, Lausanne, Paris, 1875; 8^o.

Comitato, R. geologico d'Italia: Bollettino. Anno 1875, Nr. 7 e 8. Roma; 4^o.

- Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXXI, Nrs. 25—26, et Tables au Tome LXXX. Paris, 1875; 4^o.
- Exploring Expedition, United-States, during the Years 1838—1842. The Geographical Distribution of Animals and Plants. By Charles Pickering. Boston & London, 1854; 4^o.
- Favoro, Antonio, Nuovi studi intorno ai mezzi usati dagli antichi per attenuare le disastrose conseguenze dei terremoti. Venezia, 1875; 8^o.
- Gesellschaft, österr., für Meteorologie: Zeitschrift. X. Band, Nr. 24; XI. Band, Nr. 1. Wien, 1875 & 1876; 4^o.
— Naturforschende, in Basel: Verhandlungen. VI. Theil, 2. Heft. Basel, 1875; 8^o.
- Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXVI. Jahrgang, Nr. 53; XXXVII. Jahrgang Nr. 1. Wien, 1875 & 1876; 4^o.
- Ingenieur- & Architekten-Verein, österr.: Zeitschrift. XXVII. Jahrgang, 18. Heft. Wien, 1875; 4^o. — Wochenschrift. I. Jahrgang, Nr. 1—2. Wien, 1876; 4^o.
- Isis: Sitzungsberichte. Jahrgang 1875. Nr. 1—6. Dresden; 8^o.
- Kokshearow, Nikolai v., Materialien zur Mineralogie Russlands. VI. Band, pag. 1—408. Nebst Atlas. Tafel 75—82. St. Petersburg, 1870; 8^o & 4^o.
- Lese-Verein, akademischer, an der k. k. Universität und k. k. technischen Hochschule in Graz: VIII. Jahresbericht. Graz, 1875; 8^o.
- Mittheilungen aus J. Perthes' geographischer Anstalt. 21. Band, 1875. XII. Heft nebst Ergänzungsheft Nr 44. Gotha; 4^o.
- Moniteur scientifique du D^{eur} Quesneville. 409^e Livraison. Paris, 1876; 4^o.
- Nature. Nrs. 322—323, Vol. XIII. London, 1875 & 1876; 4^o.
- Orsoni, Francesco, I microfiti ed i microzoi della chimica organica. Noto, 1875; 4^o.
- Puyals de la Bastida, Vicente, Historia de la numeracion con novedades de grande importancia universal. Madrid, 1875; kl. 8^o.
- Reichsanstalt, k. k. geologische: Verhandlungen. Jahrg. 1875, Nr. 16. Wien; 4^o.

- „Revue politique et littéraire“ et „Revue scientifique de la France et de l'étranger“. V^e Année, 2^e Série, Nrs. 27—28. Paris, 1876; 4^o.
- Sammlungen, Die — der vereinten Familien- und Privat-Bibliothek Sr. Maj. des Kaisers. II. Bandes 1. Abthlg. Wien, 1875; Folio.
- Society, The Royal, of Edinburgh: Transactions. Vol. XXVII, Part II. for the Session 1873—74. 4^o. — Proceedings. Vol. VIII, Nrs. 87—89. Session 1873—74. 8^o.
- The Royal of Victoria: Transactions. Vol. XI. Melbourne, 1874; 8^o.
- Special-Karte von Österreich-Ungarn. 18 Blätter in Folio.
- Spiller, Philipp, Die Urkraft des Weltalls nach ihrem Wesen und Wirken auf allen Naturgebieten. Berlin, 1876; 8^o.
- Vierteljahresschrift, österr., für wissenschaftliche Veterinärkunde. XLIV. Band, 2. Heft. Wien, 1875; 8^o.
- Wiener Medizin. Wochenschrift. XXVI. Jahrgang, Nr. 1—2. Wien, 1876; 4^o.
- Winchell, Alexander, The Climate of Michigan. 8^o. — Religious Ideas among Barbarous Tribes. I Facts. 8^o. — The Diagonal System in the Physical Features of Michigan. 8^o. — Notices and Descriptions of Fossils, from the Marshall Group of the Western States, with Notes on Fossils from other Formations. 8^o. — The Marshall Group: A Memoir on its Geological Position, Characters and Equivalencies in the United States. Philadelphia, 1870; 8^o. — The Isothermals of the Lake Region in North America. 8^o. — Inauguration of Alexander Winchell as Chancellor of the Syracuse University. 1873. 8^o. — Michigan being condensed popular Sketches of the Topography, Climate and Geology of the State. 1873; 8^o. — The Unity of the Physical World. I. Facts of Co-Existence. II. Facts of Succession. 8^o. — Syllabus of a Course of Lectures on Geology etc. Syracuse, 1875; 8^o.
- Woldrich, Joh. N., Hercynische Gneissformation bei Gross-Ždíkau im Böhmerwald. Wien; kl. 4^o.
-

Die Krystallformen einiger Kampferderivate.

Von dem **c. M. V. Ritter v. Zepharovich.**

(Mit 3 Tafeln und 4 Holzschnitten.)

Bei seinen Studien über die Verbindungen der Kampfergruppe¹ erhielt Herr Dr. J. Kachler mehrere wohl krystallisirte Substanzen, welche mir von demselben zur Untersuchung übergeben wurden. Es sind die folgenden:

1. Kampfersäure-Anhydrit . . . $C_{10}H_{14}O_3$.
2. Kampfersäure $C_{10}H_{16}O_4$.
3. Oxykamphoronsäure $C_9H_{12}O_6 + H_2O$.
4. Indifferente Verbindung . . $C_9H_{12}O_2$.
5. Hydro-Oxykamphoronsäure $C_9H_{14}O_5$.
6. Pimelinsäure $C_7H_{12}O_4$.
7. Sulphokamphylsäure . . . $C_9H_{16}SO_6 + 2H_2O$.
8. Sulphokamphylsaurer Blei $C_{18}H_{30}PbS_2O_{12} + 4H_2O$.

Bei der Darstellung dieser Verbindungen war Dr. Kachler von dem gewöhnlichen rechts drehenden Laurineenkampfer ausgegangen. Die Krystalle der Verbindungen 2—7 sind monoklin und triklin, aber ungeachtet des differenten Krystallisations-Typus goniometrisch verwandt. Die Oxykamphoronsäure ist dimorph, in beiden Formen monoklin mit sehr ähnlichen zum Theile gleichen Flächenneigungen aber verschieden in optischer Beziehung und in der Spaltbarkeit; krystallographisch schliessen sich zunächst an, die Kampfersäure $C_{10}H_{16}O_4$ und die indifferente Verbindung $C_9H_{12}O_2$, welche letztere in flächenarmen Combinationen auftretend, nur unvollständig bestimmt werden konnte, — es

¹ Diese Sitzber., 64. Bd., 2. Abth., S. 125 — Ann. d. Chem. u. Pharm. 169. Bd., S. 168. — Ber. d. deutsch. chem. Ges. z. Berlin, 1874, S. 1728.

folgen dann die trikline Hydro-Oxykamphoronsäure und die sich am meisten von den früheren entfernende Pimelinsäure.

Das Anhydrit der Kampfersäure krystallisirt rhombisch und ist daher morphologisch geschieden von der in chemischer Beziehung zunächst verwandten, monoklinen Kampfersäure; die Formen beider Säuren haben aber mehrere nahe an 60° liegende Kanten gemein. Die trikline Sulphokamphylsäure und das rhombische Bleisalz derselben stellen sich krystallographisch, wie chemisch abseits von den vorgenannten Substanzen.

So weit es möglich war, wurden die nachfolgenden krystallographischen Bestimmungen in optischer Beziehung controllirt und bin ich für die Durchführung der letzteren Untersuchungen, so wie für die Zeichnung der Krystallformen, Herrn Dr. K. V r b a zu besonderem Danke verpflichtet.

Kampfersäure-Anhydrit.



Krystallsystem rhombisch (Taf. I, Fig. 1.)

$$a : b : c = 0.9973 : 1 : 1.7170.$$

Beobachtete Formen:

$$\begin{array}{cccccc} a(100) & . & c(001) & . & q(011) & . & r(102) & . & r(101) \\ \infty P_{\infty} & & 0P & & P_{\infty} & & \frac{1}{2}P_{\infty} & & P_{\infty} \end{array}$$

Die Substanz lag mir in durch Sublimation gewonnenen, unmessbaren Härchen vor, aus deren Lösung in Aceton Prof. Linnemann wasserhelle Kryställchen erhielt, die sich als sehr geeignet zu genauen Messungen erwiesen. Sie erscheinen, wenn die Richtung der optischen Bissectrix als Verticalaxe angenommen wird, als makrodiagonale Säulchen oder Täfelchen bei vorwaltendem (100), welche seitlich durch (011) geschlossen sind; an den höchstens $\frac{5}{2}$ Mm. langen Kryställchen treten die Flächen von (102) stets untergeordnet und unvollzählig auf. Im Vergleich zu den oft gut spiegelnden (100), (001) und (101) zeigten die sehr kleinen Flächen von (011) eine minder günstige Beschaffenheit. Aus der Lösung in Holzgeist krystallisirt die Säure in den gleichen Combinationen

Von Laurent wurden die Formen des Kampfersäure-Anhydrits bereits als rhombische, aber ohne Messungen angegeben¹.

Die Resultate meiner Bestimmungen an 18 Krystallen sind die folgenden:

	Berechnet	G e m e s s e n		
		Mittel	Z	Grenzwerte
$a(100) : c(001)$	90° 0'	89° 59'	8	89° 54' — 90° 2'
$r(101) : a(100)$	30 9	30 8 ¹ / ₂	24	29 42 — 30 24
$c(001)$	—	59 51	29	59 36 — 60 22
$r(\bar{1}01)$	119 42	119 37	2	119 31 — 119 43
$r(1\bar{0}\bar{1})$	60 18	60 14 ¹ / ₃	9	59 51 — 60 27
$c(00\bar{1})$	120 9	120 14	2	120 9 — 120 19
$\varphi(102) : a(100)$	49 17	48 59	2	48 17 — 49 41
$c(001)$	40 43	40 42	6	40 0 — 41 25
$r(101)$	19 8	18 57	9	18 23 — 19 52
$r(\bar{1}01)$	100 34	100 45	5	99 38 — 101 24
$q(011) : c(001)$	—	59 47	14	59 24 — 60 1
$c(00\bar{1})$	120 13	120 13	2	120 4 — 120 23
$q'(0\bar{1}\bar{1})$	119 34	—	—	— — —
$q(0\bar{1}\bar{1})$	60 26	60 21	10	60 6 — 60 47

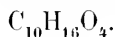
Aus den obigen Daten wäre die nahe Übereinstimmung der Kanten rc und qc hervorzuheben, wodurch die Formen sich tetragonalen anschliessen.

Die Ebene der optischen Axen ist parallel dem Makropinakoid und die Verticalaxe die Richtung der spitzen, negativen Bissectrix; der Winkel der optischen Axen ist für

	in Luft	in Öl
weisses Licht . . .	30° 30'	20° —'
blaues „	30 20	19 40
rothes „	31 20	21 20

demnach $\varphi > v$.

¹ Ann. Chim. Phys. 1836, 2 ser. V. 63, p. 207; Gmelin, Chem. 5. Aufl. 7. Bd., S. 410; die krystallogr. Daten beziehen sich nach Kachler auf das Anhydrit der Kampfersäure.

Kampfersäure.

Krystallsystem monoklin (Fig. 2, 3).

$$a : b : c = 0.6527 : 1 : 0.5475$$

$$ac(\gamma) = 69^\circ 6\frac{1}{2}'.$$

Die aus alkoholischer Lösung erhaltenen wasserhellen, stark glänzenden Kryställchen sind Combinationen der Formen:

$$c(001) \cdot b(010) \cdot p(110) \cdot 'o(\bar{1}11)$$

$${}_0P \quad \infty P_2 \quad \infty P \quad P$$

In Fig. 2 ist der gewöhnliche Habitus der sechsseitigen Säulehen, welche — auch in den Kantenwinkeln — einer rhomboëdrischen Gestalt $R(c, 'o) \cdot \infty P_2(b, p)$ ähnlich sind, dargestellt; nicht selten erscheint eine Fläche von (010) übermässig ausgedehnt.

Krystalle von einer zweiten Darstellung stammend, welche sich durch das fehlende Klinopinakoid und geringe Entwicklung der Hemipyramide von den früheren unterschieden, waren zumeist zu Zwillingen vereinigt, von denen Fig. 3 ein Bild gibt. Zwillingensaxe ist eine Kante cp und berühren sich die beiden Individuen in einer Fläche von p ; die c -Flächen und je eine Fläche von $'o$ an beiden Krystallen sind parallel.

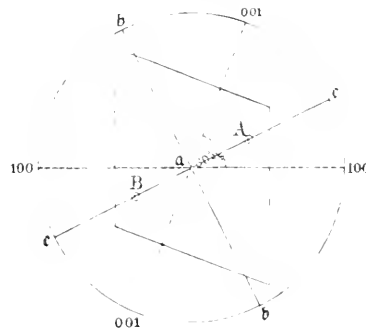
Die beiden letzteren für dieses Gesetz charakteristischen Umstände, liessen sich an den, ihrer convexen p -Flächen wegen, nicht messbaren Zwillingen, sicher constatiren, wobei die gute Spaltbarkeit nach $'o$ zu statten kam. In Fig. 3 erscheint der rückwärtige Krystall um seine Kante $001 : \bar{1}11$ um 180° gedreht.

Zu genauen Bestimmungen sind die Krystalle der Kampfersäure nicht geeignet, da (110) und (001) stets convex gekrümmt und nur ausnahmsweise von (010) und ($\bar{1}11$) ebene, das Fadenkreuz reflectirende Flächen auftreten. Die grössten Abweichungen der einzelnen Messungen an 18 Krystallen ergaben sich in der Prismenzone und erreichen bis $2\frac{3}{4}$ Grad für die Kanten (110) : (010); für die als Grundwerthe der Rechnung angenommenen ($\bar{1}11$) : (010), ($\bar{1}11$) : (001) und (110) : (001) betragen die Differenzen der einzelnen Beobachtungen $2\frac{1}{4}$, $2\frac{1}{3}$ und $1\frac{3}{4}$ Grad.

	Berechnet	Gemessen		
		Mittel	Z	Grenzwerte
$c(001): (100)$	$69^{\circ} 6'34''$	—	—	—
$b(010)$	$90 0 0$	$90^{\circ} 0'$	3	$89^{\circ}24' - 90^{\circ}32'$
$(\bar{1}01): (\bar{1}00)$	$62 42 2$	—	—	—
$c(001)$	$48 11 24$	—	—	—
$'p(\bar{1}\bar{1}0)$	$66 56 49$	—	—	—
$p(110): b(010)$	$58 37 36$	$58 21$	19	$57 5 - 59 52$
$c(001)$	—	$72 16\frac{1}{2}$	8	$71 16 - 72 56$
$'p(\bar{1}\bar{1}0)$	$62 44 48$	$63 31$	7	$62 52 - 64 23$
$'a(\bar{1}\bar{1}1): (\bar{1}00)$	$65 38 32$	—	—	—
$b(010)$	—	$64 31\frac{1}{2}$	29	$63 9 - 65 23$
$c(001)$	—	$53 10$	14	$52 30 - 54 49$
$(\bar{1}01)$	$25 56 30$	$26 5$	3	$24 30 - 27 30$
$'p(\bar{1}\bar{1}0)$	$54 33 30$	$54 51$	9	$53 21 - 55 22$
$'a'(\bar{1}\bar{1}1)$	$51 53 0$	$51 52$	11	$51 24 - 52 54$

Die Krystalle sind nach $(\bar{1}\bar{1}1)$ und (101) sehr vollkommen, nach (010) vollkommen spaltbar. Die Spaltflächen $(\bar{1}\bar{1}1)$ erscheinen faserig.

Die Ebene der optischen Axen ist senkrecht zur Symmetrie-Ebene; die erste Bissectrix (c) liegt in der Symmetrie-Ebene im stumpfen Axenwinkel ac ; die zweite Bissectrix fällt in die Orthodiagonale. Doppelbrechung schwach, positiv.



Die Neigungen der Hauptschwingungsrichtungen zu den Normalen auf (001) und (100) sind:

$$(001)b = 46^{\circ}53\frac{1}{2}' , (100)c = 26^{\circ} .$$

daher das optische Orientierungsschema ¹:

$$(001)a_{\perp} = 43^{\circ}6\frac{1}{2}' .$$

¹ Diese Ber. 34. Bd. 1859. S. 140.

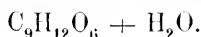
Der Winkel der optischen Axen (in Öl) $AB = 70^{\circ}33'$ im Mittel aus 20 Messungen, $\rho < v$. Eine horizontale Dispersion konnte nicht mit voller Sicherheit nachgewiesen werden.

Von den Formen des Kampfersäure-Anhydrits unterscheiden sich jene der Kampfersäure durch das Krystallsystem; abgesehen von dieser wesentlichen Differenz, liesse sich, da beide Verbindungen durch mehrere circa 60° messende Kanten charakterisirt sind, eine gewisse Ähnlichkeit finden, wenn man bei den Krystallen des Kampfersäure-Anhydrits die Kante qq vertical und vorne stellt, dann entsprechen sich:

Kampfersäure	Kampfersäure-Anhydrit
$cb = 90^{\circ} - '$	$ac = 90^{\circ} - '$
$qb = 62\ 55^1$	$rc = 59\ 51$
$pp' = 62\ 45$	$qq = 60\ 26$

Die Krystalle der Kampfersäure sind goniometrisch zunächst verwandt der zweiten Form der Oxykamphoronsäure, Spaltbarkeit und optisches Verhalten sind verschieden.

Oxykamphoronsäure.²



Diese Verbindung ist d i m o r p h; die beiden Formen gehören dem monoklinen Systeme an, sie sind goniometrisch nahe verwandt, zum Theile selbst übereinstimmend, aber verschieden bezüglich der Spaltbarkeit und der optischen Eigenschaften, so wie auch äusserlich durch Zahl und Entwicklung der Flächen different. Die beiden Modificationen der Oxykamphoronsäure wurden von Kachler auf völlig gleichem Wege dargestellt; die Krystalle der ersten, bereits durch Ditscheiner³ bestimmten Form wurden gleichzeitig mit solchen der zweiten Form im Winter erhalten, während sich Krystalle der zweiten Form allein, nur zur Sommerszeit bildeten.

¹ $q(011)$ an der Kampfersäure nicht beobachtet.

² Diese Ber. 64. Bd. 1871, 2 Abth., S. 139.

³ A. a. O.

(A.) Erste Form. Krystallsystem monoklin (Fig. 4—5).

$$a : b : c = 0.7471 : 1 : 0.4904$$

$$ac(\alpha) = 86^{\circ}50'.$$

Die beobachteten Flächen sind:

$$c(001) \cdot a(100) \cdot b(010) \cdot s(20\bar{5}) \cdot r(\bar{1}01) \cdot \pi(1\bar{2}0).$$

$${}_0P \quad \infty P_{\infty} \quad \infty P_{\infty} \quad -^2_5 P_{\infty} \quad P_{\infty} \quad \infty P_2.$$

An vor einigen Jahren dargestellten Krystallen fand ich die Kantenwinkel übereinstimmend mit Ditscheiner's Angaben; da sich dieselben ohne Zweifel auf verlässlichere und zahlreichere Beobachtungen beziehen, als ich an den mir vorliegenden, längere Zeit aufbewahrten Krystallen anstellen konnte, wurden die von Ditscheiner ermittelten Elemente angenommen, nur ist mit Rücksicht auf die zweite Form der Oxykamphoronsäure und die Krystalle der übrigen Verbindungen die Klinodiagonale (a) mit dem halben Werthe und demnach $\pi = (1\bar{2}0)$ gesetzt worden.

Die Krystalle sind entweder säulenförmig in der Richtung der Orthodiagonale (b), oder tafelig durch vorwaltende Entwicklung des Orthopinakoides; die frei ausgebildeten sind rechts und links gleichmässig durch (120) begrenzt.

Ich entnehme folgende goniometrische Daten den Angaben Ditscheiner's.

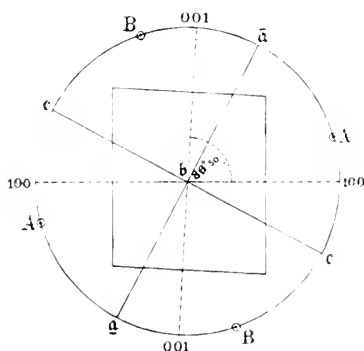
	Berechnet	Gemessen
$c(001) : a(100)$	86°50	86°54 (86°49) <i>Zeph.</i>
$\bar{a}(\bar{1}00)$	—	93·10*
$s(20\bar{5}) : a(100)$	72·21	—
$c(001)$	14·29	—
$r(\bar{1}01) : \bar{a}(\bar{1}00)$	58·57	58·50 (58·55)
$s(20\bar{5})$	48·42	—
$c(001)$	—	34·13* (34·19)
$\pi(1\bar{2}0) : a(100)$	56·10	56·9 (56·11)
$b(010)$	33·50	33·59
$c(001)$	88·14	88·6
$s(20\bar{5})$	80·17	80·29
$\bar{\pi}(\bar{1}20)$	—	67·40*
$\bar{\pi}(\bar{1}20) : r(\bar{1}01)$	73·10	—

Parallel (001) und (100) beobachtete ich eine vollkommene Spaltbarkeit c ; (001) kommt an der zweiten Form der Oxykamphoronsäure weder als Krystall- noch als Spaltfläche vor.

Die Symmetrie-Ebene ist die Ebene der optischen Axen (A, B), deren spitze Bissectrix (a) im stumpfen Winkel der Krystallaxen ac liegt. Die Doppelbrechung ist schwach negativ.

Die Neigungen der Hauptschwingungs-Richtungen zu den Normalen auf 001 und 100 ergaben sich $(001)a = 24^\circ 50'$, $(100)c = 28^\circ$; das Orientierungsschema¹ ist demnach:

$$(001)ba = 24^\circ 50'.$$



Der Winkel der optischen Axen in Öl (16 Messungen), $AB = 88^\circ 34'$, $\rho < r$. Geneigte Dispersion schwach, aber deutlich nachzuweisen.

Die Neigungen der optischen Axen zu den Normalen auf 001 und 100 in Öl sind: $(001)B = 19^\circ 27'$, $(100)A = 17^\circ 26'$. Spaltlamellen nach (001) und (100) zeigen daher im Polarisations-Apparate je ein Axenbild, welches in (Luft) unter circa 36° und 27° seitlich von der Platten-Normale liegt.

(B) Zweite Form. Krystallsystem monoklin (Fig. 6—7).

$$a : b : c = 0.7725 : 1 : 0.6406.$$

$$ac(\alpha) = 72^\circ 21'.$$

Beobachtete Flächen:

$$s(001) \cdot a(100) \cdot b(010) \cdot q(011) \cdot r(\bar{1}01) \cdot p(110) \cdot \pi(120) \cdot \sigma(\bar{1}11).$$

$$0P \quad \infty P \infty \quad \infty P \curvearrowright \quad P \infty \quad P \infty \quad \infty P \quad \infty P2 \quad P$$

Durch das vorwaltende Pinakoid tafelige Krystalle, welche seitlich stets von ungleichen Flächen begrenzt werden, indem (010), (110) und (120) an den Endpunkten der Orthodiagonale hemimorph entwickelt sind. In der Mehrzahl der Fälle treten

¹ Diese Ber. 34. Bd. 1859. S. 140.

links $0\bar{1}0$ (b') und rechts 120 und $\bar{1}20$ (π, π') auf, die entgegengesetzte Lage dieser Flächen, wurde nur an 2 Krystallen unter 44 gemessenen, beobachtet. Stets hemimorph sind gleichfalls ($\bar{1}11$) und das seltene Prisma (110) , von welchen nur die linken Flächen $\bar{1}\bar{1}1, 1\bar{1}\bar{1}, \bar{1}\bar{1}0, 1\bar{1}0$ ($'o', 'o', 'p', p'$) erscheinen. Das Klinodoma (011) kommt vollzählig oder nur mit seinen linken Flächen $0\bar{1}\bar{1}$ (q') vor.

Asymmetrie und Flächenreichtum sind für diese Krystalle bezeichnend, im Vergleiche mit jenen der Oxykamphoronsäure, erster Form, für welche wieder die als Krystall- und Spaltfläche auftretende gegen a fast rechtwinklig geneigte c charakteristisch ist. An beiden Modificationen sind aber die Neigungen der gleichsignirten Flächen $s, r,$ und π auffallend ähnliche.

Die in den Combinationen vorwaltenden $a(100), s(001)$ und $b(010)$ gaben häufig doppelte Fadenkreuz-Reflexe, von $\pi(120)$ wurden solche fast immer erhalten. Auch in den Fällen einfacher Reflexe ist bezüglich der Kanten $100:010$ und $001:010$ zu bemerken, dass unter den 29 und 24 Messungen derselben keine den Werth von 90° ergab und die Schwankungen sich innerhalb der Grenzen $89^\circ 20' - 91^\circ 10'$ für $100:010$ und $89^\circ 39' - 90^\circ 54'$ für $001:010$ bewegten: die Lage der ungleichen Kanten war hierbei eben so oft dem triklinen Systeme entsprechend als nicht, und wurde demnach aus sämtlichen Beobachtungen das Mittel genommen.

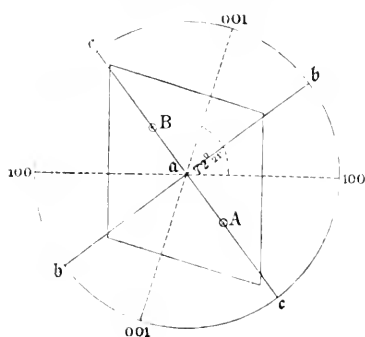
Die Resultate der Messungen sind folgende:

	Berechnet	Gemessen		
		Mittel	Z	Grenzwerte
$a(100) : b(010)$	$90^\circ 0'$	$90^\circ 3'$	29	$89^\circ 20' - 91^\circ 10'$
$s(001) : a(100)$	—	$72 21$	29	$72 14 - 72 38$
$b(010)$	$90 0$	$90 1$	24	$89 39 - 90 54$
$q(011) : a(100)$	$75 0$	$75 1$	3	$74 59 - 75 9$
$b(010)$	—	$58 36$	15	$58 19 - 58 58$
$s(001)$	$31 24$	$31 13$	18	$30 49 - 31 41$
$r(\bar{1}01) : a(100)$	$61 6$	$61 7$	8	$60 57 - 61 15$
$b(010)$	$90 0$	$90 3$	1	— — —
$s(001)$	—	$46 33$	13	$46 22 - 46 43$
$'p(\bar{1}10)$	$67^\circ 3' 41''$	—	—	— — —
$\pi(120)$	$74 14 36$	—	—	— — —

	Berechnet	Gemessen		
		Mittel	Z	Grenzwerte
$p(110) : a(100)$	$36^{\circ}21'24''$	$36^{\circ}12\frac{1}{2}'$	2	$36^{\circ}10' - 36^{\circ}15'$
$b(010)$	53 38 36	53 30	2	53 28 — 53 32
$s(001)$	75 52	75 38	1	— — —
$\pi(120) : a(100)$	55 48 47	55 52	25	54 55 — 57 8
$b(010)$	34 11 13	—	—	— — —
$s(001)$	80 11 27	—	—	— — —
$p(110)$	19 27 23	—	—	— — —
$\pi(120)$	68 22 26	68 13	1	— — —
$'a(\bar{1}11) : a(100)$	65 4 9	65 7	4	64 52 — 65 27
$b(010)$	60 43 1	60 35	4	60 12 — 60 53
$s(001)$	53 8 30	53 5	2	52 29 — 53 12
$q(011)$	39 55 46	39 54	1	— — —
$'r(\bar{1}01)$	29 16 59	29 22	4	29 0 — 29 36
$'p(\bar{1}10)$	50 59 30	51 0	1	— — —
$'o'(\bar{1}11)$	58 33 58	—	—	— — —

Nach (100) sind die Krystalle vollkommen, nach (010) weniger gut spaltbar.

Die Ebene der optischen Axen und die spitze Bissectrix (a) stehen senkrecht auf der Symmetrie Ebene; die zweite Mittellinie fällt in den spitzen Winkel der Krystallaxen ac . Doppelbrechung schwach, negativ.



Die Neigungen der Hauptschwingungsrichtungen zu den Normalen auf 001 und 100 sind: $(001)b = 35^{\circ}21'$, $(100)c = 53^{\circ}$, demnach ist das Orientierungsschema:

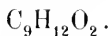
$$(001)ac = 54^{\circ}39'.$$

Der Winkel der optischen Axen (in Öl) $AB = 85^{\circ}7'$ aus 14 Beobachtungen, $\rho < r$. Gekreuzte Dispersion undeutlich. Spaltlamellen nach (100) zeigen daher, zum Unterschiede von jenen aus den Krystallen der ersten Form, auf dem Tische des Polarisationsapparates, kein Axenbild.

Die Ähnlichkeiten und Unterschiede der beiden Gestaltungs-Modificationen der Oxykamphoronsäure ergeben sich aus nachfolgender Vergleichung.

Erste Form	Zweite Form
monoklin $a : b : c = 0.7471 : 1 : 0.4904$ ¹ $ac = 86^{\circ}50'$	monoklin $a : b : c = 0.7725 : 1 : 0.6406$ $ac = 72^{\circ}21'$
$s(205) : a(100) = 72^{\circ}21'$ $r(\bar{1}01) : a(\bar{1}00) = 58 \ 57$ $s(205) = 48 \ 42$ $\pi(120) : a(100) = 56 \ 10$ $s(205) = 80 \ 17$ $\pi(\bar{1}20) : r(\bar{1}01) = 73 \ 10$	$s(001) : a(100) = 72^{\circ}21'$ $r(\bar{1}01) : a(\bar{1}00) = 61 \ 6$ $s(001) = 46 \ 33$ $\pi(120) : a(100) = 55 \ 49$ $s(001) = 80 \ 11\frac{1}{2}$ $\pi(\bar{1}20) : r(\bar{1}01) = 74 \ 14\frac{1}{2}$
Spaltbarkeit: $a(100), c(001)$	Spaltbarkeit: $a(100), b(010)$
Opt. Schema: $(001)_{ba} = 24^{\circ}50'$	Opt. Schema: $(001)_{ac} = 54^{\circ}39'$

Indifferente Verbindung.²



Krystallsystem monoklin : $a : b = 0.6835 : 1.$

Die in Wasser unlöslichen, gut messbaren Kryställchen dieser Verbindung bieten nur die Flächen :

$$a(100) \cdot b(010) \cdot r(\bar{1}01) \cdot \pi(120)$$

$$\infty P_{\infty} \quad \infty P_{\infty} \quad P_{\infty} \quad \infty P_2$$

¹ Nimmt man $s = (001)$, so wären die Elemente der ersten Form,

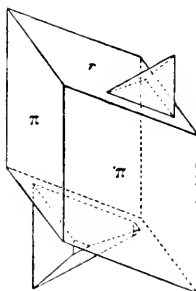
$$a : b : c = 0.7828 : 1 : 0.6864, \quad ac = 72^{\circ}21'$$

sehr genähert jenen, welche für die zweite Form gelten; es würde aber dann die Spaltfläche $c(001)$, der ersten Form die Indices (207) erhalten. — Unter den heteromorphen Körpern liefert das mellithsaure Ammon einen analogen Fall im rhomb. Systeme (s. Rammeisberg, Min. Ch. 2. Aufl. S. 48).

² Ann. d. Chem. u. Pharm., 169. Bd., S. 183.

daher die Bestimmung der Elemente unvollständig bleiben musste.

Die Indices der beobachteten Flächen wurden mit Bezug auf die Flächen ähnlicher Neigungen an der Oxykamphoronsäure erster und zweiter Form gegeben. Das Orthopinakoid erscheint nur selten an den entweder Rhomboeder-ähnlichen oder nach der Hauptaxe oder einer Kante $\pi'r$ gestreckten, im letzteren Falle durch Vorwalten des r tafeligen Krystallen. Häufig sind Berührungs- oder Durchwachsungs-Zwillinge, bei welchen die Normale von (100) Zwillingsaxe ist. Manche Krystalle zeigen nur an dem einen Ende der Hauptaxe Zwillingsbildung und haben, wenn die r der beiden Individuen sich mit ausspringender Kante



berühren, das Aussehen einfacher Krystalle.

Die Combination correlater Messungen der Kanten πb , $\pi\pi$, $\pi\pi'$ und $r\pi$, $r'\pi$ an 28 Krystallen ergibt aus je 42 Messungen als Grundwerthe der Rechnung:

$$'r(\bar{1}20) : b(010) = 40^{\circ}37'10''$$

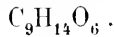
$$'r(\bar{1}20) : r'(\bar{1}01) = 70 \quad 7 \quad 30.$$

	Berechnet	Gemessen		
		Mittel	Z	Grenzwerte
$r'(\bar{1}01) : a(\bar{1}00)$	58°31'10"	—	—	— — —
$b(010)$	90 0 0	80°59 $\frac{1}{2}$	3	89°57' — 90° 1'
$\pi(\bar{1}20)$	70 7 30	70 7	20	70 0 — 70 18
$\pi(120) : a(100)$	49 22 50	49 20	1	— — —
$b(010)$	40 37 10	40 35 $\frac{1}{2}$	12	40 29 — 40 40
$r'(\bar{1}01)$	109 52 30	109 52	22	109 41 — 110 2
$\pi'(1\bar{2}0)$	98 45 40	98 43 $\frac{3}{4}$	14	98 33 — 98 55
$\pi(\bar{1}20)$	81 14 20	81 15 $\frac{1}{2}$	16	81 4 — 81 26
$r'(\bar{1}01) : r'(\bar{1}01)$ ¹	62 57 36	63 1	5	62 58 — 63 5

¹ Zwillingskante.

Die Krystalle sind ziemlich gut spaltbar nach ($\bar{1}01$); eine optische Untersuchung war durch ihre zu geringen Dimensionen verhindert. Spaltlamellen nach ($\bar{1}01$) zeigen im Polarisations-Apparate kein Axenbild.

Hydro-Oxykamphoronsäure¹.



Krystallsystem triklin (Taf. II, Fig. 8—11).

$$a : b : c = 0.6619 : 1 : 0.6975.$$

Winkel der Axen im ersten Octanten (vorne, oben, rechts)

$$cb(\xi) = 85^\circ 9' 23''; \quad ca(\eta) = 107^\circ 52' 17''; \quad ab(\zeta) = 90^\circ 53' 58''.$$

Normalenwinkel der Axen-Ebenen:

$$001 : 010 = 94^\circ 48'; \quad 001 : 100 = 72^\circ 8' \frac{1}{2}; \quad 100 : 010 = 90^\circ 37'.$$

Beobachtete Flächen:

$$a(100) \cdot q(011) \cdot q'(0\bar{1}1) \cdot o(\bar{1}11) \cdot e(\bar{1}22) \cdot e'(\bar{1}\bar{1}2) \cdot i(148).$$

$$\infty P_\infty \quad P_\infty \quad 'P_\infty \quad P \quad P_{\frac{1}{2}} \quad P_{\frac{1}{2}} \quad \frac{1}{2}P_{\frac{1}{4}}$$

Spaltbarkeit findet nach 4 Richtungen mit ungleicher Güte statt, und zwar nach:

$$q'(0\bar{1}1), \quad l(1\bar{4}0), \quad e'(\bar{1}22), \quad a(100).$$

Durch die gewählte Anstellung erscheinen im Vergleiche mit der zweiten Form der Oxykamphoronsäure an beiden Körpern die Flächen ähnlicher Neigung ($abcqo$) mit gleichen Indices und lassen sich demnach auch die Elemente unmittelbar vergleichen.

Vorwiegend werden die Krystalle von den beiden Brachyhemidomen $q'(0\bar{1}1)$, $q(011)$ und dem Makropinakoide $a(100)$ begrenzt und sind gewöhnlich nach der Kante qa prismatisch ausgedelmt. Zwei Kanten dieser Combination werden oft von den Flächenpaaren $e'(\bar{1}22)$ und $e(\bar{1}22)$ abgestumpft; seltener

¹ Ber. d. deutsch. chem. Ges. zu Berlin, 1874, S. 1728.

erscheint $'o(\bar{1}11)$, sowie die Abstumpfung einer Ecke durch $i(148)$. In den Fig. 9 und 10 sind die Flächen $l'(\bar{1}\bar{4}0)$, welche nur durch Spaltung zu erhalten waren, angedeutet; Fig. 11 stellt eine Spaltform dar.

Durch die Neigungen der drei vorwaltenden Flächenpaare:

$$q'(0\bar{1}1) : a(100) = 75^{\circ}24'40''$$

$$q(011) : a(100) = 74^{\circ}56'40''$$

nähern sich die Krystalle monosymmetrischen Formen¹; die constante Differenz jener beiden Winkel, sowie das einseitige Auftreten von Spaltrichtungen erwiesen jedoch den asymmetrischen Charakter der Substanz.

Es wurden 29 Krystalle gemessen, deren Flächen im Allgemeinen gut spiegelten, nur die seltene i , in der Zone $l'q'l$ liegend, zeigten sich wenig glänzend und gewölbt; ihre Indices (148) wurden aus sehr ungenauen Beobachtungen berechnet. Die oben angegebenen Flächen der Spaltbarkeit sind nach ihrer Güte geordnet; die vollkommensten Spaltflächen $q'(0\bar{1}1)$ sind stets mit Rissen parallel den Tracen der Spaltbarkeit nach $l'(\bar{1}\bar{4}0)$ und $'o(\bar{1}22)$ versehen; die e' sind stufig bis faserig.

Die Berechnung der Kantenwinkel gründet sich auf die folgenden Messungs-Mittelwerthe:

$$0\bar{1}1 : 100 = 75^{\circ}24'40'' \quad (Z) \quad 40$$

$$011 : 100 = 74 \quad 56 \quad 40 \quad 22$$

$$0\bar{1}1 : 011 = 67 \quad 6 \quad 20 \quad 29$$

$$0\bar{1}1 : \bar{1}\bar{4}0 = 49 \quad 34 \quad 20 \quad 23$$

$$0\bar{1}1 : \bar{1}22 = 73 \quad 50 \quad — \quad 13$$

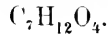
¹ An der Oxykamphoronsäure $q'a=qa = 75^{\circ}0'$.

	Berechnet	Gemessen		
		Mittel	Z	Grenzwerthe
(001) : a(100)	72° 8' 25''	—	—	— — —
(010)	94 47 58	—	—	— — —
a(100) : (010)	90 37 1	—	—	— — —
q(011) : a(100)	74 56 40	74°55 $\frac{1}{2}$	10	75°34' — 75°10'
'a(100)	105 3 20	105 2	12	104 50 — 105 32
(010)	59 47 11	—	—	— — —
(001)	35 0 47	—	—	— — —
q'(0 $\bar{1}$ 1) : a(100)	75 24 40	75 23 $\frac{3}{4}$	21	75 18 — 75 37
'a(100)	104 35 20	104 34 $\frac{1}{2}$	19	104 20 — 104 50
(0 $\bar{1}$ 0)	53 6 29	—	—	— — —
(001)	32 5 33	—	—	— — —
q'011)	67 6 20	67 6 $\frac{1}{4}$	29	66 40 — 67 52
l'(1 $\bar{4}$ 0) : a(100)	67 53 51	67 33	3	67 30 — 67 38
(0 $\bar{1}$ 0)	21 29 8	—	—	— — —
'q(0 $\bar{1}$ 1)	49 34 20	49 34 $\frac{1}{3}$	23	49 19 — 49 54
l'(1 $\bar{4}$ 0) : q(011)	68 12 54	68 30 $\frac{1}{2}$	2	68 30 — 68 31
'o(1 $\bar{1}$ 1) : 'a(100)	56 0 7	55 48	1	— — —
(010)	63 51 41	—	—	— — —
q'011)	49 3 13	—	—	— — —
q'(0 $\bar{1}$ 1)	82 7 37	82 7 $\frac{1}{2}$	4	82 3 — 82 13
l'(1 $\bar{4}$ 0)	52 11 55	51 59	1	— — —
'e(1 $\bar{2}$ 2) : 'a(100)	78 33 —	78 14	6	78 2 — 78 49
(010)	58 57 16	—	—	— — —
q(011)	26 30 20	26 38	7	26 24 — 27 8
q'(0 $\bar{1}$ 1)	73 50 —	73 50	13	73 25 — 74 4
l'(1 $\bar{4}$ 0)	56 35 40	56 34 $\frac{1}{2}$	4	56 33 — 56 38
'o(1 $\bar{1}$ 1)	22 32 53	22 27	2	22 15 — 22 38
'e'(1 $\bar{2}$ 2) : 'a(100)	80 2 53	79 52 $\frac{1}{2}$	7	79 41 — 80 10
(0 $\bar{1}$ 0)	52 40 24	—	—	— — —
q'(0 $\bar{1}$ 1)	24 32 22	24 44 $\frac{1}{2}$	7	24 39 — 24 54
l'(1 $\bar{4}$ 0)	60 5 48	—	—	— — —
'o(1 $\bar{1}$ 1)	67 42 17	67 29	3	67 25 — 67 32
'e(1 $\bar{2}$ 2)	68 22 20	68 8	2	68 7 — 68 9
l'(1 $\bar{4}$ 8) : a(100)	66 7 9	66 44	1 a	— — —
q(011)	18 3 53	17 4	1 „	— — —
l'(1 $\bar{4}$ 0)	93 43 13	94 57	1 „	— — —

Die optische Untersuchung gab folgende Resultate. Doppelbrechung schwach, negativ. Die Hauptschwingungsrichtungen sind in allen Flächen geneigt gegen die Kanten. Die Ebene der

optischen Axen schliesst mit der stumpfen Kante $q'a$ einen Winkel von 63° ein und liegt nahezu parallel zur Kante $q'l'$. Die Spitze Bissetrix fällt in den linken, oberen Octanten und ist zur Normale auf q' unter circa 24° nach vorne geneigt. Der Winkel der optischen Axen in Öl ist 75° im Mittel von 16 Messungen. Die Dispersion der Axen ist eine gekreuzte, verbunden mit der geneigten.

Pimelinsäure¹



Krystallsystem triklin (Taf. II, Fig. 12—13, Taf. III, Fig. 14).

$$a : b : c = 0.4971 : 1 : 0.5992.$$

Winkel der Axen im ersten Octanten (vorne, oben, rechts):

$$cb(\xi) = 81^\circ 50' 10''; \quad ca(\zeta) = 100^\circ 1' 34''; \quad ab(\zeta) = 85^\circ 6' 16''.$$

Normalen-Winkel der Axen-Ebenen:

$$001 : 010 = 99^\circ 12'; \quad 001 : 100 = 79^\circ 7'; \quad 100 : 010 = 96^\circ 29'.$$

Beobachtete Formen:

$$a(100) \cdot b(010) \cdot c(001) \cdot q(011) \cdot q'(0\bar{1}1) \cdot y'(0\bar{2}1) \cdot r(\bar{1}01). \\ \infty P_\infty \quad \infty P_\infty \quad 0P \quad P'_\infty \quad 'P_\infty \quad 2'P_\infty \quad P'_\infty$$

Die wasserhellen Kryställchen, welche sich aus dicken Pimetyl-Phenolechlorid-Lösungen nach langem Stehen gebildet hatten, sind nach der brachydiagonalen, seltener nach der makrodiagonalen Nebenaxe prismatisch entwickelt; im letzteren Falle erscheinen sie als feine Nadeln oder dünne langgestreckte Täfelchen. Das Hemidoma $(\bar{1}01)$ ist stets untergeordnet, $(0\bar{2}1)$ wurde nur einmal beobachtet. Nicht selten treten zwischen $(0\bar{1}1)$ und (100) , oder zwischen (011) und (100) , oder gleichzeitig an beiden Stellen, sehr stark gewölbte Flächen auf, welche unbestimmbaren Pyramiden angehören und eine unsymmetrische Zuspitzung an den Enden der brachydiagonalen Säulchen bewirken. Auch die Hemidomen (011) und $(0\bar{1}1)$ sind oft convex

¹ Ann. d. Chem. u. Pharm., 169. Bd., S. 168.

gekrümmt und überhaupt im Vergleiche mit den übrigen Flächen, welche zuweilen das Fadenkreuz reflectirten, am wenigsten zu genauen Messungen geeignet. Das basische Pinakoid gab häufig doppelte Reflexe. Ausnahmsweise wurden Zwillinge beobachtet mit (001) als Zwillingsebene; ich fand bei zwei Messungen übereinstimmend, die Zwillingsskante $a(a) = 21^\circ 31'$ (ber. $21^\circ 46'$).

Die in der Tabelle verzeichneten Bestimmungen beziehen sich auf 24 Krystalle; durch Combination correlater Winkel wurden für die Berechnung die folgenden Grundwerthe erhalten:

$$001 : 010 = 99^\circ 12' (Z)34$$

$$001 : 100 = 79 \quad 7 \quad 50$$

$$100 : 010 = 96 \quad 29 \quad 24$$

$$001 : 011 = 32 \quad 51 \quad 24$$

$$\bar{1}00 : \bar{1}01 = 44 \quad 14 \quad 36$$

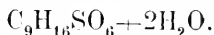
	Berechnet	Gemessen		
		Mittel	Z	Grenzwerte
$c(001) : a(100)$	79°7' —"	79° 4'	18	78°39' — 79°36'
$'a(\bar{1}00)$	100 53 —	100 56	14	100 18 — 101 45
$b(010)$	99 12 —	99 12 ³	8	98 56 — 99 14
$b'(0\bar{1}0)$	80 48 —	80 43	13	80 11 — 81 9
$a(100) : b(010)$	96 29 —	96 28	12	96 1 — 97 15
$b'(0\bar{1}0)$	83 31 —	83 30 ²	12	82 58 — 83 45
$q(011) : a(100)$	83 30 9	—	—	— — —
$b(010)$	66 21 —	66 18	11	66 0 — 66 39
$c(001)$	32 51 —	32 48	15	32 30 — 32 58
$q'(0\bar{1}1) : a(100)$	78 6 38	—	—	— — —
$b'(0\bar{1}0)$	52 41 52	52 38	4	52 33 — 52 45
$c(001)$	28 6 8	28 14	8	28 2 — 28 37
$q(011)$	60 57 8	61 3	1	— — —
$y'(0\bar{2}1) : b'(0\bar{1}0)$	36 17 30	—	—	— — —
$c(001)$	44 30 30	44 13	1	— — —
$'r(\bar{1}01) : 'a(\bar{1}00)$	44 14 —	14 9	21	43 47 — 44 26
$b(010)$	91 0 15	91 14	1	— — —
$b'(0\bar{1}0)$	88 59 45	88 48	1	— — —
$c(001)$	56 39 —	56 37 ^{1/2}	16	56 0 — 57 31
$q(011)$	59 57 58	60 10	1	— — —
$q'(0\bar{1}1)$	63 10 8	63 4	2	62 50 — 63 18

Die Pimelinsäure wurde bereits von Ditscheiner gemessen und beziehen sich nach Kachler's Mittheilung seine Angaben¹ auf das von derselben Darstellung stammende Materiale, welches mir vorgelegen. Unsere Bestimmungen weichen aber nicht unbedeutend von einander ab; die grösste Differenz zeigt sich bei der Kante 100 : 010, die Ditscheiner 98°54' (98°20' gem.) angibt, während ich im Mittel aus je 12 Messungen der Kanten 100 : 010 und 100 : 010 die Werthe 96°28' und 96°29 $\frac{1}{2}$ ' erhielt; die Grenzwerte der sämtlichen Beobachtungen sind 96°1' bis 97°15'; — die Bestimmungen Ditscheiner's, bei welchen man überhaupt Daten vermisst, aus denen sich die Verlässlichkeit der Beobachtungen beurtheilen liesse, wurden demnach für die bezeichnete Kante bei keiner meiner Messungen annähernd erreicht².

Die Krystalle sind vollkommen spaltbar parallel dem Makropinakoide a und dem Makrohemidoma γ .

Die optische Untersuchung, soweit dieselbe an den kleinen Krystallen möglich war, ergab, dass die Hauptschwingungsrichtungen auf allen Flächen schief gegen die Kanten liegen; die Trace der optischen Axenebene bildet auf dem Makropinakoide mit der stumpfen Kante ca einen Winkel von 59 $\frac{1}{2}$ ° und ist der Winkel der optischen Axen in Öl circa 70°, die positive, spitze Bissectrix fällt in den rechten, oberen Octanten. Ein Axenbild zeigt sich (in Luft) unter circa 17 $\frac{1}{2}$ ° zur Normale auf (100).

Sulphokamphylsäure.



Krystallsystem triklin (Taf. III, Fig. 15, 16).

$$a : b : c = 0.8515 : 1 : 0.7590.$$

Winkel der Axen im ersten Octanten (vorne, oben, rechts):

$$cb(\xi) = 82^\circ 38\frac{1}{2}'; \quad ca(\gamma) = 121^\circ 10'; \quad ab(\zeta) = 111^\circ 36'.$$

¹ A. a. O.

² Auch die von Ditscheiner angegebenen Elemente der Pimelinsäure $a : b : c = 1 : 0.6459 : 0.6144$, $xy = 73^\circ 22$, $xz = 82^\circ 46$, $yz = 98^\circ 5'$ stimmen nicht mit meinen Resultaten; von Ditscheiner's berechneten Winkeln ausgehend, erhielt ich $a \cdot b \cdot c = 1 : 0.4966 : 0.5968$.

Normalen-Winkel der Axen-Ebenen:

$$001:010 = 85^{\circ}30'; \quad 001:100 = 59^{\circ}20'; \quad 100:010 = 69^{\circ}10'.$$

Beobachtete Flächen:

$$a(100) \cdot b(010) \cdot c(001) \cdot g'(0\bar{3}1) \cdot \omega(\bar{3}31). \\ \infty P_{\infty} \quad \infty P_{\infty} \quad 0P \quad 3'P_{\infty} \quad 3P$$

Die angegebenen Elemente wurden aus grösstentheils ungenauen Messungen abgeleitet und haben daher nur approximativen Werth. Fig. 16 gibt die Form der sechs- oder vierseitig rhomboëdischen Täfelchen, deren Seitenflächen sehr selten eine hinreichende Ebenheit oder Ausdehnung besitzen, um eine sichere Einstellung zu gestatten; die ω -Flächen zeigten sich aber stets convex und liessen in keinem Falle eine genügende Beobachtung zu. Durch wiederholte Umkrystallisirung der sehr leicht in Wasser löslichen Säure erhielt ich ω stets mit der erwähnten ungünstigen Beschaffenheit, auch fehlten diese Flächen zuweilen gänzlich, während die mit g und b bezeichneten meist gleichzeitig, aber mit wechselnder Breite ausgebildet waren. Nach Ph. Walter krystallisirt die Sulphokampfansäure in „farblosen, sechsseitigen Prismen“.¹

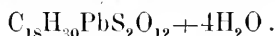
Die Ergebnisse der unsicheren Bestimmungen an 25 Krystallen sind die folgenden:

	Berechnet	Gemessen		
		Mittel	Z	Grenzwerte
$c(001) : a(100)$	—	59°20	26	58° 5' — 60°27'
$a(\bar{1}00)$	120°40'	—	—	— — —
$b(010)$	—	85 30	24	84 15 — 86 31
$b'(0\bar{1}0)$	94 30	—	—	— — —
$a(10\bar{1})$	—	69 10	11	68 20 — 69 56
$b'(0\bar{1}0)$	110 50	—	—	— — —
$g'(0\bar{3}1) : a(100)$	83 59	83 31	4	83 10 — 83 52
$b'(0\bar{1}0)$	26 18	26 36	6	26 2 — 27 49
$c(001)$	—	68 12	11	67 37 — 68 43
$\omega(\bar{3}31) : a(\bar{1}00)$	51 53	49 46	10	47 49 — 53 57
$b(010)$	64 10	65 59	3	63 16 — 67 24
$c(00\bar{1})$	—	78 50	14	74 26 — 82 36

¹ Ann. d. Chem. u. Pharm. 1843, 48. Bd., S. 248.

Die gelblichbraun gefärbten, pelluciden Täfelchen sind unvollkommen spaltbar nach dem Makropinakoid. Im Stauroskop zeigen sich die beiden Hauptschwingungsrichtungen keiner der die Basisfläche begrenzenden Kanten parallel; im Mittel mehrerer Messungen ergaben sich die Winkel derselben mit 001 : 100 annäherungsweise 15° und 75° . Durch (001) sieht man kein Axenbild.

Saures sulphokamphylsures Blei.¹



Krystallsystem rhombisch (Fig. 17—19):

$$a : b : c = 0.7228 : 1 : 0.8080.$$

Beobachtete Formen:

$$b(010) \cdot c(001) \cdot q(011) \cdot g(031) \cdot \rho(102) \cdot o(111) \cdot \omega(112) \cdot u(234) \cdot \\ \infty P_\infty \quad oP \quad P_\infty \quad 3P_\infty \quad \frac{1}{2}P_\infty \quad P \quad \frac{1}{2}P \quad \frac{3}{4}P_{\frac{3}{2}}$$

Wasserhelle demantartig glänzende, brachydiagonal gestreckte Täfelchen mit vorwaltendem $b(010)$, $q(011)$, $u(234)$ und $o(111)$, Fig. 19²; die übrigen Formen sind sehr untergeordnet $c(001)$ und $g(031)$ erscheinen nur ausnahmsweise; an einem Kryställchen fand sich ober ρ in der Zone ρc eine sehr kleine Fläche, wahrscheinlich (103). Fig. 19 stellt eine Combination aller beobachteten Formen dar. Durch ungleiche Entwicklung der o und u , welche stets zusammen, und die letzteren in grösserer Ausdehnung auftreten, nehmen die Krystalle nicht selten einen monosymmetrischen Habitus an.

Für die Aufstellung war die Richtung der spitzen Bissectrix der optischen Axen, welche als Verticalaxe angenommen wurde, bestimmend; die Wahl von o als (111) gibt einfachere Flächenindices im Vergleich mit u als (111), auch entsprechen im ersten Falle die Axenlängen besser jenen der vorangehenden Verbindungen; um den Vergleich mit derselben zu erleichtern, wurde

¹ Ann. d. Chem. u. Pharm., 169. Bd. S. 180

² Fig. 18 und 19 sind mit vertical gestellter Brachydiagonale (a) gezeichnet, da bei dieser Stellung der Habitus der Formen in den Bildern erhalten bleibt.

hier gleichfalls die Brachydiagonale als erste (a) und die Makrodiagonale als zweite (b) Nebenaxe bezeichnet.

Ungeachtet der scheinbar vorzüglichen Flächenbeschaffenheit und des hochgradigen Glanzes der Kryställchen, erwiesen sich doch nur die u -Flächen, zu genaueren Messungen geeignet; auf q und b zeigten sich stets mehrfache Reflexe und ergaben sich daher ansehnliche Differenzen in den bezüglichen Bestimmungen. Es wurde demnach die Berechnung gegründet auf die Messungen der Kanten uu' ($234:2\bar{3}4$) und uu ($234:23\bar{4}$), welche in der Zahl von 15 und 11 an 18 Krystallen erhalten wurden.

	Berechnet	Gemessen		
		Mittel	Z	Grenzwerte
$q(011): b(010)$	$51^\circ 3' 42''$	$50^\circ 18'$	18	$48^\circ 43' - 51^\circ 13'$
$c(001)$	38 56 18	39 35	2	39 5 — 40 5
$q'(0\bar{1}1)$	77 52 36	79 23	11	78 16 — 81 6
$g(031): b(010)$	22 25 5	22 46	a 1	— — —
$g'(0\bar{3}1)$	135 9 50	—	—	— — —
$q(011)$	28 38 37	28 2	a 4	27 21 — 28 48
$\rho(102): c(001)$	29 12 9	—	—	— — —
$\rho(102)$	121 35 42	121 33	1	— — —
$o(111): (100)$	48 59 33	—	—	— — —
$b(010)$	61 41 18	61 34	6	61 14 — 61 58
$c(001)$	54 3 30	—	—	— — —
$q(011)$	41 0 27	40 57	2	40 42 — 41 7
$o'(1\bar{1}1)$	56 37 24	56 48	4	56 32 — 56 58
$g(1\bar{1}1)$	71 53 0	71 56	1	— — —
$g'(1\bar{1}1)$	97 59 6	97 51	1	— — —
$\omega(112): (100)$	62 36 18	—	—	— — —
$b(010)$	70 34 29	—	—	— — —
$c(001)$	34 35 33	—	—	— — —
$\rho(102)$	19 25 31	19 22	4	18 25 — 20 0
$\omega'(1\bar{1}2)$	38 51 2	—	—	— — —
$\omega(112)$	110 48 54	—	—	— — —
$u(234): (100)$	64 27 4	—	—	— — —
$b(010)$	62 7 20	62 2	28	61 30 — 62 24
$c(001)$	39 30 10	—	—	— — —
$q(011)$	26 36 55	26 35	6	26 21 — 26 45
$\rho(102)$	27 52 40	27 52	7	27 49 — 27 59
$u'(2\bar{3}4)$	55 45 20	$55 45\frac{1}{3}$	15	55 34 — 55 53
$u(234)$	100 59 40	$100 59\frac{2}{3}$	11	100 43 — 101 16
$u'(234)$	128 54 8	$128 55\frac{1}{2}$	2	128 41 — 129 10
$\omega(112)$	8 27 9	8 20	9	7 14 — 9 27
$o(111)$	16 44 3	16 36	4	16 26 — 16 55

Nur an zwei Krystallen (Nr. 6 und 11) waren sämtliche u -Flächen bei genügender Ausdehnung gut spiegelnd. Die Messungen ergaben:

	Nr. 6	Nr. 11	Berechnet
$u u'(234 : 2\bar{3}4) =$	$55^\circ 44$	$55^\circ 50$	} $55^\circ 45\frac{1}{3}$
$\underline{u} \underline{u}'(2\bar{3}4 : 2\bar{3}\bar{4}) =$	$55 \ 49$	$55 \ 53\frac{1}{2}$	
$u \underline{u} (234 : 2\bar{3}4) =$	$100 \ 52$	$101 \ 3\frac{1}{2}$	} $100 \ 59\frac{2}{3}$
$u' \underline{u}'(2\bar{3}4 : 2\bar{3}\bar{4}) =$	$101 \ 11$	$100 \ 58$	
$u \underline{u}'(234 : 2\bar{3}\bar{4}) =$	$128 \ 41$	— —	} $128 \ 54$
$\underline{u} \underline{u}'(2\bar{3}\bar{4} ; 2\bar{3}4) =$	$129 \ 10$	— —	

An einem dieser Krystalle (Nr. 6) waren noch mit grösserer Genauigkeit bestimmbar:

	Berechnet
$u \rho (2\bar{3}4 : 102) =$	$27^\circ 59$ } $27^\circ 52\frac{2}{3}$
$u b (2\bar{3}4 : 010) =$	$61 \ 54$ } $62 \ 7\frac{1}{3}$
$u' b'(2\bar{3}4 : 0\bar{1}0) =$	$62 \ 12$ }
$u' o'(2\bar{3}4 : 1\bar{1}1) =$	$16 \ 55$ } $16 \ 44$
$\underline{u}' o'(2\bar{3}\bar{4} : 1\bar{1}\bar{1}) =$	$16 \ 28$ }

Vergleicht man die Krystalle dieses Salzes mit den monoklinen der Oxykamphoronsäure zweiter Form und der Kampfersäure, so lässt sich ungeachtet der Differenz im chemischen und Krystallisations-Typus einige morphologische Ähnlichkeit erkennen. Es entsprechen sich folgende Flächenneigungen:

Saures sulpho- kamphyls. Blei	Oxykamphoronsäure	Kampfersäure
$011:010 = 51^\circ \ 4'$	$011:010 = 58^\circ 36'$	$011:010 = 62^\circ 54\frac{3}{4}'$
$\bar{1}02:\bar{1}00 = 60 \ 48$	$\bar{1}01:\bar{1}00 = 61 \ 6$	$\bar{1}01:\bar{1}00 = 62 \ 42$
$\bar{2}34:\bar{1}00 = 64 \ 27$	$\bar{1}11:\bar{1}00 = 65 \ 4$	$\bar{1}11:\bar{1}00 = 65 \ 38\frac{1}{2}$
$\bar{2}34:010 = 62 \ 7$	$\bar{1}11:010 = 60 \ 43$	$\bar{1}11:010 = 64 \ 3\frac{1}{2}$
$\bar{2}34:\bar{1}02 = 27 \ 53$	$\bar{1}11:\bar{1}01 = 29 \ 17$	$\bar{1}11:\bar{1}01 = 25 \ 56\frac{1}{2}$
$\bar{2}34:\bar{2}\bar{3}4 = 55 \ 45$	$\bar{1}11:\bar{1}\bar{1}1 = 58 \ 34$	$\bar{1}11:\bar{1}\bar{1}1 = 51 \ 53$

Den Werthen $011 : 010$ in der obigen Übersicht sind ferner genähert die Neigungen $0\bar{1}1 : 0\bar{1}0$ der triklinen Hydro-Oxykamphoronsäure = $53^{\circ}6'$ und der Pimelinsäure = $52^{\circ}42'$.—

Die optische Untersuchung war der geringen Dimensionen der Kryställchen wegen, mit besonderen Schwierigkeiten verbunden. Die Ebene der optischen Axen ist parallel dem Brachypinakoide und die Verticalaxe spitze, negative Bissectrix; der Winkel der optischen Axe für weisses Licht = $78^{\circ}17'$. Die Dispersion der Axen ist gering und die Doppelbrechung sehr schwach.

Die im Vorgehenden mehrfach erwähnten Ähnlichkeiten und Unterschiede in den Kantenwinkeln einiger Kampferderivate sind in der folgenden Tabelle zur Übersicht gebracht. Für die erste Form der Oxykamphoronsäure wurden die Seite 17 Anmerkung¹ angegebenen Elemente angenommen.

	Kampfersäure $C_{10}H_{16}O_4$		Oxykammeronsäure $C_9H_{12}O_6 + H_2O$		Indifferente Verh. $C_9H_{12}O_6$		Hydro-Oxykammeronsäure $C_9H_{12}O_6$		Pimelinsäure $C_7H_{12}O_4$	
	monoklin 0:653 : 1 : 0:548		(L) monoklin 0:783 : 1 : 0:686	(H) monoklin 0:773 : 1 : 0:641	monoklin 0:684 : 1 : ?		triklin 0:662 : 1 : 0:698		triklin 0:497 : 1 : 0:599	
$a : b : c$										
001 : 100	69° 7'	72° 21'	—	72° 21'	—	—	72° 8'	79° 7'	—	—
001 : 010	90 0	90 0	—	90 0	—	90° 0'	94 48	99 12	—	—
100 : 010	90 0	90 0	—	90 0	—	90 0	90 37	96 29	—	—
011 : 100	—	—	—	75 0	—	—	74 57	83 30	—	—
011 : 100	—	—	—	75 0	—	—	75 25	78 6 1/2	—	—
011 : 010	—	—	—	58 36	—	—	59 47	66 21	—	—
011 : 010	—	—	—	58 36	—	—	53 6	52 42	—	—
101 : 100	62 42	58 57	—	61 6	—	58 31	52 1/2	44 14	—	—
101 : 001	48 11	48 42	—	46 33	—	—	—	—	—	—
110 : 100	31 22	—	—	36 21 1/2	—	—	—	—	—	—
110 : 001	72 16 1/2	—	—	75 52	—	—	—	—	—	—
110 : 101	66 56 3/4	—	—	67 53 4	—	—	—	—	—	—
120 : 100	—	56 10	—	55 49	—	49 23	—	—	—	—
120 : 001	—	80 17	—	80 11 1/2	—	—	—	—	—	—
120 : 101	—	73 10	—	74 14 1/2	—	70 7 1/2	—	—	—	—
111 : 100	65 38 1/2	—	—	65 4	—	—	56 0	44 52	—	—
111 : 001	53 10	—	—	53 89 2	—	—	—	—	—	—
111 : 110	54 33 1/2	—	—	50 59 1/2	—	—	—	—	—	—
Spaltbarkeit	101 . 111 . 010		100 . 207	100 . 010	101	011 . 140 . 122 . 100	101 . 100	—	—	—

Fig. 1.

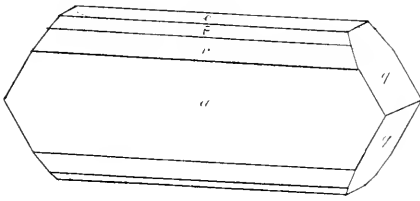


Fig. 2.

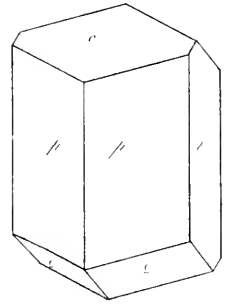


Fig. 3.

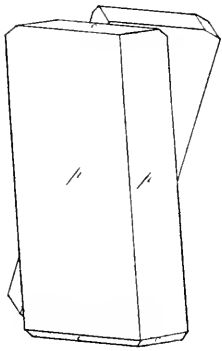


Fig. 5.

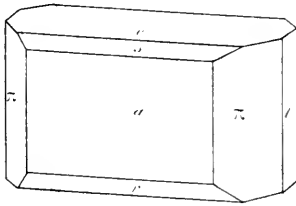


Fig. 4.

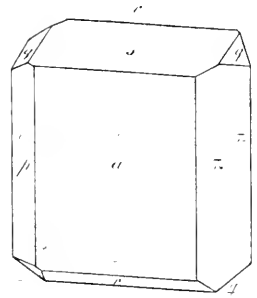


Fig. 7.

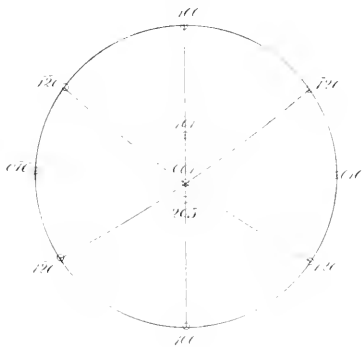


Fig. 6.

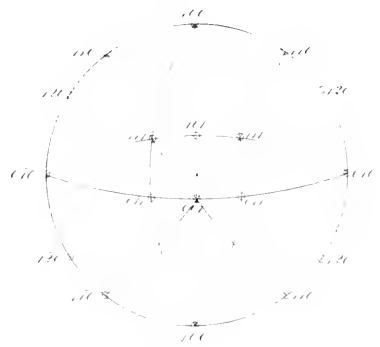


Fig. 8.

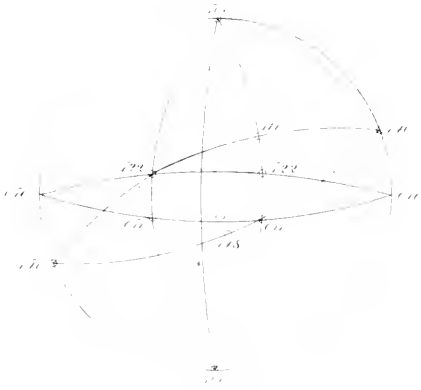


Fig. 9.

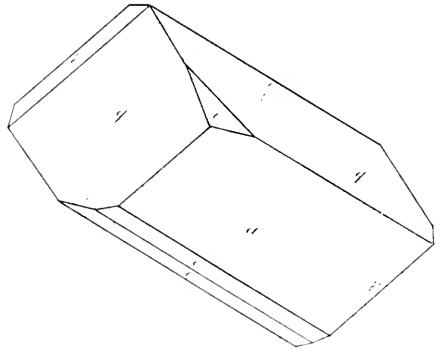


Fig. 10.

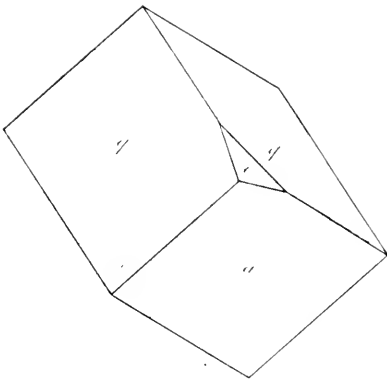


Fig. 11.

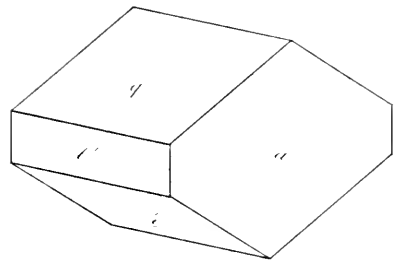


Fig. 12.

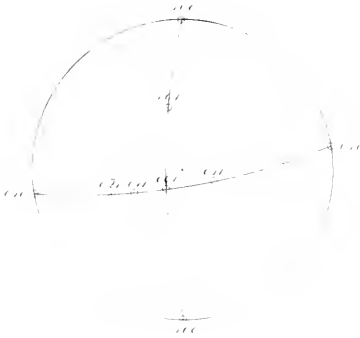


Fig. 13.

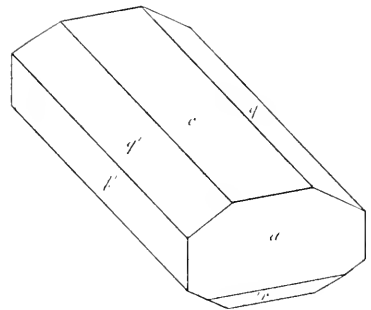


Fig. 14.

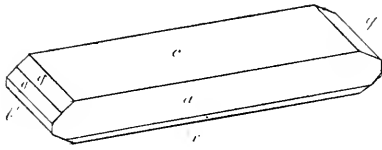


Fig. 16.

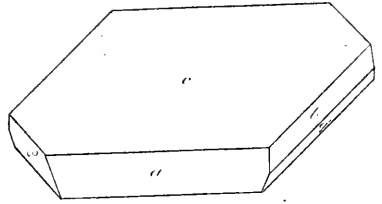


Fig. 17.

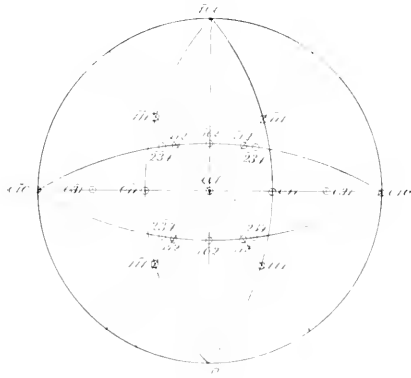


Fig. 15.

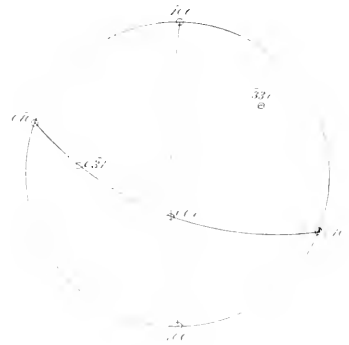


Fig. 18.

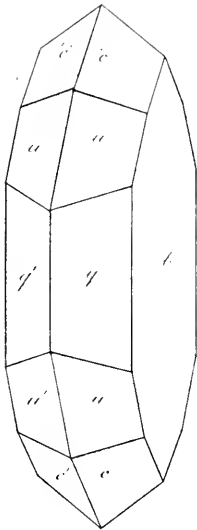
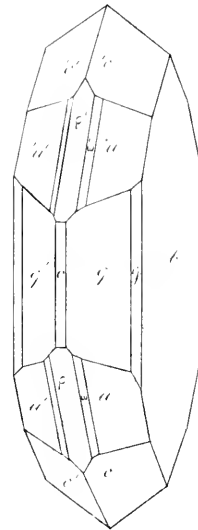


Fig. 19.



Einige neue Formelemente im Holzkörper.

Von Dr. **Joseph Moeller.**

(Mit 1 Tafel.)

1. *Aquilaria Agallocha* Roxb.

Fig. 1 u. 2.

Das im Orient hochgeschätzte Adlerholz stammt aus Ostindien, Coehinchina. Es hat balsamischen Geruch, ist gelbbraun und ziemlich hart. Auf dem Querschnitte sind ausser den feinen Markstrahlen zerstreute Poren und helle Flecken bemerkbar.

Mikroskopischer Befund: Die Gefässe sind in ziemlich beträchtlicher Anzahl, gleichmässig und ohne Ordnung im Holze zerstreut. Selten sind sie isolirt, meist zu kleinen Gruppen vereinigt, welche eine radiale Reihe bilden. Ihre Weite beträgt im Mittel 0.045 Mm. und häufig sind sie von ziemlich dickwandigen, porösen Zellen und einer gelben harzartigen Masse erfüllt. Ihre Wand ist mit kleinen in dichten Gruppen stehenden, behöfteten Tüpfeln besetzt.

Nur ausnahmsweise sind die Gefässe von Parenchymzellen umgeben. Diese bilden vielmehr schmale, aber die Breite mehrerer Holzstrahlen einnehmende Gruppen von spindelförmigem Umriss, welche eine tangentialen Richtung verrathen, aber unter einander nicht parallel, sondern unter verschiedenen Winkeln geneigt, stellenweise sogar zickzackförmig geordnet sind. Die Zellwände sind braun gefärbt, die die Mitte des Bündels einnehmenden häufig arrodirt oder ganz geschwunden und an ihre Stelle ist eine harzige Masse getreten.

Eine merkwürdige, durch die Form auffällige, durch den Ort des Vorkommens befremdende Erscheinung bieten Fasern,

welche einzeln oder in wenig mächtigen Bündeln die Parenchymgruppen durchsetzen. Sie bieten auf Querschnitten ganz das Aussehen von Bastfasern und bei näherer Untersuchung erweisen sie sich anatomisch und chemisch verschieden von den Libriformfasern (*l*). Diese bilden den Hauptbestandtheil des Holzes. Sie sind 0.018 Mm. breit, nur mässig verdickt, verjüngen sich beiderseits plötzlich, und laufen in eine lange fein ausgezogene Spitze aus. Ihre Wand ist ziemlich häufig von kleinen runden Poren durchsetzt, die von feinen, schiefen Spalten gekreuzt werden. Unter Glycerin sind sie farblos, durch Kali werden sie gelb gefärbt.

Die den Bastfasern ähnlichen Elemente haben einen etwas grösseren Durchmesser und ihre Verdickung ist beträchtlicher. Ihr Querschnitt hat das charakteristische Aussehen der wenig verholzten, technisch verwerthbaren Bastfasern: das eines prallen oder zusammengefallenen Kautschukrohres (*b*). Sie endigen oft in eine stumpfe Spitze, die Wand ist glatt, frei von Poren. Unter Glycerin erscheinen sie gelb gefärbt, unter Kali quellen sie stark auf, werden blass, beinahe farblos. Anilin färbt sie rasch und lebhaft roth, durch Jod werden sie rein gelb, während die umgebenden Zellen gelbbraun gefärbt werden. Nach vorausgegangenem Kochen in Kali werden sie durch Chlorzinkjod intensiv violett.

2. *Avicennia africana* P. de Beauv.¹

Fig. 3 u 4.

Das Holz ist dunkelbraun, ausserordentlich hart und schwer. Auf der Querschnittsfläche verlaufen in nahezu gleichen Abständen von etwa 2 Mm. helle concentrische Kreislinien, welche sich

¹ Der Güte des Herrn Prof. Fenzl verdanke ich Originalproben von *Avicennia officinalis* L. (Calcutta, Arabia petraea, Nova Hollandia), *A. africana* P. B. (Senegal), *A. nitida* Jqu. (Guatemala), *A. tomentosa* Jqu. (Brasilien) aus dem Herbar des bot. Gartens. Bei allen sind die Steinzellenringe entwickelt. Das von Caspary herrührende, von Sanio (Bot. Z. 1863) als *Avicennia* sp. beschriebene Holz scheint daher falsch bestimmt

hie und da gabelig theilen, auch wohl durch ein kurzes, queres Verbindungsstück anastomosiren. Dazwischen sind zahlreiche helle Punkte regellos zerstreut. Die Markstrahlen erscheinen erst unter der Loupe als helle, zarte, sehr genäherte Linien.

Mikroskopischer Befund: der Holzkörper ist durch parallele, geschlossene Steinzellenringe geschichtet. An die Steinzellen grenzt zunächst eine Lage Parenchym, und hierauf, als das quantitativ hervorragendste Element, Libriform.

In diesem stehen die Gefäße isolirt oder bilden kurze radiale Reihen. Ihr Durchmesser ist verschieden, übersteigt aber nicht 0.06 Mm. Sie sind stark verdickt, die Querwand fast horizontal, die Seitenwand ausserordentlich fein getüpfelt.

Einige sind erfüllt, andere enthalten in geringerer Menge eine stark lichtbrechende, rothbraune, harzige Masse, welche sich auch in den meisten Parenchym- und Markstrahlzellen findet.

Die Libriformfasern (*l*) sind im Mittel 0.015 Mm. breit, glatt, fein zugespitzt, stark verdickt und von sehr schiefen Spalten durchbohrt.

Die parenchymatischen Elemente kommen in zwei durch Gestalt und Anordnung verschiedenen Abarten vor.

Als Zellen (*hp*) und Ersatzfasern (*ef*) bilden sie spärliche Gruppen im Libriform und umsäumen die Gefäße. Sie stimmen in diesem Falle mit den Holzfasern in der Breite überein, sind aber dünnwandiger und porös.

Als Sklerenchym (*st*) bilden sie zusammenhängende concentrische Schichten, welche beiderseits von mehreren Reihen dünnwandiger Zellen eingefasst sind. Jene zeigen auf Quer- und Längsschnitten quadratische oder rechteckige Formen mit radialer Streckung. Isolirt sind sie parallelepipedisch oder abgerundet sechseckig mit dem Durchmesser von 0.03 Mm. Sie sind bis auf ein punkt- oder spaltenförmiges Lumen verdickt, und von zahlreichen Porenkanälen durchzogen.

zu sein. Das meiner Untersuchung zu Grunde liegende Material war von den französischen Colonieen (Gabun) unter der Bezeichnung „Garigari“ 1873 ausgestellt.

Die dünnwandigen Zellen sind abgerundet polygonal oder rechteckig und häufig mit den Steinzellen von gleicher Grösse.

Die Markstrahlen sind 1- bis 3reihig, durch Gefässe aus der Richtung oft abgelenkt. So lange sie im Libriform verlaufen, sind die Zellen schmal und radial gestreckt. Beim Uebertritte in die Parenchymsehichte verbreitern sie sich und sind von den Nachbarzellen nicht zu unterscheiden. Weiterhin werden auch sie in Steinzellen verwandelt.

3. *Leucadendron* sp. (*Protea ericoides* hort.).

Fig. 5 u. 6.

Der Querschnitt zeigt zahlreiche, feine, sehr genäherte concentrische Ringe und breite Markstrahlen in grossen Abständen. Unter der Loupe werden auch feine Markstrahlen sichtbar. Der Längsschnitt hat eine netzige Zeichnung.

Die Gefässe bilden tangentielle Bänder. Ihr Querschnitt ist rundlich oder abgeplattet eckig, bis 0.045 Mm. weit. Ihre Wand ist dicht mit 0.003—0.006 Mm. grossen Tüpfeln besetzt, und trägt überdiess ohne Ausnahme ein Spiralband. Sehr häufig ist die Querwand nicht perforirt (*Tracheiden*).

Parenchymzellen und Ersatzfasern, kenntlich an den grossen, stellenweise dicht gedrängten, unbehöften Poren und dem Mangel des Spiralbandes, sind nur spärlich vorhanden.

Die Libriformfasern sind stark verdickt, 0.015 Mm. breit, und haben feine Spaltentüpfel.

Ihnen unternischt und in der äusseren Form ganz ähnlich kommen Fasern vor, die eine weit gewundene spiralgige Verdickung tragen (Fig. 6, *f*). Es kann über diese Verdickung kein Zweifel bestehen, da man an jeder isolirten Faser die Wülste in das Lumen hineinragen sieht — und es entsteht die Frage, welcher Formation dieses Element beizuzählen sei. Nach der Definition von Sanio kommt dem Libriform kein Spiralband zu, man müsste demnach das in Rede stehende Element der Gefässformation zuschreiben. Es fehlt aber die in Menge und Form mit den Gefässen übereinstimmende Tüpfelung, ja nicht selten findet man Fasern, die an ihren Enden das Spiralband tragen, in ihrem mittleren Abschnitte aber von schiefen Spalten durchbohrt sind,



Fig. II.

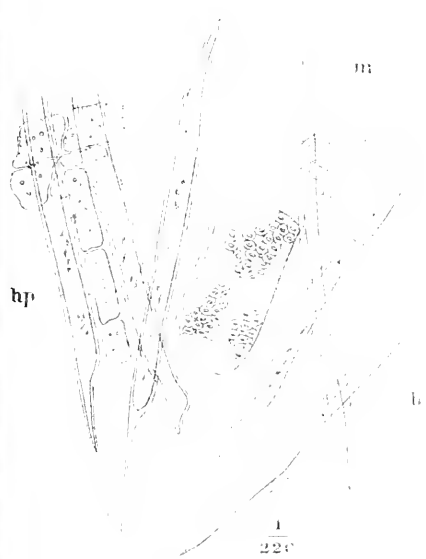


Fig. V.

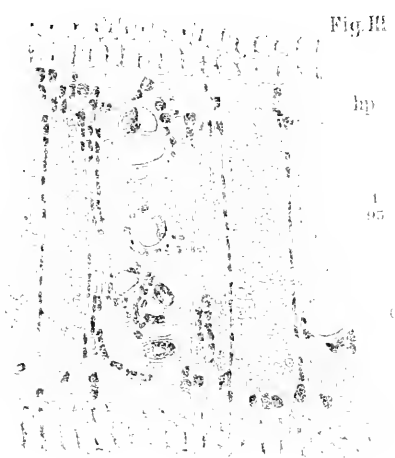
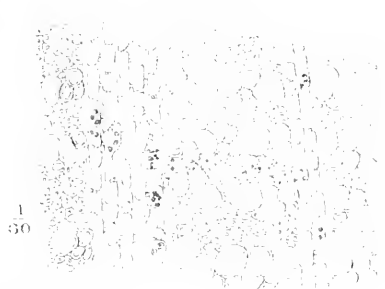


Fig. IV.

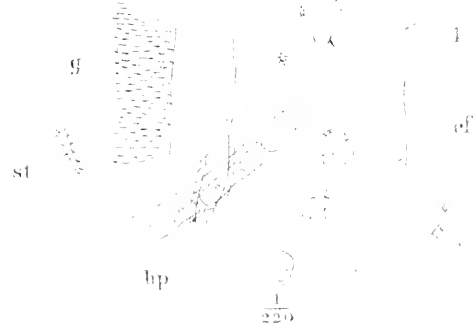


Fig. VI.



ebenso wie die Librifasern, mit denen sie sonst in jeder Hinsicht übereinstimmen.

Ein eigenthümliches Gebilde ist auch geeignet, die morphologische Stellung dieser Fasern zu beleuchten.

Man trifft hier und da auf verästigte Fasern, die in Durchmesser und Verdickung den übrigen Fasern gleichen, und deren Endglieder einmal Spaltentüpfel, das andere Mal ein Spirallband tragen. Dadurch wird die Zusammengehörigkeit dieser beiden Formen wohl unwiderleglich bewiesen, sie können nicht als Tracheiden aufgefasst werden und die spirale Verdickung hört auf, ein ausschliesslicher Charakter der Gefässformation zu sein.



II. SITZUNG VOM 20. JÄNNER 1876.

Wegen Verhinderung des Präsidenten führt Herr Hofrath Freiherr v. Burg den Vorsitz.

Das Curatorium der Ober-Hermsdorfer höheren landwirthschaftlichen Landes-Lehranstalt und die akademische Lesehalle in Czernowitz übersenden Dankschreiben für bewilligte akademische Publicationen.

Herr Prof. Karl Puschl in Seitenstetten übersendet von einer grösseren Abhandlung unter dem Titel: „Neue Sätze der mechanischen Wärmetheorie“ den ersten Theil, welcher „von der bei Volumveränderung der Körper entwickelten oder verschluckten Wärme“ handelt.

Herr Professor Josef Böhm übersendet eine Abhandlung: „Über Stärkebildung in den Chlorophyllkörnern.“

Der Secretär legt ferner noch folgende Abhandlungen vor:

„Zur Geometrie der Schraubenbewegung“, von Herrn Prof. Karl Moshhammer in Graz.

„Über die Keimung der *Preissia commutata*“, von Herrn Stud. Vincenz Hansel in Graz.

„Über eine färbende Eigenschaft der Viridinsäure“ und „über Gährungserscheinungen in gerbsäurehaltigen Flüssigkeiten“, von Herrn Dr. C. O. Čech in Berlin.

Herr Custos Th. Fuchs überreicht folgende zwei Abhandlungen:

a) „Über den sogenannten Badner Tegel von Malta“.

b) „Studien über das Alter der jüngeren Tertiärbildungen Griechenlands“.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

- Antoine, Charles, De quelques propriétés mécaniques de la vapeur d'eau saturée. Brest, 1875; kl. Fol.
- Arbeiten des kais. botanischen Gartens zu St. Petersburg. III. Band II. Lieferung. St. Petersburg, 1875; 8^o.
- Bergwerks-Betrieb, Der — Österreichs im Jahre 1874. I. Tabellarischer Theil; II. Berichtlicher Theil. Wien, 1875; kl. 4^o.
- Garrigou, F., Étude chimique sur la source sulfurée sodique forte et iodo-bromurée de Challes (Savoie.) Chambéry, 1875; 8^o.
- Gesellschaft, k. k. geographische, in Wien: Mittheilungen. Band XVIII (neuer Folge VIII). Nr. 12. Wien, 1875; 8^o.
— Deutsche Chemische, zu Berlin: Berichte. VIII. Jahrgang. Nr. 19. Berlin, 1876; 8^o.
- Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXVII. Jahrgang. Nr. 2. Wien, 1876; 4^o.
- Heis, Eduard, Zodiacallicht - Beobachtungen in den letzten 29 Jahren 1847—1875. Münster, 1875; 4^o.
- Ingenieur- & Architekten-Verein, österr.: Wochenschrift. I. Jahrgang, Nr. 3. Wien, 1876; 4^o.
- Krafft, Friedrich, Über die Entwicklung der theoretischen Chemie. Basel, 1875; 8^o.
- Landbote, Der steirische. 9. Jahrgang, Nr. 1. Graz, 1876; 4^o.
- Landwirthschafts-Gesellschaft, k. k., in Wien: Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrgang 1875. October-, November-, December-Heft. Wien; 8^o.
- Lauer Johann, Anleitung für die rationelle Verwendung der patentirten Diller'schen Nitroglycerinpulver: Weisses Dynamit und Rhexit etc. Wien, 1875; 8^o.
- Leitgeb, Hubert: Untersuchungen über die Lebermoose. II. Heft: Die foliosen Jungermannieen. Jena, 1875; 4^o.
- Meyer, A. B., Mittheilungen aus dem k. zoologischen Museum zu Dresden. I. Heft. Dresden, 1875; 4^o.
- Mittheilungen des k. k. techn. & administr. Militär-Comité. Jahrgang 1875, 12. Heft. Wien; 8^o.
- Nature. Nr. 324, Vol. XIII. London, 1876; 4^o.

- Observations, Meteorological. Mauritius. 1873 & 1874.
Kl. Folio.
- Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto in Moncalieri: Bul-
lettino meteorologico. Vol. IX. Nr. 10. Torino, 1875; 4°.
- Preudhomme de Borre, A., Notes sur des empreintes d'in-
sectes fossiles découvertes dans les schistes houillers des
environs de Mons. Bruxelles; 8°.
- Puyals de la Bastida, Numeracion perfecta, verbal y escrita con-
inmensas ventajas sobre la pésima numeracion decimal.
Madrid, 1875; 12°.
- Regel, *Descriptiones plantarum novarum et minus cogniturarum.*
Fasc. III. Petropoli, 1875; 8°.
- „Revue politique et littéraire“ et „Revue scientifique de la
France et de l'étranger“. V^e Année, 2^{me} Série, Nr. 29;
Paris, 1876; 4°.
- Schenström, K., Gymnastique médicale Suédoise etc. Paris,
1876; 8°.
- Schönfeld, E., Astronomische Beobachtungen auf der Gross-
herzoglichen Sternwarte zu Mannheim. II. Abtheilung.
Carlsruhe, 1875; 4°.
- Snellen van Vallenhoven, S. C., Pinacographia, Nr. 2,
Afl. 2. 's Gravenhage, 1875; 4°.
- Société Ouralienne d'amateurs des sciences naturelles: Bul-
letin. Tome II. Nr. 1; Tome III, Nr. 1. Ekathérinbourg,
1875, 4° & 8°.
- Géologique de France: Bulletin. 3^e Série. Tome III^e. 1875,
Nr. 8. Paris; 8°.
- Trafford, F. W. C., Amphiorama ou la vue du monde. 2^e
notice. Zürich, 1875; 8°.
- Vierteljahresschrift, österr., für wissenschaftl. Veterinär-
kunde. XLIV. Band, 2. Heft. Wien, 1875; 8°.
- Wiener Medizin. Wochenschrift. XXVI. Jahrgang, Nr. 3. Wien,
1876; 4°.
-

Über Stärkebildung in den Chlorophyllkörnern.

Von Phil. & Med. Dr. **Jos. Boehm,**

k. k. Professor an der Universität und an der Hochschule für Bodencultur in Wien.

Nachdem Priestley gefunden hatte, dass grüne Pflanzentheile gelegentlich Sauerstoff ausscheiden, und nachdem diese Entdeckung von Ingenhous und Senebier dahin erweitert worden war, dass eine solche Gasausscheidung von grünen Pflanzentheilen eine Folge von Kohlensäurezersetzung sei und nur unter dem Einflusse des Lichtes erfolge, konnte die Bezugsquelle des Materiales, woraus grünbeblätterte Pflanzen die weitans grösste Masse ihres Leibes aufbauen, eigentlich nicht mehr zweifelhaft sein; die ganze sogenannte Humustheorie wäre bei einiger Überlegung von vornherein nicht möglich gewesen.

Da zur Zeit der richtigen Erkenntniss der Function des Chlorophylls die ursprüngliche Quelle und der Zweck der Reservestoffe schon bekannt war, so wäre es, sollte man meinen, wohl sehr nahe gelegen gewesen, zu fragen und zu untersuchen, ob nicht solche Stoffe, wie sie in Markstrahlen, Knollen und Samen vorkommen, sich auch, wenigstens häufig, in chlorophyllhaltigen Zellen vorfinden. Eine solche Fragestellung wurde aber bis in die neuere Zeit gar nicht versucht; ja, als man gelegentlich von Untersuchungen über den morphologischen Bau der grünen Farbstoffkörper die zur Beantwortung der Vorfragen nöthigen Thatsachen bereits kennen gelernt hatte, verkannte man deren Zusammenhang mit der physiologischen Function des Chlorophylls. Dieser Zusammenhang wurde erst von Sachs begriffen.

Der erste, welcher über den anatomischen Bau des Chlorophylls eingehende Studien machte, war Mohl¹. Es fiel diesem umsichtigen Forscher wohl auf, dass die Chlorophyllkörner stets

¹ Mohl, Untersuchungen über die anatomischen Verhältnisse des Chlorophylls. Diss. 1837. Vermischte Schriften, 1845, p. 352.

kleinere oder grössere Amylumkörner enthalten, die Beziehungen dieser körnigen Einschlüsse zu dem eigentlichen Blattgrün erkannte er jedoch nicht. „Fragt man“, sagt er, „nach dem physiologischen Zweck, welchen die Natur durch diesen Absatz von Amylum in den Blättern erreicht, so möchte wohl darauf zu antworten sein, dass es eine Reservahrung ist, dazu bestimmt, um bei den nur einmal blühenden Gewächsen zur Entwicklung der Frucht verwendet zu werden und um bei den ausdauernden, im Winter ihre Blätter verlierenden Gewächsen, im Herbste in den Stamm übergeführt und daselbst als Material niedergelegt zu werden, auf dessen Kosten sich im nächsten Frühjahr die Knospen entwickeln sollen. Bedenkt man, wie gross die Masse der Blätter eines Baumes ist, und wie zahlreich in ihnen die Chlorophyllkörner sind, so erhellt, dass die Menge von Amylum, welche in ihnen enthalten ist, sehr beträchtlich sein muss“.

Wie weit man von der richtigen Auffassung des genetischen Zusammenhanges zwischen den Chlorophyllkörnern und der in ihnen eingeschlossenen Stärke entfernt war, zeigt wohl recht schlagend Mulder's positive Behauptung: dass sich der Hauptbestandtheil des Chlorophylls (Wachs) unter Einfluss des Lichtes aus Amylum bilde. Die Pflanzen, sagt Mulder, athmen nicht Sauerstoff aus, weil sie grün sind, sondern weil sie grün werden; es werde nämlich bei der Reduction der Stärke zu Wachs immer Oxygen frei¹.

Auf Grundlage neuerer Untersuchungen² mit besseren Instrumenten nahm Mohl später seine Ansicht, dass die kleinen Körnchen in manchen Chlorophyllkörnern Amylum seien, als irrig zurück. Es gebe zwei Gruppen von Chlorophyllkörnern: amyllumhaltige und amyllumfreie. Aus dem Umstande, dass die sich entwickelnden Chlorophyllkörner bald Stärke führen, bald nicht, glaubt Mohl schliessen zu sollen, „dass das Amylum in keiner ursächlichen und nothwendigen Verbindung mit dem Chlorophyll stehe.“³

¹ Mulder, Versuch einer allgemeinen physiologischen Chemie, Braunschweig 1844—1851, pag. 283, 289, 297.

² Mohl, über den Bau des Chlorophylls. Bot. Ztg. 1855, Nr. 6 u. 7.

³ Mohl, Grundzüge der Anatomie und Physiologie der vegetabilischen Zelle, pag. 47.

In meinen Beiträgen¹ zur näheren Kenntniss des Chlorophylls war ich mittelst einer neuen Untersuchungsmethode: Einlegen der Objecte in Kalilauge, in die Lage gekommen, nachzuweisen, dass sich in allen Fällen, bei welchen Mohl in den Chlorophyllkörnern kein Amylum auffand, dasselbe in der Regel, wenn auch bisweilen nur in sehr geringer Menge, vorfand; „das meiste Amylum ist aber immer in den die Gefässbündel begleitenden langgestreckten Zellen enthalten“ (pag. 499). Es entging mir auch nicht, dass es Pflauzen gibt, „welche aber bei weitem nicht so häufig sind als Schleiden glaubt“, in deren Chlorophyllkörnern sich kein Amylum auffinden lässt. Als Beispiele von Blättern, in deren Chlorophyllkörnern ich in keinem Stadium ihrer Entwicklung Amylum auffinden konnte, nannte ich: *Asphodelus*, *Allium*, Orchis. l. c. pag. 498, 499.

Was mir besonders auffiel und damals ganz räthselhaft erschien, war der Umstand, dass ich bei wiederholter Untersuchung in den Chlorophyllkörnern verschiedener Individuen derselben Pflanzenart bald mehr, bald weniger, ja bisweilen gar keine Stärke fand. „Ogleich nun zwischen diesen beiden Arten von Chlorophyllkörnern, den amyulumhaltigen und den amyulumlosen, keine scharfe Grenze besteht, sondern selbe in ununterbrochener Reihenfolge ineinander übergehen, ja bei verschiedenen Individuen derselben Species nicht constant sind, sondern von unbekanntem, vielleicht zufälligen äusserlichen Verhältnissen, in denen sie sich befinden, abhängen, so glaube ich dennoch, dass auch in dieser Beziehung ein ganz bestimmtes Gesetz bestehe, indem es für die Ökonomie der Pflanze unmöglich gleichgiltig sein kann, ob sie diesen oder jenen Stoff bildet, ein so grosses Quantum von Amylum besitzt oder dessen ermangelt“. „Da nun die angegebenen Verhältnisse trotz ihrer Wandelbarkeit im Allgemeinen doch so constant sind, so ist es gewiss nicht unwichtig, jene Pflanzen kennen zu lernen, bei welchen sich diese oder jene Formen vorzüglich finden; vielleicht lassen sich auch dann die dazwischen laufenden Ausnahmefälle in den verschiedenen Beziehungen auf ihre physiologischen Grundursachen zurückführen. Meine Untersuchungen in dieser Beziehung

¹ Böhm, Sitzungsab. d. kais. Akad. d. W. in Wien. Bd. 22, S. 479.

sind schon ziemlich umfassend, und ich werde sie noch weiter ausdehnen, überzeugt, dass sich aus dem Resultate derselben manche interessante Schlussfolgerung wird ziehen lassen“. l. c. pag. 500.

Der richtige Sachverhalt wurde zuerst, wie schon erwähnt, von Sachs erkannt und experimentell bewiesen. Der genannte Forscher sagt in seiner Experimental-Physiologie der Pflanzen pag. 321 mit Recht: „Ich glaube der Erste zu sein, der den wahren Sachverhalt erkannte und die Stärkebildung im Chlorophyll als eine Function des letzteren, welche von der Beleuchtung abhängt, nachwies. Pflanzen, welche ihren Vorrath von Stärke oder stärkebildenden Stoffen durch Wachsthum im Finstern vollkommen erschöpft haben, sind im Stande, in ihrem Chlorophyll neue Stärke zu erzeugen, wenn ihre Chlorophyllkörner am Lichte ergrünt sind und wenn sie hinreichend lange von hinreichend intensivem Lichte (bei genügender Temperatur) getroffen werden. Meine Untersuchungen führten (1864) zu dem ferneren Resultate, dass zunächst, wie schon Gris zum Theile gefunden hatte, die im Chlorophyll am Lichte vorhandene Stärke aus jenem binnen kurzer Zeit (2—3 Tagen bei hoher Sommertemperatur) verschwindet, aufgelöst und fortgeführt wird, wenn die grünen Blätter dem Lichte entzogen werden; wichtiger aber war das Ergebniss, dass dieselben Chlorophyllkörner, welche ihre Stärke im Finstern verloren haben, im Stande sind, binnen einigen Tagen unter dem Einflusse des Lichtes nochmals Stärkekörner in sich zu erzeugen, vorausgesetzt, dass das Chlorophyll unmittelbar nach dem Verschwinden seiner Stärke wieder ans Licht gebracht wird, da es bei zu lange andauernder Finsterniss eine tiefgreifende Zerstörung erfährt.“

Nachdem Sachs seine zu einer ungünstigen Jahreszeit (November 1862) angestellten Versuche mit *Begonia* über das Verschwinden und die Neubildung von Stärke in den Chlorophyllkörnern durch zeitweise Verdunklung und darauf folgende intensive Beleuchtung beschrieben hat, sagt derselbe l. c. p. 325: „Einen viel günstigeren Verlauf nahmen die Versuche im Sommer 1864, wo die hohe Temperatur und das intensivere Licht die Zerstörung und dann die Neubildung der Stärke sehr beschleunigen. Nach fünftägigem Verweilen im Finstern (vom 21. bis 26. Juni)

war bei allen drei Arten die Stärke der Chlorophyllkörner vollkommen verschwunden, bei *Nicotiana* und *Tropaeolum* war die grüne Substanz selbst schon der Form nach alterirt, feinkörnig, nicht mehr scharf begrenzt; die von *Geranium* hatte dagegen auch jetzt noch ihre Form bewahrt. Die nach fünftägiger Beleuchtung abgeschnittenen Blätter hatten abermals in allen Chlorophyllkörnern Amylum einschlüsse gebildet. Die Chlorophyllkörner selbst waren, entsprechend dem Volumen ihrer Einschlüsse, gewachsen und hatten ihr normales Aussehen bei *Nicotiana* und *Tropaeolum* wieder angenommen, sie waren dichtgedrängt und polygonal gedrückt.

Seit diesen für die Physiologie der Pflanzenernährung so wichtig gewordenen Versuchen galt es als ein von Niemand, am allerwenigsten aber von mir angezweifelt Axiom, dass die Stärke, welche in den Chlorophyllkörnern gefunden wird, auch dort entstanden sei.

In meiner Abhandlung über die Stärkebildung in den Keimblättern der Kresse, des Rettigs und des Leins habe ich wohl den Nachweis geliefert, dass in den Chlorophyllkörnern der genannten, im Dunkeln oder in kohlenstoffreier Luft im vollen Tageslichte gezogenen Pflanzen auch aus dem in den Cotylen vorhandenen Öle Stärke gebildet wird. Dieser Nachweis konnte aber die Folgerung, welche Sachs aus seinen Versuchen ziehen musste, nicht wesentlich alteriren. Die Bedingungen, unter welchen in den Chlorophyllkörnern der genannten Keimpflanzen Stärke auftritt, sind ganz andere als die waren, welche Sachs bei seinen Versuchen herstellte. Ich operirte mit jungen Pflanzen, deren Cotylen noch reichlich Öl enthielten, während Sachs seine Keimpflanzen (*Cucurbita*, *Helianthus*, *Zea*, *Phaseolus vulgaris*) vor dem eigentlichen Versuche bis zur Aufzehrung aller Reservenernährung im Dunkeln hielt. War es daher zweifellos, dass die Stärke, welche bei dem nachherigen Ergrünen der Pflanzen in vollen Tageslichte gefunden wurde, als unmittelbares Assimilationsproduct der Kohlensäure entstand, so lag auch nicht der mindeste Grund vor, es zu be-

† Böhm, Sitzungsberichte der kais. Akad. der Wissensch. in Wien. Bd. 69, 1874.

zweifeln, dass die Stärke, welche in den Chlorophyllkörnern von Pflanzen erscheint, deren Blätter im Dunkeln zuerst entstärkt und dann wieder gehörig beleuchtet wurden, als autochthone Stärke anzusehen sei.

In Anbetracht der massenhaften Aufspeicherung von Kohlenstoff bei gewissen Pflanzen in relativ kurzer Zeit und aus anderweitigen Erscheinungen zog Kraus den Schluss, dass die Überführung der Kohlensäure in Stärke bei günstiger Beleuchtung innerhalb eines sehr kurzen Zeitraumes stattfindet (bei einer insoforten *Spirogyra* in gewöhnlichem Wasser während fünf Minuten)¹. Die Wichtigkeit, welche diese von dem genannten Forscher und von Famin tzin angeregte Frage für den ganzen vegetabilischen Ernährungsproceß zweifellos hat, veranlasste mich zu einer Reihe von Versuchen, welche ich in Folgendem beschreiben will.

Die wichtigste Vorbedingung, um zu einem allseitig befriedigenden und jeden Zweifel ausschliessenden Resultate zu gelangen, schien mir in der glücklichen Wahl des Versuchsobjectes gelegen zu sein. Es kam hierzu nur eine Pflanze verwendet werden, deren erstes sichtliches Assimilationsproduct Stärke ist; die Blätter müssen entweder in Folge der Cultur von vornherein stärkefrei, aber assimilationsfähig sein oder sich leicht und in kurzer Zeit ohne nachweisbare Veränderung des grünen Farbstoffes, entstärken lassen. Allen diesen Anforderungen genügen nach meinen Erfahrungen am besten Keimpflanzen von *Phaseolus multiflorus* (Feuerbohne, Schminkbohne). Angesichts der mir vorgelegten Frage schien es mir, um mich vor einem Trugschlusse zu schützen, vor allem unerlässlich, mich über den Stärkegehalt der Blätter der genannten Pflanze in allen Entwicklungsstadien und unter verschiedenen Culturbedingungen genau zu unterrichten. Nach der allgemein geltenden Ansicht über den Ursprung der Stärke in den Chlorophyllkörnern sollten die Mesophyllzellen der Primordialblätter von im Dunkel oder im Halb-

¹ Kraus, einige Beobachtungen über den Einfluss des Lichtes und der Wärme auf die Stärkeerzeugung im Chlorophyll. Pringsheim Jahrb. 7, Bd., pag. 511.

dunkel¹ gezogenen Keimpflanzen der Feuerbohne stärkefrei sein. Es ist dies jedoch nicht der Fall. Die Rippen ganz junger derartiger Blätter werden, nach geeigneter Vorbehandlung, mit Jod schwarz, das dazwischen liegende Gewebe aber mehr weniger intensiv violett gefärbt. Querschnitte durch solche Blätter zeigen, dass die Zellen in den 2—3 unteren Schichten des Mesophylls ganz mit Stärke erfüllt sind, während deren Inhalt im Palissadengewebe theilweise stärkefrei ist, theilweise aber in verschiedenem Grade sich violett färbt. Durch eingehende Versuche glaube ich mich überzeugt zu haben, dass die variable Stärkemenge in dem Palissadengewebe durch die Individualität der Keimpflanzen bedingt ist². — Mit der Entwicklung der Blätter vermindert sich deren Stärkegehalt. Zuerst verschwindet dieselbe aus den Palissaden- und nach und nach auch aus den unterseitigen Mesophyllzellen. Die gestreckten Zellen zu beiden Seiten der Rippen werden aber oft noch ganz schwarz, nachdem das erste *Internodium* sein Längenwachsthum bereits vollendet hat. Wenn der Blattstiel jedoch ausgewachsen ist, so ist die ganze Lamina, welche noch längere Zeit fortfährt, sich zu verbreiten, mit Ausnahme der Spaltöffnungszellen stärkefrei. Auch bei jungen, erst gegen 1 Ctm. breiten Primordialblättern der im vollen Tageslichte gezogenen Keimpflanzen findet sich viel Stärke nur in den unteren Mesophyllzellen; sobald sich aber die Blattflächen etwas weiter entwickelt haben, sind auch die Palissadenzellen ganz mit Stärke erfüllt. Die Quelle dieses relativen Stärkeüberschusses (im Vergleiche mit den im Dunkel oder im Halbdunkel gezogenen Pflanzen) kann aber eine doppelte sein. Es ist die Stärke nämlich entweder aus dem Stengel, resp. den Cotyledonen, eingewandert oder sie ist erst aus frisch assimilirter Kohlensäure entstanden.

Nach der bisherigen Auffassung über die Genesis der Stärke in den Chlorophyllkörnern wäre die Annahme einer Einwanderung

¹ Unter Halbdunkel verstehe ich jene Lichtstärke, bei welcher Pflanzen wohl ergrünen, Zerlegung von Kohlensäure aber nicht stattfindet.

² Keimpflanzen der Feuerbohne, welche in kalkfreier Flüssigkeit unter Glasglocken über Kalilauge gezogen wurden, erreichen kaum eine Länge von 10 Ctm.; es verschrumpfen dann die Stengel unterhalb der Primordialblätter, welche in der Regel stärkefrei sind. Vide Boehm, über den vegetabilischen Nährwerth der Kalksalze. Sitzb. d. kais. Akad. d. Wissensch. in Wien. 71. Bd., 1875.

ausgeschlossen. Gegen eine solche Einwanderung scheint auch die Thatsache zu sprechen, dass zwischen dem Stärkegehalte in den Primordialblättern der im Dunkel und Halbdunkel gezogenen Pflanzen kein nachweisbarer Unterschied besteht. Würde das Licht einen Einfluss nehmen auf den Transport der Stärke, so müsste sich hierbei, wie man wohl glauben sollte, auch bereits jene Intensität desselben geltend machen, welche die Chlorophyllbildung bewirkt. Endgiltig entschieden kann die Frage jedoch nur durch directe Versuche werden, bei welchen die Möglichkeit einer Assimilation der Kohlensäure bei intensiver Belichtung ausgeschlossen ist. Die Pflanzen müssen zu diesem Zwecke in einer kohlenstofffreien Nährstofflösung (welche, mit Ausnahme von Chlorecalcium, nur irgend ein Kalksalz zu enthalten braucht) unter Glasglocken über Kalilauge gezogen werden.

Zahlreiche Versuche, welche theilweise zur Lösung anderer, weiter unten zu besprechenden Fragen gemacht wurden, haben mich überzeugt, dass in dem Stärkegehalte der Primordialblätter von Pflanzen, welche im vollen Tageslichte in freier Luft und unter Glasglocken über Kalilauge gezogen wurden, in einem bestimmten Entwicklungsstadium¹ kein Unterschied stattfindet. Auch bei den in kohlenstofffreier Luft gezogenen Pflanzen sind alle Zellen des Mesophylls mit Stärke überfüllt.

Diese Thatsache scheint mir in hohem Grade beachtenswerth. Es zwingt uns dieselbe nicht nur, die bisherige Ansicht über die Genesis des Amylums noch weiter als dies in Folge anderer bereits erwähnter Erscheinungen nothwendig war, einzuschränken, sondern wir lernen daraus eine uns bisher völlig unbekannt Art der Lichtwirkung im Haushalte der Pflanzen kennen.

Bei den eben beschriebenen Versuchen wurden die Blätter der Versuchspflanzen vom ersten Beginne ihrer Entwicklung an nie stärkefrei. Zur Beantwortung der weiteren Frage, ob unter

¹ Dass bei längerer Dauer der Cultur in kohlenstofffreier Luft die Stärke aus allen Theilen der Keimpflanzen endlich verschwindet, versteht sich wohl von selbst; sie wird theilweise als Baustoff von Zellwänden und theilweise zum Unterhalt der Respiration verbraucht.

dem Einflusse intensiven Lichtes Amylum auch in stärkefreie Chlorophyllkörner einwandert, wurden gegen 12 Tage alte, unter Glasglocken über Kalilauge in vollem Tageslichte gezogene Keimpflanzen, nachdem die zweiten Internodien einige Centimeter lang geworden und die Cotylen schon meist stark eingeschrumpft waren, während beiläufig 40 Stunden entstärkt und dann von Früh bis Abend in kohlenstofffreier Luft wieder dem vollen Tageslichte exponirt. Auch bei diesen Versuchen färbten sich die Primordialblätter der dann mit Alkohol, Kalilauge, Essigsäure und Jod behandelten Pflanzen stets mehr oder weniger intensiv violett oder fast schwarz. Nicht selten wurden die Blätter von Pflanzen schön violett, deren Stengel nur in dem sogenannten Stärkeringe Amylum enthielten.

Bei den ersten derartigen Versuchen kam ich zu keinem entsprechenden Resultate. Ich glaubte, um sicher zu sein, dass die Stärke ja gewiss Zeit gefunden habe, um aus dem Stengel in die Blätter zu wandern, mindestens drei bis vier Tage zu warten zu müssen; bis dahin aber war, selbst wenn die zweiten Internodien gleich nach ihrer Anlage abgeschnitten wurden, die vorhandene Stärke in der Regel consumirt. Da jedoch weitere Versuche lehrten, dass eine bloß 8—9 stündige Beleuchtung vollständig ausreicht, um den Transport der Stärke aus dem Stengel in die Chlorophyllkörner der Blätter zu bewerkstelligen, so lag es offenbar nahe, zu untersuchen, innerhalb welcher kürzesten Frist unter Herstellung der günstigsten Bedingungen, das ist bei Einwirkung von directem Sonnenlichte, die ersten Spuren aus dem Stengel in die Chlorophyllkörner der Blätter eingewanderter Stärke nachgewiesen werden können.

Zu den Versuchen, welche ich, von dieser Frage geleitet, im verflossenen Sommer machte, dienten mir Keimpflanzen der Feuerbohne, die theils unter Glasglocken über Kalilauge, theils aber im Freien (mit oder ohne die zweiten Internodien) gezogen wurden. Nachdem die 12 bis 15 Tage alten Pflanzen während zwei Tagen im Dunkeln entstärkt worden waren, wurde von jedem der numerirten Blätter fast die ganze eine Längshälfte (ohne Mittelrippe) abgeschnitten und als Probe (zur Untersuchung über die bereits erfolgte Entstärkung) in Weingeist gelegt. Unter jede, mit Wasser abgesperrte Glocke kamen nebst einem Gefässe

mit Kalilauge drei bis sechs Pflanzen. Die Apparate wurden dann in einem Blechkasten unter ein sechs Fuss hohes, aus undurchsichtigem Segeltuche gebildetes Zelt, welches auf einem sonnigen Platze aufgestellt war, übertragen. Das Zelt war so gebaut, dass dessen Hälften momentan nach zwei entgegengesetzten Seiten auseinander gelegt werden konnten. Nach bestimmten Intervallen wurde je eine Glocke abgehoben und es wurden die Pflanzen, um sie schnell zu tödten, vorerst in grossen Schalen unter Weingeist getaucht und erst dann behufs der Entfärbung¹ in Alkohol enthaltende Röhren gebracht. Die erste derartige Versuchsreihe in directem Sonnenlichte wurde mit fünf Apparaten gemacht; die Insolation dauerte fünf Stunden (von 11 bis 4 Uhr). Stündlich wurden die Pflanzen von je einer Glocke in Alkohol gelegt. Bei der Untersuchung zeigte sich zu meiner nicht geringen Überraschung, dass die Primordialblätter der bloss während einer Stunde insolirten Pflanzen ganz mit Stärke erfüllt waren. Die Proben waren in allen Fällen (mit Ausnahme der Spaltöffnungszellen) stärkefrei.

Weitere, in ganz ähnlicher Weise angestellte Versuchsreihen mit kürzerer Insolationszeit führten zu dem unerwarteten Resultate, dass, falls die Stengel noch stärkerreich sind, schon eine nur 15, ja bisweilen selbst nur 10 Minuten andauernde Insolation hinreicht, um den Transport von nachweisbaren Stärkemengen in die Blätter zu veranlassen.

Eine genaue Bestimmung der Schnelligkeit der Stärkewanderung aus dem Stengel in die Blätter wäre gewiss nach vielen Seiten hin von grosser Wichtigkeit, ist aber der vielen Factoren wegen, die dabei in Betracht kommen und sich theilweise der Controle entziehen, sehr schwierig. Voran steht hierbei die individuelle Eigenart der Versuchspflanzen. Oft färbten sich bei gleich behandelten Pflanzen die Primordialblätter, deren Stengel anscheinend gleich viel Stärke enthielten, mit Jod in sehr

¹ Bei grossen und zahlreichen Versuchsreihen, wie sie zur Beantwortung der vorliegenden Fragen nothwendig wurden, war es nicht unwichtig, die Entfärbung der grünen Organe in Alkohol möglichst rasch zu bewerkstelligen. Es geschieht dies in grossen, nur zur Hälfte mit Alkohol gefüllten Röhren in directem Sonnenlichte in sehr kurzer Zeit.

verschiedenem Grade, ja nicht selten wurde bei derselben Pflanze das eine Blatt schön violett, während das andere farblos blieb. Ein weiterer Umstand, wodurch die Schwierigkeit, über die Schnelligkeit der Stärkewanderung ins Klare zu kommen, bedeutend gesteigert wird, liegt nebst Anderem in der Abhängigkeit dieser an sich schon mühevollen Versuche von der Witterung. Alle Vorbereitungen sind zwecklos, wenn sich zur Zeit der Exposition der Himmel unwölkt.

Da Pflanzen, welche man in kohlenstofffreier Luft gezogen hat, wegen der alsbaldigen Consumption der vorhandenen Stärke nur innerhalb eines kurzen Zeitraumes zu den in Rede stehenden Versuchen über Stärkewanderung aus dem Stengel in die Blätter verwendet werden können, so operirte ich später mit Topfpflanzen, welche frei in vollem Tageslichte in humusreicher Gartenerde oder in Sand cultivirt wurden. Bei diesen Pflanzen erhält sich, besonders wenn die zweiten Internodien gleich bei deren Anlage entfernt wurden, das erste Stengelglied stärke-reich. Da wegen der geringen Umständlichkeit soleher Culturen eine grosse Zahl von Pflanzen vorrätlich gehalten werden kann, so ist man, wenn während längerer Zeit täglich mehrere Töpfe ins Dunkel gebracht werden, von der Witterung natürlich weniger abhängig, indem es ja nicht viel verschlägt, wenn Pflanzen mit bereits entstärkten Blättern keine Verwendung finden können.

Solehe im Freien gezogene Pflanzen scheinen sich aber zu Versuchen über Stärkewanderung weniger gut zu eignen als jene, die unter Glasglocken über Kalilauge gezogen wurden. Während nämlich die entstärkten Blätter dieser Pflanzen, wie schon erwähnt, oft bereits nach einer 10 bis 15 Minuten dauernden Insolation stellenweise deutlich violett gefärbt wurden, war ein Gleiches bei den entstärkten Blättern der im Freien gezogenen Pflanzen erst dann der Fall, wenn sie, natürlich unter Glasglocken über Kalilauge, mindestens 15 bis 30 Minuten dem directen Sonnenlichte ausgesetzt waren. Vielleicht war diese Differenz eine zufällige, vielleicht war aber auch der Umstand von Einfluss, dass bei den in kohlenstofffreier Luft gezogenen Pflanzen die Bewegung der Stärke continuirlich nach aufwärts gerichtet ist; es wäre nicht unmöglich, dass die Verzögerung des Eintreffens der Stärke in die Blätter bei den im Freien gezogenen Pflanzen

durch die Schwierigkeit der nothwendig gewordenen Umkehr der Stärke-Strombahn bedingt sei. Bei Pflanzen, welche im Halbdunkel gezogen wurden, ist zur Zeit, als die Blätter bereits amylnumfrei geworden sind, auch im Stengel in der Regel nicht mehr viel Stärke vorhanden. Es verschwindet ferner die Stärke nicht aus allen Blättern derselben Cultur zu gleicher Zeit. Lässt man aber die Pflanzen vor dem Versuche so alt werden, bis man sicher ist, dass sich selbst in den Rippen keines einzigen Blattes mehr Stärke findet, so ist letztere auch im Stengel in der Regel nur mehr in geringer Menge vorhanden. Gleichwohl kann man sich auch bei Versuchen mit solchen Pflanzen leicht überzeugen, dass bei hinreichend intensiver Beleuchtung die Stärke aus dem Stamme in die Blätter wandert (im Sonnenlichte während 15 bis 20 Minuten).

Widerspricht schon die Thatsache, dass eine Überführung von Stärke aus dem Stamme in die Chlorophyllkörner möglich ist, ganz und gar unserer Vorstellung über die Stärkewanderung, so wird diese Erscheinung noch besonders auffallend durch den Umstand, dass dieselbe bedingt ist durch Einwirkung von Licht und zwar durch Licht von solcher Intensität, welches grüne Pflanzen auch zur Assimilation der Kohlensäure befähiget, und dass der besprochene Transport bei günstigen Bedingungen in so überraschend kurzer Zeit bewerkstelliget wird.

Die Wege der Stärkewanderung aus dem Stengel durch die Stiele in die Blätter sind die gestreckten Parenchymzellen der Gefässbündel, von denen aus sich die Stärke in das Mesophyll verbreitet. Ich besitze eine Reihe von in dieser Richtung sehr instructiven Blättern, bei denen die aus den Stielen durch die Rippen in das Blattparenchym sich ergießende Stärke den Eindruck eines Stromes macht, welcher sich in mehrere Arme theilt, deren Inhalt in der Ebene versiegt. Die von den grösseren Nerven entfernteren Gewebepartien sind noch ganz stärkefrei.

Ich bin von der mir ursprünglich gestellten Frage über die kürzeste Zeitdauer autochthoner Stärkebildung, im Verlaufe der zur Beantwortung der Vorfragen nothwendig gewordenen Untersuchungen weit abgeführt worden; es haben sich letztere, wie es bei derartigen Fragen so häufig geschieht, sowohl bezüglich ihres

Inhaltes als Umfangs in den Vordergrund gestellt. Durch das dabei gewonnene, an sich schon gewiss nicht unwichtige Resultat kommen wir aber erst in die Lage, uns bei der Beantwortung der ersten Frage vor arger Täuschung zu bewahren.

Ehe ich zur Beschreibung der directen Versuche, welche über die unmittelbare Stärkebildung in den Chlorophyllkörnern aus Kohlensäure von mir gemacht wurden, übergehe, ist es, in Anbetracht des oben Gesagten über Stärkewanderung, zur Beurtheilung des Werthes der dabei gewonnenen Resultate nothwendig, uns über die Natur und Eigenschaften der von mir verwendeten Versuchsobjecte etwas eingehender zu unterrichten. Nachdem wir wissen, dass die Stärke, welche in amyllumfreien Chlorophyllkörnern intensiv beleuchteter Pflanzen auftritt, durchaus kein directes Assimilationsproduct der Kohlensäure sein muss, so ist es klar, dass zu experimentellen Studien über autochthone Stärkebildung nur Objecte verwendet werden können, die in allen ihren Zellen nicht bloß frei von Stärke, sondern auch frei von solchen Verbindungen sind, welche erfahrungsgemäss in der lebenden Pflanze in Stärke verwandelt werden können, oder wir müssen uns durch Parallelversuche die Überzeugung verschaffen, dass die allenfalls gefundene Stärke nicht das Umwandlungsproduct irgend eines schon vor dem Versuche vorhanden gewesenen organischen Stoffes sei. Keimpflanzen von Schminkbohnen, welche schöngrüne und ganz gesund aussehende Blätter besitzen und mit Ausnahme der Spaltöffnungszellen und der beiden Blattkissen stärkefrei sind, erhält man, wenn man dieselben bei einer Temperatur von circa 20° C. während beiläufig drei Wochen im Halbdunkel cultivirt und nach Entfernung des Stengels von der Basis des zweiten Internodiums an, noch drei bis vier Tage in schwachem diffusen Tageslichte stehen lässt. Die zur Zeit der Entfernung des oberen Stengeltheiles im ersten Internodium vielleicht noch vorhandene Stärke wird bei der Respiration und der Entwicklung von Sprossen aus den Achseln der Primordialblätter verbraucht. Bei längerem Verweilen im Halbdunkel beginnen die Blätter meist von der Spitze an zu welken, bei den verschiedenen Individuen derselben Cultur jedoch durchaus nicht gleichzeitig.

Bringt man Pflanzen mit eben erschlaffenden Blättern in Verhältnisse, welche der Kohlensäurezersetzung günstig sind, so bildet sich in ihnen entweder gar keine Stärke oder doch nur in der Nähe der grösseren Rippen. Aber auch Blätter von Pflanzen derselben Cultur, welche noch ganz turgid sind, zeigen bisweilen eine ähnliche partielle Inpotenz der Stärkebildung. Es ergibt sich hieraus, dass stärkefreie, im Halbdunkel gezogene Pflanzen ein nicht sehr geeignetes Object zum Studium autochthoner Stärkebildung sind. Sind die Blätter noch zweifellos völlig gesund, so ist in deren Stielen vielleicht noch Stärke enthalten; ist aus letzteren aber alles Amylum sicher verschwunden, so tragen die noch ganz frisch aussehenden Blätter vielleicht schon den Keim des Todes in sich.

Hierzu kommen noch weitere Bedenken. Sind nämlich die Blätter der im Halbdunkel gezogenen Pflanzen immerhin schön grün, so sind sie doch nicht so intensiv grün, wie die von Pflanzen, welche in vollem Tageslichte cultivirt wurden. Bei der gewiss sehr delicaten Frage über die kürzeste Frist, innerhalb welcher autochthone Stärke in nachweisbarer Menge gebildet werden kann, ist dies, sowie die Möglichkeit, dass die im Halbdunkel ergrüntten Chlorophyllkörner erst im vollen Tageslichte die zur Kohlensäure-Zersetzung nothwendige Organisation erhalten, von vornherein nicht ganz unwesentlich.

Es ist aber gar nicht nothwendig, zu Versuchen über autochthone Stärkebildung ganze Pflanzen zu verwenden. Die Kohlensäurezerlegung erfolgt in den grünen Blättern unabhängig von der Function der übrigen Pflanzenorgane¹. Es kann daher

¹ Nicht nur die Stärkebildung, auch die anderweitigen Lebensfunctionen grüner Blätter sind bis zu einer gewissen Grenze von Wurzel und Stengel unabhängig.

Die Blätter der im Halbdunkel gezogenen Keimpflanzen von *Phaseolus multiflorus* verlieren die Stärke, welche sie in ihren ersten Entwicklungsstadien enthielten, schon lange bevor dieselben ihr Flächenwachsthum vollender haben. Das Wachsthum der bereits stärkefreien Blätter geschieht auf Kosten von organischen und unorganischen Stoffen, welche entweder in geöstem Zustande in den Mesophyllzellen bereits enthalten waren, oder welche denselben aus dem Stengel nach Massgabe des Bedarfes erst zugeführt wurden. Ist letzteres auch a priori viel wahrscheinlicher, so ist es doch nichts weniger als gewiss. Durch die bekannte Thatsache, dass vom

bei irgend welchen Versuchen über autochthone Stärkebildung das fragliche Resultat nicht im mindesten alterirt werden, wenn man mit abgeschnittenen Blättern operirt, zumal wenn man bedenkt, dass die Versuchsdauer nur eine ganz kurze ist.

Stengel losgelöste Blätter vieler Pflanzen nicht sofort absterben, sondern unter geeigneten Verhältnissen sich individualisiren und bewurzeln können, schien mir die Methode an die Hand gegeben zu sein, durch Versuche zu entscheiden, ob das eine oder das andere der Fall sei. Ich verfuhr dabei so:

Durchschnittlich 45 Ctm. breite Blätter von beiläufig 14 Tage alten, im Halbdunkel gezogenen Pflanzen, deren zweite Internodien gegen 10 Ctm. lang waren, wurden unter Glasglocken theils in reiner, theils in Kohlensäure hältiger Luft auf flache Teller gelegt und entweder nur mit destillirtem Wasser feucht gehalten oder mit verschiedenen (kohlen-, schwefel-, phosphor- oder salpetersauren) Kalksalzen gespeist. Zu jedem Versuche wurden 24 Blätter verwendet.

Im Halbdunkel verloren die Blätter bald ihre Stärke vollständig und wuchsen nicht im mindesten. Bei den Versuchen in vollem zerstreutem Tageslichte aber ergaben sich folgende Resultate:

1. In kohlensäurefreier Luft und destillirtem Wasser erfolgte durchschnittlich eine Vergrößerung des Querdurchmessers um 0.5 Ctm. Nach 10 Tagen (am 8. Juli) fingen mehrere Blätter an zu vergilben. Die noch grünen 13 Blätter wurden dann in kohlensäurehältige Luft gebracht. Nach weiteren 14 Tagen (am 23. Juli) waren dieselben schön bewurzelt und hatten ihren Querdurchmesser um 0.8, während der ganzen Versuchszeit also um 1.3 Ctm. vergrößert. Am 14. August waren die Blätter nur mehr längs der Rippen grün, wurden aber nach geeigneter Vorbehandlung mit Jod grösstentheils schwarz gefärbt. Ganz analog war das Resultat jenes Versuches, bei welchem die Blätter auf kalkhaltiger Unterlage zuerst in kohlensäurefreier, dann in kohlensäurehältiger Luft dem vollen Tageslichte ausgesetzt waren.
2. In kohlensäurehältiger Luft und destillirtem Wasser betrug die Zunahme des Querdurchmessers der Blätter durchschnittlich 1.6 Ctm. aus jedem Blatte hatten sich zahlreiche Wurzeln gebildet.
3. Die in kohlensäurehältiger Luft mit den genannten Kalksalzen gespeisten Blätter bildeten insgesamt zahlreiche, bis 24 Ctm. lange Wurzeln und vergrößerten ihren Querdurchmesser im Mittel um 1.8 Ctm. Die Wirkung der verschiedenen Kalksalze war nicht wesentlich verschieden. Nach sechswöchentlicher Versuchsdauer waren die Blätter grösstentheils vergilbt, gleichwohl aber auch in den chlorophyllfreien Theilen sehr stärkereich.

Aus diesen Versuchen scheint hervorzugehen, dass das Wachsthum, welches bei abgeschnittenen halbentwickelten Blättern von im Halbdunkel gezogenen Pflanzen erfolgt, wenn dieselben in kohlensäurefreier Luft

Stärkefreie Blätter von Keimpflanzen der Feuerbohne mit zweifellos ganz gesunden Chlorophyllkörnern kann man bekauntlich sowohl von Pflanzen, die im Halbdunkel, als solchen, welche in vollem Tageslichte gezogen wurden, sehr leicht haben. Aus Blättern der im schwachen Tageslichte gezogenen Pflanzen ist die Stärke nach noch kaum vollendetem Längenwachsthum der Stiele, also zu einer Zeit, wo der sogenannte Stärkering des ersten Internodiums mit Jod noch meist blau wird, schon völlig verschwunden, und die Blätter der im vollen Tageslichte gezogenen Pflanzen sind, wenn man diese bei einer Temperatur von circa 20° C. während zwei Tagen ins Dunkel bringt, mit Ausnahme der Spaltöffnungszellen sicher entstärkt.

Auch abgeschnittene Blätter verlieren im Dunkel oder Halbdunkel und in kohlenstofffreier Luft in vollem Tageslichte, offenbar in Folge der Athmung, ihre Stärke. Bei zahlreichen Versuchen konnte ich hinsichtlich der Schnelligkeit der Entstärkung

dem vollen Tageslichte ausgesetzt werden, sich auf Kosten der in den Mesophyllzellen noch enthaltenen Stärke vollziehen. Es geschieht dies jedoch nicht, wenigstens nicht ausschliesslich, denn:

1. abgeschnittene Blätter, welche während zwei Tagen im Dunkel entstärkt wurden, vergrössern sich durchschnittlich kaum weniger als solche, welche gleich nach dem Abschneiden unter Glasglocken über Kalilauge ins volle Tageslicht gebracht wurden.
2. 24 stärkefreie Blätter von drei Wochen alten, im Halbdunkel gezogenen Pflanzen, deren grösster Querdurchmesser im Mittel 5.2 Ctm. betrug, vergrösserten diesen Durchmesser bei intensiver Beleuchtung in kohlenstofffreier Luft während sieben Tagen auf 5.6 Ctm.; dann fingen dieselben an zu vergilben.

Diese Thatsachen scheinen dafür zu sprechen, dass das Wachsthum der Blätter unter obigen Umständen durch Streckung der Zellwände ohne Einlagerung neuer Cellulosemoleküle erfolge, man müsste dem annehmen, dass gewisse im Protoplasma gelöste Baustoffe nur unter der Einwirkung intensiven Lichtes dazu verwendet werden können. Das Flächenwachsthum der mit Kohlensäure gespeisten und mit destillirtem Wasser befeuchteten Blätter war nicht viel geringer, als das jener Blätter, welche auf kalkhaltiger Unterlage dem vollen Tageslichte exponirt waren. Ein bedeutender Unterschied zeigte sich aber in der Reichlichkeit der Wurzelbildung. Es ergibt sich hieraus, dass die Primordialblätter der Feuerbohnen, im Gegensatz zu deren Samen, relativ reicher sind an organischen als an anorganischen Nährstoffen. (Vide Boehm, über den vegetabilischen Nährwerth der Kalksalze. Sitzb. d. k. Akad. der Wissensch. in Wien, 71. Bd., 1875.)

zwischen abgesechnittenen und mit unversehrten Pflanzen in Verbindung gebliebenen Blättern keinen Unterschied finden, obwohl in letzterem Falle sicher ein Theil der Stärke in den Stengel wandert. Gegen die allfällige Annahme, dass aus abgesechnittenen Blättern Stärke in Form von Zucker durch die Blattstiele in das Wasser, worin letztere eintauchen, austrete, spricht der Umstand, dass Blätter und Blattstücke auf feuchtem Papier unter Glaslocken eben so schnell ihre Stärke verlieren⁶.

Werden stärkehaltige Blätter im Dunkel oder Halbdunkel mit einem Theile ihrer Lamina unter Wasser getaucht, so wird auch dieser entstärkt. Dasselbe geschieht bei Blättern und Blattstücken, welche in offenen weiten Gefässen ganz unter Wasser gebracht werden, falls sie nicht überreich an Stärke waren, bei gewöhnlicher Temperatur innerhalb zwei Tagen. Werden die Blätter jedoch in kleine mit Wasser gefüllte Gefässe eingeschlossen, so sterben sie, ohne ihre Stärke zu verlieren, ebenso, wie in ausgekochtem und mit Quecksilber abgesperrtem Wasser, oder in sauerstofffreien indifferenten Gasen.

Bei der Bildung autochthoner Stärke durch assimilationsfähige Blätter kommen vor Allem zwei Factoren in Betracht: das zu verwendende Rohmaterial (Kohlensäure und Wasser), und die zur Zerlegung nothwendige Kraft (Licht und Wärme). Bei der vorliegenden Arbeit wurde auf das Wärmeoptimum für die Kohlensäure-Zerlegungsfähigkeit meiner Versuchspflanze keine Rücksicht genommen. Die Versuche wurden alle bei einer Temperatur gemacht, bei welcher der gedachte Process zweifellos vor sich geht.

Für das Lichtminimum, welches zur Zerlegung der Kohlensäure nothwendig ist, haben wir kein anderes Mass, als den Eintritt des Processes selbst. Bringt man ein grünes Blatt mit einer Phosphorkugel in reines, mit Quecksilber abgesperrtes Wasserstoffgas, so erfolgt in der Nähe eines Fensters alsbald Rauchbildung, während dies einige Schritte davon entfernt, bei gleichzeitiger Volumvergrößerung in Folge von Kohlensäureentbindung, nicht der Fall ist. Unser Auge hat für diese Differenz der Lichtintensität kein sicheres Unterscheidungsvermögen.

Die Energie des Processes der Kohlensäurezerlegung schwankt bekanntlich mit dem Grade der Lichtstärke, und es ist

kaum zweifelhaft, dass innerhalb gewisser Grenzen die Zerlegung der Kohlensäure durch ein bestimmtes assimilationsfähiges Organ mit der dieselbe bedingenden Lichtintensität in einem gewissen Verhältnisse parallel läuft. Ob mit zunehmender Lichtstärke (aber bei günstiger Temperatur) dem in Rede stehenden Prozesse endlich eine Grenze gesetzt würde, müssen wir dahin gestellt sein lassen. In directem Sonnenlichte, unserer intensivsten Lichtquelle, erfolgt der Process bekanntlich viel lebhafter als in vollem zerstreuten Tageslichte. Das Erblassen gewisser grüner Organe im Sonnenlichte hat, wo wir die Erscheinung genauer kennen, mit der Kohlensäurezersetzung, direct wenigstens, nichts zu schaffen, sondern ist durch die von mir (bei den Crassulaceen) entdeckte Lageveränderung der Chlorophyllkörner bedingt. Die Ursache des langsamen und unvollständigen Ergrünens der Blätter von Keimpflanzen der Feuerbohne etc. in directem Sonnenlichte ist, wofür auch die verkrüppelte Form solcher Blätter spricht, meines Erachtens durch Störung anderer Prozesse in den lebenden Zellen bedingt. Das Erblassen von grünen lebenden Blättern und die Entfärbung von todtten Chlorophyll unter Sauerstoffaufnahme im Sonnenlichte sind, obwohl äusserlich analog, in ihrem Wesen wahrscheinlich noch differenzirtere Erscheinungen als die Kohlensäure-Ausscheidung eines lebenden und eines sich zersetzenden Organismus. Dass aber durch Licht von einer gewissen übergrossen Intensität lebendes Chlorophyll primär getödtet und dann zerstört würde, wäre wohl eine nach dem heutigen Stande der Wissenschaft zulässige Hypothese, für die aber bisher auch nicht die Spur eines Beweises beigebracht werden kann. — Bei der Beantwortung von Fragen über physiologische Lichtwirkung ist es ein wesentliches Erforderniss, dass die Lichtstärke während der ganzen Versuchsdauer eine wenigstens annähernd constante und vergleichbare Grösse sei. Dies ist nur bei dem directen Sonnenlichte, welches unter einem bestimmten Winkel einfällt, der Fall.

Dem Gesagten zufolge ist es klar, dass Versuche zur Entscheidung der Frage, innerhalb welches kürzesten Zeitraumes die Bildung autochthoner Stärke möglich ist, gleich denen über den Transport von Stärke aus dem Stamme in die Chlorophyllkörner, nur im directen Sonnenlichte gemacht werden können.

Die Muttersubstanz, aus welcher theilweise alle organischen Körper in der Natur durch Vermittlung von grünen Pflanzen gebildet werden, ist bekanntlich die Kohlensäure, deren Quantität in der atmosphärischen Luft eine relativ geringe ist.

Um die Vegetationserscheinungen in der freien Natur zu verstehen, müssen wir selbstverständlich die Schnelligkeit der Kohlensäure-Assimilation durch grüne Pflanzen studiren, welche in natürlichen Verhältnissen leben. Obwohl wir nun wissen, dass gerade die Menge von Kohlensäure, welche in der atmosphärischen Luft vorhanden ist, für den dauernden Bestand unserer Vegetation die zuträglichste ist, so folgt daraus doch gar nicht, dass bei Gegenwart einer grösseren Menge dieses Gases die Bildung organischer Substanz und speciell der Stärke durch Vermittlung des Chlorophylls nicht schneller erfolgen würde. Erst wenn wir den Verlauf eines organischen Processes unter den günstigsten, wenn auch künstlich hergestellten Bedingungen kennen, können wir die Vorgänge in der freien Natur mit Umsicht und Verständniss beurtheilen; wir dürfen dabei nur nicht ausser Acht lassen, dass sich im complicirten Zellenleben sehr mannigfache Prozesse abspielen und dass Bedingungen, welche eine, wenn auch noch so wichtige Function fördern, unter Umständen die Existenz des Organismus gefährden können. Das Gesagte gilt insbesondere bezüglich der in einer bestimmten (künstlich hergestellten) Atmosphäre enthaltenen Quantität jenes Gases, aus welchem die grüne Vegetation die Hauptmasse ihres Leibes aufbaut.

Dass die Menge der Kohlensäure, welche einer im Freien wachsenden Pflanze geboten wird, nicht unter allen Verhältnissen die gleiche ist, sondern in hohem Grade von deren Standorte abhängt, dürfte wohl ohnehin kaum bezweifelt werden und ergibt sich auch aus Folgendem. Es wurden an einem völlig windstillen und fast wolkenfreien Tage (29. August 1874) durch zwei Röhren mit Barytwasser, von denen die eine in Mitte einer Hecke aus Ligustrum, die andere aber 20 Schritte davon entfernt auf freiem Felde aufgestellt war, von 10—2 Uhr je 20 Liter Luft gesogen. Während die Flüssigkeit in der ersten Röhre nur schwach getrübt war, hatte sich in der zweiten ein starker weisser Niederschlag gebildet. Es ist ferner bekannt, dass die Knollen-

bildung von Kartoffelpflanzen in einem vorzüglich geeigneten Boden und bei hinreichender Beleuchtung, aber sehr windstillen Lage, eine wenig reichliche ist. Der Grund hierfür ist leicht einzusehen. Andererseits ist es zweifellos, dass die Üppigkeit von Culturen in gedeckten Mistbeeten, theilweise wenigstens, durch den reichen Kohlensäuregehalt der Luft bedingt wird. Dass jedoch eine übergrosse Menge von Kohlensäure der Vegetation schädlich ist, hat schon Saussure gewusst. Bei meinen Versuchen¹ wurde das Ergrünen vergeilter junger Kresspflanzen schon durch wenige Kohlensäure-Procente in der betreffenden Atmosphäre sichtlich beeinträchtigt. Godlewski² hingegen hat nachgewiesen, dass die Sauerstoffausscheidung am ausgiebigsten erfolgt, wenn die Atmosphäre der Versuchspflanzen 5—10 Procent Kohlensäure enthält³.

Da die grösste Menge der von den Pflanzen zersetzten Kohlensäure zur Bildung des festen Zellwandgerüsts verwendet wird, so muss der Kohlenstoff der zerlegten Kohlensäure bei jenen Pflanzen, deren grüne Organe, nach geeigneter Vorbehandlung, mit Jod violett werden (und diese bilden die grosse Überzahl), in den Chorophyllkörnern als Stärke erscheinen. Es wird demnach autochthone Stärkebildung schneller in einer Atmosphäre erfolgen, welcher eine gewisse Menge Kohlensäure beigemischt wurde, als in gewöhnlicher Luft.

Auf Grundlage aller dieser Erwägungen habe ich in den Sommermonaten der zwei letzten Jahre eine grosse Reihe von Versuchen über autochthone Stärkebildung, und zwar in der

¹ Boehm, über den Einfluss der Kohlensäure auf das Ergrünen und Wachstum der Pflanzen, Sitzb. d. kais. Akad. d. Wissensch. in Wien, 68. Bd., pag. 171.

² Godlewski, Abhängigkeit der Sauerstoffausscheidung der Blätter von dem Kohlensäuregehalt der Luft. Arbeiten des bot. Institutes in Würzburg, pag. 343—371. 1872.

³ Dass die derartigen Versuche von Godlewski (Flora 1873, pag. 378—384) mit Keimpflanzen von *Raphanus* zu keiner Schlussfolgerung über autochthone Stärkebildung berechtigen, da sich in den Cotylen des Rettigs auch im Dunkeln aus dem vorhandenen Öle Stärke bildet, habe ich in meiner Abhandlung: „Über Stärkebildung in den Keimblättern der Kresse etc.“ nachgewiesen.

Regel im directen Sonnenlichte gemacht. Ich bediente mich hierzu tubulirter, 30 Ctm. hoher und 20 Ctm. weiter Glaszylinder, unter welchen die Versuchsobjecte auf 22 Ctm. weite und 2 Ctm. tiefe Tassen gestellt wurden. Die Tubuli der Glasglocken wurden mit durchbohrten Kautschukstößeln, in deren Öffnungen ein kurzes Glasrohr steckte; verschlossen, die Apparate unter dem oben beschriebenen Segeltuchzelte der Reihe nach aufgestellt und die Tassen mit Wasser vollgefüllt. Dann wurde durch das Glasrohr im Stöpsel mittelst eines Kautschukschlauches in jede Glocke so viel Kohlensäure eingeleitet, bis das Wasser aus dem Glockenraume vollständig verdrängt war, und nach der Entfernung des Schlauches das Glasrohr mit einer Kautschukkappe verschlossen. Die Kohlensäure bereitete ich mir anfangs mittelst Salzsäure aus Marmor. Da es jedoch schwierig und umständlich ist, das so bereitete Gas von den letzten Spuren mitgerissener Dämpfe von Salzsäure zu befreien, so verwendete ich zur Darstellung desselben später Magnesit und mässig concentrirte Schwefelsäure. Zu diesem Zwecke wurden gegen 50 Ctm. lange und 3—4 Ctm. weite Glasröhren an einem Ende zugeschmolzen, mit wallaussgrossen Stücken von Magnesit gefüllt und dann das offene Ende in einen Tubulus ausgezogen. Das entbundene Gas wurde mittelst einer Woulfen'schen Flasche in Wasser gewaschen und die Lebhaftigkeit der Entwicklung desselben durch Erwärmen der Röhre oder Einsenken derselben in kaltes Wasser regulirt.

Bei den ersten Versuchen (im Sommer 1874), welche ich mit beiläufig drei Wochen alten Keimpflanzen der Feuerbohne, die entweder im Halbdunkel, oder frei im vollen Tageslichte gezogen wurden, gemacht habe, konnte ich in den ursprünglich stärkefreien oder durch Lichtabschluss entstärkten Blättern schon bisweilen nach einer nur drei Minuten währenden Insolation zweifellose Spuren von Stärke nachweisen. Nach einer Versuchsdauer von 15 Minuten färbten sich die Blätter mit Jod in der Regel recht deutlich violett. Ich hielt diese Stärke für ein ursprüngliches Assimilationsprodukt der Kohlensäure. Erst im Beginne des verflossenen Sommers wurde mir klar, dass dieselbe theilweise jedenfalls aus dem Stengel meiner Versuchspflanzen in die Chlorophyllkörner eingewandert sei. Während der Monate

Juli, August und September habe ich fast jeden Tag mit wolkenlosem Himmel benützt zu Versuchen mit abgeschnittenen stärkefreien Blättern, welche mit ihren Stielen in Wasser getaucht wurden. Da dieselben nach einer halbständigen Insolation ausnahmslos Stärke enthielten, so beschränkte ich bei den weiteren Versuchsreihen die Insolationsdauer auf 5, 10, 15, 20, 25 und 30 Minuten.

Zur strikten Beantwortung unserer Frage wäre es vor Allem wichtig, im Besitze einer Methode zu sein, welche es ermöglichen würde, selbst die geringsten Spuren von Stärke nachzuweisen. Obwohl das von mir angegebene und von Sachs verbesserte Verfahren ein im Allgemeinen gewiss recht brauchbares ist, so wird es doch mittelst desselben in einzelnen Fällen ausserordentlich schwer, vorurtheilstrei zu entscheiden, ob die Farbe eines unter dem Mikroskope betrachteten Blattstückchens durch die Gegenwart von Jodstärke mitbedingt sei oder nicht. Zweitägige Maceration der Blätter in ziemlich concentrirter Kalilauge ist, um alles Protoplasma zu zerstören, vor Allem unerlässlich. Zweckdienlich ist es auch, die Färbung eines zweifellos stärkefreien Blattes mit dem Versuchsobjecte zu vergleichen. — Die kürzeste Frist, innerhalb welcher ich die Bildung autochthoner Stärke in abgeschnittenen stärkefreien Blättern nachweisen konnte, betrug 10 Minuten. Nach einer viertelständigen Insolation wurden manche Blätter mit Jod schon recht deutlich violett, während andere bei ganz gleicher Behandlung noch keine (mikroskopisch nachweisbare) Stärke gebildet hatten. Es macht sich also auch hier die Individualität der Versuchsobjecte in hohem Grade geltend.

Zwischen Blättern von Pflanzen, welche im Halbdunkel, und solchen, die im vollen Tageslichte gezogen und dann während zweier Tage im Halbdunkel entzückt wurden, konnte ich bezüglich der Schnelligkeit autochthoner Stärkebildung keinen Unterschied nachweisen.

Um dem allfälligen Einwande zu begegnen, dass in stärkefreien Blättern, wie ich sie zu meinen Versuchen verwendete, irgend eine Substanz vorhanden sei, welche in vollem Tages- oder im Sonnenlichte als Stärke niedergeschlagen werde, wurden entsprechende Versuche auch in kohlensäurefreier Luft gemacht, aber, wie es vorauszusehen war, mit negativem Resultate.

Bei Versuchen mit abgeschnittenen Blättern im Freien hängt die Schnelligkeit der Stärkebildung in hohem Grade von der Luftbewegung ab. So enthielten Blätter, welche in einem offenen Glaseylinder während acht Stunden insolirt wurden, noch keine Spur von Stärke, während andere, die gleichzeitig auf eine Gartenmauer gestellt worden waren, schon nach dreiviertelstündiger Insolation mit Jod schwach violett gefärbt wurden.

Die Thatsache, dass von und in den Chlorophyllkörnern der Feuerbohne häufig innerhalb eines Zeitraumes von nur 10 Minuten unter günstigen Bedingungen nachweisbare Mengen von Stärke gebildet werden können, ist gewiss eine recht interessante, darf uns aber, wie dies seinerzeit bereits von Kraus betont wurde, in Anbetracht der grossen Menge organischer Substanz, welche von manchen, gerade nicht überreich beblätterten Pflanzen während einer Vegetationsperiode gebildet wird, nicht besonders überraschen. Und wenn wir erwägen, dass die Anzahl der in den Chlorophyllkörnern gebildeten Stärkemoleküle eine sehr beträchtliche sein muss, ehe wir dieselben für unser Auge sichtbar machen können, und weiter bedenken, dass Blätter, welche mit Jod ganz dunkel violett gefärbt werden, bei einer Temperatur, die jener entspricht, bei welcher die Versuche in directem Sonnenlichte gemacht wurden, bei Lichtabschluss oder im Halbdunkel schon längstens innerhalb 24 Stunden völlig entstärkt sind, und dass die Versuchsobjecte stärkefreie, also sehr stärkebedürftige Blätter sind, von denen ein Theil, oder bei Beginn des Versuches vielleicht alle soeben gebildete Stärke wieder verbraucht wird, so müssen wir zur Überzeugung kommen, dass zur Bildung von Stärke aus Kohlensäure ein viel kürzerer Zeitraum als 10 Minuten erforderlich ist. Ich halte es für das Wahrscheinlichste, dass der Kohlenstoff der von chlorophyllhaltigen Zellen zerlegten Kohlensäure sich mit Wasser unmittelbar zu Stärke verbindet, dass also aus je sechs Molekülen zer-setzter Kohlensäure unter Addition von fünf Molekülen Wasser unmittelbar ein Molekül Stärke gebildet wird. Diese Hypothese erscheint den Meisten wohl gar zu einfach. Darauf aber möchte ich erwiedern, dass ihrer Annahme keine principiellen Bedenken entgegen stehen, und dass die uns so räthselhafte Assimilation der Kohlensäure durch Vermittlung des lebenden Chlorophylls

in Folge der Supposition complicirter Vorgänge nicht verständlicher wird. Und wenn es auch gelänge, in unseren Laboratorien aus Kohlensäure etc. Stärke zu erzeugen, so würde dasselbe sehr wahrscheinlich auf ganz anderen Wegen geschehen, als in der geheimnissvoll waltenden Zelle.

Die frühere Ansicht, dass auch grüne Pflanzen, ähnlich den Saprophyten, die kohlenstoffhaltigen Bestandtheile ihres Leibes aus sogenannten Humussubstanzen aufbauen, erscheint bei einiger Überlegung nicht nur schon a priori völlig unzulässig, sondern ist durch zahlreiche Versuche so schlagend widerlegt, dass man fast Anstand nehmen muss, sei es auch nur nebenher, auf die Frage über die Aufnahme organischer Substanzen durch grüne, im Boden wurzelnde Gewächse überhaupt zurückzukommen. Und doch ist die Sache, wie ich glauben möchte, nicht ganz so einfach und klar. Die meisten oder doch viele chlorophyllfreie Pflanzen sind von den ihnen systematisch nahestehenden chlorophyllhaltigen in ihrer Organisation nicht wesentlich verschieden, so dass man von vornherein absolut nicht begreifen kann, warum letztere, wenn sie sich auch aus anorganischen Stoffen aufbauen können, unter Umständen nicht auch mittelst der Wurzeln organische Verbindungen aus dem Boden aufnehmen sollten. In gewissem Sinne leben ja alle chlorophyllfreien Organe einer grünbeblätterten Pflanze parasitisch von den in den Chlorophyllkörnern assimilirten Stoffen; die Moosfrucht und viele Embryonen stehen mit der Bezugsquelle ihrer Nahrung nur in einem lockeren Verbande. Und doch ist es mir auf keine Weise gelungen, vergelte Keimpflanzen der Bohne nach Entfernung der Cotylen und nach Aufbrauch der bereits in den Stengel übergeführten Reservestoffe durch Verabreichung von Zucker-, Stärkelösung etc. zu weiterem Wachstume zu veranlassen¹. Keimpflanzen der Bohne

¹ Van Tieghem will gefunden haben, dass bei sich entwickelnden Embryonen von *Mirabilis Jalappa* das Sameneiweiss „durch einen Brei ersetzt werden kann, welcher von seiner eigenen Substanz gebildet ist, oder durch eine Paste eines fremden Eiweisskörpers von analoger chemischer Beschaffenheit, oder auch, wenn schon in geringerem Grade, durch einen

können ihren Kohlenstoffbedarf nur durch Zerlegung von Kohlensäure decken. Diese Kohlensäure wird bei allen Landpflanzen sicher zum grössten Theile und bei Wasserculturen wohl ausschliesslich durch die Blätter aus der atmosphärischen Luft aufgenommen. Es ist aber kaum zu bezweifeln und wird auch allgemein angenommen, dass eine gewisse Menge des genannten Gases mit der Bodenflüssigkeit auch durch die Wurzeln den assimilirenden Organen zugeführt wird. Das Interesse des Physiologen und des Landwirthes gipfelt jedoch in der experimentellen Lösung der Frage: Ob die Menge der von den Wurzeln aufgenommenen Kohlensäure auch eine irgendwie ausgiebige oder doch wenigstens nachweisbare Kohlenstoffquelle für grüne Pflanzen werden kann. Beweiskräftige directe Versuche hierüber sind meines Wissens bisher nicht gemacht worden¹. Solche Versuche müssen meines Erachtens dahin gerichtet sein, bei Ausschluss

Brei, der nur den vorherrschenden wesentlichen Bestandtheil allein enthält, das heisst durch einen Stärkebrei, dessen Wirkung man verbessert, wenn man ihm salpetersaure oder phosphorsaure Mineralsubstanzen zusetzt.“ (Ann. des Scienc. nat. Botanique. Ser. V, t. 27. pag. 205. Naturforscher 1873, pag. 365.) Bei Wiederholung der Versuche unter Berücksichtigung aller Umstände dürfte sich van Tieghem wohl überzeugen, dass er sich geirrt hat.

¹ In seiner Anatomie und Physiologie der Pflanzen schreibt Unger pag. 337: „die Frage kann nur die sein, ob jene Assimilation sich ausschliesslich auf die durch die Blätter aufgenommene Kohlensäure beschränkt, oder ob sich hieran auch die mittelst der Wurzeln den Blättern zugeführte Kohlensäure betheiligt. Da die Menge der in der Luft vorhandenen Kohlensäure so ausserordentlich klein ist, dass die in kurzer Zeit oft sehr zunehmende Pflanzensubstanz unmöglich von dieser kleinen Quantität abgeleitet werden kann, so steht zu vermuthen, dass der Kohlenstoff ebenso durch die Wurzeln als durch die Blätter in die Pflanze gelange.“ Nach Unger's Berechnung hätte bei dem bekannten Versuche Boussingault's ein 20-blättriger Zweig der Weinrebe während sechs Monaten nur 3.3838 Gramma Kohlenstoff assimilirt. „Es geht daraus hervor, dass noch eine andere Quelle von Kohlenstoff existiren müsse, welche der Pflanze den während ihrer Vegetation nöthigen Kohlenstoff darzureichen im Stande ist.“ l. c. pg. 338. Aus der Gewichtszunahme, welche fünf junge Bäume während eines vollen Jahres in guter Ackererde erfahren hatten, ergab sich nach Unger: „dass im günstigsten Falle der durch die Blätter erlangte Kohlenstoff den vierten, in den übrigen Fällen den zwölften, fünfzehnten, ja sogar nur den achtzehnten Theil des gesammten Kohlenstoffgewinnes betrug“.

der Kohlensäurezufuhr durch die Blätter, in den Chlorophyllkörnern völlig stärkefreier Pflanzen entweder die durch die Wurzeln aufgenommene Kohlensäure als Stärke nachzuweisen, oder vergleichend festzustellen, ob Pflanzen, welche in einem kohlenensäurehaltigen Boden gezogen wurden, besser gedeihen, das heisst ein grösseres Trockengewicht erreichen, als solche, welche dieses Gas auf dem genannten Wege nicht beziehen können.

Von dieser Ansicht geleitet zog ich in den Sommermonaten 1874 und 1875 zu wiederholten Malen aus gleichschweren Samen der Feuerbohne Keimpflanzen theils in mit Nährstofflösung feucht gehaltenem Quarzsande, theils in humusreicher Gartenerde, und zwar:

1. Im Halbdunkel bis zur völligen Verschrumpfung der Cotylen. Die 20—24 Tage alten Pflanzen kamen entweder unversehrt oder nach Entfernung des Stengels von der Basis des zweiten Internodiums an im vollen zerstreuten Tageslichte unter Glasglocken über Kalilauge. In den Primordialblättern trat in keinem Falle und zu keiner Zeit Stärke auf, und die im Sande gezogenen Pflanzen starben nicht früher, als die in Humus cultivirten.
2. Im vollen Tageslichte unter mit Kalilauge abgesperrten Glasglocken. Auch hier war in der Entwicklung und Lebensdauer zwischen den in Nährstofflösung und in Humus gezogenen Pflanzen nicht der geringste Unterschied wahrnehmbar.

Diese Versuchsresultate nöthigen zur Annahme, dass durch die Wurzeln der Feuerbohne nicht nur nichts von organischen Kohlenstoffverbindungen, sondern auch keine Kohlensäure aufgenommen wird. Die Kohlensäure der Luft reicht völlig aus, um auch die unter gewöhnlichen Verhältnissen sehr raschwüchsigen Pflanzen durch Vermittlung der Blätter mit dem zu ihrem Aufbaue nöthigen Kohlenstoffe zu versehen.

Die Resultate der vorstehenden Abhandlung möchte ich in folgenden Sätzen zusammenfassen:

1. Die bisherige Ansicht, dass alle Stärke, welche in entstärkten Chlorophyllkörnern von Pflanzen auftritt, wenn

diese dem vollen Tageslichte ausgesetzt wurden, ein unmittelbares Assimilations - Product der Kohlensäure sei, ist unrichtig.

2. Jene Lichtintensität, welche hinreicht, um grüne Pflanzen zur Zerlegung der Kohlensäure zu befähigen, bewirkt auch eine Wanderung der Stärke aus dem Stengel in die Chlorophyllkörner.
3. Im directen Sonnenlichte erfolgt bei *Phaseolus multiflorus* der Transport einer nachweisbaren Stärkemenge aus dem Stengel in die Chlorophyllkörner-Blätter schon innerhalb 10—15 Minuten.
4. Versuche über autochthone Stärkebildung (in Folge unmittelbarer Assimilation von Kohlensäure) in den Chlorophyllkörnern können nur mit völlig stärkefreien Pflanzen oder mit entstärkten abgeschnittenen Blättern gemacht werden.
5. Die Entstärkung abgeschnittener Blätter (oder Blattstücke) der Feuerbohne erfolgt in schwachem diffusen Tageslichte oder im Dunkel eben so schnell, wie jener, welche mit der unversehrten Pflanze in Verbindung blieben. Nicht sehr amylnreiche Blätter werden auch entstärkt, wenn sie in grösseren offenen Gefässen ganz oder theilweise unter Wasser getaucht werden, nicht aber in sauerstoffreiem Wasser oder in reinem Stickstoff oder Wasserstoffgas.
6. Noch im Wachsthum begriffene, abgeschnittene und entstärkte Blätter von bei schwacher Beleuchtung gezogenen Feuerbohnen bilden in vollem Tageslichte in kohlenensäurehaltiger Atmosphäre nicht nur Wurzeln aus den Blattstielen, sondern vergrössern auch ihren Querdurchmesser, selbst wenn sie bloss mit destillirtem Wasser befeuchtet werden, beiläufig um ein Drittel.
7. Ganz junge Primordialblätter der Keimpflanzen von Feuerbohnen, welche im Dunkeln oder in schwachem zerstreuten Tageslichte gezogen wurden, sind nicht stärkefrei, sondern enthalten in den Rippen und unteren Mesophyllzellen sehr viel, in dem Palissadengewebe hie und da etwas Stärke.

8. In destillirtem Wasser und unter Einfluss des vollen Tageslichtes unter Glasglocken über Kalilauge gezogene Keimpflanzen der Feuerbohne erreichen kaum eine Länge von 10 Ctm.; es verschrumpfen dann die Stengel unterhalb der Primordialblätter. Diese sind in der Regel ganz stärkefrei.
 9. Von abgeschnittenen stärkefreien Primordialblättern der Feuerbohne wird in directem Sonnenlichte in einer beiläufig 8 Procent Kohlensäure enthaltenden Atmosphäre schon innerhalb 10—15 Minuten eine nachweisbare Menge von Stärke gebildet. Bei Blättern, die in bewegter freier Luft besonnt wurden, geschah dies erst nach beiläufig dreiviertel Stunden. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass sich der Kohlenstoff der zerlegten Kohlensäure mit Wasser unmittelbar zu Stärke verbindet.
 10. Keimpflanzen der Feuerbohne, welche in mit Nährstofflösung befeuchtetem Quarzsande und solche, die in humusreicher Gartenerde bei schwacher Beleuchtung, oder im vollen Tageslichte unter Glasglocken über Kalilauge aus gleichschweren Samen gezogen wurden, gehen gleichzeitig zu Grunde. Keimpflanzen, welche man in humusreichem Boden so lange in schwachem Tageslichte cultivirt, bis aus denselben (mit Ausnahme der Blattkissen und Spaltöffnungszellen) alle Stärke verschwunden ist, bilden dann bei intensiver Beleuchtung in kohlensäurefreier Luft keine Stärke und sterben nicht später als gleichzeitig und in gleicher Weise behandelte, aber in Sand gezogene Pflanzen. Es nehmen die Keimpflanzen der Feuerbohne aus dem Boden demnach weder organische Kohlenstoffverbindungen noch Kohlensäure (in nachweisbarer Menge) auf.
-

Über den sogenannten „Badner Tegel“ auf Malta.

Von **Th. Fuchs**,

Custos am k. k. Hof-Mineralien-Cabinet.

(Mit 1 Tafel.)

In meiner Arbeit über das Alter der Tertiärschichten von Malta (Sitzber. d. kais. Akad. 1874) finden sich die blauen Tegel, welche sich auf Malta und Gozzo über den Schioschichten und unter den Leythakalkbildungen befinden, mit der Bezeichnung „Badner Tegel“ aufgeführt.

Es war mir damals hauptsächlich darum zu thun, mit Nachdruck hervorzuheben, dass diese Tegelablagerungen dem Alter nach von den unterliegenden Schioschichten zu trennen seien und mit den marinen Tegelbildungen des Wiener Beckens verglichen werden müssten, für welche Ablagerungen bekanntlich häufig die Gesamtbezeichnung „Badner Tegel“ angewendet wird.

Die Erfahrungen, welche ich später in den Tertiärablagerungen der Umgebung von Bologna machte, sowie eine genauere Untersuchung und Vergleichung der aus den vorerwähnten Schichten gesammelten Fossilien führten mich zu der Überzeugung, dass die gewählte Bezeichnung „Badner“ Tegel doch nicht ganz zutreffend sei und die in Rede stehenden Ablagerungen nicht sowohl mit dem Tegel von Baden als vielmehr mit demjenigen von Laa und Ottwang, d. h. mit den Schlierbildungen des Wiener Beckens verglichen werden müssten.

Zur Begründung dieser Ansicht muss vor allen Dingen auf das häufige Vorkommen des *Nautilus Aturi Bast.* in dem Tegel von Malta hingewiesen werden, eines Conchyles, dessen häufiges Vorkommen sowohl für die Schlierbildungen des Wiener Beckens als Nord-Italiens ganz charakteristisch ist, und welches in dem Tegel von Baden, sowie in den gleich alten Ablagerungen von Tortona noch niemals mit Sicherheit nachgewiesen wurde.

Nicht minder charakteristisch ist das häufige Vorkommen von Sepienschulpen, welche in Nord-Italien ebenfalls fast ausschliesslich auf die Schlierbildungen beschränkt sind und nur ganz ausnahmsweise auch im Badner Tegel und den entsprechenden Ablagerungen von Tortona auftreten.

Als weitere für den Schlier charakteristische Arten führe ich noch an:

Lucina sinuosa Don.

Pecten denudatus Reuss.

Das vollständige Verzeichniss der im Schlier von Malta von mir aufgefundenen Conchylien, welches die von mir früher gegebene Liste vervollständigt und in einzelnen Punkten rectificirt stellt sich nunmehr folgendermaassen dar:

1. *Sepia* sp. (Taf. I, Fig. 12, 13) Schulpe, durchschnittlich 4 Cent. lang. Häufig.

2. *Nautilus Aturi* Bast. (Taf. I, Fig. 8, 9) Michelotti. Mioe. Ital. sept. 1847. Häufig.

3. *Maryinella Deshayesi*. Micht. cf. Michelotti Mioe. Ital. sept. 1847. pag. 321. Taf. XVII, Fig. 16.

4. *Cassis* sp.

5. *Nassa granularis*. Borson. cf. Michelotti. Mioe. Ital. sept. pag. 213., Taf. XIII, Fig. 4.

6. *Mitra* sp. Eine grosse Anzahl von Steinkernen canaliferer Gastropoden scheinen am besten auf dieses Genus zurückgeführt werden zu können.

7. *Chenopus pes pelecani* Phil.

8. ? *Rostellaria* sp.

9. ? *Murex* sp. Mehrere mir vorliegende Steinkerne scheinen diesem Genus anzugehören.

10. *Murex vaginatus* Jan. cf.

11. *Pleurotoma cataphracta* (Taf. I, Fig. 7) Brocc.

12. *Pleurotoma ramosa* Bast. cf.

13. *Xenophora testigera* Bronn. cf.

14. *Scalaria melitensis* nov. sp. (Taf. I, Fig. 4). Es liegt mir aus dem Schlier von Elasri das Bruchstück einer Scalaria vor, welches, obwohl nur vier Umgänge erhalten sind, doch mit Sicherheit eine neue Art erkennen lässt. Das Gehäuse ist ziemlich schlank, beiläufig 25 Millim. hoch und 8 Millim. breit. Die

Umgänge tragen dicht gestellte, blättrige, am Rande regelmässig gekräuselte Längsrippen und stärkere stehengebliebene Mundwülste, welche in der Nähe der Naht einen kleinen dornförmigen Fortsatz zeigen. Von den Längsrippen kommen 14 bis 16 auf einen Umgang. Die Thäler zwischen den Längsrippen tragen regelmässige Leisten im Sinne der Querreifen, wodurch eine regelmässige zierliche Gitterung entsteht.

Die Art zeigt einige Ähnlichkeit mit der *Sc. pumicea* Bronn., doch besitzen bei dieser Art auch die Längsrippen an der oberen Naht kurze, dornartige Fortsätze, welche bei der vorliegenden fehlen.

Von der *Scalaria Duciei*, welche Wright von Malta beschreibt, (Ann. Magaz. Nat. Hist. 1855., XV., 274. pl. VII, Fig. 3) unterscheidet sich die vorliegende hauptsächlich durch die stehengebliebenen Mundwülste; auch scheinen, nach der Zeichnung zu urtheilen, die Querleisten in den Thälern sehr schwach, und die Längsrippen nicht so stark gekräuselt zu sein.

Unverständlich ist es mir, warum Adams (Notes of a naturalist in the Nile Valley and Malta. Edinburg 1870. pl. X, Fig. 9) die Wright'sche Abbildung seiner *Sc. Duciei* genau copirt und unter dem Namen *Sc. Swanui* als neue Art beschreibt, daneben aber auch *Sc. Duciei* Wright als eigene Art anführt.

15. *Natica* sp., häufig.

16. *Vaginella depressa* Daud., häufig.

17. ? *Tellina* sp. 30 Millim. lang.

18. *Lucina sinuosa* Don, kleines Exemplar. (Taf. I, Fig. 10).

19. *Cardita* sp. Queroval, sehr stark aufgeblasen. 20 Millim. lang, 16 Millim. hoch.

20. *Astarte* nov. sp. (Taf. I, Fig. 6).

21. *Leda fragilis* Chemn.

22. *Leda pellucida* Phil. (Taf. I, Fig. 3).

23. *Nucula* sp. (Taf. I, Fig. 11).

24. *Pecten denudatus* Reuss, selten.

25. *Pecten cristatus* Bronn¹, häufig.

26. *Pecten Koheni* nov. sp. (Taf. I, Fig. 1, 2).

¹ Herr R. Hörnes hat in einer Besprechung meiner Arbeit „Über das Alter der Tertiärschichten von Malta“ (Verhandl. d. k. k. Geolog. Reichsanst. 1875 pag. 314) die Bemerkung gemacht, dass ich bei der

Eine neue Pectenart aus der Gruppe des *P. spinulosus* Mü n s t, jedoch von allen verwandten Formen so sehr verschieden, dass sie wohl nicht gut mit einer derselben verwechselt werden kann.

Gehäuse im Umfange kreisrund, gleichseitig, ungleichschalig. Die untere Schale gewölbt, mit 10 bis 12 vom Wirbel radial gegen den Umfang laufenden Rippen versehen. Jede dieser Rippen besteht eigentlich aus einem Bündel von drei secundären Rippen, von denen die mittelste namentlich gegen den Wirbel zu stärker hervortritt und dadurch der Gesamtrippe ein kantiges Aussehen gibt. Die Rippen ungefähr um die eigene Breite auseinandergerückt. Zwischen je zwei Rippen verläuft regelmässig eine feine Leiste. Die ganze Berippung tritt gegen den Wirbel zu schärfer hervor, während sie gegen den Rand zu sich mehr und mehr verwischt. Am Wirbel sind die einzelnen Secundärrippen, sowie die zwischen den einzelnen Rippen verlaufenden feineren Leisten mit kurzen scharfen Schuppen bedeckt, später werden sie glatt. Der Grad der Beschuppung ist nach den einzelnen Individuen sehr verschieden. Zuweilen tragen alle Rippen Schuppen, und die Beschuppung erstreckt sich bis in ein Dritteltheil der Schale, zuweilen aber sind die mittleren Rippen glatt, die Beschuppung tritt nur an den Seiten auf und verschwindet bald. Der Rand der Ohren trägt unregelmässig zackige Schuppen wie bei *Pecten cristatus*. Die Innenfläche der Schale zeigt vom Wirbel bis zum Rande die bei dieser Gruppe regelmässig auftretenden, den einzelnen Rippen entsprechend paarweise geordneten Radialleisten.

Die obere Schale ist von der unteren verschieden, sie ist viel flacher, nur ganz unbedeutend gewölbt und mit 10 bis 12 glatten Radialrippen versehen. Die Rippen ungefähr um die eigene Breite auseinandergerückt, am Wirbel rundlich gewölbt, gegen den Rand zu abgeflacht. Die Innenseite der Schale wie bei der oberen.

Bestimmung der Fossilien von Malta den *P. denudatus* Reuss mit *P. cristatus* Bronn verwechselt hätte. Es beruht diese Bemerkung offenbar auf einem Missverständnisse. Es kommen im „Schlier“ von Malta sowohl *P. cristatus* als *denudatus* vor, von denen der erstere der entschieden häufigere ist.

Ich erlaube mir diese interessante neue Art Herrn Cav. J. K o h e n, österr.-ung. Consul auf Malta zu widmen, in dankbarer Erinnerung an das liebenswürdige Entgegenkommen, sowie die vielfache, werththätige Unterstützung, die uns derselbe bei unseren geologischen Studien auf Malta zuwendete.

27. *Spatungus sp.*, häufig.

28. *Flabellum sp.*, grosse Art. (Taf. I, Fig. 5).

29. *Krebsscheeren*.

30. *Fischzähne*.

Der Schlier von Malta ist ausserordentlich reich an Foraminiferen, ja in den tiefsten Schichten nehmen dieselben dermaassen überhand, dass das Gestein eine griesige Beschaffenheit und weissliche Färbung annimmt, und fast ausschliesslich aus den Resten dieser kleinen Organismen zusammengesetzt erscheint. (Elasri.)

Herr M. v. Hantken hatte über mein Ersuchen die grosse Güte diese Foraminiferen einer genaueren Untersuchung zu unterziehen, und ich verdanke ihm darüber folgende Mittheilung:

Badapest, 25. Juli 1875.

„...Ich habe bisher von den übersandten Proben des Mergels von Malta folgende Proben untersucht, welche untereinander vollkommen übereinstimmen:

a) Elasri auf Gozzo, tiefste Lagen des Schlier mit *Aturia Morrissi*.

b) Marsa Forno, oberste Lagen des Schlier.

c) Fom-i-Rieh-Bay auf Malta, obere Lagen.

Die bisher in den Schliernresten aufgefundenen Foraminiferen sind folgende:

Clavulina communis Orb.

„ *cylindrica* Hantk.

Nadosaria Beyrichii Neugeb.

„ *hispidula* Orb.

„ *bacillum* Defr.

Dentalina elegans Orb.

„ *pauperata* Orb.

„ *Verneuilii* Orb.

„ *approximata* Reuss.

„ *Zsigmondyi* Hantk.

- Vaginulina Badenensis* Orb.
Marginulina Behmi Reuss.
Cristellaria arcuata Orb.
Robulina cultrata Montf.
 " *echinata* Orb.
 " *inornata* Orb.
 " *imperatoria* Orb.
Bulinina pyrula Orb.
Urigerina pygmaea Orb.
Sphaeroidina austriaca Orb.
Textilaria carinata Orb.
Orbulina univversa Orb.
Globigerina bilobata Orb.
 " *triloba* Reuss.
 " *bulloides* Orb.
Truncatulina Dutemplei Orb.
 " *conica* Cziz.
 " *Ugheriana* Orb.
Pulvinulina Badenensis Cziz.
Rotalia Soldani Orb.

Ausserdem fand ich noch verschiedene Foraminiferen, welche wahrscheinlich neu sind, oder sich bisher nur in Bruchstücken vorfanden, die nicht näher bestimmbar waren.

Der Hauptcharakter der vorliegenden Foraminiferenfauna liegt in dem Vorherrschen der Globigerinideen, die weitaus die grössere Masse des Schlemmrückstandes ausmachen und unter diesen ist die häufigste: *Globigerina triloba* Reuss und *Orbulina univversa*. Weniger häufig, aber doch noch in ziemlich beträchtlicher Anzahl finden sich *Truncatulina Dutemplei*, *Fr. conica*, *Pulvinulina Badenensis*.

Nach den Globigerinideen folgen in Betreff der massenhaften Entwicklung die Polymorphinideen mit der Gattung *Urigerina*, die übrigens nur mit einer Art (*Urigerina pygmaea*) massenhaft auftritt.

Zunächst folgen die Textilarideen mit einer Art, *Textilaria carinata* und hierauf *Clavulina communis*, die auch in ziemlicher Menge entwickelt ist.

Die übrigen Arten treten seltener auf.

Auffallend ist in dieser Fauna der gänzliche Mangel an Miliolideen, Alveolinen und Peneroplideen, die in den Leithagebilden eine bedeutende Rolle spielen.

Der Schlemmrückstand von der Brücke von San Ruffillo bei Bologna¹ zeigt in Bezug der Foraminiferen die höchste Übereinstimmung mit denen des Malteser Mergels“.

M. von Hantken.

Vergleicht man diese Resultate mit den Angaben, welche Herr Karrer über die Foraminiferenfauna der österreichischen Schlierbildungen machte,² so findet man, dass sie mit denselben auf das Vollständigste übereinstimmen, indem Herr Karrer für den österreichischen Schlier in genau derselben Weise das Vorkommen der Globigerinen und Obulineen, sowie das Zurücktreten der Miliolideen, Rotalideen, Polystomellideen, Nummulitideen, Alveolinen und Peneroplideen hervorhebt, ja selbst das häufige Vorkommen von *Clavulina communis*, *Urigerina pygmaea* und *Truncatulina Dutemplei* ganz in derselben Weise für den österreichischen Schlier betont, wie v. Hantken dies für den Malteser thut.

Es zeigt sich demnach, dass die Untersuchung der Foraminiferenfauna zu genau denselben Resultaten führt, wie das Studium der Conchylien.

Vergleichen wir nun die Schichtenfolge von Malta mit den österreichischen Tertiärbildungen, so fällt die ausserordentliche Ähnlichkeit auf, welche dieselben mit den Tertiärablagerungen von Radoboj besitzen, denn in beiden Fällen zeigen sich von oben nach unten zuerst Leythakalk, hierauf Schlier und unter demselben die aquitanische Stufe, welche auf Malta in Form der Schioseichten, bei Radoboj hingegen in Form der Sotzka-schichten auftreten.

Wir sehen zugleich in beiden Fällen die jüngere Mediterranstufe bloß in ihrer kalkigen Form (Leythakalk), die ältere hingegen bloß in ihrer Tegelform (Schlier) ausgebildet.

¹ Schlier von Bologna.

² Über die Foraminiferen des Schlier in Niederösterreich und Mähren. (Sitzbr. Wiener Akad. 1867, Vol. LV.).

Tafel-Erklärung.

-
- 1, 2. *Pecten Koheni* nov. sp.
 3. *Leda pellucida* Phil.
 4. *Scalaria melitensis* nov. sp.
 5. *Flabellum* sp.
 6. *Astarte* sp.
 7. *Pleurotoma cataphracta*.
 - 8, 9. *Nautilus Aturi* Bast.
 10. *Lucina sinuosa* Don.
 11. *Nucula* sp.
 - 12, 13. *Sepia* sp.
-

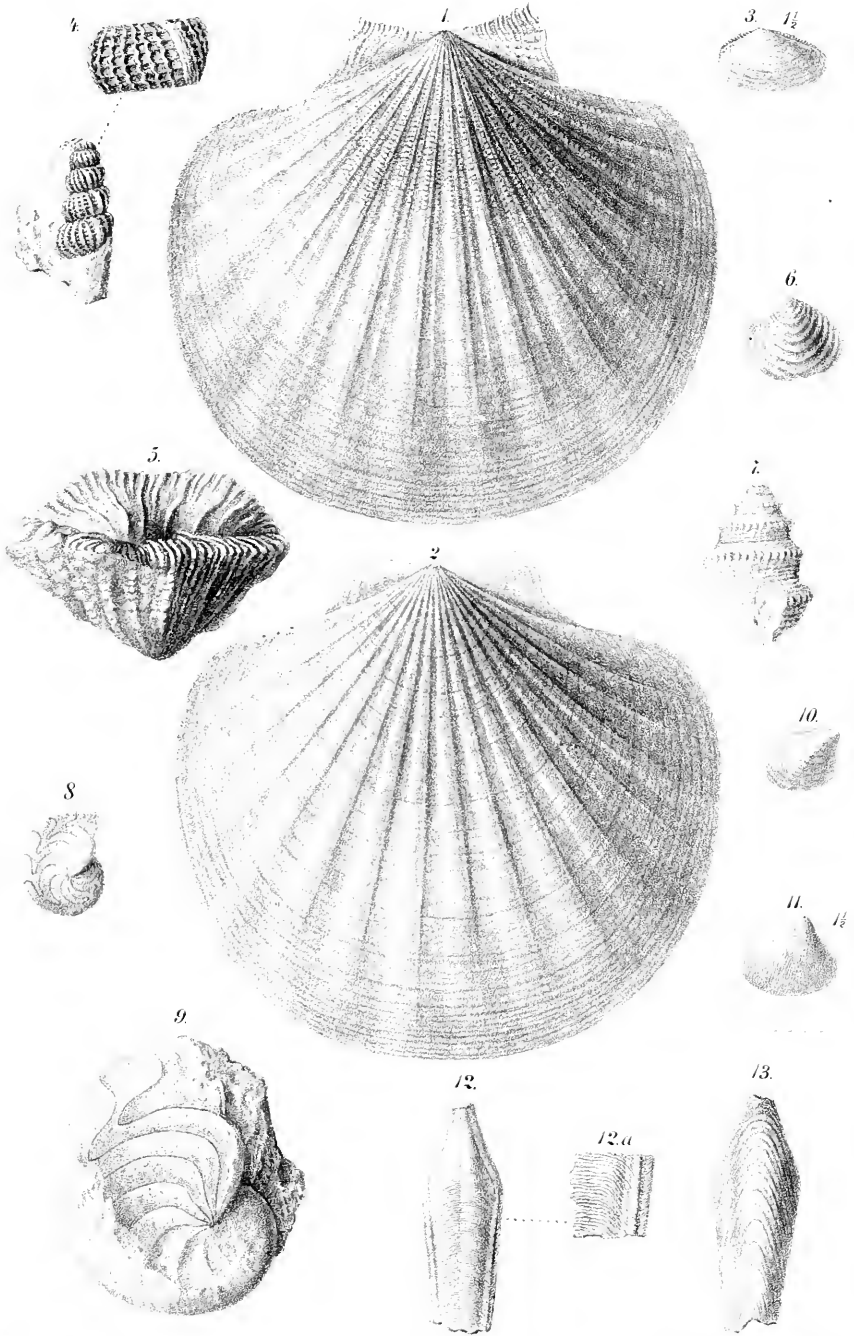


Fig. 1. Schlier von Malta.

Fig. 13. Schlier von Malta.

Studien über das Alter der jüngeren Tertiärbildungen Griechenlands.

(Auszug aus einer grösseren für die Denkschriften bestimmten Abhandlung.)

Von **Th. Fuchs,**

Custos am k. k. Hof-Mineralien-Cabinet.

(Mit einer synchronistischen Tabelle.)

Im Frühlinge des Jahres 1875 war mir durch einen ehrenvollen Auftrag und mit Unterstützung der kais. Akademie der Wissenschaften Gelegenheit geboten, in Begleitung des Herrn Al. Bittner eine Reihe geologischer Untersuchungen in den jüngeren Tertiärbildungen Griechenlands durchzuführen.

Die erste Hälfte dieser Untersuchungen wurde in den nordöstlichen Theilen des Königreichs vorgenommen und bezogen sich insbesondere auf folgende Punkte :

Talandi südlich vom Busen von Zeitum, Kumi auf Euboea, Markopulo und Calamo an der nordöstlichen Küste von Attica, die Umgebung von Athen und Pikermi, Megara, und schliesslich der Isthmus von Korinth.

Wir hatten uns hiebei hauptsächlich die Aufgabe gestellt, mit möglichster Genauigkeit die Altersverhältnisse festzustellen, in denen die, in diesem Gebiete auftretenden und bereits von Spratt und Gaudry vielfach beschriebenen jungtertiären Brack- und Süsswasserbildungen sowohl zu einander als auch namentlich zu den gleichartigen Bildungen der österreichisch-ungarischen Monarchie und zu den Tertiärablagerungen Italiens ständen.

Wir glauben in dieser Richtung auch zu befriedigenden Resultaten gelangt zu sein, welche sich in nachstehenden Sätzen zusammenfassen lassen :

1. Sämmtliche in dem vorerwähnten Gebiete auftretenden Tertiärbildungen, mit einziger Ausnahme einer kleinen südlich von Athen bei Trakones vorkommenden Partie von Nulliporen- und Korallenkalk, gehören einem und demselben grösseren Abschnitte der Tertiärzeit an.

2. Die in diesem Gebiete auftretenden Tertiärablagerungen von brackischem — Süsswasser- — und fluviatilem Charakter entsprechen genau den gleichartigen Ablagerungen der österreichisch-ungarischen Monarchie, welche unter dem Namen der Congerienschichten, Paludinenschichten und des Belvederschotters bekannt sind.

3. Alle diese Ablagerungen zusammengenommen, sind die zeitlichen Äquivalente jenes tertiären Schichtencomplexes, welcher in Italien zwischen den blauen tortonischen Mergeln als Liegendes und den fluviatilen Sanden des Arnothales als Hangendes eingeschlossen ist, und umfasst mithin die Gesamtmasse der italienischen Pliocänbildungen mit alleiniger Ausnahme der fluviatilen Sande des Arnothales, welche einer etwas jüngeren Stufe angehören, deren zeitliche Äquivalente bisher in Griechenland noch nicht nachgewiesen sind.

Was die genauere Schichtenfolge anbelangt, so konnten wir in dem untersuchten Gebiete nachstehende Schichtengruppen unterscheiden:

1. Schichten von Trakones. Die tiefsten Tertiärschichten, welche wir in dem vorerwähnten Gebiete zu beobachten Gelegenheit hatten, waren die marinen Ablagerungen, welche südöstlich von Athen dem älteren Gebirge unmittelbar aufgelagert, die Basis des Hügelzuges bilden, der sich längs der Küste von dem Meierhofs Trakones bis gegen Trispyrgi hinzieht.

Diese Schichten bestehen zum grössten Theile aus Kalksteinen, welche in auffallender Weise unserem Leythakalke ähneln, indem sie bald in der Form harter fester Nulliporenkalke, bald aber in jenen weicheren, tuffigen oder sandstein-

artigen Abänderungen auftreten, wie sie im Leythagebirge in den Steinbrüchen von Kroissbach und Margarethen gebrochen werden. Untergeordnet kommen Sandstein, Mergel und Conglomerate vor.

Versteinerungen finden sich namentlich in den harten Nulliporenkalken in grosser Menge, doch meist nur als Steinkerne und oft derartig durch Inerustation entstellt, dass die Arten schwer festzustellen sind.

Die auffallendsten Fossilien sind grosse stockförmige Massen von *Porites* und *Astraea*, welche mitunter wahre Korallenkalke bilden und die Ähnlichkeit dieser Ablagerungen mit dem Leythakalke nur noch erhöhen.

Meines Wissens sind derartige massige Korallen in Pliocänbildungen überhaupt noch niemals beobachtet worden, und um so mehr muss es wohl auffallen, dass die mit vorkommenden Conchylien, so weit sie eine nähere Bestimmung zulassen, keineswegs den Arten des Leythakalkes entsprachen, sondern durchwegs auf pliocäne Formen hinwiesen.

Wir konnten im Ganzen folgende Formen constatiren :

Turritella sp.

Cerithium cf. *vulgatum*.

Turbo sp.

Trochus sp.

Cardita edyculata Lin.

Arca cf. *turonica*.

Arca cf. *lactea*.

Pectunculus pilosus (sehr gross). h h.

Linu cf. *squamosa* Lam.

Pecten div. sp. (ähnlich pliocänen Arten)

Spondylus gaederopus Lin. h h.

Ostraea cf. *lamellosa*. h h.

Astraea sp. h h.

Porites sp. h h.

Eine derartige Mengung von Charakteren der Miocän- und Pliocänbildungen in denselben Schichten ist etwas durchaus Ungewöhnliches, und ist bisher meines Wissens etwas Ähnliches nur aus dem südlichen Frankreich bekannt geworden, wo nach Mayer die marinen Ablagerungen, welche die unmittelbare Unterlage

der Congerienschichten von St. Ferréol bei Bollène bilden, dieselbe Eigenthümlichkeit zeigen. ¹⁾

Mayer, und nach ihm auch mehrere französische Geologen, haben diese Ablagerungen mit dem Ausdruck „Mio-Pliocän“ bezeichnet und man wird wohl kaum irre gehen, wenn man in ihnen die marinen Äquivalente unserer sarmatischen Stufe sieht.

2. Congerienschichten. Als nächst höhere Schichtengruppe fasse ich eine Anzahl von brackischen Ablagerungen zusammen, welche durch das Auftreten eigenthümlicher Congerien, Cardien und Süsswasserconchylien sich als Glieder jenes grossen Schichtencomplexes darstellen, welchen wir gewöhnlich mit dem Namen der „Congerienschichten“ bezeichnen.

Wir konnten diese Ablagerungen an drei ziemlich weit von einander entfernten Orten constatiren, von denen jeder seine Eigenthümlichkeiten aufweist:

a. Trakones. Die Congerienschichten treten in der Form eines ausgezeichneten Muschelkalkes auf, welcher in seinem äusseren Ansehen auf das Auffallendste dem Kalksteine von Odessa gleicht und unmittelbar und concordant den vorerwähnten mio-pliocänen Nulliporen- und Korallenkalken auflagert.

Von Conchylien fanden wir:

Congeria simplex Barbot.

Congeria clarueformis Krauss.

Cardium norarossicum Barbot. cf.

Cardium littorale Eichw. cf.

Melanopsis cf. *Matheroni* Mayer.

Neritina sp.

b. Kalamaki auf dem Isthmus von Korinth. Die Congerienschichten treten in der Form ausserordentlich zarter, plattiger, weisser Mergel auf, welche eine grosse Mächtigkeit erreichen und unmittelbar und concordant von marinen Pliocänbildungen überlagert werden, welche vollständig den marinen Pliocänbildungen von Rhodus, Cos und den oberen Schichten von Tarent entsprechen.

¹⁾ Vierteljahrsschrift der naturforschenden Gesellschaft in Zürich 1871, XVI, pag. 185.

Von Fossilien konnten wir in den weissen Mergeln folgende constatiren :

Congeriu claviformis Krauss.

Congeriu amygdaloides Dunker.

Congeriu cf. *triangularis* Partsch.

Lymnaeus Adelinus Forbes.

Lymnaeus sp. (ähnlich einer Art von Günzburg).

Vivipara cf. *varicosa* Bronn.

Vivipara nov. sp.

Melania sp.

Neritina cf. *nivea* Brusina.

Telphusa sp.

Äusserst merkwürdig ist die grosse Übereinstimmung, welche diese Schichten mit den brackischen Ablagerungen der Ulmer Gegend (Ober-Kirchberg, Unter-Kirchberg, Günzburg) zeigen, ¹⁾ nicht nur finden sich die beiden zuerst von dorther beschriebenen Congerien (*Congeriu claviformis* und *Congeriu amygdaloides*) auch in den weissen Mergeln von Kalamaki, sondern auch eine hier vorkommende *Vivipara* und ein *Lymnaeus* zeigen die grösste Übereinstimmung mit Arten von Günzburg und Ober-Kirchberg.

Es scheint mir dies darauf hinzudeuten, dass die bisher so vereinzelt dagestandenen Schichten von Ober-Kirchberg mit ihrer so eigenthümlichen, fremdartigen Fauna in der That echte Congerenschichten und mithin jünger seien, als der grösste übrige Theil der sogenannten oberen Süsswassermolasse der Schweiz (Öningen etc.), welche dem Alter nach dem Leythakalke und der sarmatischen Stufe des Wiener Beckens entspricht.

Es würde damit auch sehr gut die Thatsache übereinstimmen, dass die Fauna der Schichten von Günzburg, Ober-Kirchberg etc. eine durchaus eigenthümliche ist, welche nirgend in der übrigen Süsswassermolasse gefunden wird, sich dagegen Stück

¹⁾ Siehe : Dunker. Palaeontographica. I, 1851, pag. 155.

Krauss. Würtemberger naturwissenschaftliche Jahreshefte, VIII, 1852, pag. 136.

für Stück auf das Innigste an die Fauna der Congerienschichten anschliesst. ¹⁾)

Eine Entscheidung dieser Frage könnte sehr gut durch eine Untersuchung der bei Günzburg so häufig vorkommenden Säugethierreste herbeigeführt werden, welche, wenn meine Vermuthung eine richtige wäre, mit denen von Eppelsheim übereinstimmen müssten.

Leider scheint jedoch die von Mayer begonnene Untersuchung dieser Reste seit seinem Tode nicht wieder aufgenommen worden zu sein.

c. *Livonates* bei Talandi. Die bereits von Spratt erwähnten Congerienschichten von Talandi bestehen aus Mergeln, Sanden und Conglomeraten, welche unmittelbar auf dem Hippuritenkalke aufliegen und von keinen jüngeren Schichten bedeckt werden. Die Fossilien finden sich namentlich in vorzüglicher Erhaltung in einem äusserst zarten, honiggelben, im trockenen Zustande pulverig zerstäubendem Sande und erinnern auf das Lebhafteste an die Vorkommnisse von Bollène im südlichen Frankreich.

Wir fanden :

Congeriu subcarinata Desh.

Cardium sp. (cf. *Bollense* Mayer. *Gourieffi* Desh.)

Lymnaeus Adelineae Forbes.

Melania sp.

¹⁾ In den Schichten von Ober-Kirchberg, Unter-Kirchberg und Günzburg wurden bisher gefunden: *Helix Ehingensis* Klein., *Helix rugulosa* Mart., *Helix sylvestrina* v. Ziet. var., *Planorbis pseudommonius* Volz. (= *Planorbis Mantelli* bei Dunker), *Lymnaeus* sp. (*Lymnaeus puchjgaster Thomae* bei Dunker, *Lymnaeus suboratus Hartm.* bei Krauss), *Paludina orata* Dunk., *Paludina varicosa* Bronn., *Paludina tentaculata* Lin., *Paludina conoides* Krauss., *Litorinella acuta* Bronn., *Melanopsis impressa* Krauss., *Melanopsis praerosa* Lin., *Melania Wetzeri* Dunk., *Neritina fluviatilis* Lin. var., *Congeriu amygdaloides* Dunk., *Congeriu clavaeformis* Krauss., *Anodonta anatinooides* Klein., *Unio Mandelstohli* Dunk., *Unio Kirchbergensis* Krauss., *Unio Eseri* Krauss., *Margaritana Wetzeri* Dunk., *Cardium sociale* Krauss., *Cardium solitarium* Krauss. (Siehe Dunker, Palaeontographica, I, 1851, pag. 155; Krauss, Württemberger naturwissenschaftl. Jahreshfte, VIII, 1852, pag. 136.)

Pyrgula 2 sp.

Valvata 2 sp.

Unio sp.

Über diesen gelben Sanden folgen grobe Sandsteine und Conglomerate, welche vollkommen erfüllt sind mit den Steinkernen grosser, theils glatter, theils geknoteter Viviparen, neben denen sich noch häufig *Congeria subearinata*, *Pyrgula* und *Valvata*, jedoch niemals mehr Cardien finden.

3. Die jüngeren Süsswasserbildungen. Unter dieser Bezeichnung fasse ich provisorisch die Süsswasserablagerungen von Kumi, Marcopulo, Calamo, Charvati und Megara zusammen, welche unter so ähnlichen Verhältnissen auftreten, dass an ihrer Gleichzeitigkeit kaum gezweifelt werden kann.

Diese Ablagerungen werden zum grössten Theile aus weissen oder weisslich-gelben, plattigen Kalken gebildet, denen zuweilen schwache Lignitflötze eingeschaltet sind, die bei Kumi und Marcopulo sogar bergmännisch abgebaut werden.

In Kumi kommt in Begleitung der Kohlen eine sehr reiche fossile Flora vor, welche von Unger und Saporta beschrieben wurde und sich in ganz übereinstimmender Weise auch bei Marcopulo wiederfindet. An letzterem Orte finden sich eine Anzahl Conchylien, welche ganz den Typus der jüngeren Süsswasserbildungen an sich tragen.

Am reichsten an thierischen Überresten ist jedoch Megara, wo die Conchylien in wahrhaft unglaublicher Menge und vorzüglicher Erhaltung vorkommen. Die meisten derselben wurden bereits von Gaudry beschrieben.

Ich erwähne folgende Arten :

Planorbis solidus Thomae.

Lymnaeus megarensis Gaud. Fischer.

Neritina micans Gaud. Fischer.

Vivipara 2 sp. (gross und glatt).

Melanopsis unceps Gaud. Fischer.

Melanopsis costata Fer.

Melanopsis sp.

Hydrobia 2 sp.

Anodonta sp.

Von ausserordentlicher Wichtigkeit ist der Umstand, dass in den Süsswasserablagerungen von Megara zu wiederholten Malen und in verschiedenen Niveaux Einlagerungen von brackischem und marinem Charakter vorkommen, welche durch das massenhafte Auftreten von *Cerithium atticum* Gaud Fischer und *Cardium edule* charakterisirt sind. Daneben finden sich noch *Congeria subbasteroti* Tournouier, sowie eine grosse Anzahl mariner Conchylien, welche sämmtlich mit denen der oberen Pliocänschichten übereinstimmen.

Die Bedeutung dieser Thatsache wird noch durch folgenden Umstand erhöht.

Bei Kalamaki kommen den Congerienschichten concordant aufgelagert in grosser Mächtigkeit fossilienreiche, marine Ablagerungen vor, welche vollständig den marinen Pliocänbildungen von Rhodos, Cos und Tarent, mithin den jüngsten marinen Pliocänbildungen entsprechen.

In diesen marinen Ablagerungen nun finden sich bei Kalamaki brackische Schichten eingeschaltet, welche durch *Cardium edule* und *Congeria subbasteroti*, mithin durch dieselben Fossilien, charakterisirt sind wie die brackischen Schichten von Megara, und es lässt sich auf Grundlage aller dieser Thatsachen nicht mehr daran zweifeln, dass die Süsswasserschichten von Megara so wie höchst wahrscheinlich auch diejenigen von Charvati, Kumi, und Marcopulo die zeitlichen Äquivalente der marinen Ablagerungen von Kalamaki, Cos und Rhodos sind und mithin dem jüngeren und jüngsten Pliocän angehören.

Es stehen diese Resultate, was Kumi und Marcopulo anbelangt, allerdings in schärfstem Gegensatze zu den Ansichten, welche man bisher über das Alter dieser Ablagerungen hatte. Spratt und Forbes waren anfangs geneigt, dieselben für eoecän zu halten. Gaudry reilte die Süsswasserbildungen von Kumi und Marcopulo in sein Miocän und Unger und Saporta erklärten die Ablagerungen von Kumi, gestützt auf die Untersuchung der Flora, für aquitanisch. Und nun sollen alle diese Ablagerungen dem Pliocän angehören, und die Flora von Kumi soll beiläufig von demselben Alter sein wie die Flora von Sinigaglia!

Ich bin im Augenblicke nicht in der Lage eine befriedigende Aufklärung dieser Widersprüche zu geben, kann jedoch nicht umhin wenigstens auf einige Punkte aufmerksam zu machen, von denen ausgehend vielleicht eine Lösung derselben gefunden werden könnte.

Wenn ich nicht irre, so liessen sich sowohl Unger als Saporta, als sie sich für das höhere Alter der Flora von Kumi erklärten, vorwiegend von dem allgemeinen Charakter derselben leiten. Die Flora von Kumi besteht nämlich fast ausschliesslich aus immergrünen Holzgewächsen mit schmalen lederartigen Blättern und es ist dies ein Charakterzug, den man in den bisher bekannten fossilen Floren des westlichen Europas vorwiegend in den älteren Tertiärbildungen zu treffen gewohnt war, so zwar, dass derselbe bereits in der Flora von Sinigaglia und den übrigen pliocänen Floren des nördlichen Italiens vollkommen verwischt ist, indem alle diese Floren vorwiegend Waldbäume mit abfallendem Laube aufweisen.

Ich möchte nun darauf hinweisen, dass der Unterschied, der sich auf diese Weise zwischen der Flora von Kumi und z.B. derjenigen von Sinigaglia bemerkbar macht, auch in den lebenden Floren der beiden Gegenden in ganz derselben Weise wiederfindet. Die Waldbäume der oberitalienischen Apenninen bestehen vorwiegend aus Arten mit breitem, häutigem, abfallendem Laube, während die Holzgewächse auf den Kalkgebirgen Euboeas fast ausschliesslich immergrün sind und schmale, lederartige Blätter besitzen.

Ich glaube diesen Unterschied zum kleineren Theile auf das verschiedene Klima, zum grössten vielmehr auf die Verschiedenheit der Unterlage beziehen zu müssen, die in den oberitalienischen Apenninen aus Sandstein und Mergel, auf Euboea hingegen aus Kalkstein besteht, und es wäre demnach nur natürlich, wenn diese verschiedenen Unterlagen bereits zur Pliocänzeit eine ähnliche Verschiedenheit in der Flora dieser beiden Gebiete hervorbrachte wie sie dies noch zur gegenwärtigen Zeit thut.

Ein zweiter Punkt, auf den ich noch aufmerksam machen möchte, besteht in Folgendem.

Die fossile Flora von Kumi ist durch jahrelang systematisch fortgesetzte Aufsammlungen sehr vollständig bekannt geworden, gleichwohl hat sich in derselben niemals auch nur eine Spnr einer Palme oder eine Araucarie gezeigt.

Wäre die Flora wirklich so alt wie Unger und Saporta annehmen, so wäre dies eine äusserst auffallende, bisher ganz isolirt stehende Erscheinung, doppelt wunderbar in einer Gegend, wo heute noch Palmen und Araucarien sehr gut im Freien fortkommen.

Anhangsweise möchte ich noch erwähnen, dass die Ablagerungen, welche Gaudry aus der Gegend von Attica unter dem Namen der „mioänen Süsswasserkalke und Conglomerate“ beschreibt, ohne Zweifel dem in Rede stehenden Horizonte entsprechen. Die von Gaudry aus diesen Schichten angeführten Versteinerungen stimmen sämmtlich mit solchen überein, welche sich in Kumi, Markopulo und Megara finden.

Eine besondere Erwähnung verdienen noch die eben erwähnten Conglomerate. Dieselben erscheinen nämlich an mehreren Punkten in der Form riesiger Blockanhäufungen, bei denen die einzelnen Blöcke einen Durchmesser von 2° — 3° — 4° ! besitzen und meist noch vollkommen kantig und eckig sind. Derartige, vollkommen moränenartige Bildungen finden sich namentlich in der Umgebung von Pikermi, wo sie discordant von der Pikermi-formation überlagert werden. Dieselben wurden hier von Gaudry für anstehenden Felsen gehalten.

4. *Pikermi-formation*. In den Thälern und Niederungen aller von uns untersuchten Gebiete findet man in mehr oder minder mächtiger Entwicklung ziegelrothe Thone und Conglomerate fluviatilen Ursprungs, welche discordant den vorerwähnten Bildungen aufgelagert sind, ein äusserst jugendliches Aussehen besitzen und östlich von Athen auf dem Gute Pikermi die berühmte, von Gaudry beschriebene Säugethierfauna führen.

Beiläufig eine Meile östlich von Pikermi, an der Meeresküste bei Raphina, findet man an mehreren Punkten in geringer Erhöhung über dem Meeresspiegel, den untersten Bänken der Pikermi-formation, marine Conchylien eingelagert, welche sämmtlich Arten angehören, deren Schalen man noch heute in grosser Menge an der Küste herumliegen sieht.

Wir fanden :

Ostraea edulis.

Spondylus guederopus.

Cerithium vulgatum.

Balanus.

Das äussere Ansehen dieser Fossilien ist äusserst jugendlich, wie quaternär, gleichwohl kann nicht der leiseste Zweifel darüber bestehen, dass sie zur Zeit der Bildung der Pikermi-formation in dieselbe eingeschlossen wurden.

Es ist von verschiedenen Seiten die Ansicht ausgesprochen worden, dass ein Theil der vorerwähnten, auch sonst in Griechenland weit verbreiteten rothen Mergel und Conglomerate möglicherweise quaternär sein könnte. Ohne diese Möglichkeit in Abrede stellen zu wollen, muss man doch bemerken, dass wenigstens bisher in ihnen noch niemals wirklich quaternäre Thiere gefunden wurden.

Indem wir die im Vorhergehenden geschilderten Verhältnisse nochmals recapituliren, stellt sich die Schichtenfolge der Tertiärbildungen in dem untersuchten Gebiete von unten nach oben folgendermaassen dar :

1. Nulliporen- und Korallenkalke von Trakones mit *Spondylus guederopus*, *Pectunculus pilosus*, *Pecten*, *Lima*, *Ostraea*. (Marines Äquivalent der sarmatischen Stufe?)

2. Brackische Schichten mit *Congerina subcarinata*, *Congerina claraeformis*, *Congerina amygdaloides*, *Congerina simplex*, *Congerina* cf. *triangularis*, *Cardium* cf. *Bollense*, *Cardium* cf. *littorale*, *Cardium* cf. *norarossicum*, *Lymnaeus Adelinæ*, *Viripara*, *Melania*, *Valvata*. (Congerienschichten.)

3. Süsswasserbildungen mit *Melanopsis anceps*, *Melanopsis costata*, *Hydrobia* sp., *Lymnaeus Megarensis*, *Planorbis solidus*, *Viripara*, *Neritina*. (Flora von Kumi?)

Diesen Schichten eingeschaltet finden sich brackische Lagen mit *Melania curvicosta*, *Cardium edule*, *Congerina subbustertati*, etc. (Discordanz.)

4. Rothe, fluviale Lehme und Conglomerate von sehr jugendlichem Ansehen mit der Säugethierfauna von Pikermi. (*Hippotherium gracile* u. s. w.)

Vergleichen wir diese Schichtenfolge mit derjenigen des Wiener Beckens, so zeigt sich, dass sie mit derselben auf das Vollkommenste übereinstimmt.

Wir finden im Wiener Becken genau so wie in dem untersuchten Gebiete von Griechenland über der sarmatischen Stufe concordant gelagert die brackischen Congerienschichten, hierauf Süßwasserbildungen und über denselben, discordant gelagert, rothbraune, fluviale Sande und Geschiebe von sehr jugendlichem Ansehen mit der Säugethierfauna von Pikermi. (Belvedere-schotter.)

Ebenso stimmt diese Schichtenfolge sehr gut mit den Resultaten überein, zu denen Tournouër bei Untersuchung der jüngeren Tertiärbildungen von Thézier im Departement Gard gelangt,¹⁾ indem auch dort über den typischen Congerienschichten ein sehr verbreiteter und constanter Horizont brackischer Ablagerungen auftritt, der durch *Potamides Basteroti* und *Congeria sabhastaroti* charakterisirt ist, und vollkommen den brackischen Einschaltungen von Megara entspricht.

Vergleichen wir die in Rede stehenden Schichten mit den Tertiärablagerungen Italiens, so stellt sich die Sache folgendermaassen dar :

Durch die schönen Untersuchungen Capellinis über die Gegend von Castellina marittima in Toscana²⁾ ist es ausser Zweifel gestellt, dass die osteuropäischen Congerienschichten in Italien jenem Complex von brackischen und Süßwasserschichten entsprechen, der in Mittel- und Ober-Italien regelmässig die Basis der Pliocänbildungen bildet (Castellina marittima, Sinigaglia) und in Süditalien, wie es scheint, durch jene marine Schichtengruppe vertreten wird, die man gegenwärtig meist unter der

¹⁾ Bulletin de la Société géol. franç., 3. série, vol. II, page 287, 1874.

²⁾ Memoria della Academia delle Scienze dell' Istituto di Bologna. Serie III, vol. IV, 1874.

Bezeichnung „Messenien“ zusammenfasst. (Untere Bryozoënschichten von Lentini; Pliocänbildungen von Messina, Gerace; untere Bryozoënkalke von Tarent; Schichten von Parlascio in Toscana? Bryozoënschichten von Castro Caro bei Imola?)

Nachdem nun durch die vorhergehenden Auseinandersetzungen nachgewiesen ist, dass die Süsswasserbildungen von Megara, Markopulo und Kumi den marinen Pliocänbildungen von Kalamaki, Rhodus, Cos und Tarent (obere Schichten) entsprechen, und nachdem die fluviatilen Ablagerungen der Pikermi-formation, ihrer Säugethierfauna nach, ebenfalls ohne Zweifel älter sind als die fluviatilen Ablagerungen des Arnothales, so ergibt sich auf Grundlage aller dieser Thatsachen:

dass der im Vorhergehenden aus Griechenland beschriebene tertiäre Schichteneomplex von den Congerienschichten angefangen bis einschliesslich der Pikermi-formation, in Italien jenem Schichten-complexe entspricht, der zwischen den blauen Mergeln von Tortona als Liegendes, und den fluviatilen Sanden des Arnothales als Hangendes eingeschlossen ist, mithin der Hauptsache nach ein Äquivalent der italienischen Pliocänbildungen darstellt.

Wenn diese Voraussetzungen richtig sind, so müssen die italienischen Pliocänbildungen, welche unter den fluviatilen Sanden des Arnothales liegen, eine Säugethierfauna enthalten, welche derjenigen von Pikermi und Eppelsheim entspricht, und in der That trifft dies in der Wirklichkeit auch vollkommen zu.

Nachdem diese Schichten bis in die neueste Zeit so gut wie gar keine Landsäugethiere geliefert hatten, wurden endlich vor Kurzem durch Herrn Forsyth Mayor eine Anzahl von Säugethierresten aus den Ligniten von Casino bei Sienna bekannt, welche sich durchaus von den Säugethiern des Arnothales unterscheiden, in der auffallendsten Weise an die Typen von Pikermi erinnern und zum Theil sogar auch specifisch mit denselben übereinstimmen.¹⁾ Unter den letztern befindet sich auch das für

¹⁾ Die betreffende Notiz findet sich in einer vor Kurzem erschienenen

die Fauna von Pikermi, Eppelsheim und Cucuron so überaus charakteristische *Hippotherium gracile*.

Als weitere Folge aller dieser Auseinandersetzungen ergibt sich aber, dass die Säugethierfauna von Pikermi, Baltavár, Eppelsheim und Cucuron sehr mit Unrecht „miocän“ genannt wird, dass ihr vielmehr, allen Regeln der Priorität nach, die Bezeichnung „pliocän“ zukommen muss.

Nachfolgende synchronistische Tabelle möge zur leichteren Orientirung über die besprochenen Verhältnisse dienen.

Arbeit Rüttimeyer's „Über Pliocän- und Eisperiode auf beiden Seiten der Alpen. Basel 1876. 4^o.“ Es werden folgende Formen angeführt: *Sennopithecus monspessulanus* Gerv., *Tapirus* sp., *Hippotherium gracile* Kaup., *Antilope Cordieri* Gerv., *Antilope Massoni* Maj., *Cervus Elsanus* Maj., *Myolagus Elsanus* Maj.

Synchronistische Tabelle der Congerienschichten im südlichen und östlichen Europa.

Frankreich.	Italien.	Griechenland.	Österreich-Ungarn.	Russland.
Fluviatile Sande und Gerölle von Montpellier und der Issoire mit <i>Mastodon arvernensis</i> , <i>Cervus</i> , <i>Bos</i> , <i>Sus</i> , <i>Ursus</i> , <i>Hyæna</i> , <i>Felis</i> etc.	Fluviatile Sande des Arnthales mit <i>Elephas meridionalis</i> , <i>Mastodon arvernensis</i> , <i>Hippopotamus major</i> , <i>Cervus</i> , <i>Bos</i> , <i>Ursus</i> , <i>Hyæna</i> , <i>Felis</i> etc.	Unbekannt.	Unbekannt.	Unbekannt.
Brackische Mergel von Montpellier, Théziers und Vésan, mit <i>Potamidés Basteroti</i> und <i>Congeria subbasteroti</i> .	Lignite von Casino bei Sienna mit <i>Hippotherium gracile</i> , <i>Antelope Cordieri</i> , <i>Massoni</i> , <i>Cervus elsanus</i> , <i>Tapirus</i> , <i>Semnopithecus munspeulanus</i> . Obere pliocäne Kalke und Sande und blaue Mergel von Tarent. Obere Pliocänsehichten von Lentini. Gelbe Sande und blaue Mergel der Subapenninbildungen von Sienna, Castellarquato, Piacenza, Bologna etc.	Pikermifformation. <i>Hippotherium gracile</i> , <i>Mastodon</i> , <i>Dinotherium</i> , <i>Antelope</i> , <i>Hyæna</i> , <i>Sus</i> , <i>Carmelopardalis</i> . Marine Pliocänsehichten von Kalamaki, Cos, Rhodos.—Brackische Schichten mit <i>Cardium edule</i> , <i>Cerithium atticum</i> , <i>Melania caricosta</i> , <i>Congeria subbasteroti</i> . Süßwasserschichten mit <i>Melanopsis costata</i> , <i>M. anceps</i> , <i>Planorbis</i> , <i>Lymnaeus</i> etc., von Megara, Calamo, Markopulo und Kumi.—(Flora von Kumi?)	Belvedershotter. <i>Hippotherium gracile</i> , <i>Mastodon longirostris</i> , <i>Dinotherium</i> , <i>Antelope</i> , <i>Hyæna</i> , <i>Sus</i> . Melanopsisschichten Dalwatiens? Palädinenschichten Croatiens, Westslavoniens und der Walachei.	Braune, fluviatile Sande von Balta mit <i>Hippotherium gracile</i> , <i>Mastodon</i> , <i>Rhinoceros</i> .— Kalkstein von Odessa mit <i>Congeria simplex</i> , <i>Cardium littorale</i> , <i>Odessae</i> , <i>rossicum</i> , <i>novarossicum</i> , <i>pseudocartilus</i> .
Congerienschichten von Théziers mit <i>Congeria simplex</i> , <i>Melanopsis Matheroni</i> , <i>Cardium Bollense</i> . Congerienschichten von St. Ferréol bei Bollène mit <i>Congeria subcarinata</i> , <i>Michaudi</i> , <i>dubia</i> , <i>latiuscula</i> , <i>Cardium Bollense</i> , <i>practense</i> , <i>Partschii</i> , <i>Gourieffi</i> , <i>macrodon</i> , <i>semisulcatum</i> , <i>Vernicelli</i> , <i>Neritina picta</i> , <i>Melanopsis Matheroni</i> , <i>Melania curvica</i> .	<i>Calcare lenticolare di Partus</i> in Toscana. Untere Bryozänsehichten von Castro caro.—Untere Bryozönkalke von Tarent.—Pliocänsehichten von Gerace und Messina.—Bryozänsehichten von Lentini. Süßwasser- und Brackwasserschichten von Castellina maritima, Castellarauco bei Modena, Sinigaglia.—Gyps- u. Schwefelformation Siziliens.—(Flora von Sinigaglia.)	Congerienschichten von Livornates bei Talandi, Kalamaki und Trakones bei Athen, mit <i>Congeria subcarinata</i> , <i>claviformis</i> , <i>angulatoides</i> , <i>simplex</i> , <i>Cardium cf. Bollense</i> , <i>littorale</i> , <i>novarossicum</i> , <i>Lymnaeus Adelinæ</i> , <i>Viripara</i> , <i>Vulvata</i> , <i>Melania</i> .	Congerienschichten mit <i>Congeria subglobosa</i> , <i>rhomboides</i> , <i>Partschii</i> , <i>triangularis</i> , <i>Czjeki</i> , <i>simplex</i> , <i>Cardium apertum</i> , <i>hungaricum</i> , <i>Schmidti</i> , <i>Arpadense</i> , <i>edentulum</i> , <i>complanatum</i> , <i>Carmantinum</i> , <i>Riegeli</i> , <i>decorum</i> , <i>laeviusculum</i> , <i>Melanopsis Vindobonensis</i> , <i>Martiniana</i> , <i>impressa</i> , <i>pygmaea</i> , <i>Bonvi</i> , <i>Knpensis</i> , <i>Planorbis Radmanesti</i> , <i>rarians</i> , <i>Valenciennesia annulata</i> .	Cardienthone der Krim mit <i>Congeria subcarinata</i> , <i>rostriformis</i> , <i>Cardium edentulum</i> , <i>acardo</i> , <i>macrodon</i> , <i>Gourieffi</i> , <i>orbuloides</i> . Schichten mit <i>Valenciennesia annulata</i> .
Mio-Pliocän von St. Ferréol bei Bollène.	Sarmatische Schichten von Syracus.	Mio-Pliocän v. Trakones. (Korallenkalk mit <i>Spondyloceropus</i> .)	Sarmatische Schichten.	Sarmatische Schichten.

Über die Keimung der *Preissia commutata* N. ab E.

Von **Vinzenz Hansel**, stud. phil. in Graz.

(Mit 1 Tafel)

Die Keimung der *Preissia commutata* wurde, soviel mir bekannt, bis jetzt von drei Forschern, Gottsche, Grönland und Lortet, studirt.

Gottsche¹⁾ theilt mit, dass die anschwellende innere Sporenhaut die äussere sprengt, wobei die eigenthümlichen Falten der letzteren erhalten bleiben. Zugleich überziehe sich der Inhalt mit Chlorophyll und es bilde sich das Würzelchen (Wurzelhaar). Dann wandle sich die Spore durch wiederholte Theilungen zu einem Zellkörper um. Es könne aber auch die Spore vor Bildung des Rhizoids ein zelliges Gebilde erzeugen (l. e. Tab. XX, Fig. 10, 12); ebenso könne jenes auch gar nicht gebildet werden. An dem Zellkörper (dem jungen Pflänzchen) entstehen nun zahlreiche spitzenähnliche Fortsätze und successive bilden sich neue Rhizoiden.

Grönland²⁾ bestätigt im Allgemeinen die Angaben Gottsche's und betont, dass das unmittelbar aus der Spore sich entwickelnde, zellige Gebilde von der später auftretenden Pflanze, — welche sich durch ihre eigenthümliche Form (*figure plissée et exeroissances irrégulières*, offenbar die von Gottsche erwähnten Auszackungen) von ähnlichen Stadien aller anderen Marebantiaceen leicht unterscheiden lasse — auseinander gehalten werden müsse und als Protonema aufzufassen sei.

¹⁾ Gottsche, Untersuchungen über *Haplomitrium Hookeri* N. A. A. C. L. Vol. xx P. 1

²⁾ Grönland, Mémoire sur la germination des Hépatiques. Ann. des sc. nat. 1855.

Lortet bespricht in seiner Abhandlung ¹⁾ ausführlich die Beschaffenheit und Eigenthümlichkeit der Spore und erwähnt, dass die reife Spore in eine aussen gefaltete und mit unregelmässigen, flügelartigen Ausbauchungen versehene Membran eingehüllt sei (l. c. Tab. I, Fig. 5, 6). Das Exospor (épispore) sei runzelig und mit meist spirälig gedrehten Hervorragungen versehen. In allen reifen Sporen finde sich bereits Chlorophyll, welches sich in der Pflanze nicht nur unter dem Einflusse weissen Lichtes, sondern auch unter dem verschieden brechbaren Lichtstrahlen und auch bei sehr schwachem Lichte ebensoschnell bilden könne (!).

Was Lortet über die Keimung erwähnt, ist wesentlich nichts anderes, als was schon Gottsche und Grönland darüber angegeben haben; hervorzuheben ist die Angabe, dass das junge Pflänzchen an der Spitze eines durch Ausdehnung des Endospors gebildeten Schlauches entstehe, und sich rasch zu einer dem entwickelten Thallus ähnlichen Pflanze heranbilde. Von der Art und Weise, wie der Uebergang vom jungen Pflänzchen zum entwickelten Thallus stattfindet, erwähnt Lortet nichts; eine Zelltheilungsfolge ist aus seinen Zeichnungen nicht zu entnehmen.

Die Sporen der *Preissia commutata* N. ab E. sind rundlich, ihr Inhalt ist durchsichtig, das Endospor hyalin, das Exospor braun gefärbt und ziemlich opak. Die Oberfläche der Spore erscheint nicht glatt, sondern mit zahlreichen Höckern versehen. Querschnitt (Fig. 1) durch die Spore lehren, dass diese Höcker nichts anderes sind, als blasige Auftreibungen des Exospors über das Endospor. Der mittlere Durchmesser einer unveränderten Spore beträgt 0.057 Millimeter.

Auf lehmiger, fortwährend feucht erhaltener Erde ausgesät, keimen die Sporen schon nach wenigen Tagen. Der Beginn der Keimung macht sich bemerkbar durch Volumvergrösserung der Spore, wobei die blasigen Auftreibungen des

¹⁾ Lortet, Recherches sur la fécondation et la germination du *Preissia commutata*. Paris 1867.

Exospors flacher werden, selten ganz verschwinden. Drei bis vier Tage nach der Aussaat wird das Exospor an einer Stelle gesprengt und das Endospor stülpt sich zu einem hyalinen Rhizoid aus (Fig. 2). (In einigen Fällen kann die Bildung eines Rhizoids übrigens auch ganz unterbleiben.)

Inzwischen hat sich im Inhalt der Spore Chlorophyll gebildet, und man sieht durch das bräunliche Exospor den grünen Inhalt durchschimmern. Einige Tage nach der Bildung des Rhizoids wird auch an einer zweiten Stelle das Exospor gesprengt, und das Endospor dehnt sich zu einem farblosen durchsichtigen Schlauche von wechselnder Länge, dem Keimschlauche aus, der sich über das Substrat erhebt, an der Spitze keulig anschwillt, und daselbst eine reichliche Ansammlung von Chlorophyll zeigt. Diese Anschwellung mit dem grünen Inhalte wird später durch eine Querwand (Fig. 3 *a a*) von dem übrigen farblosen Theile des Keimschlauches abgegliedert, worauf in der so gebildeten kopfförmigen Endzelle eine zweite Querwand (Fig. 3, *b b*) auftritt und so das ganze Gebilde einen aus drei Zellen bestehenden Faden darstellt. In allen beobachteten Fällen war dieser Keimschlauch zu sehen, wenn er auch bisweilen äusserst kurz war ¹⁾ (Fig. 10). Die mittlere Zelle des Fadens theilt sich durch eine etwas schief zur Axe desselben gestellte Längswand (Fig 4 *c c*) in zwei Zellen, in denen später keine Theilungen mehr vor sich gehen; aus der Endzelle aber entwickelt sich die erste Anlage des jungen Pflänzchens, dessen Wachstumsrichtung mit der des Keimschlauches einen rechten oder stumpfen Winkel bildet.

Diese Entwicklung geht in folgender Weise vor sich:

In der Endzelle des Keimschlauches tritt zuerst eine in der Wachstumsaxe desselben gelegene Längswand auf (Fig. 5—8 ₁₁) so dass der Scheitel des Keimschlauches nun von zwei nebeneinander liegenden Zellen eingenommen ist, deren eine bald

¹⁾ Nebst dieser Art der Entwicklung deutet Gottsche in seinen Zeichnungen auch eine andere an, nämlich die, dass das junge Pflänzchen ohne Vermittlung eines Keimschlauches direct aus der Spore entstehen könne (l. c. Tab. XX, Fig. 14—16), ein Fall, den ich niemals beobachten konnte.

darauf durch eine zweite Längswand sich wieder in zwei Zellen theilt. Je nachdem nun diese zweite Längswand (von der Spitze des Keimschlauches aus betrachtet) mit der ersten einen stumpfen (Fig. 5, 8) oder rechten Winkel (Fig. 7) bildet, ist auch die Anlage der zweischneidigen Scheitelzelle des sich entwickelnden jungen Pflänzchens eine verschiedene. Im ersteren Falle setzt sich nämlich der einen schiefen Wand (Fig. 5 und 8, ₂₂) alsbald eine zweite (Fig. 5 und 8, ₃₃) auf, so dass dadurch schon die zweischneidige Scheitelzelle constituirte ist, während im zweiten Falle der Bildung derselben noch das Entstehen mehrerer senkrecht zu einander gestellter Wände (Fig. 7, ₂₂, ₃₃) vorausgeht; in jedem Falle ist aber das weitere Wachstum des jungen Pflänzchens eine Folge der Theilungen einer zweischneidigen Scheitelzelle. Doch nicht immer entwickelt sich aus der Endzelle des Keimschlauches direct das junge Pflänzchen; bisweilen wächst eine der beiden, die Spitze des Keimschlauches einnehmenden Zellen, anstatt sich durch Theilungen zu einer Zellfläche umzugestalten, abermals in einen Schlauch aus (Fig. 4), an dessen Spitze sich der oben beschriebene Vorgang wiederholt. Auch die Scheitelzelle des jungen Pflänzchens wächst bisweilen in einen Schlauch aus (Fig. 9, 15).

Das durch Theilung der zweischneidigen Scheitelzelle gebildete junge Pflänzchen, welches eine mit einem Rande und unter einem rechten oder stumpfen Winkel dem Keimschlauche aufsitzende Scheibe darstellt, verbreitert sich am Scheitel allmählig durch lebhaftere Theilung der Segmente. Zugleich wird die Scheitelzelle selbst von ihnen überwölbt, und kommt in eine Ausbuchtung zu liegen (Fig. 12 *b*), während die Segmente fast sämmtlich in spitzenartige Fortsätze auswachsen. Wenn das junge Pflänzchen noch vom Keimschlauche über das Substrat emporgehalten wird, werden bereits aus einigen Zellen der Segmente Rhizoiden gebildet, welchen aber erst später, wenn das Pflänzchen durch Vertrocknen und Collabiren des Keimschlauches auf die Erde zu liegen kommt, zahlreiche neue folgen. ¹⁾

¹⁾ Der einfache Bau, der Mangel der an dem entwickelten Thallus vorkommenden Epidermis mit Spaltöffnungen an diesem, an der Spitze

Wohl in den meisten, aber nicht in allen Fällen bleibt die erste Anlage des jungen Pflänzchens eine einfache Zellschichte (Fig. 11); bisweilen geschieht es, dass in den Zellen desselben Wände parallel zur Fläche des Pflänzchens auftreten (Fig. 12 a) und so ein mehrschichtiger Zellkörper erzeugt wird. — Nach einiger Zeit bemerkt man in der Scheitelzelle eine daselbst aufgetretene Querwand (Fig. 13), als erste Andeutung des Überganges der zweiseitigen Segmentirung in die vierseitige, wie sie am entwickelten Thallus der *Preissia* vorkommt. Die Scheitelzelle beginnt nun durch vierseitige Segmentirung einen mehrschichtigen Thallus zu erzeugen; die Stelle, wo dieser Übergang stattgefunden, ist auch an älteren Pflänzchen noch durch eine Verschmälerung des Thallus, sowie durch Zusammensetzung desselben aus kleineren Zellen, als die erste Anlage des jungen Pflänzchens besitzt, kenntlich.¹⁾

Die rasch wachsenden Segmente des vollkommenen Thallus überholen die Scheitelzelle und bilden zwei über dieselbe vorragende Lappen, die sich mit ihren Rändern decken. Am Thallus selbst entstehen hinter dem fortwachsenden Scheitel, lange vor dem Auftreten der Spaltöffnungen, an der Unterseite zwei Reihen von abwechselnd rechts- und linksgestellten, keulenartigen, ein- oder mehrzelligen, bisweilen sogar verzweigten Papillen. Diese wachsen aber nicht zu Rhizoiden aus;

des Keimschlauches angelegten Pflänzchen haben Bischoff („Bemerkungen zur Entwicklungsgeschichte der Lebermoose“ bot. Zeitg. 1853) bewogen, dieses Gebilde für den Vorkeim der *Preissia* zu halten. Er sagt nämlich, G o t t s c h e habe seine Beobachtungen nicht bis zur vollständigen Entwicklung der Pflanze fortgesetzt, sondern offenbar den Vorkeim für das junge Pflänzchen gehalten. Es schliesst dieses aus der Ähnlichkeit der von G o t t s c h e beobachteten Entwicklung der *Preissia commutata* mit der von ihm selbst an *Fegutella conica* und *Pellia epiphylla* studirten, bei welchen sich zuerst eine einfache Zellfläche entwickelt, aus der sich dann erst die vollkommene Pflanze an der Spitze oder seitlich hervorbildet.

1) Diese Art der Entwicklung, dass nämlich zuerst ein sehr einfaches (meist ein- selten mehrschichtiges) Pflänzchen gebildet wird, aus dem sich dann, wenn in der zweiseitigen Scheitelzelle desselben eine Querwand aufgetreten ist, erst der vollkommene Thallus entwickelt, steht nicht vereinzelt da; sie wurde auch von Professor Dr. Leitgeb bei der Entwicklung der *Marchantia* beobachtet, und von mehreren anderen Forschern bei der des Prothalliums der Farne nachgewiesen.

denn an weiter rückwärts gelegenen Theilen bemerkt man zwischen den zahlreichen Rhizoiden auch noch die keulenartigen Papillen in ihrer regelmässigen alternirenden Stellung. Es sind die ersten Andeutungen der später sich bildenden Blätter.

Von grossem Einflusse auf die Art der Keimung der Sporen ist die Richtung des einfallenden Lichtstrahles; die Wachstumsrichtung der Keimschläuche und die Stellung der daran gebildeten jungen Pflänzchen wird durch sie bestimmt. Um nun diesen Einfluss des Lichtes beobachten zu können, bildete ich eine Kammer aus drei aneinanderstossenden Vertikal- und einer darauffliegenden Horizontalwand, überzog die ganze Innenfläche dieser Kammer mit einer etwa einen Viertel-Zoll dicken Lage von lehmiger Erde und säete darauf die Sporen aus. Sämmtliche Keimschläuche, die sich aus den Sporen entwickelt hatten, waren nun der einzigen offenen Seite, von der allein Licht eindringen konnte, zugekehrt, also dem einfallenden Lichte entgegengewachsen.

Jede an der Spitze eines Keimschlauches sich bildende Zellscheibe ist auf die Richtung des einfallenden Lichtstrahles immer senkrecht und zwar so gestellt, dass die von der Anheftungsstelle des Keimschlauches abgewendete Seite derselben dem Lichte zugekehrt ist, und der Scheitel des Pflänzchens den tiefsten Punkt der Zellfläche einnimmt. Diese von der Insertion des Keimschlauches abgekehrte Seite könnte man schon am jungen unentwickelten Pflänzchen als Oberseite bezeichnen; denn an ihr entwickelt sich später, wenn der Uebergang der zweiseitigen Segmentirung der Scheitelzelle in die vierseitige stattgefunden hat, die Epidermis mit Spaltöffnungen. Die Frage zu entscheiden, ob schon an dem jungen Pflänzchen der Unterschied zwischen Licht- und Schattenseite bestimmt ausgesprochen ist, oder ob nicht bei einem Umwenden des Pflänzchens, noch bevor in seiner Scheitelzelle eine Querwand aufgetreten ist, auch an der früher vom Lichte abgekehrten Seite sich die Epidermis mit den Spaltöffnungen später bilden könnte, wie es Pfeffer für die Brutknospen von *Marchantia* zeigte; dies zu

entscheiden war mir wegen der Kleinheit der Objecte nicht möglich.

Wird ein junges Pflänzchen sammt dem Keimschlauche aus seiner Lage zum einfallenden Lichtstrahle gebracht, so wird die gestörte Wachstumsrichtung wieder hergestellt, so dass die vom weiter wachsenden Scheitel erzeugte neue Fläche wieder in die normale Lage zurückkehrt und mit der früher gebildeten Fläche einen Winkel bildet (Fig. 14).

Auch die Scheitelzelle kann, so lange sie noch zweischneidige Segmentirung zeigt, in einen Schlauch auswachsen, der sich dem unmittelbar aus der Spore entwickelten ähnlich verhält, und später in gleicher Weise an seiner Spitze eine Zellfläche ausbildet (Fig. 15).

Aus obigen Betrachtungen kann nun folgendes Resumé gezogen werden:

Bei der Keimung der *Preissia commutata* entwickelt sich aus der Spore ein Vorkeim, der Keimschlauch. Dieser ist positiv heliotropisch; an seiner Spitze entsteht das junge Pflänzchen der Art, dass die von der Insertion des Keimschlauches abgekehrte Seite dem Lichte zugekehrt ist. Es wächst anfangs mit einer zweischneidigen Scheitelzelle und zeigt einen in den meisten Fällen ein- selten mehrschichtigen Thallus, an dessen Spitze sich nach Uebergang der zweiseitigen Segmentirung in die vierseitige erst die vollkommene Pflanze mit Epidermis und Spaltöffnungen bildet.

Tafel-Erklärung.

-
- Fig. 1. (275) Querschnitt durch eine Spore, *e* Exospor, *i* Endospor.
- „ 2. (275) Eine Spore, nachdem sie das Rhizoid gebildet hat. Die Höcker des Exospor sind flacher geworden und theilweise verschwunden.
- „ 3. (350) Der Keimschlauch hat sich, ohne dass vorher ein Rhizoid entstanden ist, entwickelt. (Aufeinanderfolge der Wände nach der Reihenfolge der Buchstaben.)
- „ 4. (275) Eine der beiden, die Spitze des Keimschlauches einnehmenden Zellen ist in einen Schlauch ausgewachsen *a*; in *b* ist dieser Schlauch abgesehritten, und das Object um 90° gedreht.
- „ 5. (350) Anlage eines jungen Pflänzchens an der Spitze des Keimschlauches *a*; von der Spitze *b*, *c* von der Seite gesehen. (Altersfolge der Wände nach den Ziffern.)
- „ 6. (350) Ein sehr junges Pflänzchen, dessen Scheitelzelle bereits constituirt ist; *a* von der Fläche; *b* von der Seite gesehen.
- „ 7. (350) Zellscheibe an der Spitze des Keimschlauches von der Fläche gesehen. Die ersten Zellen des jungen Pflänzchens sind durch zu einander senkrecht gestellte Wände gebildet. Vergl. Text pag. 4
- „ 8. (350) Ein sehr junges Pflänzchen *a* Flächen-, *b* Seitenansicht.
- „ 9. (280) Die Scheitelzelle ist in einen kurzen Schlauch ausgewachsen, an dessen Spitze die zweiseitige Segmentirung fortgesetzt wird. Die Segmente sind in spitzenartige Fortsätze ausgewachsen.
- „ 10. (350) Seitenansicht eines Pflänzchens, dessen Keimschlauch sehr kurz ist. *e* das Exospor.
- „ 11. (350) *a* Ein etwas älteres Pflänzchen (gesehen in der Richtung des Pfeiles *y* der Fig. 11, *b*), dessen Seitenansicht *b* zeigt, dass es eine einfache Zellfläche ist.
- „ 12. (350) *a* Seitenansicht eines mehrschichtigen Pflänzchens. *b* Flächenansicht. Die Scheitelzelle *c* ist von den Segmenten überholt worden; aus zwei Zellen der Segmente haben sich Rhizoiden gebildet.

Leitgels-Kapselentwicklung von Anthoceros



- Fig. 13. (350) In der Scheitelzelle des Pflänzchens ist eine Querwand entstanden als Einleitung des Überganges der zweiseitigen Segmentierung in die vierseitige.
- „ 14. (275) Das Pflänzchen hat durch Änderung seiner Lage zum einfallenden Lichte auch die Wachstumsrichtung geändert, und erscheint daher abgebogen.
- „ 15. (280) *a* Die Scheitelzelle *r* ist in einen Schlauch ausgewachsen, an dessen Spitze wieder die Bildung einer Zellfläche erfolgte. Die Fläche *A* in 15, *b* in der Rückenansicht.
-

III. SITZUNG VOM 27. JÄNNER 1876.

In Verhinderung des Präsidenten führt Herr Hofrath Freiherr v. Burg den Vorsitz.

Das w. M. Herr Prof. Rollett in Graz übersendet eine Abhandlung, „in welcher ein in einer Sehne vorkommender Nervenplexus und Nervenendigungen in der Sehne beschrieben werden“.

Herr Dr. Gustav v. Escherich in Graz übersendet eine Abhandlung: „Beiträge zur Bildung der symmetrischen Functionen der Wurzelsysteme und der Resultante simultaner Gleichungen.“

Herr Anton Stecker in Prag übersendet eine Notiz, betitelt: „Anatomisches und Histiologisches über *Gibocellum*, eine neue Arachnide“.

Das w. M. Herr Prof. v. Lang überreicht eine von Herrn Dr. Haldor Topsøe in Kopenhagen übersendete Abhandlung: „Krystallographische Untersuchungen an künstlich dargestellten Salzen.“

Das w. M. Herr Prof. Loschmidt überreicht eine Abhandlung: „Über den Zustand des Wärmegleichgewichtes eines Systems von Körpern mit Rücksicht auf die Schwerkraft.“

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Annales des mines. VII^e Série. Tome VIII. 4^e Livraison de 1875. Paris; 8^o.

Apotheker-Verein, Allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). 14. Jahrgang Nr. 3. Wien, 1876; 8^o.

Astronomische Nachrichten. Nr. 2071—2073. (Bd. 87. 7—9.) Kiel, 1876; 4^o.

Dublin University Biological Association: Proceedings. Vol. I. Nr. 1. Session 1874—75. Dublin, 1875; 8^o.

- Gesellschaft, österr., für Meteorologie: Zeitschrift. XI. Band, Nr. 2. Wien, 1876; 4^o.
- Berliner medicinische: Verhandlungen aus dem Gesellschaftsjahre 1874/75. Band VI. Berlin, 1875; 8^o.
- Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXVII. Jahrgang, Nr. 3. Wien, 1876; 4^o.
- Hamburg, Stadtbibliothek: Schriften aus d. J. 1874/5. 4^o & 8^o.
- Ingenieur- & Architekten-Verein, österr.: Wochenschrift. I. Jahrgang, Nr. 4. Wien, 1876; 4^o.
- Journal für praktische Chemie, von H. Kolbe. N. F. Band XII. 2. Heft. Leipzig, 1875; 8^o.
- Landbote, Der steirische. 8. Jahrgang (1875), Nr. 14; 9. Jahrgang, (1876). Nr. 2. Graz; 4^o.
- Mittheilungen, Mineralogische, von G. Tschermak. Jahrgang 1875, Heft IV. Wien; 4^o.
- Nature. Nr. 325, Vol. XIII. London, 1876; 4^o.
- Observatorio de marina de la ciudad de San Fernando: Almanaque Náutico para 1877. Barcelona, 1876; kl. 4^o.
- „Revue politique et littéraire“ et „Revue scientifique de la France et de l'étranger“. V^e Année, 2^e Série, Nr. 30, Paris, 1876; 4^o.
- Tübingen, Universität: Akademische Gelegenheitschriften aus d. J. 1873/4. 4^o & 8^o.
- Wiener Medizin. Wochenschrift. XXVI. Jahrgang, Nr. 4. Wien, 1876; 4^o.
- Wüllner, Adolph, Lehrbuch der Experimentalphysik. IV. Band. Leipzig, 1875; gr. 8^o.

SITZUNGSBERICHTE
DER
KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXXIII. Band.

ERSTE ABTHEILUNG.

2.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mineralogie, Botanik,
Zoologie, Geologie und Paläontologie.

IV. SITZUNG VOM 3. FEBRUAR 1876.

In Verhinderung des Präsidenten führt Herr Hofrath Freiherr v. Burg den Vorsitz.

Herr Franz Hickel, Eisenbahn-Ingenieur in Hadersdorf am Kamp, übersendet eine Abhandlung: „Studien über die Stiehähigkeit der Beweise für die Bewegung der Erde um ihre Achse und um die Sonne“.

Herr Dr. C. Heitzmann in New-York sendet eine in seinem Institute ausgeführte Arbeit von Dr. H. Chr. Müller: „Beiträge zur Kenntniss der interstitiellen Leberentzündung.“

Herr Med. Dr. August v. Mojsisovics, Assistent am zoologischen Universitätsinstitute in Graz, legt den zweiten Theil seiner Untersuchungen „über die Nervenendigung in der Epidermis der Säuger“ vor.

Herr Prof. Dr. H. Durège in Prag übersendet einen Aufsatz: „Über die nichtpolaren Discontinuitäten“.

Herr Dr. Wahrmund Riegler übergibt zur Besichtigung ein Osteophyt, welches im Schädel eines Ochsen vorgefunden wurde.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Akademie der Wissenschaften, Königl. Preuss., zu Berlin: Monatsbericht. September & October 1875. Berlin; 8^o.

— — und Künste, Südslavische: Rad. Knjiga XXXIII. U Zagrebu, 1875; 8^o. — *Monumenta spectantia historiam Slavorum meridionalium. Vol. V.* U Zagrebu, 1875; 8^o. — Starine. Knjiga VII. U Zagrebu, 1875; 8^o.

Annalen der k.k. Sternwarte in Wien. Dritte Folge. XXIV. Bd. Jahrgang 1874. Wien, 1875; gr. 8^o.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). 14. Jahrgang, Nr. 4. Wien, 1876; 8^o.

- Astronomische Nachrichten. Nr. 2074 (Bd. 87. 10.). Kiel, 1876; 4^o.
- Ateneo di Brescia: Commentari per l'anno 1875. Brescia, 1875; 8^o.
- Cholera Epidemie, The, of 1873 in the United States. Washington, 1875; 8^o.
- Gesellschaft, k. k., der Ärzte: Medicinische Jahrbücher. Redigirt von S. Stricker. Jahrgang 1876, 1. Heft. Wien; 8^o.
- Fürstlich Jablonowski'sche, zu Leipzig: Gekrönte Preisschrift. XVIII. Albert Wangerin, Reduction der Potentialgleichung für gewisse Rotationskörper auf eine gewöhnliche Differentialgleichung. Leipzig, 1875; 4^o.
- Deutsche Chemische, zu Berlin: Berichte. IX. Jahrgang, Nr. 1. Berlin, 1876; 8^o.
- Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXVII. Jahrgang, Nr. 4. Wien, 1876; 4^o.
- Günther, Sigmund, Vermischte Untersuchungen zur Geschichte der mathematischen Wissenschaften. Leipzig, 1876; 8^o.
- Hanausek, Eduard, Über Festigkeits-Versuche an Gespinnstfasern nebst allgemeinen Bemerkungen über deren physikalische Charakteristiken. Wien, 1876; 8^o.
- Ingenieur- und Architekten-Verein, österr.: Wochenschrift. I. Jahrgang, Nr. 5. Wien, 1876; 4^o.
- Lender, Die oxydirende Kraft der Natur oder die Bedeutung des Sauerstoffes. Berlin, 1876; gr. 8^o.
- Nature. Nr. 326, Vol. XIII. London, 1876; 4^o.
- Reichsforstverein, österr.: Österr. Monatschrift für Forstwesen. XXVI. Band. Jahrgang 1876. Jänner-Heft. Wien, 1876; 8^o.
- „Revue politique et littéraire“ et „Revue scientifique de la France et de l'étranger.“ V^e Année, 2^{me} Série, Nr. 31. Paris, 1876; 4^o.
- Verein, Entomologischer, in Berlin: Deutsche Entomologische Zeitschrift. XIX. Jahrgang. 1875. 2. Heft. London, Berlin, Paris, 1875; 8^o.
- Wiener Medizin. Wochenschrift. XXVI. Jahrgang, Nr. 5. Wien, 1876; 4^o.

Über die geometrisch-symmetrischen Formen der Erdoberfläche.

Von dem w. M. Dr. **A. Boué.**

(Vorgelegt in der Sitzung am 16. März 1876.)

Damit der Titel meiner Abhandlung nicht in Irrthum über meine Meinung führe, muss ich erstlich wieder gegen den Gedanken protestiren, nach welchem man glauben könnte, ich würde mir die Erde oder ihre Oberfläche mit den Flächen eines Krystalles in einer innigen Connection vorstellen. Alle jüngeren sedimentären Gebilde bei Seite gelassen, so untersagen uns alle älteren geschichteten und massiven Formationen diese Theorie. Sobald man namentlich in aufgerichteten Schichten Pflanzen- oder Thierreste findet, welche ursprünglich in solcher geneigter Lage nicht abgelagert wurden, so kann von chemischer Krystallisirung da nicht die Rede sein. Dasselbe lässt sich auch physisch-chemisch wenigstens für manche geneigte Urschiefer behaupten, worin anstatt der Organischen verschiedene Mineralien sich befinden, welche nicht zu denjenigen gehören, die durch Contactmetamorphose nach der Verrückung der Schichten aus ihrer ursprünglichen Lage entstanden sind.

Wäre das plutonische System nur eine Phantasie, und alle höchst symmetrisch gebildeten plastischen Formen der Erdoberfläche nur eine zusammengewürfelte Olla Potrida von Unregelmässigkeiten, so könnte man dieses letztere durch Contractionszufälligkeiten eines ausgetrockneten Thonstückes versinnlichen.

Durch die Sonnenbitzstärke entstehen in solchen meistens nur unregelmässige Sprünge, unter welchen die grössten und die Mehrzahl in den der Sonne am meisten ausgesetzten Theilen sich befinden.

Wenn man sich aber mit solchen Erdproblemen beschäftigt, muss man wohl berücksichtigen, dass man es nicht mit einem

unbeweglichen Körper, sondern mit einem ewig rotirenden und noch dazu (nach unserer einseitigen Theorie wenn man wohl geneigt wäre, ersteres zu behaupten) mit einer ziemlich beweglichen Unterlage unter der Erdschale zu thun hat.

Auf diese Weise wird man einsehen, dass die Resultate in beiden Fällen ganz verschiedene sein müssen. Die Erdrotation ist eine gleichmässige, eine immer in derselben Richtung sich bewegende; sollte man dieser allein, oder mit der Wellenbewegung der zweiten Erdzone zwischen Erdkern und Erdkruste die Kraft zumuthen, Risse in der Erdoberfläche zu verursachen, so wird doch der Verstand sagen, dass man in dieser eher eine gewisse Gleichartigkeit, Symmetrie als gänzliche Willkür werde bemerken müssen.

Die wirkende Kraft in diesem Falle wäre erstens die Centrifugalkraft. Wird doch Niemand es leugnen können, dass das Erdsphäroid wahrscheinlich durch eine solche von einer regelmässigen Kugel zu einer an den Polen etwas gedrückten und am Äquator etwas bauchigen Sphäroid am Anfange seines Entstehens verwandelt wurde. Glauben wir aber an eine immer wirkende Centrifugalkraft, so haben wir ein Mittel zur Erklärung von Hebungen an der Oberfläche, welche Gelehrte zu verschiedenen geologischen sowie selbst historischen Zeiten jetzt anzunehmen sich gezwungen sehen. Wer aber Hebungen voraussetzt, der muss auch an Spaltungen, Rutschungen, Verschiebungen, Verwerfungen, sowie an Versenkungen glauben, denn solche Kraftresultate in der Erde können sich nicht einzeln ausschliessen, sondern sie müssen ineinandergreifen, sich einander ersetzen und dann die vollständigen Mittel liefern, um alle möglichen und verwickelten Erdstructures zu erklären. Im Gegentheil, will man eines oder einige dieser Kraftresultate für seine Erdphänomen-Erklärung nur gebrauchen, so stösst man an Fälle an, welche einem unerklärbar erscheinen, oder nur durch sonderbare Nebentheorien dem eigentlichen System widerstreiten.

Aber neben dieser durch die Erdrotation gegebenen Kraft stehen noch mächtige zu Diensten der Plutonisten, namentlich: 1. die Wellenbewegung des noch etwas plastischen und heissen Theiles der Erde unter dem erstarrten

Gehäuse; 2. die chemischen Processe, welche in derselben Zone und ober derselben vorgehen, und besonders die Gasbildungen und ihre Entweichungen. Dadurch erklären sich auf eine sehr rationelle Weise die Erscheinungen von eruptiven Gesteinen in den schon durch die Centrifugal- oder Gaskraft gebildeten Erdrisse, sowie die Gleichmässigkeit der Natur dieser letzteren auf dem ganzen Erdball. Unsere neptunischen Gegner kommen immer wieder auf das Buch'sche Thema der Kettenhebungen durch plutonische Felsarten; dieser mit Recht berühmte Bergsteiger hat gewiss nie an einen solchen Ausspruch gedacht, sondern nur durch seine Ausdrucksweise zu dieser Meinung Anlass gegeben. Denn ehe eine plastische Masse von unten nach oben eine Veränderung hervorbringenden Druck ausführen könnte, müsste ein Riss entstehen. Diesen könnte sie endlich nur mit Hilfe der Erd-Centrifugal- und Gaskraft hervorbringen und dann erst durch dieselbe weiter steigen und sich an der Oberfläche ausbreiten. (S. Bleicher, Bull. Soc. hist. nat. Colmar, 1870. S. 457.)

Wenn man über die gegenwärtigen Verhältnisse der möglichen Mächtigkeit des erstarrten Erdtheiles zum Resultate der Centrifugalkraft nachdenkt, so kann man muthmassen, dass diese etwas ungleichartig auf dem Erdball verbreitet ist, dass vielleicht ihr grösster Werth eher gegen die Pole als gegen den Äquator herrscht. Über die wahrscheinlich ungleiche Vertheilung der mit Gas gefüllten Räume der Erde kann man bis jetzt nichts sagen, wenn es nicht erlaubt wäre, ihr Vorhandensein mit den Vulcanen — und besonders mit gewissen südamerikanischen in einige Verbindung zu bringen.

Eine dritte Kraft zu Veränderungen in der Erdoberfläche und obern Kruste bleibt die Wasserinfiltration, welche gewiss mächtig zu den jetzigen bestehenden Vulcanen wirkt. Der Beweis dafür liegt in der Nähe des Meeres für alle jetzigen brennenden Vulcane; am weitesten davon sind nur einige in Süd- und selbst Nordamerika, wo dann auch in jenen trachytischen Gegenden besondere Processe in der Erde vorgehen können, welche vielleicht auch im Zusammenhang mit der Höhe jener Ketten und ihrer Felsarten — theilweise wenigstens — zu suchen wären. Dann beweisen geologische Aufnahmen in allen

Ländern, dass die älteren in geologischen Zeiten geschehenen Eruptionen am Ufer der Océane oder inneren Meere oder wenigstens Seen geschahen. Wie tief in der Erde die Wasserinfiltration reichen kann, wurde noch nicht bestimmt.

Jetzt bleibt mir nur die Aufgabe, die symmetrische Ordnung in den meisten Resultaten der Erdoberflächenveränderungen wieder zu betonen, da ich mich eben nur aphoristisch ausgesprochen habe. Über die Ähnlichkeit in den continentalen und Inselformen kann ich nur auf meine Abhandlung vom November 1849 (Akad. Sitzungsab. Bd. III, S. 266) hinweisen.

Da ich jede Hebung mit einer Senkung so ziemlich immer anzunehmen mich geneigt fühle, so erklärt dieses Postulat die Ähnlichkeit der Formen von versenkten Erdtheilen mit denjenigen von Inseln oder Continenten (dito).

Gleichartige Ähnlichkeiten lassen sich in allen orographisch-geologischen Becken erkennen. Viele besitzen sehr unregelmässige Contouren, was besonders bei den sehr grossen der Fall ist, wie die Niederung durch Mittel-Europa bis ins Innere Asiens, die afrikanische Sahara, die grossen Becken in Nord- und Südamerika u. s. w. Doch wenn man ihre Abtheilungen ordentlich durchmustert, so kommen wenigstens etwas regelmässigeren Formen zum Vorschein. Alle anderen kleinen Becken haben meistens weniger regelmässige ovale oder runde Formen, wenn man die ganz kleinen durch Thäler u. s. w. verursachten Unregelmässigkeiten für den Augenblick übersieht.

Die Gebirgsketten liegen zerstreut auf der Erdoberfläche in grandioser geometrisch-regelrechter Ordnung, wie man es von dem doppelten Resultate der Centrifugalkraft eines gleichmässig rotirenden Erdsphäroids nur erwarten konnte, welches die von uns angenommene innere Zusammensetzung hatte und noch jetzt besitzt, namentlich die Hervorbringung von kleinen und grossen Rissen in einer Anzahl von begrenzten Richtungen im Erdballe und zu gleicher Zeit von kleineren oder grösseren Hebungen oder Aufblähungen in gewissen beschränkten Erdzonen. Diese letzte Eigenheit resultirt ganz natürlich von der Manifestation der Centrifugalkraft an der Oberfläche. Hätte diese auf eine

gleichmässige plastische Masse eines rotirenden Sphäroids wirken können, so wären daraus am Äquator oder in seiner nächsten Nähe nicht nur Erdaufblähungen, sondern auch Äquatorialketten entstanden. Aber es mussten schon ganz ursprüngliche Zusammenziehungsprocesse des Erdmaterials vorgekommen sein, oder wenn man sich so auszudrücken wagen könnte, der erste feste Erdkern bestand schon besonders gegen den arctischen Pol, so dass in ihrem Modellirungs-Erdprocesse die Centrifugalkraft nur theilweise neben dem Äquator die grössten Erderhöhungen hervorbringen konnte, indem die anderen meistens nur in die südliche gemässigte Zone fallen mochten.

Die sogenannten Meridianketten haben aber nichts oder nur sehr wenig, oder nur localweise mit der Aufblähung des Erdsphäroids zu thun. Sie können für uns nur als kleine oder grosse Risse gelten, welche dann einfach oder vielfach zu verschiedenen Zeiten geöffnet wurden. Die Zahl ihrer Richtungen ist wohl etwas grösser als die beschränkten Richtungen der Äquatorialketten, aber demungeachtet klein. Diese letzteren oscilliren wie die Linien der magnetischen Declination in einem gewissen Maximum und Minimum der schiefen Neigung um den Äquator.

Die Orographie des Erdballes sieht wohl etwas einem Schachbrett, aber keineswegs einem sehr complicirten und Gott bewahre, wenigstens keinem unregelmässigen ähnlich.

Wer kennt denn nicht die Ossatur der Alten Welt, namentlich die grossen äquatorialen Parallelketten durch ganz Asien, die Centralketten Afrika's und die Alpen, indem parallele Meridianketten daselbst häufig sind, wie in den drei Königreichen Grossbritanniens, im Jura, in Deutschland, in dem westlichen Theile der Türkei, im Centrum dieser Halbinsel, in Finnland, in Russland, in China, in der Halbinsel über dem Ganges, im nordwestlichen und südöstlichen Afrika u. s. w. Wenn aber in der Alten Welt ihre Continentalformen durch Äquatorialketten potenziert erscheinen, so ersetzen die Meridianketten letztere in der Neuen Welt. Wir brauchen in letzterer nur auf die parallel laufende Appalachians, auf die ähnliche Structur der Felsengebirge in Nordamerika, auf die Ketten Mexiko's und Mittelamerika's, auf die sehr langen und grossen Parallelen der Anden

und der Gebirge eines so grossen Theiles Brasiliens aufmerksam zu machen.

Aber neben diesen grossen Umrissen der Erdoberfläche bestehen noch kleinere Ketten sowohl äquatorial- als meridianartig, welche das orographische Schachbrett vervollständigen, doch ohne es zu trüben. Da in letzteren die Zahl der verschiedenen Richtungen grösser als die der ersteren ist, so tragen diese mehr zu den Verschiedenheiten der Orographie bei. In dieser Hinsicht scheint aber die Neue Welt viel weniger complicirt als die Alte, welche auch viel breiter ist. Es gibt da neben der grossen Äquatorialkette im Norden Südamerika's nur wenige Parallelketten dieser Art, wie in Canada und Arctischen Amerika, in der Mitte der Vereinigten Staaten, im südlichen Brasilien, in La Plata und Patagonien.

In der Alten Welt im Gegentheil sind bekanntlich mehrere nordsüdlaufende Ketten, wie der Ural, der Schwarzwald, die Vogesen, die Korsika's, der Libanon, der Bolor in Central-Asien, der Solimankuh und das Brahmi-Gebirge u. s. w.; dann eine Anzahl anderer kleinerer Ketten mit einigen verschiedenen Richtungen, welche zu bekant sind, um sie hier alle zu erwähnen, und von denen die meisten ihre Parallele in diesem Welttheile finden. So z. B. 1. die Apenminen, die Ketten der westlichen Türkei, die persischen, mesopotamischen, die des westlichen Arabiens, des westlichen Indostans, des besonders östlichen Brasiliens; 2. der Atlas und gewisse Ketten Spaniens (wie die Sierra Guadarrama, Morena, Nevada); des südlichen Arabiens, nördlichen Indostans, nordwestlichen Italiens; 3. die Ketten des westlichen Australiens, des südlichen Neu-Seelands und Madagasear; 4. diejenigen der kleinen Karpathen, der westlichen und östlichen Gebirge Siebenbürgens, sowie des östlichen Serbiens; 5. die der Pyrenäen, der Nordkarpathen, des Kaukasus und der sogenannten Salzkette des Penjab; 6. die Ketten des schottischen Highlands und Irlands, der Bretagne, des nördlichen Norwegens, des Erzgebirges, des südöstlichen Afrika's, des südlichen Arabiens, des Muztagh und einiger Ketten im nordöstlichen Siberien; 7. die Ketten Grönlands, Finnlands und des Riesen- und Eulengebirges.

Wenn die verschiedenen Ketten in einer regelrechten Classification sich fügen, so ist es natürlich, dass die Thäler es auch thun, sobald man von ihrem jetzigen Laufe die erst später durch verschiedene Erdphänomene eingetretenen Veränderungen in Abrechnung bringt. Hat man sie einmal in bekannte Abtheilungen gebracht, so kann Niemand in diesen parallel laufenden Gruppen verkennen, was geometrisch feststeht, sich nicht leugnen lässt.

Hat eine Kette Längenthäler, so sind diese mit einander sowie mit der Kette parallel. Was die Kreuzthäler betrifft, so bilden sie in jeder Kette mehrere Bündel von Parallellinien, und dieser Parallelismus erscheint wieder in jenen grossen Bruch- und Deviationslinien, welchen Kreuzthäler sehr oft unterworfen sind.

Endlich kommt man selbst zur Erkenntniss von parallelen Liniennissen in verschiedenen Richtungen für manche grosse Hauptdurchbrüche der Thäler, wie es weltbekannt ist, z. B. für die Donau, den Rhein, die Rhone, die Etsch u. s. w. Diese Linien zeigen manchmal dieselbe Richtung, als gewisse Thäler oder Meerengen in einem grossen Ländereomplexe, während anderswo ihre Richtung eigenthümlich bleibt, und nur in Zusammenhang mit Eruptionen zu bringen sind.

Als Anhang zu unserer orographischen Auseinandersetzung müssen wir uns wieder gegen jene geographischen Ansichten aussprechen, durch welche man, wie in Buache's Zeit, Gebirgsketten durch ganze Continente als continuirliche Erhöhungen ziehen möchte, und diese Continuität in allen Richtungen oder selbst als Strahlen aus einem Centrum zu verfolgen sich berechtigt glaubt. Dieses Verfahren erinnert an jene Meinungen in der Behandlung der Naturgeschichte, welche sich gegen jede künstlichen Abtheilungen in derselben sträubten, und auf diese Weise sich selbst aller Mittel zu jeder weiteren oder tieferen Erkenntniss beraubten. In der Beurtheilung der Kettenabsonderungen bleibt nicht nur die Verschiedenheit der Hauptrichtung ein Differential, sondern auch die Vergliederungen gewisser Theile. In den Abtheilungen, wo solche auf sehr ausgezeichnete Weise vorkommen, das heisst, wo das Gebirge von grossen tiefen Thälern, ja sogar von grossen Becken durchsetzt wird oder fast

aufzuhören scheinen, wo Ketten von gewissem Alter durch Hügelreihen von jüngeren Formationen durchsetzt werden, da kann der Orograph mit einiger Sicherheit das Ende, oder, wenn man sich lieber so ausdrücken will, das künstliche Ende einer Kette nachmassen. Denn sonst ist ja die Grundcontinuität des Unorganischen und vorzüglich des älteren Theiles der Erdkruste eine unantastbare Wahrheit. Nun suchen wir in dieser letzteren hinreichende Anhaltspunkte, um — durch, wenn man beliebt, selbst künstliche Merkmale — ferner nützliche Unterscheidungen darin machen zu können. Wollen wir dann weiter hinter die Geheimnisse der schaffenden Natur kommen, so gerathen wir leicht auf mehr oder weniger verschiedene chronologisch bestimmte Kettenbildungsperioden. Das ist ein Standpunkt, welcher auf schon oft erwähnte und darum nicht zu wiederholende Thatsachen gestützt wird, und welchen unsere Gegner durch Gegenbeweise bis jetzt nicht erschüttern konnten.

Wenn wir nun unsere orographischen Ansichten mit denen des Geographen vergleichen, so kommen wir auf folgende Resultate, ohne uns für den Augenblick mit der Altersbestimmung der verschiedenen Ketten zu befassen. In der orographischen Classification gibt es vier Hauptfactoren, nämlich:

1. Durch grosse Thäler, Ebenen, Wüsten, Meere u. s. w. getrennte Gebirgsketten, unter welchen viele ganz isolirt sind, während andere nur in ihrer Breite meistens auf ähnliche Weise von anderen in paralleler oder nicht paralleler Ordnung abge sondert bekannt sind.

2. Gebirgsketten, welche in ihrer Verlängerung durch Thäler, Becken und jüngere Berge von einander getrennt sind, während ihre Richtung dieselbe oder verschieden sein kann.

3. Eigene Gebirge, welche isolirt, oder neben, oder selbst in der Mitte der zwei anderen Gattungen sich erheben und dann meistens eigene Namen tragen. Letztere sind sehr oft oder meistens eruptiver Natur, und seltener gehören sie durch ihre Felsnatur und schwere Verwitterung zu den anderen Kettengattungen.

4. Da wir in einer schon gedruckten Abhandlung auf die durch ihre Bildungsweise hervorgebrachten verschiedenen natürlichen Richtungen der sedimentären oder Flötze, sowie ter-

tiären Gebirge aufmerksam machten, so geschieht es ganz naturgemäss auch, dass, wenn solche Gebirge an ältere ange- lagert sind, daraus ebensowohl gebogene, sehr gekrümmte, oder selbst kreisförmige, sowie halb oder ganz strahlenförmige Ketten entstehen können. Dieses wird besonders der Fall, wenn sie durch spätere Zerstörungen oder Auswaschungen sehr gelitten und von ihren ursprünglichen Formen viel verloren haben. Aber es kann auch der Fall vorkommen, dass selbst in älteren, sogenannten Ur- oder Primärgebirgen Verschiedenheiten in der Stratification, in der Schichtenstellung und in den durch dynamische Kräfteveränderungsergebnisse zu unterscheidenden Gebirgen Anlass geben. Diese können dann wenigstens zu scheinbar gebogenen Ketten, oder selbst zu solchen führen, deren Richtungen unter verschiedenen Winkelwerthen sich krenzen.

Für die erste und dritte Gattung der Gebirgsketten und Berggruppen sind Geologen und Geographen einig und gebrauchen dieselbe Nomenclatur. Die erste Gattung ist wohl zu bekannt, um nur auf folgende Beispiele hinweisen zu müssen, namentlich die Trennung des Appalachians von dem Felsen- gebirge, die der brasilianischen Ketten von dem Guyanas- Gebirge, die Nevada-Kette von der Küstenkette Californiens, die Scandinaviens von derjenigen Central-Europa's, die der Alpen von den mehr nördlich gelegenen Ketten, die der Karpathen von dem Ural und Kaukasus, die des Taurus von der südlichen Kette am Schwarzen Meere, die des Hämus vom Rhodop sowohl, als von den Bergen bei Matschin und Siebenbürgens, die der Bretagne und der Pyrenäen vom Central-Plateau Frankreichs, die des grossen von denen des kleinen Atlas, die des Harz vom Thüringerwald und Erzgebirge, die der Grampians von der paläozoischen Südkette Schottlands, die der Wales-Ketten von den Bergen des Derbyshire, die der Vogesen vom Schwarzwald u. s. w.

Über die dritte Gattung mögen folgende Bemerkungen ge- nügen.

Wenn man diese Berggattung in der Ebene bemerkt, so bildet sie inselartige Erhöhungen, wie z. B. die alten Vulcane von Agde oder die bei Olot in Catalonien, die Siebenberge, die

Euganeen, die vicentinischen Berici, die Hargitta-Kette, der Argæus in Klein-Asien, die Kette des spanischen Vorgebirges Cap de Gate, die aus älteren Gesteinen bestehende Maures-Kette in der Provence, die Alpi Apuani bei Pisa, das Küstengebirge bei Algern, die Black-hills in Dakota, die Berge von Matschin an der unteren Donau, der besonders aus Kreide und Eocän bestehenden Berg Gargano bei Foggia im Neapolitanischen u. s. w.

Manchmal sind solche Berge nur halbinselartig, wie der Vesuv u. s. w. Anderswo liegen sie auf erhöhtem Plateau, wie die Katakekammene unfern von Smyrna, die Porphyerberge des Petersberges bei Halle an der Saale, diejenige der Ben Nevis-Gruppe und der Ochills-Bergkette, sowie der Pentland-hills in Schottland, gewisse ältere Porphyerberge im südlichen Norwegen, die Sienit-Kegel des türkischen Vitosh, des schottischen Griffl oder der Berge bei Malvern in England, die westlichen Theile des Odenwaldes, manche Trappberge, wie die Campsie in Süd-Schottland, die Basaltberge und Plateau's Abyssiniens, gewisse Basaltberge in Norddeutschland, die Trachyt-Phonolite des Rhein, die Palisade-Trappberge am Hudson im Staate New-York, der Eisen-Pilotknob in Missouri u. s. w.

Es kommt auch der Fall vor, dass das Eruptive sich an den Seiten von Ketten anlehnt, wie die Cheviot-Porphyrgebirge an der Grenze von Schottland und England, die Porphyre von der Grafschaft Glatz, der quarzreiche porphyrische Schataldagh am südlichen Hämus bei Islivne u. s. w. Zu diesen muss man auch die Porphyre und Trappe des südlichen Tyrols, sowie das Mittelgebirge rechnen.

Befinden sich aber diese Bergsorten in einem Gebirgslande, so bilden sie eigene grössere Gruppen, wie die vier bekannten Trachyt- oder Phonolit-Gruppen des centralen Frankreichs, die Eifel, das Vogelgebirge, das Mittelgebirge, die Gleichenberger Berge, die Basalthöhen bei Murzuk in Nord-Afrika, die trachytischen Cameron-Berge im Westen dieses Continents, die vulcanischen im indischen Kutschlande und Cascade-hills in Oregon u. s. w., das ältere Tatra- und Marmaros-Gebirge, die Green-Mountains im Staate Vermont. Manchmal haben sie Mittel gefunden, in der Mitte der Ketten zu erscheinen, und zählen

selbst hie und da zu den höchsten Kuppen, wie z. B. die Serpentinegruppe des Berges Rosa und des Viso, der Montblanc und St. Gotthard, die Protoginsspitze des Kobelitz im albanesischen Schar, die granitische Maladetta (Pyrenäen), der trachytische Elbrus im Kaukasus, der Demavend in Persien, der Ararat, der Kilmandschora in Afrika u. s. w., manche Trachyterruptionen der Anden und der Ketten des nordwestlichen Amerika's. Dazu gehören auch in kleinem Maasstabe manche Granitkuppen, wie die der Schneekuppe im Riesengebirge, einige Kuppen im Böhmerwaldgebirge, die von Dartmoor in Devonshire u. s. f.

Seltener verursachen im Schiefergebirge Quarzfelsen solche isolirte Berggruppen, wie im Taurus, im nordwestlichen Hindostan, in dem berühmten dreieckigen Schihallion im schottischen Hochland, in gewissen ähnlichen Bergen Asiens, oder im äusseren nordwestlichen Theile dieses Landes, sowie im höchsten Ural, im nördlichen Norwegen und Grönland. Als hohe Spitzen ragen in gewissen Ketten Dolomite heraus, wie allbekannt im südlichen Tirol, in Terglou, Durmitor, in der Herzegowina u. s. w.

Über die zweite unserer Gattungen von Ketten herrscht aber zwischen Geographen und Geologen keine Einigkeit: denn wenn die ersteren wie die letzteren zum Beispiel das Erzgebirge vom Riesengebirge trennen, weil ihre verschiedenen Richtungen und die dazwischen liegenden Flötzformationen es gebieten, — wenn dasselbe für die Trennung der Weser-Kette oder Tentoburger-Osnabrücker-Kette von dem Thüringerwalde geschieht, — so verwerfen sie ähnliche Unterscheidungsmerkmale für andere benachbarte Ketten, wie z. B. für die Trennung des Hämus von der bulgarischen St. Nikolaus-Kette (Herr Kanitz) und für dieselbe dieser von der Banat-Krainaischen in Serbien. Geographen verbinden letztere östlich mit der des südlichen Siebenbürgens, welche sie auch nur als eine Verlängerung der moldauisch-siebenbürgischen gelten lassen wollen, während doch daselbst drei verschiedene Gebirgsrichtungen vorkommen, unter welchen nur der nördlichste Theil der moldauischen Kette am meisten der der Nord-Karpathen entspricht, und die südliche Fogarascher-Kette dem Hämus parallel läuft. Dann werden alle diese vier Ketten als besondere, durch tiefe Einschnitte un-

ter sich getrennt und erhielten eigene Namen. Selbst das obere Becken des Marmaros und sein älteres Gebirge stellen sich schon als der nördliche Anfang der moldanisch-siebenbürgischen Kette dar, an welchen die Flötz- und tertiären Nord-Karpathen sich besonders im östlichen Galizien und in der Bukowina anlehnen.

Es wird da ein arger geographischer Missbrauch mit den Namen sowohl der Karpathen als der Balkan-Kette getrieben. Der letztere türkische Name wird von den asiatischen Barbaren für eine Menge verschiedener Gebirge gebraucht, aber für Geographen sollte er nur den Hämus von Hodja bis zum Emineh-Balkan bezeichnen.

Sehen wir uns weiter um, so finden wir im westlichen Afrika ähnliche Merkmale von wichtigen Gebirgskettentrennungen, welchen die Geographen zu wenig Aufmerksamkeit schenken. Wir meinen die tertiären Hügelreihen, welche den Abfluss des Anfangs von Westen nach Osten fließenden Niger nach Südwest umzudrehen und im Guineischen Meerbusen sich zu ergießen ihm erlaubt. Da gibt es eine wahre geologisch-geographische Gebirgstrennung.

Über die Trennung der Hauptalpen von den Westalpen, sowie über diejenige der Apenninen von letzteren sind Geographen und Geologen noch immer in Controverse, und selbst einige unserer geprüften Collegen übersehen die stichhaltigen Gründe, welche uns und unsere Freunde zu solcher Trennung bewegen. Dieses führt uns aber zu unserer vierten Gattung von geographisch noch nicht unterschiedenen Kettenformen, unter welchen in Europa besonders die Verbindung der kleinen oder Waag-Karpathen mit den nördlichen, das Anliegen der Apenninen an den Westalpen, sowie die sogenannten östlichen und süd-östlichen Verlängerungen der Südalpen gute Beispiele liefern. In gewisser Hinsicht würden zu dieser Kettenabtheilung auch fast die Corbières und Montagnes noires wegen ihrer Lage gegen die östlichen Pyrenäen gehören.

Was die anderen in dieser Abtheilung erwähnten Urketten betrifft, so scheint es mir, dass solche uralte Schichtenstellungen, sowie Störungen sehr dazu beigetragen haben mögen, so manche Verschiedenheitsmerkmale zwischen gewissen Ketten

theilweise oder selbst gänzlich zu verwischen. Auf diese Weise möchten wir uns die geographischen Übergänge der südlichen siebenbürgischen Kette ebensowohl zu den moldauisch-siebenbürgischen und den wirklichen Karpathen, als zu den banatisch-serbischen erklären. Selbst könnte solche Vorstellung einiges Licht auf die Hervorbringung gewisser älterer paläozoischer Ketten werfen, wie z. B. auf jene merkwürdige Kette, welche theilweise Bosnien von der Herzegowina trennt, indem sie doch parallel mit dem Tatra-Gebirge und der Phruska Gora Syrmiens die allgemeine NW.—SO.-Richtung in beiden Ländern durchkreuzt.

Auf der anderen Seite müssen wir den Geographen beipflichten, wenn sie mit vielem orographisch-petrographischen Tacte gewisse scheinbar sehr zusammenhängende Gebirge durch besondere Namen abge sondert haben. So z. B. den schieferigen Frankenwald vom porphyritischen feldspathreichen Thüringerwald, oder selbst das sehr paläozoische Fichtelgebirge vom geologisch älteren aus krystallinischen Schiefeln bestehenden Böhmerwaldgebirge.

Ähnliche theils geognostische, theils Richtungseigen thümlichkeiten haben wohl zu der Unterscheidung des Eulengebirges, der Sudeten und des Gesenkes geführt, welche alle nach reiner geographischer Anschauung nur ein sehr gebogenes Gebirge ausmachen würden, in welchem letztere Abtheilungen, doch nicht die Richtung des Riesengebirges besitzen. Selbst müssen wir den Geographen sehr dankbar sein für die Trennung des schieferigen und quarzigen Taunus vom basaltischen Westerwald- und Vogelsgebirge¹, für diejenige der feldspathischen Rheinpfalz-Gebirge von dem Hmdsrück- und dem niederrheinischen, grösstentheils paläozoischen oder Flötzgebirge, für den Steigerwald des bairischen Keupers u. s. w. In Frankreich haben Geographen auch ganz naturgemäss manche selbst nach Richtung theilweise differenzirte, geognostisch verschiedene Berggruppen schon lange unterschieden, wie z. B. im östlichen Frankreich die Morven, in der Provence längs der Küste die schieferhältigen Maures, von dem nordöstlichen Theile der

¹ Lossen, Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 1867, S. 509.

Pyrenäen die aus Flötz und Eocän bestehenden Corbières und die Montagnes noires, wieder nördlich die Causses, die Orographie des Querey, der Sologne, des Mans u. s. w.

In Nord-Amerika wäre es möglich, manche ähnliche Beispiele aufzustellen, wie z. B. die Unterscheidung des Blue Ridge in Neu-England und in Virginien, die White Mountains in New-Hampshire, die Cattskill-Gruppe im Staate New-York, die Alleghanys und Little Alleghanys, die Canaan-Berge (N.-Y.), die Kohlenberge von Schuylkill (Pensylvanien) u. s. w.

V. SITZUNG VOM 10. FEBRUAR 1876.

Der Präsident gibt Nachricht von dem am 8. Februar erfolgten Ableben des correspondirenden Mitgliedes, Herrn Regierungsrathes Dr. Ludwig Redtenbacher.

Sämmtliche Anwesende geben ihr Beileid durch Erheben von den Sitzen kund.

Die mathematisch-naturwissenschaftliche Section des Vereines „Mittelschule“ in Brünn erstattet ihren Dank für die Theilung mit dem Anzeiger der Classe.

Der k. u. k. österreichisch-ungarische Generaleonstul in London, Herr Ministerialrath K. v. Scherzer, übersendet einige Programme der am 1. April 1876 im South Kensington Museum zu eröffnenden Ausstellung von wissenschaftlichen Instrumenten und Apparaten und bietet der Akademie, falls sie sich an dieser Ausstellung betheiligen wollte, die Dienste des k. u. k. General-Consulates an.

Das c. M. Herr Oberbergrath v. Zepharovich in Prag übersendet als Nachtrag zu seiner am 13. Jänner vorgelegten Abhandlung über die Krystallformen einiger Kampherderivate Untersuchungen des rhombischen Kamphersäure-Anhydrits und der triklinen Sulphokamphylsäure.

Herr Prof. Dr. L. Ditscheiner übersendet eine Abhandlung: „Über die Farben dünner Krystallplättchen“.

Herr Anton Stecker in Prag übersendet eine Abhandlung: „Anatomisches und Physiologisches über *Gibocellum*, eine neue Arachnide“.

Herr Dr. Sigmund Mayer, a. ö. Professor der Physiologie und erster Assistent am physiologischen Institute der Universität zu Prag, übersendet eine Mittheilung: „Über die Veränderungen im arteriellen Blutdrucke nach Verschluss sämmtlicher

Hirnarterien“ als IV. Abhandlung seiner „Studien zur Physiologie des Herzens und der Blutgefäße“.

Das w. M. Herr Dr. Boné übersendet einige Bemerkungen über die meisterhafte geographische Übersicht der europäischen Türkei als Einleitung zur Geschichte der Bulgaren durch Herrn Constantin Jos. Jireček, Prag 1876, S. 1—52.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Accademia Pontificia de' Nuovi Lincei: Atti. Anno XXIX. Sess. 1^a. Roma, 1876; 4^o.

Archiv der Mathematik und Physik. Gegründet von J. A. Grunert, fortgesetzt von R. Hoppe. LVIII. Theil, 3. Heft. Leipzig, 1875; 8^o.

Comitato Geologico, R., d'Italia: Bollettino. Anno 1875, Nr. 11 & 12. Roma, 1875; gr. 8^o.

Gesellschaft, physikalisch - ökonomische, zu Königsberg: Geologische Karte der Provinz Preussen. Blatt Nr. 9 u. 17. Folio.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXVII. Jahrgang, Nr. 5. Wien, 1876; 4^o.

Hann, J., Über gewisse beträchtliche Unregelmässigkeiten des Meeres-Niveaus. 8^o.

Ingenieur- und Architekten-Verein, österr.: Zeitschrift. XXVIII. Jahrgang, 1. Heft. Wien, 1876; 4^o. — Wochenschrift. I. Jahrgang, Nr. 6. Wien, 1876; 4^o.

Instituut, Koninkl., voor de taal-, land- en volkenkunde van Nederlandsch-Indië: Bijdragen. X. Deel. 2. en 3. Stuk. 's Gravenhage, 1875; 8^o.

Landbote, Der steirische. 9. Jahrgang, Nr. 3. Graz, 1876; 4^o.

Lavagna, G., Aeronautica, nuovo artificio onde accrescere o scemare la forza attolente di un globo aerostatico. 8^o.

Lotos. XXV. Jahrgang. November & December 1875. Prag; 8^o.

Mittheilungen des k. k. techn. & administr. Militär-Comité. Jahrgang 1876, 1. Heft. Wien; 8^o.

— aus J. Perthes' geographischer Anstalt. 22. Band, 1876. I. Heft. Gotha; 4^o.

Moniteur scientifique du D^{com} Quesneville. 410^e Livraison. Paris, 1876; 4^o.

- Nachrichten über Industrie, Handel und Verkehr aus dem statistischen Departement im k. k. Handels-Ministerium. VIII. Band, 2. Heft. Wien, 1875: 4^o.
- Nature. Nr. 327, Vol. XIII. London, 1876: 4^o.
- Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto in Moncalieri: Bollettino meteorologico. Vol. IX, Nr. 11. Torino, 1874; 4^o.
- Repertorium für Experimental-Physik etc. Von Ph. Carl. XI. Band, 6. Heft; XII. Band, 1. Heft. München, 1875 & 1876; gr. 8^o.
- „Revue politique et littéraire“ et „Revue scientifique de la France et de l'étranger.“ V^e Année, 2^e Série. Nr. 32. Paris, 1876; 4^o.
- Société Impériale des Naturalistes de Moscou: Bulletin. Année 1875, Nr. 2. Moscou; 4^o.
- Society, The Royal Geographical, of London. Proceedings. Vol. XX, Nr. 1. London, 1875; 8^o.
- Verein, naturhistorischer, der preuss. Rheinlande und Westphalens: Verhandlungen. XXXI. Jahrgang. IV. Folge I. Jahrgang. Verhandlungen Bogen 6—11. Correspondenzblatt Nr. 2. Sitzungsberichte Bogen 5—18. Bonn, 1874: XXXII. Jahrgang. IV. Folge. 2. Jahrg. Verhandlungen Bogen 1—17. Correspondenzblatt Nr. 1. Sitzungsberichte Bogen 1—8. Bonn, 1875; 8^o.
- Wiener Medizin. Wochenschrift. XXVI. Jahrgang. Nr. 6. Wien, 1876: 4^o.
-

VI. SITZUNG VOM 17. FEBRUAR 1876.

Der Herr geheime Rath und Professor Dr. J. F. Brandt in St. Petersburg dankt mit Schreiben vom 25. Februar für das ihm aus Anlass seines 50jährigen Doctor-Jubiläums zugesendete Glückwunsch-Telegramm.

Herr Ottomar Novák, Assistent für Paläontologie am National-Museum in Prag, übersendet eine Abhandlung: „Beitrag zur Kenntniss der Bryozoen der böhmischen Kreideformation. I. Abtheilung. *Cheilostomata*“.

Herr Prof. Dr. Max Buchner in Graz übersendet eine Abhandlung: „Analyse des Tempelbrunnens in Sauerbrunn bei Rohitsch in Südsteiermark“.

Das e. M. Herr Dr. Emil Weyr übersendet eine Abhandlung: „Weitere Bemerkungen über die Abbildung einer rationalen Raumeurve vierter Ordnung auf einen Kegelschnitt“.

Herr Prof. S. L. Schenk legt eine Abhandlung vor: „Über die Vertheilung des Farbstoffes im Eichen während des Furchungsprocesses“.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Akademie der Wissenschaften, Königl. Preuss., zu Berlin: Monatsbericht. November 1875. Berlin; 8°.

— der Wissenschaften zu Krakau: Starodawne prawa Polskiego Pomięki. T. IV. Krakau, 1875; 4°. — Sprawozdanie komisji fizyograficznej. T. IX. W Krakowie, 1875; 8°. — Lud. Serya IX. Kraków. 1875; 8°. — Scriptores rerum Polonicarum. Tomus III. Kraków, 1875; 8°. — Rozprawy. Histor.-filozoficz. T. IV. W Krakowie, 1875; 8°. Rozprawy. Matemat.-przyrodn. Tom. II. W Krakowie, 1875; 8°.

American Chemist. Vol. VI. Nr. 5. New York, 1875; 4°.

- Apotheker-Verein**, allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). 14. Jahrgang, Nr. 5. Wien, 1876; 8°.
- Clausius, R.** Die mechanische Wärmetheorie. Zweite umgearbeitete und vervollständigte Auflage des unter dem Titel: „Abhandlungen über die mechanische Wärmetheorie“ erschienenen Buches. I. Band. Braunschweig, 1876; 8°.
- Geological Survey of the Territories: Miscellaneous Publications.** Nr. 5. Washington, 1875; 8°. — Bulletin. Nr. 5. — Second Serie. Washington, 1876; 8°.
- Gesellschaft, k. k. geographische**, in Wien: Mittheilungen. Band XIX (neuer Folge IX), Nr. 1. Wien, 1876; 8°.
- österr., für Meteorologie: Zeitschrift. XI. Band, Nr. 3. Wien, 1876; 4°.
- Senekenbergische naturforschende: Abhandlungen. IX. Bd., 3. & 4. Heft. Frankfurt a. M., 1874 & 1875; 4°. — Bericht. 1873—1874. Frankfurt a. M., 1875; 8°.
- Deutsche geologische: Zeitschrift. XXVII. Band, 3. Heft. Berlin, 1875; 8°.
- physikalische, zu Berlin: Die Fortschritte der Physik im Jahre 1870. XXVI. Jahrgang. I. & II. Abthlg.: im Jahre 1871. XXVII. Jahrgang. I. Abthlg. Berlin, 1874 & 1875; 8°.
- Gewerbe-Verein, n.-ö.**: Wochenschrift. XXXVII. Jahrgang, Nr. 6. Wien, 1857; 4°.
- Ingenieur- und Architekten-Verein, österr.**: Wochenschrift. I. Jahrgang, Nr. 7. Wien, 1876; 4°.
- Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie.** von Alex. Naumann. Für 1873. 3. Heft. Für 1874. 1. Heft. Giessen, 1875 & 1876; 8°.
- Nuovo Cimento.** Serie 2^a. Tomo XIV. Luglio, Agosto e Settembre 1875. Pisa; 8°.
- Reichsanstalt, k. k. geologische**: Jahrbuch. Jahrgang 1875, XXV. Band, Nr. 4. Wien; 4°. — Verhandlungen. Jahrgang 1875, Nr. 17—18; Jahrgang 1876, Nr. 1. Wien; 4°.
- Società degli Spettroscopisti Italiani**: Memorie. Anno 1875 Dispensa 11^a. Palermo; 4°.
- Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux**, Mémoires. Tome I (2^e Série), 2^e Cahier et Extrait des procès-verbaux des séances. Bordeaux, 1876; 8°.

- Société Botanique de France: Bulletin. Tome XXII^e. 1875.
Comptes rendus des séances 2. Revue bibliographique C—D.
Paris; 8^o.
- Society, The Chemical, of London: Journal. Ser. 2. Vol. XIII,
November & December 1875; Vol. XIV. January 1876.
London; 8^o.
- The Linnean, of London: Transactions. Vol. XXIX, Part III,
Vol. XXX, Parts II & III; Second Series. Botany. Vol. I,
Part I; Zoology. Vol. I, Part I. London, 1874 & 1875; 4^o.
- Journal. Botany. Vol. XIV, Nrs. 77—80; Zoology. Vol.
XIII, Nrs. 58—59. London. 1874 & 1875; 8^o. — Proce-
dings of the Session 1873—74 and Obituary Notices. Lon-
don, 1874; 8^o.
- Wiener Medizin. Wochenschrift. XXVI. Jahrgang, Nr. 7. Wien,
1876; 4^o.
-

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH - NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXXIII. Band.

ERSTE ABTHEILUNG.

3.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mineralogie, Botanik,
Zoologie, Geologie und Paläontologie.

VII. SITZUNG VOM 9. MÄRZ 1876.

Die Directionen der k. k. Lehrerbildungsanstalt zu Sobieslau und des k. k. Real- und Ober-Gymnasiums in Brünn erstatten ihren Dank für bewilligte akademische Publicationen.

Der Museal-Custos zu Laibach, Herr Karl Deschmann, dankt mit Schreiben vom 1. März für die ihm zur Fortsetzung der Ausgrabung von Pfahlbauten-Objecten im Laibacher Moor bewilligte Subvention.

Das e. M. Herr Prof. Pfandler in Innsbruck übersendet eine Abhandlung: „Über das Wesen des weichen oder halbflüssigen Aggregatzustandes über Regelation, und Rekrystallisation“.

Das e. M. Herr Prof. Stricker übersendet eine Abhandlung von Dr. H. Gradle: „Über die Spannungsunterschiede zwischen dem linken Ventrikel und der Aorta.“

Herr Dr. Wilh. Velten, Adjunct an der forstlichen Versuchsanstalt, übersendet eine Abhandlung: „Die physikalische Beschaffenheit des pflanzlichen Protoplasma“.

Herr Dr. Carl Beckerhinn, k. k. Artillerie-Hauptmann, übersendet eine Abhandlung: „Zur Kenntniss des Nitroglycerins und der wichtigsten Nitroglycerinpräparate“.

Der Secretär legt noch folgende eingelangte Abhandlungen vor:

„Zur Geometrie der Schraubenbewegung und einer Regelfläche dritter Ordnung“ von Herrn Prof. Karl Moshammer in Graz.

„Über die Axenbestimmung der Kegelschnitte“ von Herrn Prof. Karl Pelz in Graz.

„Das Chloralecyanidecyanat und die Amide des Chlorals“ von Herrn Dr. C. O. Cech in Berlin.

„Notiz über zwei mathematische Sätze“ von Herrn Jakob Zimels in Brody.

„Erweiterung der Theorie über den zweiarmigen Hebel“ von Herrn Julius Maier, Ingenieur in Wien.

Das w. M. Herr Prof. Löschmidt überreicht den zweiten Theil seiner Abhandlung: „Über den Zustand des Wärmegleichgewichtes eines Systemes von Körpern mit Rücksicht auf die Schwerkraft“.

Herr Professor Schrauf legt eine Abhandlung: „Mittheilungen aus dem mineralogischen Museum der Universität“ vor.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Anstalt, königl. ungar. geologische: Évkönyve. III. kötet, 4. füzet; IV. kötet, 2. füzet. Budapest, 1875; kl. 4^o. — Mittheilungen. III. Band, 3. Lieferung; IV. Band. 1. Heft. Budapest, 1875; kl. 4^o.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). 14. Jahrgang, Nr. 6—7. Wien, 1876; 8^o.

Astronomische Nachrichten. Nr. 2075—2078. (Band 87, 11—14.) Kiel, 1876; 4^o.

Berliner Astronomisches Jahrbuch für 1878 mit Ephemeriden der Planeten (1) — (117) für 1876. Berlin, 1876; 8^o.

Geological and Geographical Survey of Territories. The United States: Bulletin. Nr. 6, II^a Series. Washington, 1876; 8^o.

Gesellschaft, Deutsche Chemische, zu Berlin: Berichte. IX. Jahrgang, Nr. 2—3. Berlin, 1876; 8^o.

— Astronomische, zu Leipzig: Vierteljahresschrift. 11. Jahrgang. 1. Heft. Leipzig, 1876; 8^o.

— k. bayer. botan., in Regensburg: Flora. N. R. 33. Jahrgang. 1875. Regensburg; 8^o.

— österr., für Meteorologie: Zeitschrift. XI. Bnd, Nr. 4—5. Wien, 1876; 4^o.

— Deutsche, für Natur- und Völkerkunde Ostasiens: Mittheilungen. 8. Heft. Yokohama, 1875; 4^o. — Das schöne Mädchen von Pao. Eine Erzählung aus der Geschichte China's im 8. Jahrhundert v. Chr. (Aus dem Chinesischen übersetzt von C. Arendt); 4^o.

- Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXVII. Jahrgang. Nr. 7—9. Wien, 1876; 4^o.
- Ingenieur- und Architekten-Verein, österr.: Zeitschrift. XXVIII. Jahrgang 1876, 2. Heft. Wien; 4^o. — Wochenschrift. I. Jahrgang. Nr. 8—10. Wien, 1876; 4^o.
- Journal für praktische Chemie, von H. Kolbe. N. F. Band XIII. 1., 2. & 3. Heft. Leipzig, 1876; 8^o.
- Landbote, Der steirische. 9. Jahrg., Nr. 4—5. Graz, 1876; 4^o.
- Landwirthschafts-Gesellschaft, k. k., in Wien: Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrgang 1876. Jänner-Februar-Heft. Wien; 8^o.
- Magazijn voor Landbouw en Kruidkunde. III. reeks. III. deel. 10. aflev. Utrecht, 1876; 8^o.
- Mandoj Albanese, Tommaso, Ricerche fisiche intorno alla luce ed ai colori proprii dei corpi. Napoli, 1875; 8^o.
- Mittheilungen aus J. Perthes' geographischer Anstalt. 22. Band, 1876. II. Heft. Gotha; 4^o.
- Moniteur scientifique du D^{eur} Quesneville. 411^e Livraison. Paris, 1876; 4^o.
- Nature. Nr. 321, 329—331, Vol. XIII. London, 1876; 4^o.
- Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto in Moncalieri: Bullettino meteorologico. Vol. IX. Nr. 12. Torino, 1875; 4^o.
- Radcliffe Observatory, Oxford: Results of Astronomical and Meteorological Observations made in the Year 1873. Oxford, 1875; 8^o.
- Reichsanstalt, k. k. geologische: Verhandlungen. Jahrgang 1876. Nr. 2—3. Wien; 4^o.
- Reichsforstverein, österr.: Österr. Monatschrift für Forstwesen. XXVI. Band. Jahrg. 1876. Februar-Heft. Wien; 8^o.
- „Revue politique et littéraire“ et „Revue scientifique de la France et de l'étranger“. IV^e Année, 2^e Série, Nrs. 34—36. Paris, 1876; 4^o.
- Società degli Spettroscopisti Italiani: Memorie. Anno 1875. Disp. 12^a. Palermo; 4^o.
- Société Impériale de Médecine de Constantinople: Gazette médicale d'Orient XIX^e Année, Nr. 9. Constantinople, 1875; 4^o.

- Society, The Royal Astronomical, of London: Memoirs. Vol. XLII., 1873—1875. London, 1875; 4^o.
- The American Geographical: Bulletin. Session 1875—76. Nr. 1. New York, 1876; 8^o.
- Verein, Entomologischer, in Berlin: Deutsche Entomologische Zeitschrift. XX. Jahrgang (1876), 1. Heft. (S. 1—208.) London, Berlin, Paris; 8^o. — Entomologisches Inhalts-Verzeichniss zu den Verhandlungen der k. k. zoolog.-botan. Gesellschaft in Wien. Jahrgang I—XXV. Berlin, 1876; 8^o.
- Wiener Medizin. Wochenschrift. XXVI. Jahrgang, Nr. 8—10. Wien, 1876; 4^o.
-

Die physikalische Beschaffenheit des pflanzlichen Protoplasma.

Von Dr. **Wilhelm Velten.**

Über die physikalische Beschaffenheit des Protoplasma wissen wir noch sehr wenig Sicheres. Es ist daher berechtigt, Ansichten über diesen Gegenstand geltend zu machen, wenn denselben eine Summe von Erfahrungen zu Grunde liegt.

Ich habe es mir nicht zum Vorwurf gemacht, in die Eigenschaften des verschiedenartigen oder den verschiedensten Pflanzentheilen zukommenden Protoplasma einzutreten; es sei in der Hauptsache das Augenmerk auf dasjenige Bild gerichtet, das wir uns ganz gewöhnlich vorstellen, wenn von Lebenserscheinungen desselben die Rede ist, also vorzugsweise das in Thätigkeit begriffene gesunder ausgebildeter Zellen von Haargebilden, Blättern, niederer Organismen, von Stengeln und Wurzelgrundgeweben, Zellen des Cambium u. s. f. — Bei allen diesen protoplasmatischen Körpern zeigt sich eine gewisse Übereinstimmung der Erscheinungen, und es hat vor Allem Werth sich über die physikalische Beschaffenheit dieser fertigen Zustände so klar wie möglich zu werden.

Die Consistenz dieser Protoplasmakörper wird nun von dem einen Forscher als schleimig oder zähflüssig bezeichnet; ein anderer spricht von einem dicklichen Schleime; ein dritter erklärt dasselbe weder für fest noch flüssig und nennt es deshalb festflüssig oder halbfliissig. Ganz vereinzelt Gelehrte sind der Ansicht, man dürfe die Frage nach dem Aggregatzustande des Protoplasma gar nicht stellen.

Mit den bezeichneten Erklärungen können wir uns offenbar nicht zufrieden geben. Es wird sich im Weitern zeigen, ob und wiefern wir ein Recht haben, nach dem Aggregatzustande oder der Consistenz des Protoplasma zu fragen.

Wir wissen sehr genau, dass das Protoplasma sich in sehr verschiedenen und doch wieder nur innerhalb bestimmter Grenzen bewegter Formen auftritt. Dieses Festhalten einer Form setzt offenbar einen festen Aggregatzustand des ganzen Körpers oder eines Theiles desselben voraus. Gleichzeitig gewahren wir aber an demselben Körper, der durch den genannten Umstand weit mehr den Eindruck des Festen als des Zähflüssigen macht, eine grosse Beweglichkeit der Theilchen, welche mit Evidenz auf einen flüssigen Aggregatzustand schliessen lässt. Nehmen wir nun das Protoplasma als eine einheitliche Masse an, so gerathen wir in einen Widerspruch in sich selbst hinein, und um diesen aufzuheben bliebe nichts übrig, als einen neuen den Physikern selbst noch unbekanntem vierten Aggregatzustand zu supponiren, welcher erst näher zu erörtern wäre. Statt zu dieser paradoxen Schlussfolgerung zu greifen, ziehe ich vor, die eigenthümlichen Erscheinungen des Plasma auf das physikalisch Bekannte zurückzuführen.

Nach der vorhin angegebenen Thatsache, welche sogleich noch weiter zu erhärten sein wird, ist nur eine Schlussfolgerung möglich, dass wir nämlich unbedingt innerhalb des Protoplasma mindestens zwei Körper besitzen, welche einen gänzlich verschiedenen Aggregatzustand haben müssen. Diese beiden Körper werden umso mehr in dem Grade des Flüssigen und Festen auseinander liegen, je schärfer wir in ein und demselben Augenblicke den Eindruck von Festsein und leichter Verschiebbarkeit an ein und demselben Objecttheil in uns aufnehmen.

Ich stimme mit Hanstein¹ vollständig überein, wenn derselbe, statt von einer dünnflüssigen Stromsubstanz des Protoplasma zu sprechen, einen Vergleich zieht mit Querschnüren, die leiterartig ausgespannt sind. In der That sprechen die passiven Bewegungen ganzer Fäden entschieden für einen solchen Vergleich, womit nur gesagt sein soll, dass der Körper irgendwie fest sein muss; ja, es gibt Erscheinungen, welche geradezu dem Begriffe des Zähflüssigen widersprechen, die die Bezeichnung als zähflüssig unhaltbar erscheinen lassen.

¹ Hanstein, Sitzungsberichte der niederrheinischen Gesellschaft in Bonn, 1870, p. 222.

Wenn man sich z. B. solche Blattzellen der *Elodea canadensis* aussucht, welche Rotation zeigend gleichzeitig noch das Innere der Zelle durchziehende Protoplasmafäden erkennen lassen, so wird man gewöhnlich bemerken, dass diese Fäden durch den Rotationsstrom nicht beeinflusst werden, woraus zu schliessen ist, dass dieselben einer ruhenden Wandpartie aufgelagert sind. So ist es aber nicht immer; man beobachtet zuweilen, dass sie plötzlich umhergetragen werden, und hat man das Glück, einen Faden zu sehen, welcher durch den Wandstrom beiderseits derart verschoben wird, dass seine Theile nothwendig zusammengedrängt werden müssen, so gewinnt man die Überzeugung, dass dieser sich gerade so biegt, wie es ein Seil oder besser ein äusserst zäher, also fester Körper in gleichem Falle thun würde. Derselbe Erfolg tritt ein, ob in demselben Moment der Faden als solcher Bewegung ausführt oder nicht. Wir haben also hier einen Fall, wo Beweglichkeit und Biegsamkeit an demselben Körper in demselben Moment vorhanden ist.¹ — Rechnen wir einfach diese Eigenthümlichkeit unter den Begriff Organisation, ohne zu fragen, wie diese Erscheinung zu Stande kommen kann, so ist durch diesen Begriff noch nicht viel gewonnen.

Obgleich Brücke² in bestimmter Weise darauf aufmerksam gemacht hat, dass das Protoplasma weder fest noch flüssig sei, so hat man doch noch meist derartige Ausdrücke für die Gesamtmasse beibehalten, und nur der Umstand, dass Brücke sich von einem weiteren Eingehen auf den thatsächlichen Aggregatzustand des ganzen Körpers oder der Theile desselben fern gehalten hat, mag Grund sein, dass man kaum mehr wagte, diese Fragen eingehend zu erörtern. Es scheint lediglich nur Reichert³ zu sein, welcher in einer Erwiderung der Brückeschen Aufstellungen die aufgeworfenen Fragen schärfer ins Gesicht fasste. Es wird sich im Weiteren zeigen, dass ich in Bezug auf die primären Fragen für das pflanzliche Protoplasma

¹ Dass sich auch ein Wasserstrahl biegen lässt, kann hier nicht in Betracht kommen, weil bei einem solchen gleichsinnige Bewegung obwaltet.

² Brücke. Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften zu Wien. 1861. Bd. 44. p. 381.

³ Reichert. Reichert's und du Bois-Reymond's Archiv. 1863. p. 86.

auf einem ähnlichen Standpunkte stehe, wie er von Reichert für das der Thiere vertreten wurde.

Nägeli¹ und Schwendener machen darauf aufmerksam, man dürfe in dem Ausdrücke halbflüssig, auf Plasmagebilde angewendet, nicht etwa einen Widerspruch mit der Annahme einer Organisation erblicken, da derselbe sich einzig und allein auf die Consistenz, nicht auf den inneren Bau beziehe. Diese Auffassung ist zweifellos so lange richtig, als die Organisation derart ist, dass halbflüssige Theile zu einem kunstreichen Baue zusammengefügt sind; den Ausdruck kunstreich zu erklären, führt aber immer zu mehr oder weniger natürlichen Hypothesen, bei welchen man endgiltig immer wieder auf einen festen Aggregatzustand zurückkommt, und sobald eben mehr oder minder zwingende Gründe vorhanden sind, in einem den Eindruck einer Flüssigkeit darbietenden Körper feste Theile, ein festes Skelet anzunehmen, so kann man schliesslich nur von der Consistenz, welchen Ausdruck ich in dem Sinne von Aggregatzustand nehme, der zusammensetzenden Theile reden, nicht aber von dem Gesamteindrucke, den ein zusammengesetzter Körper macht, weil der erstere sehr variabel sein kann, je nachdem mehr die einen oder anderen Theile für das Auge in Action treten. Es leuchtet wohl auch ein, dass ein Aufbauen der Protoplasmatheile gegen die Richtung der Schwerkraft nur durch die Aufrichtung eines festen Gerüstes zu Stande kommen kann, zwischen welchem bewegliche Theile aufwärts wandern, um dort zum Theile ihren Aggregatzustand vom Flüssigen zum Festen zu verändern.

Ich habe ferner nachgewiesen, dass die verschiedenen Inhaltsgebilde der Elodeablattzellen, welche doch sicherlich nicht alle ein und dasselbe specifische Gewicht haben können, sich nicht aus ihrer Lage bringen lassen, wenn man dieselben der Centrifugalkraft aussetzt. Da die letztere sich proportional dem Gewichte der rotirenden Körper verhält, so müsste eine bestimmte Lagerung der Inhaltstheile, selbst von zähen nicht mischbaren Flüssigkeiten, eintreten, wie auch vor Allem das Protoplasma sich an diejenige Wand der Zelle begeben müsste, welche

¹ Nägeli und Schwendener. Mikroskop, p. 552.

dem Rotationscentrum am entferntesten liegt; zum Mindesten müsste dies bei den das Innere durchziehenden Fäden eintreten.

Dieser Fall resultirt nun nicht.¹ Die bleibende Lagerungsweise zeigt, dass die Verschiebbarkeit der Theile des Protoplasma in gewissen Richtungen nur durch das Object selbst möglich ist, dass wir die Theile nicht verschieben können, dass dasselbe für uns sich als fest herausstellt.

Die genannten Erscheinungen zwingen zu dem Schlusse: In dem Protoplasma befindet sich ein mehr oder weniger zusammenhängender Körper, welcher den festen Aggregatzustand besitzt, welcher letzterer mit dem des flüssigen zeitweise vertauscht werden kann. Je mehr das Protoplasma in den angegebenen Fällen den Eindruck einer Flüssigkeit macht, einen um so festeren Aggregatzustand muss im Allgemeinen derjenige Theil besitzen, der die Ursache der Form ist.

Was nun den flüssigen Aggregatzustand eines Theiles der Plasmamasse anbelangt, so bedarf es keines Beweises, dass gewisse Theile und vielleicht der beiweitem grösste Procentantheil flüssig, und zwar zähflüssig ist, denn wir sehen direct die enorme Beweglichkeit desselben, wie sie nur bei einem flüssigen oder gasförmigen Medium vorausgesetzt werden kann. Die Annahme, dass das lebende Protoplasma nur scheinbar den Eindruck einer Flüssigkeit mache, insoferne bei einem mehr oder minder festen Körper ein ähnliches Bild entgegenzutreten könnte, als die bewegenden Kräfte im Verhältnisse zu der Masse, welche bewegt werden soll, enorm gross zu denken wären, wobei eben nicht nur das Gewicht und die Reibung, sondern auch noch die Cohäsionskraft der zu einem durchgängig festen Bau vereinigten Theilchen zu überwinden wäre, ist kaum gerechtfertigt, weil nothwendig eigenthümlich gebaute Gänge bei den meisten Ortsveränderungen der kleinen Theilchen entstehen müssten, von denen wir mit dem besten Willen nichts wahrnehmen können.

¹ Er kommt nur bei contrahirten Plasmakugeln vor, welche als Ganzes der Centrifugalkraft folgen, wodurch nur bewiesen wird, dass das Protoplasma schwerer ist als die Intracellulärlösung. Regensburger Flora. 1873. p. 101. Velten.

Es frägt sich nun, wodurch ist dieser obbezeichnete nicht nur gedachte, sondern direct erschliessbare feste Aggregatzustand des sich in der Mehrzahl der Fälle als flüssige Masse aufdrängenden Protoplasma bedingt. Ist dasselbe mit einer starren Hülle versehen, während das Innere flüssig ist? oder: Ist dasselbe eine zähflüssige Masse, die an verschiedenen Punkten durch eine uns noch nicht näher bekannte Kraft (jedenfalls aber eine ziehende oder stossende, welche sich zwischen den Theilchen geltend macht) verhindert wird, sich der Kugelgestalt zu nähern? oder: Besitzt der Körper ein festes Skelet oder Gerüst, welches selbst aus seinem starren Zustande durch noch näher zu bezeichnende Bedingungen in einen verschiebbaren Zustand übergehen kann?

Die erstere Anschauung ist speciell durch Hanstein vertreten. Für diesen Forscher geht die Gestaltung des Protoplasma nur aus der relativ festen Hülle desselben hervor; innerhalb derselben kann man nach ihm hier und da auch noch festere Verbindungen annehmen; für die lebhaft sich bewegenden Theile gibt er nicht zu, dass sie die organische Gestaltung hervorrufen und bedingen könnten. Er sagt: „Dass Molecüle, die nicht einmal so viel Anziehung zu einander haben, um eine gegebene Gestalt festzuhalten, eine neue Gestalt nach bestimmter Regel aufbauen und fortbilden sollten, ist schon physikalisch schwer einzusehen.“ — Die Form des Protoplasma einer membranartigen Umhüllung zu Folge erklären zu wollen, ist schon nach dem in meiner früheren Abhandlung¹ Gesagten nicht statthaft. Wenn bei bereits absterbenden Zellen, in denen das Protoplasma trotzdem noch regelmässig in bestimmten Formen seine Bewegungen vollzieht, häufig Partikelehen in den Zellsaft austreten, so wäre nach der obigen Ansicht die nothwendige Consequenz die, dass nach kurzer Zeit der flüssige Theil des Protoplasma austreten müsste, oder es würde dies mindestens theilweise geschehen; die membranartige Umhüllung und Alles, was etwa noch fest wäre, würde schliesslich allein übrig bleiben, namentlich dann, wenn wir gar die Bewegungen uns durch Contractionen verursacht denken. Zu dem kommt noch, dass wir von dieser

¹ V e l t e n. Bau und Bewegung des Protoplasma. Flora. 1873. p. 88.

membranartigen Umhüllung gegen innen weder etwas sehen noch nachweisen können, was anderseits von dem Primordialschlauche sich nicht sagen lassen würde. Bereiten wir uns durch die Verneinung Dieses auch grosse Schwierigkeiten, so halten wir uns wenigstens an das Thatsächliche.

Die zweite Fragestellung enthält eine zweite Möglichkeit. Wenn wir die Form des Protoplasma nicht auf eine starre Hülle zurückzuführen haben, so ist kein stichhaltiger Grund vorhanden, die Ursache dieser wo anders zu suchen, als in der gesammten eigentlichen Protoplasmanasse selbst. Eine unbekante, leicht auslösbare Kraft, jedenfalls also nicht die Cohäsionskraft, welche zwischen allen Theilchen wirkt, anzunehmen, hiesse sich auf einen hypothetischen Boden begeben, auf dem die Speculation sich leicht allzuweit von den gegebenen Thatsachen entfernen könnte, so dass ich, diese Frage umgehend, die dritte als die zur Zeit allein berechnigte in den Vordergrund dränge. Ich bestreite deshalb nicht, dass diese Hypothese, wenn sie einmal auf einem sicheren Boden sich befinden sollte, vielleicht am geeignetsten sein dürfte, die complicirtesten Erscheinungen zu erklären.

Ich komme zur dritten Frage. Die Annahme eines festen Skeletes oder Gerippes innerhalb des anscheinend flüssigen Körpers und die Möglichkeit, dass flüssige Theile plötzlich in feste übergehen können, wie ich dies an dem Beispiel mit der Brücke¹ direct nachgewiesen habe, steht mit keiner, noch so wunderbaren Erscheinung, die das Protoplasma uns darbietet, in einem unlösbaren Widerspruche; es erklärt viele paradoxe Erscheinungen und genügt der Forderung, zu der man aus dem eigenthümlichen und wandelbaren Verhalten der Protoplasma-körper gezwungen ist. Das Wie glaube ich zunächst nicht auseinandersetzen zu dürfen, da hierzu die Zeit noch zu verfrüht erscheint. Es bleibt einstweilen Jedem unbenommen, sich in demselben eine Verkettung der kleinsten Theilchen, verbunden

¹ Flora. 1873. p. 124. Ein im Detail untersuchter Fall bei Cucurbita-haarzellen zeigte den plötzlichen Übergang eines flüssigen Theiles in einen festen. Es bildete sich unter meinen Augen zwischen zwei Aufhängefäden eine Brücke, die plötzlich stehen blieb, obgleich die ganze Masse des einen wie des andern Aufhängefadens für das Auge in Bewegung begriffen war.

mit grösseren oder kleineren Wasserhüllen, derart vorzustellen, dass die wasserärmsten Molecüle in verschiedenster Richtung innig verbunden ein festes Gerüst darstellen, zwischen dessen Punkten wasserhaltigere Theile eingelagert sind. Den Hauptwerth möchte ich hierbei auf eine mehr gleichmässige Vertheilung der festen Partikel innerhalb des Gesamtprotoplasma-körpers legen. Die Form des Gerippes selbst muss häufig im Wechsel begriffen sein, insofern die einzelnen Theilchen oft genug auseinandergerissen werden, um an andern Orten wiederum in engere Verbindung zu treten, was man vielleicht als Verwachsen bezeichnen kann. Auf gleichem Raume werden bald eine grössere Zahl wasserärmerer oder reicherer Theile in Berührung kommen; ist das Letztere der Fall, so wird das Ganze scheinbar den Eindruck einer wahren Flüssigkeit machen, ja es müsste dies thun, obgleich das Bild lediglich durch eine eigenthümliche Verkettung von Umständen verursacht ist. Somit steht nach diesen Anseinandersetzungen fest, dass das Protoplasma feste und flüssige Theile in den kleinsten Raumtheilen nebeneinander enthält.¹

Damit ist nun aber durchaus nicht gesagt, dass das Protoplasma eine irgendwie nennenswerthe Festigkeit besitze. Wenn man unter der letzteren den Widerstand versteht, den ein Körper der Trennung seiner Theile entgegensetzt, so ist die Festigkeit des festen Protoplasmatheiles sehr gering. Um die Theilchen zu trennen, ist aber sicher eine grössere Kraft erforderlich, als wie diejenigen des flüssigen oder zähflüssigen Antheils auseinanderzureissen. Die Festigkeit ist derjenigen des Primordialschlauches gegenüber jedenfalls kleiner. — Bei verschiedenen Plasma-objecten ist der Grad des Flüssigen oder Festen sehr verschieden.

Gewisse Erscheinungen gibt es, welche thatsächlich direct dem Auge dem festen Aggregatzustande das Wort reden, wo der letztere Eindruck den einer flüssigen oder halbflüssigen Masse überwiegt. So zeigen sich dann und wann bei der Circu-

¹ H a n s t e i n beipielsweise kommt auch, aber mit einer vollkommen andern Anschauung zu demselben Resultat; auch für ihn ist es bewiesen, dass das Protoplasma sowohl flüssige, als weichste Theile nebeneinander enthält. Seine Interpretation entspricht aber, wie schon erwähnt, nicht den Thatsachen. Sitzungsberichte, Bonn, 1870. p. 222.

lationsbewegung schlängelnde Motionen von feineren Protoplasmafäden abnormer oder normal befindlicher Zellen. Ähnliches kommt vor, wie ich es bestätige, bei Einwirkung hoher Temperatur oder bei elektrischen Schlägen durch das Protoplasma. Gruppen zahlreicher, feinsten, freidigender Protoplasmafäden bilden sich ferner, wenn Cucurbitahaarzellen längere Zeit unter Deckglas weilen, die wie Schwärmsporenwimpern umherpeitschen und so ihren festen Aggregatzustand als Ganzes manifestiren. Viele Beispiele, insoferne ähnliche Erscheinungen auf Zusatz diverser chemischer Reagentien zu Pflanzenzellen entstehen, wären anzuführen, wenn dieselben eben nicht bereits als abnorme aufzufassen wären.

Überaus leichtflüssig erscheint das Protoplasma bei den Characeen im älteren Stadium, überhaupt bei absterbenden oder wenigstens zurückgehenden Zellen, worauf ich nachher noch einmal zurückkehren will. Den Übergang eines festeren Zustandes des Protoplasma in einen flüssigeren können wir uns in verschiedener Weise denken: der beweglichere Zustand kann daher rühren, dass die Molecüle Wasser einlagern, entweder sämtliche oder nur gewisse, oder die Anordnung der Molecüle wird verändert, oder aber auch die wirksamen Kräfte wachsen: im letzten Falle wird es daher nur scheinbar flüssiger. Tritt das Umgekehrte ein, so gelten entgegengesetzte Ursachen.

Die Wärmestarre beispielsweise wird erklärlich, sobald wir uns vorstellen, die Anzahl der festen Partikelchen sei im Zunehmen, welche Zunahme beim Erwärmen nicht plötzlich, wenngleich sehr rasch erfolgt.¹

¹ Nachdem schon vor zwölf Jahren Sachs andeutete, dass der Wärmestarre zunächst eine Verzögerung der Protoplasmaabewegung vorausgeht, habe ich dieses Gesetz früher im Nägeli'schen Laboratorium durch Zahlen belegt. (Einwirkung der Temperatur auf die Protoplasmaabewegung. Reg. Flora. 1876.) In einer der neuesten Publicationen N. J. C. Müller's sagt derselbe nun (bot. Unters. IV Heft. 1875. p. 220 Anm.): „Die Geschwindigkeit der Protoplasmafäden der Ecbaliumhaare nehme mit wachsender Temperatur zu, bis die Bewegung ganz plötzlich anhöre oder bis die Strombahn zerreisse.“ Er ist der Ansicht, die Beschleunigung werde so gross, dass die Flüssigkeitstheile aus dem endlichen Reservoir nicht schnell genug gedeckt werden könnten. Aus diesem Grunde sei es

Ist nun, wie mir scheint, nach dem Vorigen bewiesen, soweit sich überhaupt hier beweisen lässt, dass wir innerhalb des Protoplasma jeweils einen Körper von festem Aggregatzustande besitzen müssen, so ist es doch noch nöthig, die Deutung einer Reihe höchst bedeutungsvoller Erscheinungen zu bekämpfen, welche scheinbar trotz alledem geeignet sind, dem Behaupteten zu widersprechen. Es gibt eine Anzahl von Forschern, welche die Consistenz und den Aggregatzustand des Protoplasma vorzugsweise aus dem Verhalten von mehr oder weniger unter abnormen Verhältnissen stehendem Plasma ableiten. So wäre zunächst zu erinnern an das Verhalten desselben in älteren Charenzellen. Dort könnte behauptet werden, dass dasselbe nicht selbständig den Raum erfüllt, dass die isolirten, im wässrigen Zellsaft nicht¹ oder noch nicht vertheilten, umherschwimmenden Protoplasmakörper, wenn sie überhaupt vorkommen, bereits durch ihre Abrundung ihre flüssige Beschaffenheit documentiren. Auch wenn man diese Zellen anschneidet, so läuft der ganze Zelleninhalt wie eine dicke Flüssigkeit aus dem Schlauche aus.² Es sind von Hofmeister³ ferner eine

nicht möglich, das Maximum der Temperatur für die Strömung vom Optimum zu unterscheiden. — Dagegen ist nun einzuwenden, dass sich nach meinen Versuchen das Maximum vom Optimum sicher unterscheiden lässt und dass das Zerreißen keinesfalls aus den angezogenen Gründen herühren kann, weil ja a priori sämtliche Molecüle eine Beschleunigung erfahren, das Reservoir daher nie endlich werden kann.

¹ Vergl. V e l t e n: *Activ oder Passiv?* Östr. bot. Zeitschr. 1876. Nr. 3.

² Schon C o r t i, dann M e y e n (*Pflanzenphysiologie* I. p. 218), später U n g e r (*Anatomie und Physiologie*, p. 276) haben beobachtet, dass durch den Act des Durchschneidens der Characeenzellen die dem Leben eigenthümliche Bewegung nicht momentan erlischt, wie man dies hätte voraussetzen können. Die Erscheinung selbst erfolgt aber ganz gewöhnlich in einer etwas anderen Weise, als sie beschrieben worden ist. U n g e r beispielsweise sagt: Der nach der Schnittfläche gerichtete Strom fließt zuerst aus, der andere Strom vollendet aber früher seine Bahn und folgt dann dem ersten auf seinem Wege. — Ich habe stets bemerkt, dass nach dem Durchschneiden sich sofort eine künstliche Scheide oder Querwand aus Protoplasma bildet, innerhalb welcher für kurze Zeit noch ungestört der Inhalt rotirt, während langsam von dieser Scheidewand aus das Plasma sich im Wasser vertheilt.

³ H o f m e i s t e r. *Pflanzenzelle*, p. 1—146.

grosse Zahl von Beispielen aufgeführt, welche direct oder indirect die zähflüssige Beschaffenheit des Protoplasma, die Consistenz eines mehr oder minder dicklichen Schleimes zu beweisen scheinen. Nägeli und Schwendener¹, gegen deren Aufstellungen es immer sehr schwer ist, plausible Gegenstände beizubringen, sagen: man überzeuge sich von der halbflüssigen Beschaffenheit der Plasmagebilde, wenn man mehrere derselben mit einander in Berührung bringe und etwas quetsche. . . . Sie fliessen alsdann zu Plasmakugeln zusammen. Ebenso liefere die Thatsache, dass das Plasma beim Freiwerden der Schwärmsporen zuweilen in lange Fäden ausgezogen werde, welche nach dem Zerreißen in die nun getrennten grösseren Plasmamassen zurückfliessen, ohne hier irgend eine Erhabenheit zu verursachen, einen Beweis zugleich für die hohe Dehnbarkeit wie für die Halbflüssigkeit der Plasmasubstanz. Von anderen Seiten wird ferner auf die Kugelbildung des im Wasser aus den Zellen austretenden Protoplasma aufmerksam gemacht. Nicht minderen Werth sollen nach der Ansicht angesehenen Forscher für die Beantwortung unserer Frage die Kugelbildungen des Plasma haben, welche entstehen, wenn äussere Agentien, wie Druck, Elektrizität, namentlich auch chemische Agentien, wie Glycerin, Zucker etc., auf dasselbe eingewirkt haben; ebenso auch die Kugelbildungen bei absterbenden Zellen.

Es würde zu weit führen, die grosse Zahl der im Principe meist auf dasselbe herauskommenden Thatsachen, die für die bezeichnete Gegenansicht erhalten müssen, einer Betrachtung zu unterwerfen; es genüge, die schwierigst zu entkräftigenden zu besprechen.

All' die angedeuteten Erscheinungen sind unbedingt richtig; es ist aber die Frage aufzustellen, ob das Verhalten unter solchen Bedingungen einen Fingerzeig für die Bestimmung des Aggregatzustandes des Protoplasma abgeben kann. Es sind vor Allem in erster Linie diese durch äussere Agentien hervorgerufenen Bilder abnorme Zustände des Protoplasma, und zweitens wenn wir alle Erscheinungen, bei denen dasselbe zu mehr oder weniger abgerundeten Partien in der Zelle sich ansammelt, als

¹ Nägeli und Schwendener. Mikroskop, p. 554.

Kugelbildungen bezeichnen und damit aussagen wollen, dass in diesen Fällen das Protoplasma sich so formt, wie es seinem halbflüssigen Aggregatzustande zukommt, so werfen wir sehr verschiedene Dinge zusammen. Die Art und Weise der Kugelbildung ist je nach der Verschiedenartigkeit der wirkenden Kräfte sehr verschieden, und das Folgende möge darüber entscheiden, wie viel Werth diesen und andern Facten zukommt, um mit ihnen über den Aggregatzustand des Protoplasma discutiren zu können.

Ich beginne mit dem erst angezogenen Falle, mit dem Protoplasma älterer Characeenzellen. Was die Abrundung der erwähnten Gebilde anbelangt, so ist zu bedenken, dass in diesem extraordinären Falle das Plasma bereits im Rückschritte begriffen ist und dass die Kraft, welche dasselbe sonst in die Länge zu gestalten sucht, zu schwinden beginnt. Die Abrundung selbst ist noch kein Beweis, dass der ganze Körper einen flüssigen Aggregatzustand besitzt. Aus dem Verhalten des austretenden Körpers endlich kann aber unmöglich der Aggregatzustand abgeleitet werden, da durch den Austritt des Protoplasma zweifellos eine moleculare Störung desselben stattfindet. Es ist ein berechtigter Analogieschluss, dass das Protoplasma der Characeenzellen entweder alle oder bestimmte Partien, von der Zellwand entfernt gedacht, auch seine selbständige Gestalt bewahren würde, wie dies eben für alle normalen und ausgebildeten Protoplasmakörper charakteristisch ist. Einen ähnlichen Fall von enormer Wassereinklagerung, wobei es direct bewiesen werden kann, dass durch dieselbe die selbständige Gestalt des Protoplasma nicht eingeblüsst wird, finden wir bei natürlich und sehr langsam absterbenden Blattzellen der *Elodea canadensis* und *Vallisneria spiralis*. Der Wasserreichthum wurde während des Hinschwindens so gross, dass ich die Grenze des jetzt sehr voluminösen Protoplasma gegen die Zellflüssigkeit hin, die sonst so scharf zu sehen ist, kaum mehr sicher unterscheiden konnte. In dem rotirenden Protoplasma des also fast mit der Zellflüssigkeit übereinstimmenden Index des Lichtbrechungsvermögens zeigten Körnchen verschiedener Art und Stängelchen tannelmde Bewegungen. Es ist anzunehmen, dass diese während ihres Fortschreitens Molecularbewegung zeigenden Theilchen sich in

Räumen befinden, die ich als Insucationscanälchen früher¹ benannt habe und dass ein als geringer Procentantheil auftretender fester, wenngleich nicht direct wahrnehmbarer Körper die Form einhält. Es liegt in diesem Verhalten ein bemerkenswerther Unterschied, abgesehen von aller weiteren Organisation, zwischen dem Protoplasma und etwa dem Gummischleim.² Wenn der letztere eben noch eine gegebene Form festhaltend durch eine kleine Menge Wassers bestimmt wird, den Moleculargesetzen eines flüssigen Körpers zu folgen, bewahrt das erstere bei Aufnahme einer gleichen Wassermenge seine Form. Ferner besitzt ein Gummifaden von selbständiger Gestalt niemals gleichzeitig die Verschiebbarkeit der Theilehen, wie sie bei den Circulationsbewegung zeigenden Protoplasmafäden zu finden ist.

Hofmeister behandelt in seiner Lehre von der Pflanzenzelle, obgleich er p. 60 ausdrücklich bemerkt: „Die Vorstellung über die Mechanik der Bewegungserscheinungen des Protoplasma setze nothwendig die Annahme einer Organisation voraus, eines eigenartigen Baues desselben, welcher von dem Aggregatzustande breiartiger oder flüssiger anorganischer Körper wesentlich abweiche“, das Protoplasma durchgängig als gleichartigen Körper von zähflüssiger Beschaffenheit, ja selbst die Zellbildung, die Bildung der Kerne u. s. w. werden als Tropfenbildungen aufgefasst. Durch diesen Widerspruch erhellt die Unrichtigkeit dieser Anschauung schon von selbst.

Sachs geht in seinem neuesten Lehrbuche der Botanik³ über den Aggregatzustand des Protoplasma oder der Theile desselben offenbar absichtlich hinweg; wir erfahren in der Hauptsache nur, dass dasselbe keine Flüssigkeit sei; was dasselbe aber in der Vegetation begriffen für einen Aggregatzustand besitze, das erfahren wir nicht.

Ich komme nun zu dem bemerkenswerthesten Punkte, welcher das Hauptargument für verschiedene Forscher, auch für bereits genannte, abgibt, die zähflüssige Beschaffenheit des Protoplasma

¹ Velten, Regensb. Flora. 1873. p. 118.

² Man vergleiche auch hierüber die Ansicht von Nägeli und Schwendener. Mikroskop, p. 552.

³ IV Aufl. p. 38.

zu demonstrieren; es ist die Kugelbildung. Ich unterscheide vor Allem normale und abnormale Kugelbildungen. Normale Kugelbildungen sind beispielsweise die Befruchtungskugeln. Wenn bei *Sphaeroplea annulina* das vorher in Ringen in der Zelle vorhandene Protoplasma zu kugeligen Massen sich formt, so ist dies zweifellos ein organisatorischer Vorgang; ein totaler Wechsel des Aggregatzustandes kann hier nicht eintreten, denn die Bildung der Primordialzellen geschieht nach Gesetzen, welche für die Abrundung zähflüssiger Körper nicht zutreffen. Auch sind nicht alle Fortpflanzungszellen kugelförmig. Die Form der kugelförmigen Zellen muss durch den festen Aggregatzustand eines wasserarmen Protoplasmaantheils bedingt sein; wasserhaltigere Theile können nach aussen die Form ausgleichen. Endlich sehen wir in andern Fällen, wie bei der freien Zellbildung in den Eiern der *Ephedra altissima*¹, eine radiale Lagerung protoplasmatischer Körnchen zur Kernanlage werden der Zellen, wodurch der Vergleich mit einer zähflüssigen Masse, mit Tropfenbildung nicht mehr aufrecht zu halten ist.

Ähnliche Fälle haben wir durch Strasburger in dem unten bezeichneten Werke kennen gelernt. Ferner gibt es Vorgänge, die nicht minder innerer Natur sind, als die vorigen. Wenn wir unter dem Einflusse des gelben und rothen Lichtes² Kugelbildung in dem Protoplasma von Haarzellen wahrnehmen,

¹ Strasburger. Über Zellbildung und Zelltheilung. 1875.

² Lassen wir einen Lichtstrahl durch eine Schichte von in Wasser gelöstem saurem chromsauren Kali gehen, so dass die brechbarere Hälfte des Spectrums absorbiert wird, und werfen wir dieses Lichtbündel mittelst des gewöhnlichen Hohlspiegels des Mikroskops auf das Protoplasma beispielsweise der *Cucurbita-Pepo*-Haarzellen, so bemerken wir nach einiger Zeit an verschiedenen Stellen der Wand und der Fäden Anhäufungen von Protoplasma, die amöboide Bewegung nach den verschiedensten Richtungen hin zeigen. Diese mächtigen, der Kugelgestalt sich annähernden Ansammlungen bestehen an ihrem Rande fast nur aus hyalinem Protoplasma, während im Innern unzählige Körnchen hin- und herschiessen; Molecularbewegung findet hierbei nicht statt. Solch' grosse Klumpen, richtiger gesagt, gestaltete Protoplasma Körper, können frei im Innern an beiderseits dünnen, sehr dünnen Fäden hängen. Bald schwinden dieselben wieder, bald treten neue dafür auf; so geht dies Spiel lange Zeit hindurch fort und bietet ausserordentlich charakteristische Erscheinungen, welche nicht leicht mit ähnlichen vollkommen verglichen werden können. Die An-

so berechtigt nichts, hieraus den Aggregatzustand des Plasma bestimmen zu wollen. Wir haben in diesem Falle mächtige Ansammlungen von Plasma, die mehr oder weniger sich der Kugelgestalt nähern, aber die amöboidartige Bewegung dieser Körper, das Durcheinanderschiessen der kleinen Körnchen innerhalb derselben lassen nicht zu, dass wir in dem gewöhnlichen Sinne von Kugelbildung sprechen.

Ferner sind die durch niedere Temperatur oder durch starke Insolation bedingten kugelähnlichen Ansammlungen des Protoplasma in den Blattzellen der *Elodea canadensis* noch unter die normalen Erscheinungen zu rechnen. Die Bewegung selbst dauert an diesen kugelförmigen Körpern fort; es ist keine wesentliche Störung eingetreten und die Form ist hier ebenso gut durch eine besondere Gruppierung der festen Theilchen des Körpers verursacht, wie dies in anderer Weise bei der gewohnten Anordnung der Fall sein muss.

Ich komme nun zu abnormalen Kugelbildungen. Unter diesen spricht eine Gruppe gegen, die andere für die zähflüssige Beschaffenheit des Protoplasma; zwischen beiden aber gibt es Übergänge.

So können zunächst die kugelförmigen Bildungen in dem Protoplasma der Elodeablattzellen, welche auf schwache Einwirkung des elektrischen Stromes hin entstehen, nicht als halbflüssige Körper aufgefasst werden, denn sie unterscheiden sich von dem normalen Protoplasma durch nichts, als dass sie in verschiedenen Richtungen des Raumes gleiche Ausdehnung

schwellungen sind nicht durch Wasseraufnahme hervorgebracht; es findet nur eine andere Orientirung der kleinsten Theilchen statt.

Ich komme daher vorläufig zu dem Schlusse, dass der brechbarere Theil des Spectrums, isolirt angewandt, eine directe Wirkung auf das Protoplasma ausübt.

Reinke (Botanische Zeitung. 1871. Nr. 46 und 47), welcher keine Wirkung farbigen Lichtes auf das Protoplasma beobachtete, glaubte auf Grund seiner negativen Resultate über frühere Arbeiten von Borscows und Lürssen den Stab brechen zu dürfen; selbst Sachs hat dies gethan (Lehrbuch der Botanik IV. p. 723).

Auf diesen Gegenstand werde ich erst dann wieder zurückkommen, wenn meine Arbeiten über die Chlorophyllkörnerwanderung beendet sind.

besitzen, und von dem ersteren wissen wir bestimmt, dass dasselbe nicht als dicklicher Schleim bezeichnet werden kann.

Bei stärkerer Einwirkung des elektrischen Stromes¹, ebenso bei Druckwirkungen entstehen in den verschiedensten Zellen, wie dies bereits bekannt, Vaeuolen; diese Vaeuolen sind ihrer Gestalt nach ebenfalls Kugelbildungen, obwohl sie von den vorhin genannten kugelförmigen Körpern wesentlich verschieden sind. Diese Vaeuolen werden gewöhnlich allmählig grösser, bis sie in der Zellflüssigkeit zerplatzen oder zerfliessen. War die Einwirkung nicht zu stark, so verschwinden sie nach einer Ruhepause wieder und das Protoplasma kann in seinen normalen Zustand zurückkehren. Es zeigt sich nun nirgends deutlicher als wie gerade bei den elektrischen Eingriffen, dass die Vaeuolen nicht geeignet sind, sich über die physikalische Beschaffenheit des Protoplasma Rechenschaft zu geben. Die Vaeuolen lassen sich successive bilden. Bei Protoplasmafäden entstehen aus zunächst äusserst schmalen, meist langgezogenen Wasserräumen ellipsoidische Körper, endlich Vaeuolen. Hat die Elektrizität einen gewissen Grad ihrer Stärke nicht überschritten, so können die Kugeln wieder verschwinden, die alte Anordnung tritt wiederum ein. Sehr oft aber ist die Vaeuolenbildung das Zeichen des Todes. Jedenfalls befinden wir uns hier an der Grenze, wo die Molecularstruktur und mit ihr der feste Aggregatzustand des Plasmagerüstes zerstört werden kann. Dass die Isolirung der Vaeuolen meist mit tödtlichem Ausgange verbunden ist, beweist, dass wir es mit bedeutenden Störungen der Organisation zu thun haben, und sobald dies richtig ist, kann auch nur von dem Aggregatzustande derjenigen Körper die Rede sein, welche aus dem gesunden Protoplasma hervorgehen. Die Vaeuole selbst, möge sie auf irgend welche störende Eingriffe hin auftreten,

¹ Man liebt es, zu behaupten, dass die Veränderungen des Protoplasma durch elektrische Eingriffe, durch mechanische Einflüsse, durch Wärme, Kälte, durch chemische Agentien gleich, mindestens ähulich seien. Dies ist streng genommen nur insoferne richtig, als zunächst die Bewegungserscheinungen sistirt werden, bei stärkeren Einwirkungen stets der Tod der Zellen erfolgt. Die Art der Veränderungen vom ersten Moment an bis zum Tode ist aber meist sehr verschiedener Natur.

hat immer das Bestreben, sich abzurunden. Hat das störende Agens stark eingewirkt, so vergrössert¹ sie sich allmählig in der nämlichen Flüssigkeit, in der das Protoplasma lebte; endlich zerplatzt sie, oder sie zerfliesst; es liegt hier kein Grund für eine andere Annahme vor, als dass dieses immer steigende Anschwellen durch einen einfachen Diffusionsprocess veranlasst wird; die Materie, welche die Diffusion einleitet und den Grund der Vergrösserung der Vacuole in sich trägt, wird nach meiner Vorstellung langsam von den umhüllenden Plasmatheilen nach innen — ebensogut auch nach aussen — abgegeben. Diese Abgabe von diffusionsfähigen Stoffen, in Folge deren eine hochgradige Zunahme der Vacuolen auftritt, findet nicht statt, oder es geschieht dies nur in geringem Masse, wenn keine Destruction des Protoplasma eintritt. In diesem Falle eben gewinnt nach kurzer Zeit das Letztere wieder die Fähigkeit, das Wasser der Vacuolen zu entfernen, es herauszupressen. Das Protoplasma verhält sich dann wiederum vollkommen normal.

Man kann das Auftreten von Vacuolen innerhalb des Protoplasma auf Reize hin, das sind eben Wirkungen des Druckes, der Elektrizität etc., als Ermüdung desselben auffassen. Bei dieser Betrachtung ist das wechselnde Imbibitionsvermögen des Protoplasma gänzlich ausgeschlossen.

Nach dem hier Niedergelegten kann die Kugelbildung, veranlasst durch das Auftreten von Vacuolen innerhalb eines gestalteten Protoplasmakörpers nicht zur Erkennung des Aggregatzustandes des normalen Protoplasma verwendet werden, da hierbei entweder eine moleculare Destruction, zum mindesten eine Ermattung desselben eintritt.

Unter dieselbe Rubrik sind auch die als halbfüssige Körper sich präsentirenden Protoplasmaklumpen zu rechnen, welche in den verschiedensten Zellen durch Einwirkung von Druck entstehen. Diese zähflüssige Beschaffenheit zeigt es erst dann, wenn eine gewisse Grösse des Druckreizes eingewirkt hat.

Ist aber einmal die Thatsache als richtig zugegeben, dass das feste Gerüst des Protoplasma durch Reize einen flüssigen

¹ Primordialschläuche, die durch Glycerin bei Vallisneriablatzellen contrahirt wurden, dehnten sich lediglich durch das Hindurchleiten eines Inductionsstromes wiederum aus.

Aggregatzustand annimmt, so ist es nurmehr noch ein kleiner Schritt, das sichtlich Flüssige desjenigen Protoplasma, welches unter normalen Verhältnissen durch selbsthervorgebrachten Druck oder Zug einen Reiz auf die bestimmt gestaltete Masse ausübt, als eine Ermattung des gereizten Theiles zu deuten, als einen momentanen Übergang des gestalteten Protoplasma zu einem mehr oder weniger flüssigen.

Wenn Schwärmsporen, durch Hindernisse veranlasst, ihre Endpartien in lange Fäden ausziehen, und die letzteren beim endlichen Zerreißen in die Gesamtmasse überfließen, ohne eine Erhabenheit zu verursachen, so kann ich dies nach meinen Beobachtungen nicht anders erklären, als dass der gezogene Theil gereizt wird und hierbei eine moleculare Änderung eintritt, und ebenso scheint dies der Fall zu sein, wenn chemische Agentien das Protoplasma und den Primordialschlauch contractiren, wobei einzelne Partien ebenfalls vollkommen den Eindruck einer Flüssigkeit machen; auch in dem letzteren Falle kommen ausser dem chemischen Reize Druck- und Zugwirkungen in Betracht. Ebenso gehört auch hierher die Kugelbildung beim Austreten des Protoplasma in Wasser u. s. w.¹

Um noch einmal kurz das Vorige zusammenzufassen, zeigt sich überall unzweideutig die flüssige oder zähflüssige Beschaffenheit des Protoplasma dort, wo, wenn auch noch so geringe äussere künstlich veranlasste oder innere Reize stattgefunden haben. Der durch Reize resultirende Körper von zähflüssiger Beschaffenheit muss eine enorme Anzahl verschwindend kleiner fester Partikelchen enthalten, welche durch Zerfallen des Protoplasmaerüstes entstanden sind.

Wir drücken diese, sich aus dem Früheren ergebende Folgerung, zu welcher die Thatsachen zwingen, am besten so aus:

Die festen aneinandergereihten Protoplasma-molecüle innerhalb eines Protoplasmaleibes, welche wir anzunehmen gezwungen waren, haben die Eigen-

¹ Ähnliche Betrachtungen findet man auch bei Stricker (Lehre von den Geweben p. 17), welcher vorzugsweise auf die Arbeiten Brücke's, Neumann's und Golubew's hinweist.

schaft durch geringe Veranlassungen verschiedener Art theilweise oder vollständig sich zu isoliren und kann, wenn die Umlagerung derselben nicht einen gewissen Werth überschritten hat, die Aneinanderreihung in der ursprünglichen Weise nach Aufhören des Reizes wieder eintreten.

Hiermit steht nun im Zusammenhange, dass das gereizte Protoplasma eine enorme Dehnbarkeit besitzt, welche dem ungereizten nicht zugesprochen werden kann. Die Eigenschaft einer merklichen Dehnbarkeit ist erst durch eine moleculare Umlagerung möglich gemacht.

Die Eigenschaft der Elasticität muss das Protoplasma besitzen; dieselbe kann aber niemals zur Anschauung gebracht werden, weil bei jedem Versuche, dieselbe zu demonstriren, die Molecularstructur tiefgehend verändert wird, weil dasselbe durch Zug und Druck flüssig wird.

Was die relative Dichtigkeit der Protoplasmakörper anbelangt, so ist es unter normalen Umständen immer der Fall, dass der Primordialschlauch und die bei freilebenden Körpern vorhandene und demselben entsprechende Hautschichte dichter ist als der übrige Körper; der Primordialschlauch selbst kann aber auch durch äussere Agentien veranlasst werden, seine Theile plötzlich zu verschieben; so bei allen Schlauchcontractionen, die nicht mit einer theilweisen Gerinnung oder chemischen Umänderung verbunden sind. Die hochgradige Dehnbarkeit kommt ihm ebenfalls nur in gereiztem Zustande, also in abnormalem zu.

Wie Hanstein¹ will, ist das Protoplasma nicht nur nach aussen, sondern auch nach innen gegen den Zellraum hin mit einer ähnlichen, wenn auch vielleicht noch zarteren Hautschichte begrenzt. Hanstein hat diese Annahme gemacht, weil sie für seine Erläuterungen² der Bewegungserscheinungen des Protoplasma absolut nothwendig war. Zu dieser Annahme sind wir

¹ Sitzungsberichte der niederrheinischen Gesellschaft in Bonn 1870, p. 223.

² Hanstein steht hierin mit Brücke auf einem ähnlichen Standpunkte; beide haben eine Auffassung der Bewegungserscheinungen, welche sich nicht halten lassen wird. Flora 1873, Velt en.

nicht gezwungen; ja nehmen wir doch diese hypothetische Hautschichte trotz der früher genannten Gegengründe an, so kommen wir zu folgendem Schlusse: Bei den Bewegungen des Protoplasma kommen ebenso oft Theile dieser hypothetischen Hautschichte in das Innere des Protoplasmaleibes, als umgekehrt Theile aus dem Innern nach aussen kommen. Dies lehrt beispielsweise die Vereinigung von Plasmafäden, welche der Länge nach verschmelzen ebensowohl als die Bildung der Fäden. Sind alle an die Zellflüssigkeit grenzenden Partien mit einer Haut umgeben, so müssen auch endgiltig alle an noch so kleine Vaenoleen grenzenden Theilchen, ja an die von mir beschriebenen Insuccationscanälchen müssten Hautschichten grenzen. Denken wir uns wie vorhin angedeutet, dass Hautpartien in das Innere gerathen, so könnte es sich leicht ereignen, dass mehr Hautschichten in der Zelle enthalten sind, als eigentliches Protoplasma. Es hat diese Annahme bei dem hier vertretenen Thatbestande Consequenzen, zu welchen sich Niemand gern verstehen wird.

Die grössere Dichtigkeit einer membranartigen Begrenzungs- schichte gegen aussen, namentlich gegen gewöhnliches Wasser, muss unter allen Umständen zugegeben werden. Hofmeister¹ stellt sich diese grössere Dichtigkeit als eine hochgradige Verdichtung der Theilchen an der Oberfläche vor, wie sie in geringem und nicht sichtbarem Grade bei jedem tropfbarflüssigen Körper überhaupt vorkommt.² Zwischen diesen beiden Erscheinungen finden wir keinen Causalzusammenhang, denn das Eine ist eine organisirte Hautschichte; dies zeigte ja bereits die von Hofmeister³ gesehene feinere Structur der Hautschichte der Plasmodien; dasselbe beweist auch die von Strasburger⁴ neuerdings beobachtete, aus stäbchenförmigen Elementen gebildete Hautschichte der *Spirogyra arthospira* Naeg., deren radiale Structur schon beim allerersten Einwirken von wasserentziehenden Mitteln zerstört wird, wodurch die früher aus-

¹ Hofmeister. Pflanzenzelle p. 3.

² Hagen. Über die Oberfläche von Flüssigkeiten. Poggendorffs Annalen. 1846. p. 1.

³ Hofmeister. Pflanzenzelle p. 24.

⁴ Strasburger. Zellbildung und Zelltheilung p. 61 und 62.

gesprochene Hypothese über die Destruction des Protoplasma nur unterstützt wird; anderseits beruht die grössere Dichtigkeit der Flüssigkeitsoberflächen lediglich auf Oberflächenspannung. Hofmeister ist auch der Ansicht¹, die peripherische, hautähnliche Schichte sei nach innen nicht scharf abgegrenzt; sie ginge in die körnige, minder dichte Masse des Innern allmählig über; eine Abtrennung der peripherischen Schichte von der inneren Masse sei am lebenden Protoplasma nicht ausführbar. Was diesen allmählichen Übergang anbelangt, so ist dies ebenso oft der Fall, als das Gegentheil zutrifft. Sehr wenig dichte Massen grenzen häufig an die Hautschichte, während tiefer gelegene dichter sein können. An eine vollkommen ringsherum gehende Abtrennung ist zwar niemals zu denken, doch geschieht eine theilweise Trennung, wenn man das Experiment auszuführen der Pflanze selbst überlässt. So werden grössere Partien des Primordialschlauches vollkommen von Protoplasma entblösst, wenn dasselbe bei Elodeablattzellen sich an die Seitenwände der parallelepipedischen Zellen begibt, um sich zur Rotation anzuschicken.²

Die Dichtigkeit des Protoplasma ist, abgesehen von der Hautschichte, in verschiedenen Tiefen verschiedenwerthig und wechselnd; ein bestimmtes Gesetz lässt sich im Allgemeinen nicht ableiten. Bei dem complicirten Baue desselben kann man nicht sagen, dass da, wo die Vacuolen auftreten, für alle Fälle auch die geringste Cohäsion herrsche, und es ist auch noch nicht erwiesen, dass eine grössere Beweglichkeit des Protoplasma unbedingt auch mit einer entsprechend geringeren Cohäsion zusammenhängen müsse.

¹ Hofmeister p. 24.

² Velten. Flora 1873. p. 100.

VIII. SITZUNG VOM 16. MÄRZ 1876.

Die Direction des Franciscio-Josephinum in Mödling und der Ausschuss des Vereines der Geographen in Wien übersenden Dankschreiben für bewilligte akademische Publicationen.

Herr Dr. Franz Exner, Privatdocent an der Universität, übersendet eine Abhandlung „Über den Einfluss der Temperatur auf das galvanische Leitungsvermögen des Tellur“.

Der Secretär legt ferner folgende eingelangte Abhandlungen vor:

1. „Über einen neuen Labyrinthodonten: *Archegosaurus austriacus* nov. spec.“, von Herrn Prof. Alexander Makowsky in Brünn.
2. „Chemische Untersuchung einer in der Gemeinde Rohr, Bezirk Wildstein bei Eger, gelegenen neuen Quelle“, von Herrn Prof. Dr. Wilhelm Gintl in Prag.
3. „Über die Art und Weise des tropfbaren Niederschlages aus der Atmosphäre in den geologischen Zeiträumen und daraus sich ergebende Folgerungen“, von Herrn Franz Spies, Ingenieur-Assistenten in Pilsen.

Das w. M. Herr Dr. A. Boué überreicht eine Abhandlung: „Über die geometrisch-symmetrischen Formen der Erdoberfläche.“

Der k. k. Artillerie-Hauptmann Herr A. v. Obermayer legt eine Abhandlung vor: „Über die Abhängigkeit des Coëfficienten der inneren Reibung der Gase von der Temperatur.“

Herr Linienschiffs-Lieutenant K. Weyprecht überreicht eine die Hauptresultate der magnetischen Beobachtungen während der österreichisch-ungarischen Polarexpedition enthaltende Abhandlung.

Herr Prof. Wiesner legt eine von Herrn Alfred Burgerstein, Gymnasialprofessor in Wien, im pflanzenphysiologischen Institute der k. k. Wiener Universität durchgeführte Arbeit vor, unter dem Titel: „Untersuchungen über die Beziehungen der Nährstoffe zur Transspiration der Pflanzen. Erste Reihe“.

Herr Prof. Wiesner überreichte ferner eine Arbeit des Herrn Dr. Eduard Tangl, Docenten der Botanik an der Universität Lemberg: „Über Schlauchzellen in der Oberhaut der Blätter von *Sedum Telephium*“.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Academia Real, de Ciencias medicas, fisicas y naturales de la Habana: Anales. Tomo XII, Entrega 137—138. Habana, 1875 & 1876; 8^o.

Annuario marittimo per l'anno 1876. XXVI. Annata. Trieste, 1876; 8^o.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). 14. Jahrgang, Nr. 8. Wien, 1876; 8^o.

Bericht über die niederösterr. Landesirrenanstalt Ybbs pro 1872. Mit 1 Atlas. kl. 4^o & Folio.

Bibliothèque Universelle et Revue Suisse: Archives des Sciences physiques et naturelles. N. P. Tome LV^e. Nr. 218. Genève, Lausanne, Paris, 1876; 8^o.

Gesellschaft, k. k. geographische, in Wien: Mittheilungen. Band XIX (neuer Folge IX.), Nr. 2. Wien, 1876; 8^o.

— k. k. mähr.-schles., zur Beförderung des Ackerbaues, der Natur- und Landeskunde in Brünn: Mittheilungen. 1875. LV. Jahrgang. Brünn; 4^o.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXVII. Jahrgang, Nr. 10. Wien, 1876; 4^o.

Hutton, F. W., & G. H. F. Ulrich, Report on the Geology & Gold Fields of Otago. Dunedin, 1875; 8^o.

Ingenieur- und Architekten-Verein, österr.: Wochenschrift. I. Jahrgang, Nr. 11. Wien, 1876; 4^o.

Königsberg, Universität. Akademische Gelegenheitsschriften aus d. J. 1875. 4^o & 8^o.

- Marignac, C., Sur les chaleurs spécifiques des solutions salines. Genève, 1876; 8^o.
- Mendelejeff, D., Recherches expérimentales sur l'élasticité des gaz. St. Pétersbourg, 1875, 4^o. (Russisch.)
- Mittheilungen des k. k. techn. & administrat. Militär-Comité. Jahrg. 1876. 2. Heft, Wien; 8^o.
- Nature. Nr. 332, Vol. XIII; London, 1876; 4^o.
- Normand, J. A., Mémoire sur les occultations d'étoiles par les planètes. Paris, 1876; 4^o.
- Observaciones astronomicas hechas en el Observatorio Nacional de Santiago de Chile en tos años de 1856 à 1860, por el Dr. Cárlos Guillermo Moesta. Tomo II. Dresde, 1875; 4^o.
- „Revue politique et littéraire“ et „Revue scientifique de la France et de l'étranger“. V^e Année, 2^e Série, Nr. 37. Paris, 1876; 4^o.
- Société Linnéenne du Nord de la France: Bulletin mensuel. 5^e Année, T. III, Nrs. 43—45. Amiens, 1876; 8^o.
- Tacchini, P. Il passaggio di Venere sul Sole dell' 8.—9. Dicembre 1874 osservato a Muddapur nel Bengala. Palermo, 1875; 4^o.
- Thudichum, J. L. W., Further Researches on Bilirubin and its Compounds. London, 1875; 8^o.
- Wiener Medizin. Wochenschrift. XXVI. Jahrgang, Nr. 11. Wien 1876; 4^o.
-

Über einen neuen Labyrinthodonten: „*Archegosaurus
austriacus* nov. spec.“.

Von Alexander Makowsky,

k. k. Prof. in Brünn.

I. Vorwort.

In der Sitzung der k. k. Akademie der Wissenschaften in Wien vom 10. Mai 1872 hat das wirkliche Mitglied Herr Eduard Suess auf mein Ersuchen eine kurze Mittheilung über die Entdeckung eines fossilen Sauriers aus dem Rothliegenden von Czernahora in Mähren gemacht.

Obleich nun meine Bemühungen zu einer gehörigen Ausbeutung der Fundstelle noch nicht abgeschlossen sind, indem noch immer neue Belege zu Tage gefördert werden, so glaube ich dennoch jetzt schon einen ausführlicheren Bericht über die Lagerung, Begleitung und Natur des betreffenden Fossiles im Allgemeinen erstatten zu sollen.

Im Frühling des Jahres 1872 überbrachte mir einer meiner Zuhörer einige Schieferplatten mit Pflanzenabdrücken, die gelegentlich einer Steinkohlenschürfung unweit Czernahora in Mähren, etwa drei Meilen nördlich von Brünn zu Tage gefördert waren. Zu meiner nicht geringen Überraschung befand sich darunter eine kleine Schieferplatte mit den Resten eines Reptils, und zwar der hintere Theil des Rumpfes mit dem Schwanzfortsatze, beide Hintergliedmassen mit den Phalangen eines Fusses.

Sogleich begab ich mich an Ort und Stelle zu der nun aufgelassenen Schürfung und fand auf den Schutthalden ausser vielen Pflanzenpetrefacten, einige Fischreste und mehrere Exemplare dieses Thieres, in mehr oder weniger vollständig erhaltenem Zustande. Auf mehrseitigen Wunsch habe ich mehrere Exemplare desselben, unter dem provisorischen Namen *Archegosaurus*

austriacus n. sp. mit einigen begleitenden Fossilien bei der Weltausstellung in Wien 1873 zur allgemeinen Ansicht gebracht.

II. Lagerungs-Verhältnisse.

Bekanntlich zieht sich ein Streifen der unteren Dyas, des Rothliegenden, von Senftenberg an der böhmisch-mährischen Grenze am Fusse der Sudeten, in einem fast ununterbrochenen nord-südlichen Zuge, etwa 20 Meilen lang, $\frac{1}{2}$ bis 1 Meile breit, bis Kroman, vier Meilen südwestlich von Brünn; abgesehen von wenigen abgetrennten Schollen, die inselartige Bergkuppen in Brünn's und Kroman's Umgebung bilden.

Berücksichtigt man blos den Hauptzug, so folgt derselbe in seinem mittleren und südlichen Theile einer etwa 5500 M. breiten Mulde, welche östlich vom Syenite Brünns, westlich vom krystallinischen Schiefergebirge des böhmisch-mährischen Hochplateaus eingeschlossen ist. Das Liegende bildet im südlichen Theile die productive Carbonformation von Rossitz-Oslavan, welche in konkordanter Lagerung vom Rothliegenden bedeckt wird. Im mittleren Theile geben unmittelbar krystallinische Schiefer, im nördlichen Theile des Zuges endlich Grauwacken die Unterlage.

Das vorherrschende Gestein bilden stark eisenschüssige Conglomerate und Sandsteine, häufig wechsellagernd mit Arkosen, mit untergeordneten Einlagerungen von rothen und gelben Schieferletten und Schieferthonen, kieseligen und kalkigen Mergelschiefeln, welche letztere nicht selten stark bituminös in förmliche Brandschiefer übergehen.

Das Streichen der Schichten, im allgemeinen wenig gestört, ist nahezu nord-südlich, das Verfläichen ein östliches von 25° bis 65° ; nur an der östlichsten Grenze findet häufig ein widersinniges Einfallen statt.

Genau in der Mitte der Mulde, unweit des Ortes Klein-Lhotta, etwa eine Wegstunde westlich von Czernahora, sind in dem tiefen Thaleinrisse eines Baches, der seinen Lauf von Ost nach West nimmt, die Schichten des Rothliegenden in einer Ausdehnung von mehr als 500 Meter blossgelegt worden.

Es wechseln hier rothe Sandsteine und Röthelschiefer mit gelben und blauen Schieferthonen, die eine einzige kaum 50 bis

60 Cm. mächtige Schichte eines fast schwarzen Mergelschiefers einschliessen, welcher nach meiner bisherigen Erfahrung einzig und allein fossilifer ist.

Das Hangende des Schiefers ist ein stark eisenschüssiger Pelit von gelber bis rother Farbe; das Liegende ein bläulich-grauer sehr fester Schieferthon, der reichlich Eisenkiesknollen von Erbsen- bis Haselnussgrösse enthält. Der Schiefer selbst, bei einem östlichen Einfallen von kaum 20 Graden — in Folge einer örtlichen Depression, ist in den oberen Lagen sehr dünnschiefrig und zerfällt bei dem Anschlagen oder längerer Einwirkung der Atmosphärien in äusserst dünne vollkommen ebene Plättchen. In den unteren Lagen wird er dickschiefrig, weniger leicht spaltbar und bedeutend härter. Übrigens sind auch hier die Spaltflächen den Schichtflächen parallel und eben, so dass die organischen Körper auf denselben ausgebreitet liegen. Bei dem Anschlagen oder Spalten entwickelt der Schiefer einen starken Bitumengeruch, braust mit Säuren behandelt lebhaft und brennt sich im Feuer roth. Eine chemische Analyse des Schiefers hat vorläufig einen bedeutenden Gehalt an Schieferöl nachgewiesen.

Was die Verbreitung dieser Mergelschieferschichte betrifft, so wurde in der nächsten Umgebung ungeachtet sorgfältiger Nachforschung kein weiterer Aufschluss beobachtet, hingegen nahe im Streichen, eine Stunde weiter nördlich bei dem Orte Zernownik eine Mergelschieferschichte gefunden, die zwar pflanzliche, jedoch keine thierischen Reste enthält. Ebenso hat Herr Bergrath H. Wolf im Jahre 1857 bei dem Orte Jentsch, eine Meile nördlich von Lhotta einen 18 fossile Pflanzenspezies enthaltenden Thonschiefer beobachtet, dessen Zusammenhang mit obigem Mergelschiefer nicht unwahrscheinlich ist.

In Bezug auf den geologischen Horizont dürfte es keinem Zweifel unterliegen, dass dieser Mergelschiefer der unteren Abtheilung des Rothliegenden angehört und ein Äquivalent jenes Fische und Pflanzen haltenden Mergelschiefers bildet, welchen Beyrich am Südsabhang des Riesengebirges bei Trautenau, und Fr. Roemer am Nordabhang bei Klein-Neundorf in Schlesien aufgefunden hat, woselbst *Acanthodes gracilis* 1857 zuerst in instructiven Exemplaren beobachtet worden ist.

III. Palaeontologischer Charakter des Schiefers.

Mit Ausnahme eines unweit der Schlucht aufgefundenen Calamiten-Steinkernes, der nicht sicher bestimmbar ist, finden sich alle Fossilien nur in dem Schiefer, hier jedoch in ungewöhnlicher Menge und Manigfaltigkeit. Rücksichtlich ihrer Anordnung lässt sich folgende Reihenfolge erkennen:

Im oberen Drittheile des wie erwähnt 50 bis 60 Cm. mächtigen Schiefers finden sich nebst *Walchia piniformis* blos Farne; im mittleren Theile treten Fische (*Acanthodes* und *Palaeoniscus* Arten) hinzu; im unteren Drittheile des nun hart und dickschiefrig gewordenen Schiefers treten endlich die Reste des Labyrinthodonten nur mit *Acanthodes* und wenigen eingestreuten Ästen von *Walchia* auf, hingegen fehlen Farne gänzlich.

A. Flora des Schiefers.

Bei dem Umstande, dass ich bisher den Pflanzenfossilien eine geringere Aufmerksamkeit zugewendet habe, bin ich auch derzeitig nur in der Lage mit Ausnahme weniger sicher bestimmten Species, mehr generelle Mittheilungen über die begleitenden Pflanzen zu machen.

Die häufigste und wohl bezeichnendste Pflanze ist *Walchia piniformis* Stbg. nicht nur in einzeln Zweigen mit schmalen wenig gekrümmten Nadelblättern, sondern sehr gewöhnlich in ganzen Stämmen mit unpaarig gefiederten Ästen, die eine Länge von 30 Cm. und eine Breite von 16 Cm. erreichen.

Von Farnkräutern mindestens 10 Species, worunter das häufigste und bezeichnendste *Callipteris conferta* Bgt. in prachtvollen Wedeln bis zu 50 Cm. Länge und 25 Cm. Breite; ferner ziemlich häufig *Odontopteris obtusiloba* Bgt. mehrere Arten der Gattungen *Dyctiopteris*, *Sphenopteris*, *Neuropteris* und endlich *Taeniopteris fallax* Göp. in zwei 7 bis 8 Cm. breiten Exemplaren.

Zu diesen gesellen sich drei Stücke einer *Annularia* und verschiedene Bruchstücke von Pflanzen, deren genaue Bestimmung, wenn überhaupt möglich, der Zukunft überlassen bleibt.

B. Fauna.

Unter den thierischen Resten sind bisher ausser zwei ganz verschiedenen Gattungen von Fischen nur der Labyrinthodont und seine Coprolithen beobachtet worden.

In Bezug auf Häufigkeit und instructive Überlieferung ist vor Allem *Acanthodes gracilis Roem.* hervorzuheben. Dieser Fisch zeichnet sich auch hier durch einen mehr oder minder schlanken, seitlich zusammengedrückten Körper aus, dessen Oberfläche mit äusserst kleinen, in diagonalen Reihen regelmässig angeordneten Schuppen von quadratischer Form bedeckt ist. An mehreren Exemplaren ist der aus vier bogigen Platten bestehende Augerring deutlich erkennbar.

Ausser der heterocercalen Ausbildung der Schwanzflosse sind besonders charakteristisch die stark knöchigen Stacheln, welche als Ersatz der fehlenden Flossenstrahlen den Flossen als Stütze dienen und mit ihrer Spitze stets über die von kleinen Schuppen bedeckte Flosse hinausragen.

Meist gerade gestreckt, seltener in gekrümmter Lage fanden sich Exemplare von fünf bis 15 Cm. Länge vor, wobei einzelne grössere Flossenstacheln auf solche von mindestens 20 Cm. schliessen lassen.

Bisher wurden von mir etwa 15 fast vollständig erhaltene Individuen und die Reste von mindestens 30 Anderen aufgefunden.

In demselben Horizonte und wahrscheinlich zu diesem *Acanthodes* dürften gewisse embryonale Formen gehören, die sich gewöhnlich in grösserer Individuenanzahl auf einer und derselben Gesteinsplatte, regellos angeordnet, vorfinden. Dieselben besitzen bei $1\frac{1}{2}$ bis 2 Cm. Länge eine sehr schlanke Form mit undeutlichem oft fehlendem Kopfe und schmale ungleich lange Schwanzflossen, deren Äste fast unter einem rechten Winkel von einander abstehen. Eine 24malige Vergrösserung lässt eine chagrinartige Oberfläche erkennen. Bisher sind drei solche Platten und vier mit je einem Individuum aufgefunden worden.

Weit seltener sind zwei Fischspecies aus der Familie der Ganoiden, von welchen bisher bloss je zwei vollständige und mehrere unvollständige Exemplare vorgefunden wurden, die wohl

beide der Gattung *Palaeoniscus* angehören dürften, indessen einer genaueren Bestimmung noch entgegensehen.

Das unstreitig wichtigste und interessanteste Fossil, das sich wie oben bemerkt, in Gesellschaft des *Acanthodes gracilis* nur im unteren Drittheile des Schiefers vorfindet, ist ein Labyrinthodont aus der Unterfamilie der Ganocephalen. (*Rich. Owen.*)

Bisher sind folgende Exemplare in meinem Besitze.

1. Ein bis auf die äusserste Schwanzspitze gut erhaltenes Exemplar mit allen vier Gliedmassen.

2. 20 Exemplare mit dem Schädel und dem Vorderrumpfe.

3. 14 Exemplare mit dem Schädel und Spuren der Wirbelsäule.

4. 21 Exemplare Mittelstücke des Rumpfes oft mit Gliedmassen.

5. 3 ganz junge Exemplare mit Spuren von Gliedmassen.

6. Endlich 25 Exemplare mit Theilen des Schädels oder des Rumpfes und etwa acht gut erkennbare Coprolithen.

Wenngleich einzelne der hier angeführten Theile als zusammengehörig zu betrachten sind, so kann die Anzahl der Individuen nicht unter fünfzig angenommen werden.

Die Erhaltungsweise ist durchgängig die, dass der Körper, mit rechts und links auswärts gerichteten Extremitäten flach ausgebreitet die Bauch- oder Rückenlage einnimmt. Selten nur fand eine durch seitlichen Druck erfolgte Verschiebung statt.

Mit Ausnahme eines Exemplares, bei welchem Hauttheile deutlich erkennbar, finden sich blos Knochentheile des Skeletes. Die Knochen zeigen eine Kohlenrinde, welche eine weisse in kohlensauren Kalk metamorphisirte Knochensubstanz einschliesst. Nicht selten ist eine strukturlose Kohlenrinde als Hautüberrest vorhanden.

Aus der Organisation, wie aus den Umständen der Lagerung und Erhaltung dieser Thiere geht hervor, dass dieselben mehr auf das Wasser als auf das Land angewiesen waren, dass sie hier in einem geschlossenen Wasser, einem von der Dyasflora umschatteten See oder Sumpfe von nicht bedeutender Ausdehnung gelebt, sich von *Acanthodes* genährt und wahrscheinlich in Folge einer dem Leben des Thieres nachtheiligen Veränderung des Wassers — etwa durch Aufnahme schädlicher Stoffe zu Grunde

gingen; denn für letztere Annahme spricht der Umstand, dass hier eine so grosse Anzahl von Thieren jeden Alters angehäuft sich vorfindet.

1. Zoologischer Charakter des Labyrinthodonten.

a) Schädel.

Der plattgedrückte Schädel hat im allgemeinen die Form eines gleichschenkeligen nahe rechtwinkligen Dreieckes, dessen Scheitelwinkel der breit abgerundeten Schnauze entspricht, so zwar, dass die Schädellänge $\frac{2}{3}$ der Basisbreite beträgt. Die besondere Breite des Schädels ist durch das Heraustreten der getrennten Unterkiefer an den Aussenseiten des Schädels bedingt.

Die Oberseite des Schädels, bis auf die stark hervortretenden Augenränder flach, bildet eine geschlossene Knochendecke, die nur von den paarigen Nasenlöchern und Augenhöhlen, wie vom Scheitelloche durchbrochen wird.

Die undeutlichen Nasenlöcher liegen näher der Schnauze als den Augenrändern. Die Augenhöhlen sind auffällig gross, mehr kreisrund und kaum um die eigene Durchmesserlänge von einander abstehend. Ihre Lage entspricht fast genau der Quermittellinie des Schädels. Sie enthalten einen zur Verstärkung der Sklerotika bestimmten, nicht selten gut erhaltenen Knochenring, aus 24 bis 25 ungleich grossen viereckigen Blättchen, die häufig übereinander geschoben sind.

Die Schilderdecke des Schädels, zeigt, ganz charakteristisch für einen Ganocephalen, eine deutliche Sculptur, schwach erhabene Rippen und Höcker, die durch Furchen und Gruben von einander geschieden, eine höckerige, stark glänzende Oberfläche erzeugen. Die Schilderdecke besteht aus 15 Plattenpaaren, durch schwache Näthe verbunden, und ist durch eine von der Schnauzenspitze bis zur Schädelbasis reichende Längsfurche in zwei symmetrische Hälften geschieden. Gelenkköpfe des Hinterhauptbeines konnte ich nicht wahrnehmen.

Indem ich hier die einzelnen Schilderplatten des Schädels übergehe, hebe ich nur als charakteristisch hervor, dass die Nasenbeine kaum $\frac{2}{3}$ der Länge der Hauptstirnbeine erreichen, und dass die Quadratjochbeine, weit über die Zitzenbeine

flügelartig verlängert, die auffällig breite Form des Schädels bedingen.

Als Theile des Schädels sind in der Regel Ober- und Unterkiefer überliefert, derartig dass die Zahnspitzen beider Kiefer einander zugekehrt sind, ein Beweis, dass die Unterkieferhälften wohl nur sehr schwach mit einander verbunden waren. Der Unterkiefer, oft einzeln vorhanden, hat eine schmale Form, gegen die Spitze gekrümmt und ist gleich dem Oberkiefer mit einer einfachen Reihe von Zähnen versehen. Die Zähne sind sehr klein, etwas conisch zugespitzt, mit Zahnschmelz erfüllt und scheinen nicht in Alveolen zu stecken, sondern blos am Kieferrande angewachsen zu sein. Sie zeigen unter dem Mikroskope eine Furchung, nur die Spitze ist glatt. An Grösse nehmen sie gegen die Kiefernschmelz etwas zu. Ihre Anzahl ist schwer festzustellen. In einem Unterkieferknochen zählte ich 24 Zähne, wobei noch Zahnlücken vorhanden sind, aus welchen leicht Zähne ausgefallen sein können. Weder Gaumenzähne noch Fangzähne konnte ich beobachten.

b) Wirbelsäule.

Die Wirbelsäule dieses Thieres besitzt unzweifelhaft einen embryonalen Charakter, indem nur jene Theile verknöchert sind, welche ihre Entstehung den Ausstrahlungen des Wirbelkörpers verdanken.

An Stelle der fehlenden Wirbelkörper findet sich daher eine ungliederte Wirbelsäule, deren weiche Beschaffenheit eine Überlieferung in fossilem Zustande nicht zulies. Für deren Vorhandensein spricht der wichtige Umstand, dass der Schädel, fast stets mit der Wirbelsäule verbunden, in unverrückter Lage mit den verknöcherten Theilen der Wirbelsäule gefunden wird.

Die Rippen, bis zum Becken mindestens 24 Paare, erscheinen als schwach gekrümmte mit einem deutlichen Gelenkkopfe versehene Knochen, mit Matrix gefüllt. Gegen das Becken zu kürzer und schmaler, findet sich über das Becken hinaus noch eine unbestimmbare Anzahl von Rippenpaaren (mindestens 10). Diese nehmen rasch an Länge ab und bilden einen conisch verlängerten Schwanztheil des Thieres. Die äusserste Verlänge-

rung der Wirbelsaite scheint keine knöchernen Theile zu besitzen, ist daher in ihrer wahren Länge schwer nachweisbar.

Die wichtige Frage nach den Kiemen lässt sich bei der Zartheit dieses Organes schwer beantworten; nur bei zwei grösseren Exemplaren befinden sich zwei gekrümmte Knochenbögen, zwischen welchen eine Anzahl fadenförmiger Blättchen befestigt sind, die als Kiemenfrantzen gedeutet werden könnten!

Die für die Gattung *Archegosaurus* charakteristischen Kehlbrustplatten, die übrigens auch bei anderen Labyrinthodonten beobachtet worden sind, fehlen in der Regel, nur zwei Exemplare lassen die Spur einer ähnlichen Organisation wahrnehmen durch Knochenstücke, die vom Schädel weit getrennt eine der Schilderdecke desselben ähnliche Sculptur ihrer Oberfläche besitzen.

c) Gliedmassen.

Sowohl vordere als hintere Extremitäten sind deutlich überliefert. Die Vorderen, etwas kürzer als die Letzteren, bestehen aus einem kurzen, breiten Oberarmknochen, dessen Verbindung mit Schulterblatt und Schlüsselbein undeutlich erhalten ist.

Der Unterarm, stets vom Oberarm durch einen knochenlosen Raum getrennt, zeigt zwei nahe gleich lange Knochen, (Speiche und Elle) die wenig kürzer als der Oberarm mit breiten concaven Enden versehen sind. Handwurzeln haben sich wegen ihrer knorpeligen Beschaffenheit nicht erhalten, daher sind die Phalangen stets vom Unterarm getrennt.

Die Hand länger als der Unterarm zeigt deutlich fünf Finger, die unter Winkeln von 20 bis 40 Graden von einander gespreitzt, offenbar einst durch Schwimnhäute verbunden waren. Von den Gliedern der Hand liegen nicht viele vollzählige Reste vor; ein Exemplar lässt deutlich mit Einschluss des Mittelhandknochens, zwei je fünfgliedrige Finger erkennen.

Die hinteren Gliedmassen sind mittelst des Beckens an die Wirbelsaite verknüpft. Das Becken besteht aus mindestens zwei kräftigen Darmbeinen, kurz und flach, beilförmig ausgebildet; Scham und Sitzbeine sind nicht erkennbar.

Der Oberschenkel, kaum länger als das Darmbein, ist kräftiger und länger als der Oberarm; der Unterschenkel weisst zwei getrennte Knochen, fast so lang als der Oberschenkel, auf. Fusswurzeln, offenbar blos knorpelig, haben sich ebenfalls nicht erhalten.

Der Fuss, stets gleich der Hand vom Unterschenkel weit abgetrennt, ist deutlich fünfzehig. Die Zahl der Glieder mit Einschluss des Mittelfussknochens beträgt wenigstens bei zwei Zehen fünf. Auch hier lässt die Form auf einen breiten Schwimmfuss schliessen.

Spuren von Fährten konnte ich trotz sorgfältiger Nachforschungen nicht auffinden.

d) Hautgebilde.

Hautgebilde sind bisher blos an einem Exemplare deutlich überliefert worden, denn in der Regel ist die Haut verkohlt allmählig spurlos verschwunden.

Unter dem Mikroskope lassen sich hier äusserst zarte, schmal rhombische Schuppen erkennen, die in Schnüren angeordnet sind. Jede Schuppe zeigt in der Mitte eine kleine Erhöhung, von welcher strahlenförmig feine Streifen ausgehen. Die Länge der Schuppe entspricht der fünffachen Breite.

e) Coprolithen.

Coprolithen erscheinen als plattgedrückte, in Anthracit umgewandelte ovale Körper von 2 bis 5 Cm. Länge und 1 bis 2 Cm. Breite. Windungen lassen sich nicht wahrnehmen. Eine chemische Analyse hat phosphorsaure Salze nachgewiesen.

2. Hauptdimensionen des Labyrinthodonten.

Das fast vollständig erhaltene Exemplar hat eine mittlere Grösse und misst:

	Centimeter
1. Länge des Schädels bis zur Basis	3
2. Breite des Schädels (Quadratjochbeinenden)	5
3. Länge der Wirbelsäule bis zum Becken	7
4. Länge der Wirbelsäule vom Becken bis zur abgebrochenen Schwanzspitze	3

	Centimeter
5. Länge der abgebrochenen Spitze analog anderen Fällen	2
6. Gesamtlänge des Thieres demnach	15
Hiebei nimmt der Schädel den fünften, der Schwanz den dritten Theil der Gesamtkörperlänge ein.	
7. Schädellänge eines grössten Exemplares	4 $\frac{1}{2}$
8. Wirbelsäulenlänge bis zum Becken	12 $\frac{1}{2}$
9. Schwanzlänge bis zur äussersten Spitze	10
10. Gesamtlänge eines grössten Exemplares	27
11. Länge des kleinsten nicht vollständig erhaltenen Exemplares	5

3. Vergleichung mit verwandten Labyrinthodonten.

Unter den wenigen Labyrinthodonten aus der Unterfamilie der Ganocephalen können mit Rücksicht auf Form und Dimensionen bloss die Gattungen *Archegosaurus*, *Hylonomus* und *Dendrerpeton* in Betracht gezogen werden.

H. von Meyer's *Apatcon pedestris*, aus dem Braunschiefer von Münsterappeln in Rheinbaiern, ist ein kaum 3·55 Cm. langes Fossil mit birnförmigem Kopfe und embryonaler Wirbelsäule, das seiner unvollständigen Erhaltung wegen eine Vergleichung nicht zulässt.

Archegosaurus Decheui Glf. und *A. latirostris* Jor. beide aus dem Sphärosideritieren des Saarbrücker Kohlenbeckens sind nach Form und Ausmass des Schädels und der Schilderdecken, Form und Lage der Kehlbrustplatten, der Hautschuppen, Zehenzahl u. s. w. so von unserem Thiere verschieden, dass die Übereinstimmung mit demselben nicht einmal eine generische genannt werden kann.

Weit grösser ist die Ähnlichkeit dieses Thieres mit *Hylonomus Lyelli* Daw. und namentlich mit *Dendrerpeton Acadianum* Ow., welche beide in wenigen Bruchstücken innerhalb der Kohlenformation Neu-Schottlands aufgefunden worden sind. (Quart. Jour. London 1853. 1860 und 1862).

Wenn es überhaupt gestattet ist, ein so vollkommen überliefertes Wesen wie unseres, mit wenigen Resten eines Anderen

in Vergleichung zu ziehen, so lässt sich auch hier, habituell wie spezifisch ein deutlicher Unterschied beobachten.

Abgesehen von der abweichenden Ausbildung des Schädels, der Schilderdecken und des Beckens, werden diese Thiere von R. Owen mit vierzehigem Hinterfusse und mehr oder weniger elliptischer Schuppenform charakterisirt, so dass eine Identifizierung dieser Thiere mit unserem Ganocephalen durchaus unthunlich ist.

Beiträge zur Mikrochemie der Pflanzenzellen.

Von Dr. Eduard Tangl,

Docent an der Universität Lemberg.

In den vorliegenden Zeilen beabsichtige ich, die bisherigen Resultate meiner Beobachtungen über das mikrochemische Verhalten des Inhaltes der sogenannten Schlauchzellen ¹ der Blattepidermis von *Sedum Telephium* zusammenzustellen, um so die Aufmerksamkeit der Forscher auf das Vorkommen gewisser Inhaltsstoffe in Pflanzenzellen zu lenken, die — wenn auch ihre wahre chemische Natur mit den angewandten Mitteln nicht erschlossen werden konnte — durch eine Reihe höchst eigenthümlicher Reactionen von den bisher aufgefundenen sich unterscheiden.

Einleitend will ich nur hervorheben, dass der Inhalt der Schlauchzellen sich als eine Lösung sehr heterogener Stoffe erwiesen hat, unter denen als charakteristische Bestandtheile Stoffe sich vorfinden, die unter der Einwirkung von Säuren und Alkalien zur Bildung der von Traube beobachteten, und in neuester Zeit so vielfach besprochenen Niederschlags-Membranen sich eignen, und so unter gewissen Bedingungen das Material zum Aufbaue von Zellen liefern, deren Wachsthum, der Kleinheit des Objectes wegen, direct unter dem Mikroskope beobachtet werden kann. Ausgedehntere Untersuchungen, unternommen in der Absicht, das Vorkommen derartiger membranbildender Stoffe auch bei Pflanzen eines anderen Formenkreises nachzuweisen, waren insoferne von dem gewünschten Erfolge begleitet, als es mir während des Schreibens dieser Notiz, im Sarcocarp der Hülse von *Ceratonia Siliqua* Zellen aufzufinden gelang, deren eigen-

¹ Man vergleiche darüber die Angaben von Engler in Bot. Zeitung. 1871. S. 886.

thümlicher Inhalt mit dem der sogenannten Schlauchzellen von *Sedum Telephium* durch ein im hohen Grade analoges Verhalten ausgezeichnet ist.¹ Auf Grund dessen bin ich der sicheren Hoffnung, dass weitere Untersuchungen die Zahl der betreffenden Fälle vermehren, und eine weite Verbreitung dieser unter gewissen Bedingungen membranbildenden Stoffe ausser Zweifel stellen lassen werden.

Leider konnte ich mir während der Untersuchung der Schlauchzellen von *Sedum Telephium* kein Urtheil über die Qualität der betreffenden Stoffe bilden, da die Anwendung der gebräuchlichsten mikrochemischen Reagentien hier von so unerwarteten Erfolgen begleitet ist, dass es unmöglich ist, auf Grundlage der erhaltenen Reactionen den Resultaten einer auf exacter chemischer Methode basirten Untersuchung vorzugreifen.

Soviel ergab sich wenigstens mit Sicherheit, dass wir es hier mit Verbindungen zu thun haben, die bisher von Mikrochemikern in Pflanzenzellen nicht beobachtet, und die, insoweit ich aus der mir bekannten chemischen Literatur schliessen darf, auch von Chemikern weder aus den Pflanzengeweben isolirt, noch aus anderen Verbindungen dargestellt wurden.

Der letztere Umstand bewirkt nothwendig das fragmentarische der vorliegenden Notiz, die thatsächlich der Vervollständigung durch die Resultate einer exacten chemischen Untersuchung bedarf, und dies in einem so hohen Grade, dass nur die Hoffnung, dass von diesen Zeilen vielleicht die erste Anregung zum genaueren Studium bisher unbekannter Verbindungen ausgehen könnte, mich bestimmen konnte, diese Mittheilung mit allen ihr anhaftenden Mängeln der Öffentlichkeit zu übergeben.

¹ Da die vorliegende Notiz den Ausgangspunkt weiterer Mittheilungen bilden wird, so behalte ich mir die näheren Angaben über den Inhalt der Zellen des Sarcocarpes von *Ceratonia Siliqua* im ganzen Umfange vor

I. Mikrochemie des Inhaltes der Schlauchzellen der Epidermis der Blätter von *Sedum Telephium*.

Die Unter- und Oberseite der Blätter von *Sedum Telephium* sind bei makroskopischer Betrachtung auffällig verschieden gefärbt, indem den Ersteren eine graugrüne, den Letzteren eine sattgrüne Färbung eigenthümlich ist. Schon bei makroskopischer Betrachtung erblickt man auf der helleren Unterseite eine grosse Menge kleiner, dunkelgrün gefärbter Strichelchen, die häufig auf alten Blättern eine hellrothe Färbung annehmen.

Unter dem Mikroskope geben sich diese Strichelchen als Epidermiszellen von sehr wechselnder Gestalt und Grösse zu erkennen, die mit einem stark lichtbrechenden Inhalte von durchaus homogener Beschaffenheit erfüllt sind, der auf älteren Blättern gewöhnlich eine schwach röthliche Färbung annimmt, sonst aber farblos ist.

Die grösseren dieser Zellen geben sich sofort als die von Engler in der Epidermis der Blätter von *Saxifraga Cymbalaria* L. und *Sedum spurium* L. entdeckten und von ihm als Schlauchzellen bezeichneten Gebilde zu erkennen.¹ Die Gestalt dieser in der Epidermis von *Sedum Telephium* vorfindlichen Schlauchzellen ist eine sehr variable.

Kleinere besitzen die isodiametrischen Oberflächen angrenzender Epidermiszellen, während den grösseren, neben der Anisometrie auch die bereits von Engler für die *Saxifraga C.* hervorgehobene, aus dem geschlängelten Verlaufe der Seitenwände, sich ergebende wurmförmige Gestalt eigenthümlich ist. Auffallender Weise ist die Einlagerung der Schlauchzellen in der Epidermis der unteren Blattoberfläche von *Sedum spurium* und *Telephium* eine wesentlich verschiedene.

Bei der ersteren Pflanze verbinden sich die Schlauchzellen zu Längsreihen, die von beiden Seiten von Reihen normaler, mit Spaltöffnungen versehener Epidermiszellen umgeben werden. Durchaus abweichend ist die Vertheilung bei *Sedum Telephium*, indem hier die Schlauchzellen ganz regellos zwischen den

¹ L. c.

gewöhnlichen Epidermiszellen eingelagert erscheinen, wesshalb, wenigstens auf längeren Strecken, hier nie eine Verbindung in Zellenzüge zu Stande kommen kann.

Was die morphologische Orientirung der wurmförmigen, grösseren Schlauchzellen anbelangt, so ist sie stets eine derartige, dass ihre längere Axe parallel mit der Wachsthumsaxe des Blattes verläuft.

Ähnliche Verhältnisse bezüglich der Vertheilung und Gestalt der Schlauchzellen lassen sich auch auf der Oberseite des Blattes erkennen.

Was die Entwicklungsgeschichte dieser Zellen anbelangt, so betrachtet Engler die von ihm bei *Saxifraga C.* beobachteten Gebilde als Producte einer wirklichen Zellfusion, wobei sich dieser Forscher hauptsächlich auf das gelegentliche Vorkommen in Auflösung begriffener zweien Schlauchzellen gemeinsamen Querwände stützt. Ohne die Richtigkeit dieser Anschauung für die von Engler beobachteten Fälle bestreiten zu wollen, bin ich der sicheren Überzeugung, dass Resorptionsvorgänge an den, innerhalb gewisser Zellgruppen zweien Zellen gemeinsamen Seitenwänden bei der Bildung der erwähnten Zellen in der Epidermis von *Sedum Telephium* sich nicht betheiligen, indem ich im Laufe meiner Untersuchungen innerhalb der Schlauchzellen nie in Resorption begriffene Querwände auffinden konnte, trotzdem, dass ich in dieser Hinsicht in den verschiedensten Entwicklungsstadien befindliche Blätter einer genauen Prüfung unterzog.

Auf Grund dessen bin ich hinsichtlich der Entstehung der Schlauchzellen von *Sedum Telephium* der Ansicht, dass selbst die längsten Formen derselben nur durch ein intensiveres, mit überwiegender Intensität in der Richtung der Wachsthumsaxe des Blattes stattfindendes Flächenwachsthum ihre von den übrigen Epidermiszellen abweichende Gestalt erlangen, ohne dass dabei sich irgend welche Vorgänge betheiligen würden, die uns bestimmen könnten, die in Rede stehenden Gebilde den durch wirkliche Zellfusionen entstehenden Schlauch- und Milchsäftgefässen beizuzählen. Für den einheitlichen morphologischen Charakter sämtlicher Zellen der Epidermis von *Sedum Telephium* spricht noch ferner der nicht minder gewichtige Umstand, dass

selbst die Epidermis vollkommen ausgewachsener Blätter „Schlauchzellen“ von der Grösse gewöhnlicher Epidermiszellen und zugleich alle nur denkbaren Zwischenformen besitzt. Es unterliegt somit keinem Zweifel, dass in dem uns beschäftigenden Falle, die „Schlauchzellen“ nur durch ein excessiveres Flächenwachsthum metamorphosirte Epidermiszellen darstellen, die, wie sogleich gezeigt werden soll, nur zum Aufspeichern eigenthümlicher Stoffe dienen, die dem Inhalte angränzender Zellen total abgehen.

Wenn ich daher im Folgenden die Bezeichnung „Schlauchzellen“, die in zu bestimmter Weise auf eine Verwandtschaft mit thatsächlich aus Zellcomplexen hervorgehende Fusionsgebilde hinweist, beibehalte, so geschieht das nur der Bequemlichkeit halber, um weitläufigere Umschreibungen zu vermeiden.

Auf der Epidermis beider Blattflächen befinden sich die Schlauchzellen im Zustande eines sehr hohen Turgors, der bedingt durch die sehr bedeutende endosmotische Kraft des Inhaltes durch Wasserzufuhr einer enormen Steigerung fähig ist.

Im Zustande der höchsten Turgescenz erscheinen die Ober- und Unterseite der Schlauchzelle, die am abgezogenen Epidermisstreifen nach längeren Verweilen in Wasser die stärkste Dehnung erleiden, über den Contouren der Seitenwände ausgebreitet.

Unter diesen Bedingungen vermag die Elasticität der Zellhaut dem Ausdehnungsstreben des Inhaltes vollkommen das Gleichgewicht zu halten; wenigstens habe ich nie, selbst bei sehr langem Verweilen des Epidermisstreifens im Wasser, ein Bersten der Zellhaut beobachten können, wozu es einer Steigerung des Turgors bedarf, die durch Wasserzufuhr allein nicht erzielt werden kann.

Um das mikrochemische Verhalten des Inhaltes kennen zu lernen, wurden hauptsächlich Oberhautstreifen von der Unterseite des Blattes benützt, und zu diesem Zwecke nur solche ausgesucht, deren „Schlauchzellen“ nach vorläufiger Prüfung mit dem Mikroskope, die nie unterblieb, einen farblosen Inhalt führten.

Jod in weingeistiger Lösung bewirkt keinerlei Veränderung, weder Färbung noch Contraction im Inhalte.

Ein plasmatischer Wandbeleg konnte in den Schlauchzellen, selbst nach Behandlung derselben mit Jodtinctur, nicht nachgewiesen werden.

Plasma und Zellsaft, sind demnach in den Schlauchzellen durch eine homogene, das ganze Lumen der Zelle erfüllende Masse ersetzt, die, wie aus ihrem Verhalten gegen Jod geschlossen werden kann, keinerlei eiweissartige Stoffe enthält.

Eisenchlorid bewirkt sofort nach Zusatz keinerlei Veränderung im Inhalte, bei längerer Einwirkung jedoch eine — namentlich bei Anwendung einer concentrirten Lösung — sehr auffällige Contraction des Inhaltes, die denselben entweder *in toto* erfasst, oder sich auf engumgränzte Stellen desselben beschränkt.

Im ersteren Falle zieht sich der Inhalt von den Wandungen der Zelle vollständig zurück, im anderen Falle gibt sich die Volumverminderung durch Bildung zahlreicher halbkugeliger, mit wässriger, farbloser Flüssigkeit gefüllter Hohlräume zu erkennen, die auf der Oberfläche des Inhaltes zur Ausbildung gelangen, und von Aussen von der Zellhaut, von Innen von der Inhaltsmasse umgeben werden.

Nach einiger Zeit erscheinen in beiden Fällen im Inneren der contrahirten Inhalte zahlreiche kleine, kugelige, mit wässriger, farbloser, schwach lichtbrechender Flüssigkeit erfüllte Hohlräume.

Die unter der Einwirkung von Eisenchlorid stattfindende Contraction, beruht selbstverständlich auf exosmotischen Vorgängen, die die Abgabe von Wasser, oder einer wässrigen Lösung an die umgebende Flüssigkeit oder an die angrenzenden Zellen bewirken, und so eine sehr auffällige Contraction des Inhaltes veranlassen.

Die durch die Vacuolen-Bildung schaumig gewordene Inhaltsmasse von der Consistenz einer dichten Gallerte, erhält sich in der Eisenchloridlösung durch längere Zeit farblos, indem erst geraume Zeit nach der Vacuolisirung in derselben einzelne intensiv blau oder violett gefärbte Flecke erscheinen, von welchen aus die Bläuung sich ausserordentlich langsam über die übrigen Theile des Inhaltes verbreitet.

Die Art und Weise, wie die Bläuung des contrahirten Inhaltes um sich greift, gewährt demnach vollständig das Bild, als

würde sich innerhalb der Zelle ein gallertartiger, mit einer in Eisenchlorid sich blaufärbenden, gelösten Verbindung durchtränkter Körper befinden. Die Vertheilung dieser Verbindung in dem contrahirten Inhalte der Schlauchzellen ist in den meisten Fällen eine sehr ungleichmässige, da in dem gebläuten Inhalte sich häufig Stellen vorfinden, die entweder farblos oder hellblau tingirt erscheinen.

Beachtenswerth ist der Umstand, dass sich im Zellsafte der gewöhnlichen Epidermiszellen eine Eisen grün färbende Substanz gelöst vorfindet, die unzweifelhaft als den Gerbsäuren angehörig betrachtet werden kann. Hätten wir nun positive Gewissheit darüber, dass die sich bläuende Verbindung den Gerbstoffen zugezählt werden müsste, so wäre es jedenfalls von Interesse, dass sich zwei verwandte Stoffe in Inhalten vorfinden, deren Beschaffenheit auf eine tief eingreifende chemische Differenzirung hinweist.

Zweifach chromsaures Kali bewirkt in manchen Zellen eine sofortige Bräunung des Inhaltes, die mit einer Ausscheidung dunkler Körnchen verbunden ist, ohne dass sich dabei eine Contraction des Inhaltes bemerklich machen würde.

In anderen Fällen verändert dieses Reagens den Inhalt auf eine mit der Einwirkung des Eisenchlorids analoge Weise, indem dieses zunächst eine Contraction, und Vacuolisirung der Inhaltsmasse bewirkt, ohne dass dieselbe auch bei länger andauernder Einwirkung ihre homogene Beschaffenheit verlieren würde.

Die contrahirten Gehalte zeigen insoferne ein sehr verschiedenes Verhalten, als einige derselben kurze Zeit nach der Contraction, in ihrer ganzen Masse sofort eine tief braunrothe Färbung annehmen, während andere zunächst einer localen Bräunung unterliegen, die sich allmähig über die ganze Inhaltsmasse verbreitet, wobei häufig eine auf allen Punkten gleichmässige Färbung des Inhaltes nicht erfolgt.

Essigsäures und schwefelsäures Kupferoxyd bewirken in den allermeisten Fällen eine sofortige Braunfärbung des Inhaltes, wobei derselbe eine körnige Beschaffenheit annimmt. In seltenen Fällen unterliegt der Inhalt vor der Verfärbung einer heftigen Contraction oder Vacuolisirung der inneren

Masse, ohne dass derselbe dadurch seine ursprüngliche homogene Beschaffenheit verlieren würde.

Salpetersäure habe ich in sehr verdünnten und concentrirten Zustände in Anwendung gebracht.

Die verdünnte Säure bewirkt in den allermeisten Fällen sofort nach Zusatz eine Spaltung des Inhaltes in zwei Schichten von differenter Beschaffenheit, und zwar in eine äussere, doppelt contourirte, feste, rothbraungefärbte, und in eine innere, den von der äusseren gebildeten Hohlraum erfüllende Schichte von flüssiger Beschaffenheit.

Die letztere ist wasserhell, und durch kurze Zeit nach Abscheidung der äusseren festen Hülle von homogener Beschaffenheit, die sie jedoch nicht lange beibehält, da bei etwas längerer Einwirkung der Säure, in derselben die Ausscheidung kleiner, hellgelb gefärbter, stark lichtbrechender, in lebhafter Molecularbewegung begriffener Tröpfchen beginnt, die durch ihr Erscheinen die innere Flüssigkeit in eine Emulsion verwandeln.

Die äussere, braune, feste, an den meisten Punkten der Zellhaut angeschmiegte, gegen die innere Flüssigkeit durch einen scharfen Contour abgegränzte Schichte, ist der aus der Einwirkung der Säure auf einen Bestandtheil des Inhaltes resultirende Membran-Niederschlag, der in dem Folgenden der Kürze wegen als Hülle bezeichnet werden soll.

Bei längerer Einwirkung der verdünnten Säure macht sich eine Reihe höchst eigenthümlicher Veränderungen, zunächst in der emulsionsartigen Innenflüssigkeit bemerklich, indem die in dieser enthaltenen Tröpfchen sich allmählig vergrössern, und auch theilweise mit einander verschmelzen.

Die vergrösserten Tropfen, die auch in diesem Zustande aus einer homogenen, gelblichen, stark lichtbrechenden Masse gebildet erscheinen, verlieren allmählig ihre Molecularbewegung und senken sich endlich durch ihre Schwere auf den Boden der Zelle herab, den sie häufig so dicht bedecken, dass die Tropfen sich an den Berührungsflächen abplatteln, und so eine polyedrische Gestalt erlangen.

Die polyedrisch gewordenen Tropfen besitzen ursprünglich sehr deutliche Begrenzungsflächen, die erst nach längerer Ein-

wirkung der Säure unendlich werden, worauf die Tropfen miteinander zu verschmelzen beginnen.

Aus diesem Verhalten schliesse ich auf eine, wenigstens ursprünglich vorhandene Differenz in der Beschaffenheit ihrer Oberflächen, und ihrer inneren Masse, und zwar auf eine hautartige Beschaffenheit der Ersteren und eine flüssige der Letzteren.

Darin werde ich hauptsächlich durch den Umstand bekräftigt, dass ein schwacher auf das Deckglas ausgeübter Druck vollkommen hinreichend ist, um das Verschmelzen der polyedrischen Gebilde in eine homogene Masse zu bewirken. Ich erkläre mir dies auf diese Weise, dass der Druck ein Zerplatzen der Hülle bewirkt, worauf das Zusammenfliessen erfolgt, was endlich auch geschieht, wenn durch längere Einwirkung der Säure die Hülle gelöst wird, oder was auch möglich ist, durch die endosmotische Spannung der inneren flüssigen Masse der polyedrischen Körper ein Bersten der Hülle erfolgt.

Was den Aggregatzustand der ursprünglich rothbraun, nach längerer Einwirkung der Säure gelb gefärbten Hülle anbelangt, so erlangt dieselbe in jedem Falle kurze Zeit nach ihrem Erscheinen die Beschaffenheit einer sehr spröden Haut, welche selbst durch einen sehr schwachen auf das Deckglas ausgeübten Druck in scharfkantige Stücke zerspringt.

In Wasser ist die Substanz der Hülle durchaus unlöslich, was daraus zu ersehen ist, dass ihre durch Zersprengen erhaltenen Bruchstücke im Wasser auch nach sehr langem Verweilen in demselben ihre scharfkantigen Begrenzungen behalten und sich nur insoferne verändern, als ihre gelbe Farbe braunroth wird.

In concentrirter Salpetersäure ist die Substanz der Haut jedoch vollkommen löslich.

Sehr häufig unterliegt die durch Einwirkung der verdünnten Salpetersäure gebildete Haut eigenthümlichen Faltungen in einer der langen Axe der Zelle parallelen Richtung.

Obwohl diese Faltungen von mir nur an der, bei der Beobachtung oberen Seite der Schlauchzelle beobachtet wurden, so hege ich doch nicht den geringsten Zweifel, dass solche auch auf der jeweiligen Unterseite zur Ausbildung gelangen, wo jedoch

dieselben wahrscheinlich nur wegen der, der Unterseite aufgelagerten stark lichtbrechenden Masse unmöglich zur Ansicht gelangen können.

Die in den Zellraum vorspringenden Falten geben sich sofort bei einiger Aufmerksamkeit als solche zu erkennen, indem einer jeden ein System von vier Contouren entspricht, von denen die zwei inneren den von der Falte gebildeten, in den Innenraum der Zelle vorspringenden Hohlraum einschliessen. Was die Entstehungsweise dieser Falten anbelangt, so ist es *a priori* einleuchtend, dass die Erklärung derselben durch die Annahme eines innerhalb der Faltungszone gesteigerten Flächenwachsthumes auf grosse Schwierigkeiten treffen würde, die wohl kaum mit dem Thatsächlichen, was wir über das Wachstum der Niederschlags-Membranen wissen, in Einklang zu bringen wären.

Wie bekannt ist, setzt das Wachstum von Niederschlags-Membranen Bedingungen voraus, die entweder eine totale oder partielle Dehnung der Haut, und demnach auch eine Einlagerung neuer Molecüle in die vergrösserten Interstitien möglich machen.

Wenn daher unter gewissen Bedingungen, unter denen die Membranbildner in Wirksamkeit treten, eine Dehnung der Haut nicht erfolgen kann, wie in dem Falle, wo der Membran-Niederschlag die innere Fläche einer Zellhaut auskleidet, die bei den obwaltenden Spannungsverhältnissen, durch ihre geringe Dehnbarkeit von einem bestimmten Zeitpunkte an der weiteren Verschiebung der Molecüle der Niederschlags-Membrane eine Grenze setzt, so werden nothwendig von diesem Zeitpunkte an alle Vorgänge unterbrochen, durch die unter anderen Verhältnissen ein Wachstum eingeleitet werden könnte.

Da nun in dem uns beschäftigenden Falle das Wachstum der Haut durch den Grad der Dehnbarkeit ihrer äusseren Hülle, d. i. der Zellhaut, beeinflusst wird, so ergibt es sich von selbst, dass ein länger andauerndes Flächenwachstum nur an den Stellen grösserer Dehnbarkeit der Zellhaut erfolgen könnte, an welchen die elastische Rückwirkung der Zellhaut, erst in einem späteren Zeitpunkte unter sonst gleichen Umständen dem Ausdehnungsstreben der Haut, dessen Intensität die endosmotische Kraft der inneren Lösung bestimmt, das Gleichgewicht halten würde. Dann müsste aber der locale Zuwachs der Haut in einer

ganz anderen Gestalt erscheinen, d. i. als eine über dem Niveau der Stellen geringerer Dehnbarkeit erhabene Zone, nicht aber als eine in den Zellraum einspringende Falte.

Die Annahme also, dass der Faltenbildung ein local gesteigertes Flächenwachstum des Membran-Niederschlages zu Grunde liegen könnte, dürfte daher aus angegebenen Gründen kaum haltbar sein.

Viel leichter liesse sich die Faltenbildung durch die elastische Contraction der Zellhaut erklären, die in Folge einer Verringerung des Turgors in einem Zeitpunkte vor sich geht, in welchem der Membran-Niederschlag seine spröde Beschaffenheit noch nicht erlangte, und als eine der Innenseite der Zellhaut anliegende Hülle von gallertartiger Beschaffenheit, der aus der Verringerung des Turgors resultirenden Volumverminderung keinen Widerstand entgegenzusetzen vermag.

Das Erscheinen der Falten müsste demgemäss unterbleiben, wenn der Membran-Niederschlag schon vor dem Zeitpunkte, in welchem die die Volumverminderung bewirkenden Ursachen in Action treten, eine feste Beschaffenheit, und demgemäss eine grössere Widerstandsfestigkeit erlangt, durch die er eine Volumverminderung der Zelle unmöglich machen würde.

Thatsächlich findet man selbst an einem und demselben Oberhautstreifen, den man mit verdünnter Salpetersäure behandelt hat, Schlauchzellen mit gefalteten und glatten Membran-Niederschlägen, deren Bildung unter sonst gleichen Verhältnissen eine Verschiedenheit der chemischen Beschaffenheit des Inhaltes zu Grunde liegen könnte, durch welche der Übergang der ursprünglichen gallertartigen Hülle in den festen Zustand bald beschleunigt, bald verzögert wird.

Obwohl die Faltenbildung unabweislich auf eine unter Umständen eintretende Volumverringerng der Zellhaut hinweist, für die, die Annahme einer exosmotischen Strömung am wahrscheinlichsten ist, konnte ich mir über die dieselben veranlassenden Ursachen kein sicheres Urtheil bilden, da die Schlauchzelle nach Bildung des Membran-Niederschlages nicht nur mit der Zusatzflüssigkeit, sondern auch mit dem chemisch veränderten Inhalte der umliegenden Zellen in verwickelten Beziehungen sich befindet, die gehörig abzuschätzen total unmöglich ist. Nur

so viel liesse sich angeben, dass die Bildung einer Niederschlags-Membran höchst wahrscheinlich mit einem Verluste endosmotisch wirksamer Bestandtheile für die Schlauchzelle verbunden ist, der gewiss für das Zustandekommen einer exosmotischen Strömung nicht ohne Belang wäre.

Es wäre ja möglich, dass eben die membranbildende, ursprünglich gelöste Substanz, die unter dem Einflusse der Säure als Baumaterial der Hülle Verwendung findet, im unveränderten Inhalte als der endosmotisch wirksame Bestandtheil auftrete. Gelangt nun diese Substanz in Form eines festen, in den umgebenden Flüssigkeiten unlöslichen, den Membran-Niederschlag constituirenden Körpers zur Ausscheidung, so könnte unter der hypothetischen Voraussetzung, dass der Inhalt sonst keine andere Veränderung erleide, eine Steigerung der endosmotischen Kraft der Inhaltsstoffe umliegender gewöhnlicher Epidermiszellen, durch Spaltung in endosmotisch wirksamere Verbindungen, eine Verringerung des Turgors in der Schlauchzelle herbeiführen, die die Faltung des ursprünglich gallertartigen Membran-Niederschlages zur Folge haben müsste. Für eine Abschwächung der endosmotischen Kraft des Inhaltes spricht noch der Umstand, dass die verdünnte Säure neben Bildung einer Niederschlags-Membran noch die Ausscheidung einer zähen, in der von der Hülle umschlossenen Flüssigkeit unlöslichen Substanz veranlasst, so dass schliesslich eine Lösung, nach ihrem Brechungsvermögen zu urtheilen von sehr geringer Dichte, zurückbleibt, die nothwendig einen geringeren Gehalt an festen Stoffen besitzen muss, als der ursprüngliche Inhalt.

Ich habe im Vorhergehenden auf eine mögliche Verschiedenheit der Zusammensetzung des Inhaltes, als auf ein Moment hingewiesen, welches unter sonst gleichen Verhältnissen die Entstehung glatter und gefalteter Häute bedingen würde. Weit entfernt, für diese Annahme eine allgemeine Bedeutung zu beanspruchen, bin ich der Überzeugung, dass für die in Rede stehenden Vorgänge noch viele andere Umstände massgebend sein könnten.

Es ist ja, um nur eine der vielen Möglichkeiten hervorzuheben, denkbar, dass auch bei gleichzeitiger Erhärtung des Membran-Niederschlages in zwei Schlauchzellen, bei einer die

Faltung ganz unterbleiben könnte, wenn gewisse Differenzen in der quantitativen Mischung und qualitativen Beschaffenheit der Inhaltsstoffe, sowohl der Schlauchzellen als der umliegenden Epidermiszellen, das Zustandekommen einer intensiven exosmotischen Strömung nicht gestatten. Würde nun unter solchen Verhältnissen, unter denen also der Turgor der Schlauchzelle ungeändert bliebe, die Hülle zur Ausbildung gelangen, so stünde ihr bis zum Zeitpunkte ihres Erhärtens ein Volum zur Verfügung, welches vielleicht in einem späteren Zeitpunkte einer bedeutenderen Verringerung unterliegen würde, wenn nicht die unterdessen vollzogene Änderung des Aggregatzustandes der Hülle eine solche unmöglich machen würde.

Damit sind jedoch noch keineswegs alle Umstände in Rechnung gebracht, die auf die Intensität der exosmotischen Strömung influiren könnten, da auch der Grad der durch die Einwirkung der verdünnten Salpetersäure bewirkten Quellung der Zellhaut, und die in diesem Zustande erlangte Permeabilität derselben, ebenfalls zu berücksichtigen wären.

Alle diese Umstände gegen einander abzuwägen und der Erklärung eines concreten Falles zu Grunde legen, ist ein Problem, zu dessen Lösung noch alle positiven Anhaltspunkte fehlen; so viel dürfte sich wenigstens aus dem Angeführten ergeben, dass eine, wahrscheinlich durch exosmotische Strömungen, veranlasste elastische Contraction der Membran der Schlauchzelle sich durch eine Faltung der Hülle zu erkennen gibt.

Die Beobachtung vieler in langen Schlauchzellen entstandener gefalteter Membran-Niederschläge ergab, dass die Falten in der Regel, in der Längsrichtung der Zellen, in der Nähe der geschlängelten Seitenwände, mehr oder weniger parallel mit denselben verlaufen, wesshalb die Falten auf der, der Beobachtung zugänglichen Oberseite der Schlauchzelle, das Bild der geschlängelten Contouren, während ihres kürzeren oder längeren Verlaufes reproduciren.

Für die isolirt gedachte Zelle wäre die Faltungsrichtung einzig und allein durch die elastische Contraction der Membran der Schlauchzelle bestimmt. Würde in diesem idealen Falle, die Richtung der auf der Ober- und Unterseite erscheinenden Falten parallel den Seitenwänden verlaufen und die Bildung der Falten

auf den Seitenwänden des Membran-Niederschlags unterbleiben, so wäre der Schluss gestattet, dass die Membran der Schlauchzelle vor Verringerung des Turgors eine durch Elasticitäts-Differenzen bedingte, local verschiedene Spannung erleide und dass, die in einer zur Längsaxe der Schlauchzelle senkrechten Richtung erfolgende Contraction auf der Ober- und Unterseite der Zelle mit grösserer Intensität in Action trete als an den Seitenwänden.

Abweichend gestalten sich jedoch diese Verhältnisse an der im Verbaude mit zahlreichen turgescirenden, gewöhnlichen Epidermiszellen sich contrahirenden Schlauchzelle. In diesem der Wirklichkeit entsprechendem Falle, könnte ja eben der Turgor der den Seitenwandungen der Schlauchzelle anliegenden Epidermiszellen, eine Contraction dieser Seiten unmöglich machen, weshalb sich diese nothwendig, wenn auch keine Elasticitäts-Differenzen obwalten würden, auf die freien Seiten beschränken müsste, weshalb es nicht möglich ist, aus der Faltungsrichtung auf etwaige locale Elasticitäts-Differenzen zu folgern.

Ein durchweg verschiedenes Verhalten zeigt der Inhalt unter der Einwirkung concentrirter Salpetersäure.

Die sofort nach dem Zusatze der concentrirten Säure sich bemerkbar machende Veränderung ist das Erscheinen einer grossen Menge rothbrauner, kugeligter Tropfen im farblosen Inhalte, die jedoch schnell einem von Aussen nach Innen fortschreitenden Farbenwechsel unterliegen und schliesslich hellgelb werden. Die gelb gewordenen Tropfen gehen allmählig in Lösung über, worauf die Schlauchzelle mit einem homogenen, gelben, flüssigen Inhalte erfüllt erscheint, dem eine für die Einwirkung der verdünnten Säure charakteristische Niederschlags-Membran total abgeht.

Salzsäure bewirkt sowohl im verdünnten als auch concentrirten Zustande die Abscheidung einer der Membran der Schlauchzelle dicht anliegenden festen Hülle von sehr spröder Beschaffenheit und hellgelber Färbung. Der von der Hülle gebildete Hohlraum ist mit einer sehr schwach lichtbrechenden Flüssigkeit erfüllt, in der zahlreiche, dunkelbraun gefärbte Körnchen suspendirt erscheinen.

Schwefelsäure, die selbstverständlich nur im Zustande einer sehr mässigen Concentration in Anwendung gebracht wurde, bewirkt eine heftige Contraction des Inhaltes, der nach Ablösung von den Wänden der Schlauchzelle eine hellgelbe Färbung erlangt und in seiner inneren Masse die Ausscheidung dunkler Körnchen. Der contrahirte, körnig gewordene Inhalt hat die Consistenz einer dichten Gallert, an deren Oberfläche eine Hülle nie zur Ausscheidung gelangt.

Chromsäure, die ebenfalls im verdünnten Zustande angewendet wurde, bewirkt in allen beobachteten Fällen zunächst die sofortige Ausscheidung eines braungefärbten, der Zellhaut dicht anliegenden Membran-Niederschlages, dessen innerer Contour deutlich gegen die anfänglich homogene wasserhelle, innere Flüssigkeit abgegrenzt erscheint. Kurze Zeit nach Abscheidung der Haut erscheinen in der inneren Flüssigkeit zahlreiche kugelige, tropfenartige Gebilde von brauner Färbung, die allmählig in der sich ebenfalls braun färbenden Innenflüssigkeit verschwinden.

In dem Masse, als diese Veränderungen vor sich gehen, verliert der innere Contour der Hülle allmählig an Deutlichkeit, was dadurch zu Stande kommt, dass die Hülle sich mit der zu einer festen Masse erstarrenden Innenflüssigkeit zu einem homogenen Ganzen vereinigt. Nach etwas längerer Einwirkung der Chromsäure erscheint somit in der Schlauchzelle an der Stelle des ursprünglichen flüssigen Inhaltes ein solider fester Körper von brauner Färbung.

Die Einwirkung der Kalilauge wurde im verdünnten und concentrirten Zustande geprüft.

Verdünnte Kalilauge färbt den Inhalt sofort hellgelb, wobei sich gleichzeitig eine auffällige Steigerung des Turgors bemerklich macht, der schnell einen so hohen Grad erreicht, dass sich der Inhalt durch die geborstene Ober- oder Unterseite der Schlauchzelle in die Zusatzflüssigkeit ergiesst. Die herausquellende Inhaltsmasse erscheint im Augenblicke des Ergusses als eine stark lichtbrechende, gegen die Zusatzflüssigkeit durch einen scharfen Contour abgegränzte, sphaeroidale Masse von durchaus homogener Beschaffenheit und hellgelber Färbung, auf deren Oberfläche kurze Zeit nach dem

Ergüsse eine doppeltecontourirte Niederschlags-Membran von hellgelber Färbung zur Ausbildung gelangt, mit deren Erscheinen die Volumvermehrung des Inhaltes sistirt wird. Mit dem Erscheinen der Haut ändert sich auch die Beschaffenheit der inneren Masse des herausgequollenen Inhaltes, die im Augenblicke, wo die Hülle sichtbar wird, die Beschaffenheit einer wässerigen Flüssigkeit von sehr geringer Dichte annimmt. Möglicherweise beginnt die Bildung der Niederschlags-Membran um den Inhalt schon vor dem Ergüsse desselben aus der Zelle und ist das Herausquellen des Inhaltes von einem entsprechenden Flächenwachsthum der Niederschlags-Membran begleitet.

Es wäre ja eben möglich, dass die im Augenblicke des Ergusses gebildete und durch den Druck der Innenlösung in Spannung versetzte und rapid in die Fläche wachsende Niederschlags-Membran, anfänglich durch ihre Dünne sich der directen Beobachtung entziehe, und sich so lange mit Deutlichkeit gegen die innere Lösung nicht abzuheben vermag, als die innere Lösung die Beschaffenheit einer stark lichtbrechenden Masse und noch dazu vielleicht dieselbe Färbung besitzt, wie die auf ihrer Oberfläche gebildete Hülle.

Die Thatsache, dass im Augenblicke, in welchem die Innenlösung die Beschaffenheit einer wässerigen Flüssigkeit von geringem Brechungsvermögen annimmt und zugleich die Hülle als solche sichtbar wird, das Flächenwachsthum des Membran-Niederschlags eine Unterbrechung erfährt, scheint darauf hinzuweisen, dass die Innenlösung mit der Änderung ihrer Dichte einen erheblichen Verlust an endosmotisch wirksamen Substanzen erleide, wodurch einerseits der Innenlösung die Fähigkeit, die zur Dehnung der Haut nothwendige endosmotische Kraft zu entwickeln, benommen wird, andererseits eine der unsächlichen Bedingungen erfüllt wird, durch welche nach Sistirung des Flächenwachsthums ein intensiveres Dickenwachsthum eingeleitet werden könnte. Es sei in dieser Hinsicht auf die aus schwefelsaurem Kupferoxyd in Wasserglaslösung sich entwickelnden Zellen hingewiesen, bei denen das Flächenwachsthum nach R e i n k e¹ „nur bei einem nicht genauer definirbaren

¹ Bot. Zeit. 1875. S. 432.

Minimum der Verdickung“ bestehen kann und nach Sistirung desselben ausschliessliches Dickenwachsthum erfolgt.

Die um den nach Aussen ergossenen Inhalt gebildete Niederschlags-Membran von sehr spröder Beschaffenheit besitzt die Gestalt eines über der Schlauchzelle, die einer sehr auffälligen Contraction unterliegt, und dem angrenzenden Zellareale ausgebreiteten flachen Schlauches von kreisförmigen Umrisse, der sich direct in die Hülle fortsetzt, die auf der Oberfläche der in der Schlauchzelle zurückgebliebenen Inhaltsportion zur Ausbildung gelangt.

So viel ich aus einem gleich zu erwähnenden Umstande folgern kann, finden unter der Einwirkung der Kalilauge nicht alle endosmotisch wirksamen Bestandtheile des herausquellenden Inhaltes Verwendung zur Bildung der Niederschlags-Membran.

Ich machte nämlich sehr häufig die Beobachtung, dass manche Schläuche kurze Zeit nach erfolgtem Ergüsse des Inhaltes zerplatzten und sofort in scharfkantige Stücke zerfielen, ohne dass an der Oberfläche der Innenlösung die Bildung einer neuen Haut oder ein Verheilen der entstandenen Risse erfolgen würde.

Dies ist nur dadurch erklärlich, dass nach der Bildung der Niederschlags-Membran in der inneren Lösung noch Stoffe übrig bleiben, die unter den vorhandenen Bedingungen eine endosmotische Strömung veranlassen können, durch die der Turgor eine solche Höhe erreicht, dass schliesslich die nach Erschöpfen des Inhaltes an membranbildenden Stoffen nicht weiter wachsende Haut gröblich zerreisst. Nach erfolgtem Zerplatzen vermischt sich die innere Flüssigkeit, ohne irgend welche wahrnehmbare Veränderung zu erleiden, mit der Zusatzflüssigkeit.

In Betreff des Zeitpunktes, in welchem das Zerplatzen erfolgt, kann ich mit Sicherheit angeben, dass dasselbe in einem Zeitpunkte, in welchem die Innenlösung die wässrige Beschaffenheit noch nicht angenommen hat, also bei maximalem Gehalte derselben an gelösten Stoffen, vor sich gehe.

Auch in diesem Falle konnte ich die Haut als solche an dem aus der Zelle herausquellenden Inhalte nicht wahrnehmen, obgleich ihre Anwesenheit auf der Oberfläche des herausquellenden

Inhaltes sich aus den im Gesichtsfelde des Mikroskopes herumliegenden Trümmern mit absoluter Gewissheit ergibt.

Diese Thatsache, die einerseits den triftigsten Beweisgrund für die Ansicht abgibt, dass der Erguss des Inhaltes und die Bildung der Hülle um denselben gleichzeitig erfolgen, ist andererseits auch geeignet, zur Schlussfolgerung zu führen, dass der durch verdünnte Kalilauge chemisch veränderte Inhalt zum wenigsten zweierlei differente Stoffe enthalte, von denen der eine als Membranbildner, der andere beim Wachsthum der Haut als endosmotisch wirksamer Bestandtheil der inneren Lösung in Action tritt.

Das relative quantitative Mischungsverhältniss beider Stoffe scheint jedoch ein verschiedenes zu sein, da in den Fällen, in denen ein Zerplatzen der Hülle erfolgt, eine Erschöpfung an membranbildenden Stoffen schon in einem Zeitpunkte erfolgt, in welchem die Innenlösung noch eine grosse endosmotische Kraft zu entwickeln vermag, die beim Vorhandensein einer grösseren Menge des membranbildenden Stoffes zum weiteren Flächenwachsthum der Hülle, aber nicht zu ihrem gröblichen Zerreißen führen müsste. Für eine thatsächlich dem Zerplatzen der Hülle unmittelbar vorhergehende Erschöpfung des membranbildenden Stoffes ist hauptsächlich der Umstand beweisend, dass auf der Oberfläche der inneren Lösung nach Sprengung der Hülle keine wiederholte Hautbildung, noch ein Verheilen der Risse stattfindet und überhaupt alle Erscheinungen ausbleiben, die als Eruptions-Wachsthum, in dem von Sachs gebrauchten Sinne, gedeutet werden könnten.

Berücksichtigt man ferner den Umstand, dass kurze Zeit nach dem Erscheinen der Hülle eine sehr auffällige Veränderung der Dichte der Innenlösung erfolgt, die vielleicht auf Rechnung einer exosmotischen Strömung zu setzen wäre, so dürfte sich daraus für die Fälle, in denen ein Zerplatzen der Haut nicht erfolgt, die Schlussfolgerung ergeben, dass eine intensivere exosmotische Strömung oder überhaupt Veränderungen, die die endosmotische Kraft des Inhaltes verringern, im Augenblicke der Erschöpfung an membranbildenden Stoffen einer Steigerung des Turgors entgegentreten und denselben zu einem Grade erniedrigen vermögen, dem die Hülle, nach Sistirung des Wachs-

thums in die Fläche, durch ihre Elasticität das Gleichgewicht zu halten vermag.

Ein durchaus verschiedenes Verhalten zeigt der Inhalt der Schlauchzellen unter der Einwirkung einer concentrirten Kalilösung. In dieser unterbleibt die Quellung des Inhaltes vollständig und die Bildung der Hülle erfolgt innerhalb der Membran der Schlauchzelle. Die sofort nach dem Zusatze der concentrirten Kalilauge zum Vorschein kommende, der Zellhaut dicht anliegende, spröde, glatte Hülle besitzt eine violette Färbung und erscheint mit einer prächtig himmelblau gefärbten Lösung erfüllt, die ihre Färbung durch lange Zeit unverändert erhält.

Aus dem Angeführten dürfte es sich somit ohne Weiteres ergeben, dass im Verhalten des Inhaltes gegen eine verdünnte und concentrirte Kalilösung eine durchgreifende Differenz, namentlich in Hinsicht des Flächenwachstums der zur Ausbildung gelangten Hülle besteht, die wahrscheinlich darauf beruht, dass die concentrirte Kalilauge eine tief eingreifende Veränderung der endosmotisch wirksamen Bestandtheile und vielleicht den sofortigen Zerfall derselben in Spaltungsproducte bewirkt, denen die zur Dehnung der vom Membran-Niederschlage gebildeten Haut nöthige endosmotische Kraft abgeht.¹

Ammoniak, welches in concentrirtem Zustande in Anwendung gebracht wurde, bewirkt eine Reihe von Veränderungen, welche in hohem Grade an die Einwirkung der verdünnten Kalilauge erinnern.

¹ Die unter der Einwirkung der concentrirten Kalilauge innerhalb der Membran der Schlauchzelle sich bildende Hülle, erinnert an das von Hanstein beobachtete Verhalten des Inhaltes der Milchsaftgefäße von *Sambucus Ebulus* und *nigra* gegen dasselbe Reagens. Hanstein gibt in seinem Werke „Die Milchsaftgefäße etc.“, S. 21, an, dass der Milchsaft von *Sambucus Ebulus* bei Behandlung mit Ätzkali sich dunkel braunroth färbt, gerinne, sich zusammenziehe und dabei in lauter kurze, walzenförmige, fast scharfkantige Stücke zerspringe, welches Verhalten in geringerem Masse auch dem Milchsaft von *Sambucus nigra* eigenthümlich sei. Ich wage nicht die Entscheidung zu fällen, ob dieses Verhalten auf Rechnung eines mit dem in den Schlauchzellen identischen Membranogens zu setzen sei, da die braunrothe Färbung des erstarrten Inhaltes der Milchsaftgefäße beider Arten, eher eine differente Zusammensetzung wahrscheinlich machen würde.

Bei Behandlung mit Ammoniak erlangen die Inhalte der Schlauchzellen sofort eine hellgelbe Färbung, worauf nach sehr auffälliger Steigerung des Turgors der Zellhaut ein rapider Erguss eines Theiles des Inhaltes aus der sich contrahirenden geborstenen Schlauchzelle in die Zusatzflüssigkeit erfolgt.

Die im Augenblicke des Ergusses durchaus homogen erscheinende gelbe Inhaltsmasse erlangt in dem Momente, in dem die Quellung innehält, eine gelbbraune Färbung, worauf fast gleichzeitig auf der scharfcontourirten Oberfläche des ergossenen Inhaltes eine körnige Schichte von ebenfalls gelbbrauner Färbung erscheint, die sich gegen die Zusatzflüssigkeit und die innere Masse des Inhaltes durch scharfe Contouren abgrenzt. Nach Bildung dieser äusseren Körnerschichte erfolgt sofort eine weitere Differenzirung der inneren, bisher homogen erscheinenden Masse des herausgequollenen Inhaltes in eine feste, spröde, hellgelb gefärbte, stark lichtbrechende Hülle und eine wässerige, farblose, innere Lösung von sehr geringen Brechungsvermögen, in welchem Zustande der Inhalt keiner weiteren sichtbaren Veränderung unterliegt.

Die äussere braune Körnerschichte, die der inneren gelben Haut aufgelagert erscheint und um die Letztere einen continuirlichen Überzug bildet, ist, wie das ihr Verhalten gegen Druck zur Genüge erweist, durch ihre gallertartige Beschaffenheit und viel geringeres Brechungsvermögen von der inneren Schichte verschieden. An Dicke übertrifft dieselbe jedoch die Letztere an allen Punkten um ein Vielfaches.

Die Gestalt des von der zweischichtigen Niederschlags-Membran gebildeten Schlauches ist eine sehr verschiedene. Häufig genug erscheinen auf den Oberhautstreifen flach aufliegende Schläuche von kreisförmigem Umrisse, die dort, wo der Raum zwischen Deckglas und Präparat oder dem letzteren und dem Objectträger eine unbehinderte Ausdehnung ermöglicht, in die Keulenform übergehen. Im letzteren Falle befindet sich das schmälere Ende an der Austrittsstelle des Inhaltes.

Die Oberfläche der breitgedrückten und keulenförmigen Schläuche erscheint bald glatt, bald auf Strecken grösserer oder geringerer Länge über das Niveau tieferer Stellen erhoben, in

welchem Falle die Contouren des optischen Querschnittes einen wellenförmigen Verlauf zeigen.

Mitunter gelangen auch sehr dünne, fadenförmige, in die Länge gestreckte gerade oder bogenförmig gekrümmte, gegen die abgerundete Spitze sich allmählig verjüngende Schläuche zur Ausbildung, die nicht selten an 2—3 Punkten kurze seitliche Auszweigungen entwickeln. Der Bildungsmodus der durch Einwirkung des Ammoniaks hervorgerufenen zweischichtigen Membran-Niederschläge erscheint insofern modificirt, als wir hier auf der Aussenseite des festen Membran-Niederschlags eine weiche körnige Schichte von differenter Beschaffenheit zur Ausbildung gelangen sehen, die wahrscheinlich durch Quellung der äusseren Schichten der festen Haut in einem Zeitpunkte entsteht, in welchem aus bereits früher angegebenen Gründen die auf der Oberfläche der noch stark lichtbrechenden inneren Masse gebildete feste Schichte unmittelbar zur Anschauung nicht gelangen kann.

Die in der Zelle zurückgebliebene Inhaltsportion umgiebt sich mit einer der Zellhaut dicht anliegenden festen Hülle, die sich in die innere Schichte des ausserhalb der Zelle befindlichen Schlauches direct fortsetzt. Eine körnige Schichte konnte ich auf der Oberfläche des in der Zelle eingekapselten Theiles der Hülle nicht wahrnehmen, obwohl ich nicht zweifle, dass dieselbe auch hier zur Ausbildung gelange und nur durch ihre Dünne der Beobachtung sich entziehe.

Nachdem das Verhalten des Inhaltes gegen die angeführten Reagentien sichergestellt war, unterwarf ich die Epidermisstreifen, die sich mit Leichtigkeit in grosser Ausdehnung von der Blattunterseite abziehen liessen, einer vorläufigen Behandlung mit concentrirtem Alkohol, die bei öfterer Erneuerung desselben durch vier Wochen fortgesetzt wurde, worauf die extrahirten Schlauchzellen einer vergleichenden Prüfung mit ebendenselben Reagentien unterzogen wurden, deren Einwirkung im Vorhergehenden geschildet wurde.

Der mit Alkohol extrahirte Inhalt der Schlauchzellen liess bei Beobachtung unter Alkohol keine irgendwie erhebliche Contraction erkennen. Im Wasser betrachtet, erschien derselbe

homogen, farblos oder gelblich gefärbt, und als ein Körper von viel schwächerem Brechungsvermögen als der ursprüngliche, was unmittelbar auf einen durch die Extraction bewirkten Substanzverlust hinweist, der, wie sogleich gezeigt werden soll, hauptsächlich die bei Wasserzufuhr, Behandlung mit Ammoniak oder verdünnter Kalilauge endosmotisch wirksamen Substanzen anbetrifft. Aus diesem Grunde ist der Turgor der extrahirten in Wasser befindlichen Zelle ein viel geringerer als der mit dem unveränderten Inhalte erfüllten unter denselben Bedingungen.

Eisenchlorid bewirkt in dem extrahirten Inhalte sofort nach Zusatz eine gleichzeitig auf allen Punkten erfolgende Bläunung von gleicher Intensität, durch welches Verhalten der extrahirte Inhalt sehr auffällig von dem ursprünglichen sich unterscheidet, in welcher Hinsicht auf das Frühere hingewiesen sei. Eine Contraction und Vacuolisirung des extrahirten Inhaltes unter Einwirkung des Eisenchlorids habe ich nie wahrnehmen können.

Zweifach chromsaures Kali färbt den Inhalt sofort nach Zusatz in seiner ganzen Masse braun, worauf derselbe eine körnige Beschaffenheit annimmt, ohne dass dabei eine Contraction oder Vacuolisirung stattfinden würden.

Durch Chromsäure erhärtet der Inhalt sofort zu einer braungelben, die Zellhaut *in toto* erfüllenden Masse von fester Beschaffenheit.

Salpetersäure, Salzsäure und Schwefelsäure färben den Inhalt der extrahirten Schlauchzellen rosenroth, ohne dass dabei die für die Einwirkung der Salpeter- und Salzsäure auf den unveränderten Inhalt so charakteristische Bildung einer Niederschlags-Membran erfolgen würde.

Ammoniak und verdünnte Kalilauge färben den extrahirten Inhalt braungelb, worauf sich derselbe schnell in eine der Zellhaut anliegende feste Hülle von gelber Färbung und in eine braungelbe, körnige innere Flüssigkeit differenzirt.

Das Eigenthümliche der Einwirkung des Ammoniaks und der verdünnten Kalilauge auf den extrahirten Inhalt beruht demnach darauf, dass die Bildung der Hülle innerhalb der Zellhaut erfolgt, während bei der ursprünglichen Zusammensetzung desselben die Bildung der Hülle von einem Ergüsse des Inhaltes aus

der Schlauchzelle und einem ausserhalb desselben stattfindenden Wachsthum begleitet ist.

Concentrirte Kalilauge bewirkt das sofortige Erscheinen einer in der Schlauchzelle eingekapselten festen Hülle von braungelber Färbung, die eine körnige Innenlösung von ursprünglich gelber Färbung enthält, die sich jedoch schnell hellgrün, blaugrün und schliesslich blau färbt.

Nachdem ich im Vorhergehenden das Wichtigste zur Mittheilung brachte, was sich mir bei der Beobachtung des Verhaltens des Inhaltes der Schlauchzelle, sowohl im unveränderten als extrahirten Zustande gegen die angeführten Reagentien ergab, will ich zum Schlusse dieser Notiz meine Ansicht über die wahrscheinliche Constitution des Inhaltes hier kurz andeuten.

Zunächst ergibt es sich mit voller Gewissheit, dass der Inhalt der Schlauchzellen von einer Mischung heterogener Stoffe gebildet wird, worauf ich schon bei der Besprechung des Verhaltens des Inhaltes gegen verdünnte Kalilauge hinzuweisen Gelegenheit hatte; die beweiskräftigste Stütze findet jedoch diese Ansicht in dem Verhalten der extrahirten Inhalte gegen verdünnte Kalilauge und Ammoniak.

Wir sehen nämlich, dass die Inhalte der Schlauchzellen bei dem durch Alkohol eingeleiteten dialytischen Prozesse bloss einen nachweisbaren Verlust an Substanzen erleiden, die unter gewissen Bedingungen bei der ursprünglichen Zusammensetzung des Inhaltes eine mit der Sprengung der Zellhaut verbundene Volumvermehrung des sich mit einer Niederschlags-Membran bekleidenden Inhaltes veranlassen können, während die unter der Einwirkung des Ammoniaks und der verdünnten Kalilauge membranbildenden Stoffe, die in alkoholischer Lösung die Zellhaut nicht zu durchdringen vermögen, als solche im extrahirten Inhalte zurückbleiben.

Mit Rücksicht darauf wäre zunächst die Annahme wenigstens zweier, durch differentes Verhalten gegen Ammoniak, verdünnte Kalilauge und Alkohol ausgezeichneten Verbindungen gerechtfertigt. Unter dieser Annahme würde also die eine in Alkohol unlösliche beim Zusammentreten mit Ammoniak oder verdünnter Kalilauge Verwendung beim Aufbaue der Hülle finden,

während die zweite, in Alkohol lösliche, unter denselben Bedingungen als die bei dem Wachsthum der Hülle endosmotisch wirksame Verbindung in Action tritt, und deren Mangel im extrahirten Inhalte die Einkapselung der durch die erwähnten Reagentien entstehenden Hülle ursächlich bedingt.

Aus dem Verhalten der mit Alkohol extrahirten Inhalte ergibt sich ferner, dass derselbe die zur Bildung einer Niederschlags-Membran unter der Einwirkung von verdünnter Salpetersäure und Salzsäure nothwendige Zusammensetzung nicht besitzt, und dass die Schlauchzelle neben dem Alkalimembranogen noch ein in Alkohol lösliches Säuremembranogen enthalte, dessen Identität mit dem unter der Einwirkung von Alkalien endosmotisch wirksamen Stoffe für jetzt dahingestellt werden muss.

Nach Extraction des Inhaltes mit Alkohol verändert sich das Verhalten desselben gegen Eisenchlorid und zweifach chromsaures Kali nur insoferne, als es im extrahirten Zustande einer auffällig rapiden Verfärbung unter der Einwirkung dieser beiden Reagentien unterliegt.

Aus diesem Verhalten ist somit der Schluss zu ziehen, dass der mit Alkohol erschöpfte Inhalt einen Stoff enthalte, der in alkoholischer Lösung die Zellhaut nicht zu durchdringen vermag und der seinem mikrochemischen Verhalten nach zu urtheilen, den Gerbstoffen angehören dürfte.

Die Fragen über seine Beziehung zu den im extrahirten Inhalte vorfindlichen Alkalimembranogen, sowie zu den Stoffen, die durch concentrirte Kalilauge eine blaue Färbung erlangen und das Erstarren des Inhaltes durch Chromsäure veranlassen, muss ich für jetzt ebenfalls dahingestellt lassen, da der im Winter eingetretene totale Mangel entsprechenden Untersuchungsmaterialies mir nicht gestattet, die Untersuchungen weiter zu führen, die mit Rücksicht auf die erste der hier berührten Fragen vielleicht zu einigen Aufschlüssen über die Permeabilität der durch Alkalien entstehenden Hüllen hätten führen können, und ich übrigens nur beabsichtigte, mit diesen Andeutungen über die Zusammensetzung des Inhaltes die oben ausgesprochene Vermuthung über das Vorkommen heterogener Stoffe in denselben zu rechtfertigen.

Arbeiten des pflanzenphysiologischen Institutes der k. k. Wiener
Universität.

VI. Untersuchungen über die Beziehungen der Nährstoffe zur Transpiration der Pflanzen.

I. Reihe.

Von Alfred Burgerstein.

Die Transpiration der Gewächse ist seit Mariotte und Hales ein Gegenstand vielfacher physiologischer Untersuchungen geworden. Trotzdem in Folge dessen die botanische Literatur sehr reich an Beobachtungen und Resultaten ist, welche sich auf die Wasserverdunstung der Pflanzen beziehen, so sind die Arbeiten darüber noch lange nicht als abgeschlossen zu betrachten. Dies gilt beispielsweise auch für die Frage, welchen Einfluss die von der Pflanze aufgenommenen Nährstoffe auf deren Transpiration ausüben.

Der Zweck der vorliegenden Arbeit bestand darin, diesen Einfluss kennen zu lernen, und die Beziehungen festzustellen, welche zwischen der Transpiration einerseits und der Aufnahme der einzelnen Nährstoffsalze sowie der für die Pflanze tauglichen Nährsalzgemische anderseits bestehen.

Um die Unterschiede kennen zu lernen, welche an und für sich saure und alkalische Salze auf die genannte Lebenserscheinung der Pflanzen darbieten, schien es auch nothwendig zu sein, den Einfluss der Säuren als solcher und ebenso den der Alkalien als solcher zu ermitteln. Die im letzten Capitel gegebenen Versuche (über den Einfluss von Humussubstanzen auf die Transpiration der Pflanzen) gehören wohl streng genommen nicht in den Rahmen dieser Arbeit; da aber die im Boden wurzelnde Pflanze neben den für sie nothwendigen Nährstoffen

wenigstens kleine Quantitäten von Hmminsstanzen findet, so hielt ich es für zweckmässig, auch den Einfluss dieser auf die Transspiration der Pflanzen zu prüfen.

Die ersten diesbezüglichen Versuche wurden von Senebier¹ in der Weise angestellt, dass er abgeschnittene Zweige in verschiedenen sehr verdünnten Säuren und Salzlösungen (die ich später speciell anführen werde), transspiriren liess. Es zeigte sich, dass sowohl die Säuren als auch die Salzlösungen eine Beschleunigung der Transspiration bewirkten.

Im ersten Bande der „landwirthschaftlichen Versuchsstationen“² hat Prof. Sachs eine Reihe von Versuchen „über den Einfluss der chemischen und physikalischen Beschaffenheit des Bodens auf die Transspiration der Pflanzen veröffentlicht, und bald darauf das Wichtigste von jener Arbeit in einem gedrängten Auszuge in der Botanischen Zeitung“³ mitgetheilt. Im Wesentlichen sind die Resultate seiner Untersuchungen in den folgenden zwei Sätzen ausgesprochen:

1. Bei gleichem Feuchtigkeitsgrade des Bodens ist die Transspiration jedesmal geringer, wenn die Wurzeln ein Wasser aufsaugen, welches kleine Mengen (nützliche Mengen) von Salpeter, schwefelsaurem Ammoniak, Kochsalz oder Gyps enthält.

2. Sehr geringe, dem Wasser zugesetzte Mengen einer Säure beschleunigen die Transspiration, die Alkalien bewirken dagegen eine Verminderung; doch sind diese Wirkungen jedesmal mit einem Erkranken der Wurzeln verbunden.

Man ersieht hieraus, dass die Ergebnisse Senebier's mit jenen von Sachs theils in Ubereinstimmung, theils im Widerspruche stehen.

Ich habe mich eingehender mit diesem Gegenstande beschäftigt und glaube, durch eine grössere Zahl von Versuchen, deren Ergebnisse ich in den folgenden Zeilen mittheile, der Wahrheit näher gekommen zu sein.

¹ *Physiol. végétal.* (Genève, S.) Vol. IV, pag. 77.

² Pag. 203 ff.

³ 1860, pag. 121 ff.

Meine Versuche wurden sowohl mit frisch abgeschnittenen Zweigen (vorzugsweise mit solchen von *Taxus baccata*), als auch mit ganzen, bewurzelten Pflanzen (Erbsen, Feuerbohnen in grösserer Zahl namentlich mit Maispflänzchen) angestellt.

Um letztere zu erhalten, liess ich jedesmal eine grössere Zahl von keimkräftigen Samen nach 24stündiger Quellung in Wasser auf feuchtem Löschpapier im Dunkeln ankeimen. Nachdem die Wurzeln eine Länge von etwa 25^{mm} erreicht hatten, wurde ein glasiertes Thongefäss bis zum Rande mit Wasser¹ gefüllt und mit einem Netz überspannt. Auf dasselbe wurden nun die Keimlinge so aufgelegt, dass die Wurzeln in das Wasser tauchten, während die Samen dicht über der Wasseroberfläche zu liegen kamen.

Nachdem die Keimpflanzen auf diese Weise eine gewisse Grösse erreicht hatten (die Maispflanzen standen im 2. oder 3. Blatt und hatten eine circa 15—20^{cm} lange Hauptwurzel mit einigen Nebenwurzeln), wurden dieselben mit den Wurzeln in eprovettenartige Glaseylinder², welche mit der Versuchsflüssigkeit gefüllt waren, vorsichtig eingetaucht und am hypokotylen Stengelgliede mit einem feinen Draht befestigt. Mittelst eines aus einem stärkeren Drahte construirten, und an jenem Glaseylinder angebrachten Hähchens konnte der ganze Apparat an die Wage gehängt werden.

Damit aus dem Glaseylinder kein Wasser verdunsten könne, mit anderen Worten, damit der jedesmalige Gewichtsverlust des Apparates lediglich die von der Pflanze transspirirte Wassermenge angebe, wurde das Niveau der Versuchsflüssigkeit mit einer 5—7^{mm} dicken Schichte von Olivenöl gedeckt. Nur bei den Versuchen mit Kali, Natron, Ammoniak und kohlensaurem Kali, konnte die Ölschichte wegen der sich sonst bildenden Verbindung der Fettsäure mit dem Alkali nicht in Anwendung kommen. Ich änderte daher für diese Reihe von Versuchen den Apparat in der Weise ab, dass ich die betreffende Pflanze in einem central durchbohrten, den Glaseylinder gut schliessenden Korkstöpsel befestigte, und den kleinen Raum zwischen dem Bohr-

¹ Hochquellenwasser.

² Dieselben hatten ein Volum von 75—80 Kubikcentimeter.

löche und dem in demselben befindlichen Pflanzentheil mit Baumwolle möglichst dicht ausfüllte.

Um mich zu überzeugen, wie gut die Baumwolle, bekanntlich ein sehr hygroskopischer Körper, die Verdunstung der Versuchsflüssigkeit verhindert, wurde der Apparat in der Weise modifizirt, dass statt einer transspirirenden Pflanze ein mit dicht anpassender Baumwolle umgebener Glasstab in dem Bohrloche des den Glaseylinder schliessenden Korkstöpsels befestigt wurde. (Der Glaseylinder war mit destillirtem Wasser gefüllt). Aus den durch mehrere Tage fortgesetzten Wägungen des Apparates ergab sich für 24 Stunden der nicht unbedeutende Gewichtsverlust von durchschnittlich 12 Milligramm.

Gegen die Ölschichte, welche, wie ich vorher sagte, den Zweck hatte, die Verdunstung an der Oberfläche der im Glaseylinder befindlichen Versuchsflüssigkeit zu hindern, könnte man zweierlei einwenden: nämlich 1. ob und in wie weit dieselbe ihren Zweck erreicht und 2. ob von der Pflanze ausser der Versuchsflüssigkeit nicht auch das Öl aufgesaugt wird.

Um den Schutz des Oles kennen zu lernen, machte ich einen Vorversuch in der Weise, dass ich einen meiner Glaseylinder mit destillirtem Wasser füllte, die Oberfläche des letzteren mit einer 7^{mm} hohen Ölschichte bedeckte und den ganzen Apparat durch mehrere Tage hindurch Morgens und Abends abwog.

Der durch diese Wägungen bekannt gewordene Gewichtsverlust betrug für 24 Stunden durchschnittlich 0.001 Gramm, einen Fehler, den man mit gutem Gewissen vernachlässigen konnte.

Was den zweiten Punkt betrifft, so habe ich unter den vielen Versuchspflanzen, mit denen ich experimentirte, nur zwei oder dreimal ein Eindringen des Oles in das Gewebe der Pflanzen leicht dadurch constatiren können, dass die Blätter transparenter wurden, und an Turgescenz verloren hatten. Solche ölhaltige Pflanzen wurden jedoch aus der Versuchsreihe gänzlich eliminiert. Mit Ausnahme dieser Fälle habe ich niemals ein Eindringen des Oles in den Pflanzen bemerkt. Hat ein solches wirklich stattgefunden, so kann dies nur in minimalen Quantitäten geschehen sein. Ich habe überhaupt nur die Resultate jener Versuchsreihen benützt, in denen die Pflanzen bis zum Ende des

Versuches (der immer nur wenige Tage dauerte) völlig gesund und turgescens blieben.

Anmerkung. Ich machte übrigens folgenden Versuch: In zwei von meinen Versuchscylindern, die mit destillirtem Wasser gefüllt waren, wurden je zwei Maispflanzen (I, II) auf die oben beschriebene Weise befestigt. In dem einen Fall (I) wurde das destillirte Wasser mit einer 5^{mm} hohen Ölschicht gedeckt, in dem zweiten Falle (II) geschah dies nicht. Nach 96 Stunden wurde der Versuch unterbrochen. Es wurden die oberirdischen (grünen) Theile abgeschnitten, ihre Trockensubstanz bestimmt, dieselbe mit Aether vollständig extrahirt und die ätherische Lösung abfiltrirt. Nun wurde der Aether verdunstet gelassen und der aus der ätherischen Lösung gewonnene Rückstand gewogen. Es betrug für die Maispflanzen I (mit Öl) 4.1 Proc. für die Maispflanzen II (ohne Öl) 4.2 Proc. von der Trockensubstanz.

Vergl. über die Anwendung des Öles noch: Meyen, Neues Syst. der Pflanzenphysiologie. II. Bd., pag. 119. Wiesner: Unters. über d. herbstliche Entlaubung der Holzgewächse. Sitzungsber. der k. Akad. d. Wissensch. in Wien, LXIV. Bd., I. Abth. Sep. Abdr. p. 29, und Unger, Beitr. z. Anat. u. Phys. d. Pflanzen. Ebendas. XLIV. Bd., 2. Abth. p. 362.

Wie ich schon Eingangs erwähnte, hat Senebier seine diesbezüglichen Versuche mit abgeschnittenen Zweigen und nicht mit bewurzelten Pflanzen durchgeführt. Sachs, welcher mit ganzen, normalen Pflanzen experimentirte, äußert sich über Senebier's Versuche¹: „... Jedoch bieten Senebier's Versuche insoferne etwas Ungenügendes, als sie mit abgeschnittenen Zweigen gemacht wurden“. Meine Versuche wurden sowohl mit bewurzelten Pflanzen als auch mit abgeschnittenen Zweigen gemacht, und ich wiederhole hier, was ich bereits bei einer früheren Gelegenheit sagte², und was auch aus den Resultaten der vorliegenden Arbeit ersichtlich ist, dass die mitgetheilten Zahlen, welche die Transspiration der Zweige belegen, absolut genommen, auf die ganze, normale Pflanze zwar nicht unmittelbar übertragbar sind, dass dagegen nach meinen Versuchen im Allgemeinen jene Einflüsse, welche die Transspiration normaler Pflanzen begünstigen, auch die der Zweige befördern, und alle jene die Transspiration normaler Pflanzen herabsetzen-

¹ Bot. Ztg. 1860, pag. 122.

² Über die Transspiration von Taxuszweigen bei niederen Temperaturen. Oesterreich. botan. Zeitschr. 1875, Nr. 6.

den Momente eine nach der gleichen Richtung gehende Wirkung auf frische, beblätterte Zweige ausüben¹.

Die Versuchsflüssigkeiten (Säuren, Alkalien, Lösungen von Salzen und Salzgemischen wurden in der Weise erhalten, dass ich mir einprocentige Lösungen derselben darstellte und durch Titriren so lange verdünnte, als es nothwendig war, um den gewünschten Procentgehalt zu bekommen. Die Versuche wurden in zwei Räumlichkeiten des pflanzenphysiologischen Institutes gemacht. In der einen, die vorzugsweise im Sommer benützt wurde und eine ziemlich constante Temperatur während eines Tages, resp. einer Nacht hatte, geschah vor jeder Wägung eine Temperatursablesung an einem Rutherford'schen Maximum- und Minimum-Thermometer. In dem zweiten Zimmer, in welchem die vorzugsweise im Spätherbst und Winter durchgeführten Versuche statt hatten, wurden die Ablesungen an einem genauen Quecksilberthermometer sowohl vor jeder Wägung als auch ausserdem noch 8—10mal des Tages vorgenommen.

Auf die psychrometrische Differenz habe ich keine Rücksicht genommen. Es übt zwar die Luftfeuchtigkeit bekanntlich einen sehr merklichen Einfluss auf die Verdunstungsgeschwindigkeit der Pflanzen aus, wenn aber auch der Feuchtigkeitsgrad der Luft innerhalb der Zeitdauer eines Versuches sich mehrfach und mitunter vielleicht nicht unbedeutend änderte, so hatten doch diese Änderungen *ceteris paribus* auf alle Pflanzen einer Versuchsreihe denselben Einfluss. Meine Absicht war nicht, absolute Zahlen zu constatiren. Man kann annehmen, dass bei dem complicirten Einflusse, welchen die verschiedenen äusseren Bedingungen im Verein mit den in der Pflanze stattfindenden inneren Vorgängen auf die Transspiration ausüben, sich absolute Zahlen für letztere ausserordentlich schwer, ja wahrscheinlich gar nicht sicherstellen lassen.

Innerhalb welcher Grenzen sich Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Beleuchtung (sämmliche Versuche fanden im diffusen

¹ Vergl. hierüber noch: „Einige Bestimmungen der Quantitäten Wasser, welche die Pflanzen durch die Blätter verdunsten.“ Mitgetheilt von Prof. Knop im VI. Bd. der Landwirthschaftl. Versuchsstationen 1864, pag. 239.

Lichte statt), während einer Versuchsdauer änderten, ist hier Nebensache. Nothwendig dagegen ist es, dass diese Änderungen alle Pflanzen einer Versuchsreihe in einem gleichen Grade beeinflussen. Dies wurde dadurch zu erreichen gesucht, dass die Pflanzen dicht neben einander standen und möglichst gleiche Beleuchtung hatten.

Die Bestimmung der transspirirten Wassermenge geschah in der Weise, dass die oben beschriebenen Apparate sammt der Pflanze in der Regel täglich Früh und Abends gewogen wurden, wobei die Apparate derselben Versuchsreihe unmittelbar nach einander, und stets in derselben Reihenfolge zur Wägung gelangten.

Um nun mit einander vergleichbare Zahlen zu erhalten, wurde aus der jedesmaligen Gewichts-differenz der Apparate und aus der innerhalb zweier auf einander folgenden Wägungen verflossener Zeit das Gewicht des pro Stunde verdunsteten Wassers berechnet. Diese Zahlen wurden sodann noch weiter reducirt. Bei Zweigen auf ein Lebendgewicht von 100 Gramm Blätter; bei ganzen normalen Pflanzen wurden nach Entfernung der Samenreste (Samenschale, Endosperm, Cotylen) sowohl die oberirdischen Organe, als auch nach sorgfältiger Abtrocknung die Wurzeln gewogen und die Summe dieser Gewichte in Procenten ausgedrückt. Bei den Maispflänzchen, mit denen relativ die meisten Versuche angestellt wurden, bestimmte ich, um das Lebendgewicht der Wurzeln genauer zu erhalten, durch einige Vorversuche den Procentgehalt an Trockensubstanz.

Nach Beendigung der einzelnen Versuche wurden dann einerseits die oberirdischen (grünen) Theile, und anderseits die Wurzeln von den Samenresten getrennt, erstere sogleich gewogen, von den Wurzeln das Gewicht der Trockensubstanz bestimmt, und aus dem erhaltenen Gewichte mit Zugrundelegung des früher gefundenen Verhältnisses zwischen Trockensubstanz und Wassergehalt, das Lebendgewicht der Wurzeln gerechnet.

Um die vorliegende Schrift nicht mit Zahlen zu überladen, werde ich die detaillirten Umrechnungen bloß der ersten Versuchsreihe beifügen; dagegen bei allen anderen nur die Endresultate geben, welche sämmtlich nach derselben Methode erhalten wurden.

Nach diesen allgemeinen Bemerkungen gehe ich zum speciellen Theil meiner Arbeit über.

Anmerkung. Sachs nahm zu seinen Versuchen (selbstverständlich) „möglichst gleiche Pflanzen“; hielt es jedoch nach den Resultaten einiger diesbezüglicher Vorversuche für überflüssig, auf gleiches Gewicht oder gleiche Blattfläche zu reduciren.

Über die Vortheile der Bestimmung der Gleichheit von Blattflächen mittelst des Augenmasses, gegenüber den directen Messungen, siehe dessen Abhandlung in den Landwirthschaftl. Versuchsstationen I. Bd., pag. 209. Anm. — Dem gegenüber vergleiche auch Unger l. c. p. 194.

I. Über den Einfluss von Säuren auf die Transspiration der Pflanzen.

Über den Einfluss von Säuren auf die Transspiration der Pflanzen haben Senebier und Sachs Versuche angestellt. Ersterer sagt im IV. Bande seiner Physiologie végét. p. 77 Folgendes: „Les acides sulfurique et muriatique mêlés avec l'eau dans la proportion de quelques gouttes pour environ 153 Grammes ou cinq onces d'eau, ont généralement favorisé la suction des rameaux plus que l'eau pure, et ils ont éprouvé pendant cinq jours cet effet, quoiqu'il eût été graduellement beaucoup plus faible dans l'eau pendant les trois derniers jours. La suction de l'acide nitrique a été presque uniforme pendant tout ce temps; mais elle a été moindre que celle de l'eau pure pendant les premiers jours et inférieur à celle des deux autres acides durant tout le reste du temps de l'expérience.“

Sachs hat in dieser Richtung nur zwei Versuche publicirt, von denen er den einen in folgenden Worten beschreibt¹. „Zwei junge Kürbisse tauchten mit den Wurzeln jeder in einem Liter Wasser; bei dem einen wurde dieses durch 10 Tropfen concentrirter Salpetersäure sauer gemacht. Am ersten Tage fand auch hier eine kleine Verlangsamung durch den Säurezusatz statt, während der folgenden Tage dagegen fand in der sauren Flüssigkeit eine Acceleration der Verdampfung statt, welche bis auf 90 Proc. stieg, d. h. die Pflanze in dem sauren Wasser

¹ Landwirthschaftl. Versuchsstationen I., pag. 223.

verdampfte und sog ein beinahe das Doppelte von dem im reinen Wasser“.

Ich habe, um den Einfluss von Säuren auf die Verdunstung der Pflanzen kennen zu lernen, mehrere Versuche theils mit anorganischen, theils mit organischen Säuren angestellt. Über die Beziehung der mit dem Leben der Pflanze auf das Innigste verbundenen Kohlensäure zur Transpiration habe ich bisher keine Angaben in der Literatur vorgefunden, und daher eine grössere Zahl von Versuchsreihen durchgeführt.

Salpetersäure.

1. Versuchsreihe: 3 Maispflanzen.

Tag und Stunde der Wägung.	Gewicht der Apparate in Grammen.			Temperaturen (in C°). <small>innerhalb welcher die Pflanzen transpirirten.</small>
	dest. W. ¹	0·15 pr. L. ²	0·3 pr. L.	
21 Juni 1/2 Nachm.	102·600	113·780	115·500	18
„ „ 1/8 Abends	102·360	113·520	115·290	18·5—20
22 „ 1/4 11 Vorm.	101·981	113·098	114·917	18 —19
„ „ 1/8 Abends	101·728	112·800	114·657	18·5—19·5
23 „ 1/4 9 Vorm.	101·422	112·390	114·303	18 —19
„ „ 1/4 7 Abends	101·204	112·086	114·045	18 —19·5
Lebendgewicht der Versuchspflanzen in Grammen:	1·454	1·690	1·144	

Es betrug somit die transpirirte Wassermenge in Grammen per Stunde:

	Dest. W.	0·15 pr. L.	0·3 pr. L.
Vom 21. VI. 1/2 Nachm. bis 21. VI. 1/8 Ab.:	0·0400	0·4333	0·0350
„ 21. „ 1/8 Ab. „ 22. „ 1/4 11 Vorm.:	0·0253	0·2181	0·0250
„ 22. „ 1/4 11 Vorm. „ 22. „ 1/8 Ab.:	0·0281	0·0331	0·0290
„ 22. „ 1/8 Ab. „ 23. „ 1/4 9 Vorm.:	0·0235	0·0315	0·0272
„ 23. „ 1/4 9 Vorm. „ 23. „ 1/4 7 Ab.:	0·0218	0·0304	0·0258

¹ Dest. W. = Destillirtes Wasser.

² pr. L. = procentige Lösung.

Daraus ergibt sich die Transpiration in Procenten des Lebendgewichtes der Versuchspflanzen ausgedrückt:

Dest. W.	0·15 pr. L.	0·3 pr. L.
2·75	2·81	3 ^o 06
1·74	1·75	2·18
1·93	2·05	2·53
1·62	1·97	2·38
1·50	1·90	2·24

Innerhalb der ganzen Versuchszeit (53 Stunden):

96·01	105·87	127·10.
-------	--------	---------

2. Versuchsreihe: Je 2 Erbsenpflänzchen.

Lebendgewichte: 2·976, 3·092 Gr.

Dauer des Versuches: Vom 28. October $\frac{3}{4}10^h$ Vorm.
bis 31. October $\frac{3}{4}10^h$ Vorm.

Dest. W.	0·15 pr. L.	Temp.
1·22	1·71 ¹	18 ^o ²
0·80	1·16	17
0·78	1·38	18·5
0·61	1·19	17
0·55	1·11	17·5

Innerhalb der ganzen Versuchszeit (72 St.):

52·46	90·13.
-------	--------

Oxalsäure.

3. Versuchsreihe: 4 Maispflanzen.

Lebendgewichte: 0·994, 0·844, 0·605, 0·522 Gr.

Dauer des Versuches: Vom 14. Mai $\frac{1}{2}2^h$ Nachm.
bis 16. Mai 9^h Vorm.

¹ Die in dieser und in allen folgenden Versuchsreihen mitgetheilten Zahlen geben wie schon oben erwähnt, die aus den jedesmaligen Gewichts-differenzen der Apparate auf die Dauer einer Stunde umgerechneten und in Procenten des Lebendgewichtes der Pflanzen, beziehungsweise der Blätter ausgedrückten Mengen des transspirirten Wassers in Grammen an.

² Diese Zahlen sind bei allen Versuchsreihen Mittelwerthe aus mehreren Beobachtungen.

<u>Dest. W.</u>	<u>0·25 pr. L.</u>	<u>0·5 pr. L.</u>	<u>1 pr. L.</u>	<u>Temp.</u>
1·81	3·32	4·62	2·00	15°3
1·80	2·72	4·45	1·53	16·2
1·56	2·25	3·40	1·34	15·5

Innerhalb der ganzen Versuchszeit (43½ St.):

74·95 124·64 215·86 74·14.

4. Versuchsreihe: 3 Taxuszweige.

Lebendgewichte der Blätter: 2·953, 2·765, 2·120 Gr.

Dauer des Versuches: Vom 1. April ½1^h Nachm.

bis 5. April ½9^h Vorm.

<u>Dest. W.</u>	<u>0·5 pr. L.</u>	<u>1 pr. L.</u>	<u>Temp.</u>
1·56	2·13	2·83	10°5
1·39	1·81	1·89	12·
0·88	1·48	1·56	11·3
0·84	1·30	1·56	12·2
0·71	1·26	1·56	12·
0·64	0·94	1·28	12·5

Innerhalb der ganzen Versuchszeit (92 St.):

85·61 132·98 164·45.

5. Versuchsreihe: 3 Weissbuchenzeige.

Lebendgewichte der Blätter: 1·801, 2·312, 1·672 Gr.

Dauer des Versuches: Vom 15. Mai ½7^h Nachm.

bis 16. Mai ½7^h Nachm.

<u>Dest. W.</u>	<u>0·25 pr. L.</u>	<u>0·5 pr. L.</u>	<u>Temp.</u>
3·94	4·06	4·60	16°2
4·11	4·37	5·23	18

Innerhalb der ganzen Versuchszeit (24 St.):

96·61 100·34 115·43.

Weinsäure.

6. Versuchsreihe: 3 Maispflanzen.

Lebendgewichte: 1·070, 0·880, 0·757 Gr.

Dauer des Versuches: Vom 12. Juli ¾1^h Nachm.

bis 14. Juli ¾8^h Vorm.

Burgerstein.

Dest. W.	0·25 pr. L.	1 pr. L.	Temp.
$\overline{3\cdot14}$	$\overline{5\cdot00}$	$\overline{2\cdot72}$	$\overline{20^\circ}$
2·41	2·60	1·54	18
2·36	2·61	2·24	19·3
1·80	2·40	1·52	19

Innerhalb der ganzen Versuchszeit (43 St.):

98·88 120·80 83·75.

7. Versuchsreihe: 3 Taxuszweige.

Lebendgewichte der Blätter: 2·655, 3·400, 2·633 Gr.

Dauer des Versuches: Vom 8. April $\frac{3}{4}1^h$ Nachm.
bis 9. April $\frac{3}{4}12^h$ Nachm.

Dest. W.	0·5 pr. L.	1 pr. L.	Temp.
$\overline{1\cdot58}$	$\overline{2\cdot00}$	$\overline{2\cdot81}$	$\overline{14^\circ}$
2·01	2·26	3·38	19

Innerhalb der ganzen Versuchszeit (25 St.):

40·69 50·62 73·03.

8. Versuchsreihe: 4 Taxuszweige.

Lebendgewichte der Blätter: 3·374, 2·172, 3·101, 2·191 Gr.

Dauer des Versuches: Vom 12. April $\frac{3}{4}5^h$ Nachm.
bis 14. April $\frac{1}{4}2^h$ Nachm.

Dest. W.	0·25 pr. L.	0·5 pr. L.	1 pr. L.	Temp.
$\overline{1\cdot22}$	$\overline{3\cdot73}$	$\overline{2\cdot51}$	$\overline{2\cdot33}$	$\overline{12^\circ}$
1·36	3·54	2·39	2·37	14·5
0·95	1·79	1·48	2·42	12
0·95	1·46	0·90	1·93	14·8

Innerhalb der ganzen Versuchszeit ($44\frac{1}{2}$ St.):

48·70 118·28 87·45 104·29.

Kohlensäure.

Mit dieser Säure stellte ich aus den oben angeführten Gründen eine grössere Zahl von Versuchen an. Die Versuchsflüssigkeit bereitete ich mir einfach in der Weise, dass ich das durch Übergossen von Kalkspath mit verdünnter Salzsäure erzeugte

und durch zwei Waschflaschen gereinigte Gas durch mehrere Stunden in destillirtes Wasser einleitete. Um mich zu überzeugen, in welchem Grade das Öl den Austritt der Kohlensäure aus den oben beschriebenen Glaszylindern verhindert, füllte ich einen derselben mit 72 Kubik Cm. destillirtem Wasser, und einen zweiten möglichst gleich grossen mit ebensoviel Kubikcentimeter des frischbereiteten kohlensäurehaltigen Wassers. Beide Flüssigkeiten wurden mit je einer 7 Mm. hohen Schichte von Olivenöl bedeckt. Nach Verlauf von 13 Tagen hatte der mit destillirtem Wasser gefüllte Cylinder eine Gewichts-differenz von 0·014 Gr., der andere eine Gewichts-differenz von 0·032 Gr. erfahren. Dies gibt per 24 Stunden einerseits 0·0011 Gr., anderseits 0·0025 Gr., einen Fehler, der wohl vernachlässigt werden kann.

Ich will noch bemerken, dass zu sämtlichen Versuchen dieser Gruppe das kohlensaure Wasser frisch bereitet wurde, und dass ich mich sowohl vor Beginn, wie nach Beendigung eines jeden Versuches durch eine frisch bereitete Ätzkalklösung von dem reichen Gehalt an Kohlensäure versicherte. Im destillirten Wasser des Vergleichsapparates war am Ende der Versuche durch dieselbe Probe Kohlensäure nicht nachweisbar.

9. Versuchsreihe: 2 Maispflanzen.

Lebendgewichte: 1·307, 1·271 Gr.

Dauer des Versuches: Vom 21. Juni 7^h Nachm.
bis 24. Juni 10^h Vorm.

Dest. W.	Kohlens. W.	Temp.
2·76	2·06	18°5
3·06	2·37	19
2·47	1·44	19·2
2·79	1·60	19·5
2·28	1·34	19·5

Innerhalb der ganzen Versuchszeit (63 St.):

165·87 108·97.

10. Versuchsreihe: 2 Maispflanzen.

Lebendgewichte: 1·482, 1·428 Gr.

Dauer des Versuches: Vom 18. September 5^h Nachm.
bis 21. September 5^h Nachm.

<u>Dest. W.</u>	<u>Kohlens. W.</u>	<u>Temp.</u>
2·41	1·36	17 ^o 5
2·87	2·01	19
2·21	2·13	18·5
2·93	2·81	19

Innerhalb der ganzen Versuchszeit (72 St.):

174·70 146·43.

Einen Versuch änderte ich in folgender Weise ab: von drei Maispflanzen tauchte die eine mit ihren Wurzeln in destillirtes Wasser (*A*); die zweite in ein kohlen-saures Wasser (*B*); die dritte in eine Flüssigkeit, welche durch Mischung von 50 Kubik-Cm. destillirten Wassers mit ebensoviel von jenem kohlen-sauren Wasser (*B*) bereitet wurde, die also gerade die halbe Kohlen-säuremenge enthielt (*C*).

11. Versuchsreihe: 3 Maispflanzen.

Lebendgewichte: 0·871, 1·249, 0·980 Gr.

Dauer des Versuches: Vom 18. September 11^h Vorm.
bis 19. September 6^h Nachm.

<u>Dest. W. (<i>A</i>)</u>	<u>Kohlens. W. (<i>C</i>)</u>	<u>Kohlens. W. (<i>B</i>)</u>	<u>Temp.</u>
3·35	2·93	3·29	17 ^o 5
2·33	2·18	2·46	19
2·72	2·26	2·55	17
2·07	1·84	2·02	17·5

Innerhalb der ganzen Versuchszeit (31 St.):

78·64 70·86 79·39.

Bei den drei letzten Versuchen war mir die Menge der Kohlen-säure, welche die Versuchsflüssigkeiten enthielten, unbekannt. Um nun wenigstens in einem Falle den Gehalt an Kohlen-säure in dem der Pflanze dargebotenen kohlen-sauren Wasser kennen zu lernen, nahm ich 50 Kubik-Cm. eines frisch bereiteten koh-

lensäurehaltigen Wassers und setzte so lange eine gleichfalls frisch bereitete Ätzkalklösung zu, bis kein Niederschlag mehr entstand, und bestimmte nach bekannter Methode aus dem Gewichte des gefällten kohlen-sauren Kalkes die Menge der Kohlensäure. Die Proportion ergab in jenem 50 Kubik-Cm. kohlen-sauren Wasser 0·0418 Gr. Kohlensäure.

Ich stellte nun eine Versuchsreihe (12. V.-R.) analog der vorher beschriebenen (11. V.-R.) an. Von drei Maispflänzchen tauchte eines in destillirtes Wasser (A); das zweite in 50 Kubik-Cm. jenes 0·0418 Gr. Kohlensäure enthaltendes Wasser (C), das dritte in ein die halbe Menge Kohlensäure (0·0209 Gr.) enthaltendes Wasser (B).

12. Versuchsreihe: 3 Maispflanzen.

Lebendgewichte: 1·216, 0·836, 0·841 Gr.

Dauer des Versuches: Vom 20. November $\frac{3}{4}$ 5^h Nachm.
bis 24. November $\frac{3}{4}$ 4^h Nachm.

Dest. W. (A)	Kohlens. W. (B)	Kohlens. W. (C)	Temp.
1·09	0·79	1·19	17°
0·99	0·72	0·74	17·2
0·66	0·69	0·70	16·5
0·71	0·79	0·70	17
0·64	0·74	0·69	16
0·75	0·78	0·77	18
0·71	0·80	0·64	15·8
0·74	0·84	0·76	16·8

Innerhalb der ganzen Versuchszeit (95 St.):

74·92 72·96 75·50.

13. Versuchsreihe: Je 3 Erbsenpflanzen.

Lebendgewichte: 4·990, 4·238 Gr.

Dauer des Versuches: Vom 14. September $\frac{1}{2}$ 7^h Nachm.
bis 18. September $\frac{1}{2}$ 6^h Nachm.

Dest. W.	Kohlens. W.	Temp.
1·46	1·63	19°
1·15	1·23	18
0·90	0·89	17·5
0·89	0·90	18·5

Innerhalb der ganzen Versuchszeit (95 St.):

111·12 118·78.

14. Versuchsreihe: 2 Bohnenpflanzen (*Phaseolus multiflorus*).

Lebendgewichte: 5·985, 5·175 Gr.

Dauer des Versuches: Vom 18. September 6^h Nachm.
bis 22. September 1/2^{6h} Nachm.

<u>Dest. W.</u>	<u>Kohlens. W.</u>	<u>Temp.</u>
1·29	1·56	17·5
1·59	2·17	18·8
1·42	1·86	18·5
1·56	1·74	18·5
1·50	1·49	18

Innerhalb der ganzen Versuchszeit (95 1/2 St.):

138·22 165·45.

15. Versuchsreihe: 2 Bohnenpflanzen.

Lebendgewichte: 5·538, 5·928 Gr.

Dauer des Versuches: Vom 18. September 3/4^{6h} Nachm.
bis 22. September 3/4^{6h} Nachm.

<u>Dest. W.</u>	<u>Kohlens. W.</u>	<u>Temp.</u>
0·79	1·46	17·5
0·94	1·67	18·8
0·82	1·47	18·5
0·83	1·48	18·5
0·74	1·23	18

Innerhalb der ganzen Versuchszeit (96 St.):

77·57 136·94.

Ein dritter Versuch mit Bohnenpflanzen lieferte ein den beiden vorangehenden analoges Resultat.

16. Versuchsreihe: Je 2 Kürbispflanzen.

Lebendgewichte: 7·576, 7·543 Gr.

Dauer des Versuches: Vom 18. September 1/4^{7h} Nachm.
bis 21. September 1/4^{6h} Nachm.

<u>Dest. W.</u>	<u>Kohlens. W.</u>	<u>Temp.</u>
1·46	1·96	17°5
1·74	1·82	19
1·72	1·81	18·5
1·37	1·40	19

Innerhalb der ganzen Versuchszeit (71 St.):

114·65 127·27.

17. Versuchsreihe: 2 Saubohnen (*Vicia Faba*).

Lebendgewichte: 6·950, 5·496 Gr.

Dauer des Versuches: Vom 14. September $\frac{1}{4}$ 7^h Nachm.
bis 18. September $\frac{1}{4}$ 6^h Nachm.

<u>Dest. W.</u>	<u>Kohlens. W.</u>	<u>Temp.</u>
0·58	0·68	19°
0·66	0·72	18
0·56	0·64	17·5
0·66	0·67	18·5

Innerhalb der ganzen Versuchszeit (95 St.):

* 59·68 65·92.

18. Versuchsreihe: 2 Zweige von *Celtis australis*.

Lebendgewichte der Blätter: 1·729, 1·788 Gr.

Dauer des Versuches: Vom 2. Juni $\frac{1}{4}$ 8^h Nachm.
bis 3. Juni $\frac{1}{4}$ 6^h Nachm.

<u>Dest. W.</u>	<u>Kohlens. W.</u>	<u>Temp.</u>
3·93	5·76	21°
2·80	4·00	22

Innerhalb der ganzen Versuchszeit (22 St.):

78·55 114·40.

19. Versuchsreihe: 2 Zweige von *Fagus silvatica*.

Lebendgewichte der Blätter: 2·264, 2·372 Gr.

Dauer des Versuches: Vom 23. Mai $\frac{1}{2}$ 2^h Nachm.
bis 25. Mai $\frac{1}{2}$ 6^h Nachm.

<u>Dest. W.</u>	<u>Kohlens. W.</u>	<u>Temp.</u>
1·33	1·73	16°
1·36	1·75	16·5
1·64	2·07	16·8

Innerhalb der ganzen Versuchszeit (52 St.):

71·02 92·07.

20. Versuchsreihe: 2 Zweige von *Tilia parvifolia*.

Lebendgewichte der Blätter: 2·740, 3·022 Gr.

Dauer des Versuches: Vom 11. Juni 6^h Nachm.
bis 15. Juni 8^h Vorm.

<u>Dest. W.</u>	<u>Kohlens. W.</u>	<u>Temp.</u>
1·41	1·51	18°
1·45	1·48	17
1·42	1·49	17·3
1·68	1·76	17·8
1·46	1·47	17·5
1·84	2·08	18·3
1·45	1·55	17·5

Innerhalb der ganzen Versuchszeit (86 St.):

129·86 137·92.

21. Versuchsreihe: 3 Zweige von *Crataegus Oxyacantha*.

Lebendgewichte der Blätter: 2·276, 3·104, 2·708 Gr.

Dauer des Versuches: Vom 23. Mai $\frac{3}{4}$ 2^h Nachm.
bis 25. Mai $\frac{3}{4}$ 1^h Nachm.

<u>Dest. W.</u>	<u>Kohlens. W.</u>	<u>Kohlens. W.</u>	<u>Temp.</u>
2·32	4·99	2·83	16°
4·85	7·78	6·85	16·5
2·36	5·01	4·19	16·8

Innerhalb der ganzen Versuchszeit (47 St.):

135·22 274·29 197·82.

22. Versuchsreihe: 2 Zweige von *Salisburia adiantifolia*.

Lebendgewichte der Blätter: 11·090, 10·217 Gr.

Dauer des Versuches: Vom 5. Juni $\frac{1}{2}$ 10^h Vorm.
bis 8. Juni $\frac{1}{2}$ 6^h Nachm.

<u>Dest. W.</u>	<u>Kohlens. W.</u>	<u>Temp.</u>
1·06	1·41	17°
0·89	1·13	16·8
0·91	1·50	17
0·77	1·20	17
0·89	1·75	17·5
0·73	1·47	17
0·96	2·21	17·3

Innerhalb der ganzen Versuchszeit (80 St.):

69·16 116·79.

Aus diesen Versuchsreihen ersieht man, dass die Wasserverdunstung der Pflanzen in den sauren Flüssigkeiten im Allgemeinen grösser war, als im destillirten Wasser. Es bestätigen somit die Resultate meiner Versuche die zuerst von Senebier und später ganz unabhängig von demselben von Sachs gefundene Thatsache, dass geringe, dem Wasser zugesetzte Mengen einer Säure die Transspiration der Pflanzen beschleunigen.

II. Über den Einfluss von Alkalien auf die Transspiration der Pflanzen.

Über den Einfluss von Alkalien auf die Transspiration der Pflanzen habe ich bei Senebier nur eine diesbezügliche Stelle gefunden, an welcher es heisst¹ „La potasse s'est montrée plus active que l'eau depuis le second jour.“ Sachs scheint in dieser Richtung nur einen Versuch gemacht zu haben. Er sagt²: „Als Gegenversuch“ (zu jenem mit Salpetersäure durchgeführten) „wurden zwei andere Kürbispflanzen beobachtet, deren eine in reinem Wasser, die andere in alkalischem stand; das letztere enthielt auf einen Liter Wasser nur 5 Tropfen einer concentrirten

¹ L. c. pag. 77. — Senebier's Physiologie végétale stand mir leider nicht zur Verfügung. Seine Resultate sind mir nur aus einem Citat bekannt, welches Sachs (Bot. Ztg. 1860, pag. 121) aus jenem Buche anführt.

² Landwirtschaftl. Versuchsstationen I. pag. 223.

Kalilösung; dieses geringe Quantum von Kali bewirkte eine Retardation, welche am ersten Tage schon auf 40 Procent stieg.*

Meine eigenen Versuche ergaben Folgendes:

Kalilauge.

23. Versuchsreihe: 3 Maispflanzen¹.

Lebendgewichte: 0·807, 0·878, 0·796 Gr.

Dauer des Versuches: Vom 16. Jänner $\frac{1}{2}$ 11^h Vorm.
bis 21. Jänner $\frac{1}{2}$ 9^h Vorm.

Dest. W.	0·02 pr. L.	0·1 pr. L.	Temp.
0·97	0·66	0·63	16 ^o 5
0·90	0·72	0·57	15
1·03	0·94	0·73	16·7
0·92	0·87	0·72	17
0·87	0·85	0·63	15·3
1·05	1·02	0·75	16·8
0·89	0·81	0·79	14

Innerhalb der ganzen Versuchszeit (118 St.):

110·28 94·30 72·88.

Natronlauge.

24. Versuchsreihe: 2 Maispflanzen².

Lebendgewichte: 0·833, 0·848 Gr.

Dauer des Versuches: Vom 7. November 12^h Mittags
bis 10. November 6^h Nachm.

¹ Die Wurzeln einer vierten Maispflanze tauchten in eine 0·25 proc. Lösung. Die Pflanze fing jedoch schon nach 24 Stunden zu welken an, und wurde daher sofort aus der Versuchsreihe eliminiert.

² Die Wurzeln einer dritten Maispflanze tauchten in eine 0·2 proc. Lösung. Dieselbe fing nach zwei Tagen zu welken an, und wurde daher nicht weiter berücksichtigt. Die Pflanze in der 0·02 proc. Lösung blieb bis zum Ende des Versuches turgescens. Ebenso die im dest. W.

<u>Dest. W.</u>	<u>0·02 pr. L.</u>	<u>Temp.</u>
2·47	2·03	16°
2·70	2·31	16·6
2·88	2·59	17
2·81	2·36	17
3·16	2·59	18

Innerhalb der ganzen Versuchszeit (78 St.):

212·12 178·66.

25. Versuchsreihe: 2 Maispflanzen.

Lebendgewichte: 1·436, 0·870 Gr.

Dauer des Versuches: Vom 11. Juni 9^h Vorm.
bis 13. Juni 11^h Vorm.

<u>Dest. W.</u>	<u>0·1 pr. L.</u>	<u>Temp.</u>
2·87	2·25	17°8
2·67	2·15	17
2·18	1·56	17·5
1·90	1·49	17·2

Innerhalb der ganzen Versuchszeit (50 St.):

125·48 98·96.

26. Versuchsreihe: 4 Maispflanzen.

Lebendgewichte: 0·505, 0·588, 0·551, 0·674 Gr.

Dauer des Versuches: Vom 11. Jänner $\frac{1}{4}$ 7^h Nachm.
bis 14. Jänner $\frac{1}{2}$ 6^h Nachm.

<u>Dest. W.</u>	<u>0·02 pr. L.</u>	<u>0·1 pr. L.</u>	<u>0·25 pr. L.</u>	<u>Temp.</u>
0·85	0·83	0·83	0·77	14°
0·83	0·80	0·65	0·59	13·4
0·81	0·68	0·75	0·64	15·7
1·13	0·85	0·60	0·49	13·2

Innerhalb der ganzen Versuchszeit (86 St.):

66·33 44·73 51·36 45·25.

Ammoniak.**27. Versuchsreihe: 2 Maispflanzen.**

Lebendgewichte: 0·788, 0·568 Gr.

Dauer des Versuches: Vom 2. März $\frac{1}{2}$ 7^h Nachm.
bis 4. März $\frac{1}{2}$ 2^h Nachm.

<u>Dest. W.</u>	<u>0·2 pr. L.</u>	<u>Temp.</u>
2·60	2·11	17°8
2·23	1·65	18
1·52	1·23	18·6
1·45	1·11	18
1·50	1·05	17·8

Innerhalb der ganzen Versuchszeit (43 St.):

83·25 64·08.

Die Vergleichung der mit Kali, Natron und Ammoniak durchgeführten Versuchsreihen ergibt, dass die Alkalien eine retardirende Wirkung auf die Transspiration der Pflanzen ausüben.

III. Über den Einfluss von Salzlösungen auf die Transspiration der Pflanzen.

Die von Senebier gemachten Beobachtungen über den Einfluss von Salzlösungen auf die Transspiration abgeschnittener Zweige sind in den folgenden Worten ausgesprochen: „Le sulfate de soude a été presque toujours plus actif que l'eau pure et souvent plus que l'acide muriatique. Le nitrate de potasse a été plus énergique que l'acide nitreux et le muriate de potasse; depuis le troisième jour, il a été plus efficace que l'eau pure; le muriate de soude a produit des effets plus faibles que l'eau. Le tartrate de potasse a influé plus fortement que l'eau pure au mêlée avec la potasse, et le muriate d'ammoniaque encore plus que le tartrate de potasse.“ — Zu einem gerade entgegengesetzten Resultate kam Sachs, der allerdings mit andern Salzen und mit ganzen, bewurzelten Pflanzen eine Reihe von Versuchen in dieser Richtung anstellte.

Bevor ich daran gehe, die Ergebnisse meiner diesbezüglichen Untersuchungen niederzuschreiben, scheint es mir um so nothwendiger zu sein, die Sachs'schen Versuche in einer gedrängten Übersicht zu referiren, weil die von diesem Forscher angestellten Versuche und die aus denselben gezogene Schlüsse über den Einfluss von Salzlösungen auf die Wasserverdunstung der Pflanzen mit den Beobachtungen, die ich über diesen Gegenstand gemacht habe, nur in theilweiser Übereinstimmung stehen.

Sachs machte zunächst folgende Versuche¹:

Versuch 1. In zwei mit stark ausgetrockneter Erde gefüllten Glastöpfen befanden sich je eine junge Pflanze von *Vicia Faba*, welche in Grösse, Kraft und Aussehen die grösstmögliche Übereinstimmung zeigten. Die Eine (I) wurde mit reinem Wasser bis zur Sättigung des Bodens begossen, d. h. so lange, bis das Wasser durch das Loeh am Boden des Glastopfes durchlief. Die Andere (II) wurden ebenso mit Wasser, welches 1 Proc. Kalisalpeter enthielt, behandelt.

Versuch 2. In zwei mit stark ausgetrocknetem humosen Sand gefüllten Glastöpfen befanden sich je eine Kürbis-pflanze. Im ersten Topfe wurde der Sand mit reinem Wasser, im zweiten mit Wasser, welches 1 Proc. Kalisalpeter enthielt, gesättigt.

Versuch 3. Derselbe war analog dem 2. Versuch; nur wurde statt des Salpeters eine 1proc. Lösung von schwefelsaurem Ammoniak genommen.

Versuch 4. In zwei mit einem stark ausgetrockneten Gemenge von schwarzem Humus und grobem Sand gefüllten Glasgefässen befanden sich je eine junge Tabakspflanze. Der Boden wurde einerseits mit reinem Wasser, anderseits mit Wasser, welches 1 Proc. Kalisalpeter enthielt, vollständig gesättigt.

Versuch 5. Derselbe war analog dem vorhergehenden, mit dem Unterschiede, dass statt der Kalisalpeterlösung Gypswasser verwendet wurde.

Das Resultat sämmtlicher Versuche war, dass die Verdunstung (mithin auch die Wasseraufnahme durch die Wurzeln) durch die Salze in hohem Grade retardirt worden ist.

¹ L. c., pag. 203—215.

Über den Werth dieser Versuche bemerkt Sachs selbst Folgendes¹: „Bei den vorausgegangenen Versuchen befanden sich die Wurzeln in einem vegetationsfähigen Boden, und das die Wurzeln umgebende Wasser musste einen Theil der löslichen Bodenbestandtheile enthalten, zu denen dann das zugesetzte Salz als wirksamer Bestandtheil hinzukam; der Unterschied zwischen je zwei Versuchspflanzen war also nicht der Unterschied zwischen der Wirkung des reinen Wassers und einer bekannten Salzlösung, sondern die Wurzeln beider Pflanzen nahmen dieselbe unbekannte Lösung der Bodenstoffe auf, und zwar je einmal nur diese und in anderem Falle diese plus einer bestimmten Menge des zugesetzten Salzes, welche letztere ebenfalls unbekannt ist, da wie ich schon oben² erwähnte, die auf den Boden gegossene Lösung innerhalb desselben eine andere

¹ L. c. pag. 215.

² L. c. p. 204. (1. Versuch.) „Die Pflanzen befanden sich demnach unter möglichst gleichen Umständen, nur mit dem Unterschiede, dass bei I die Wurzeln von einer Feuchtigkeit umgeben waren, welche die im Boden löslichen Bestandtheile enthielt, während bei II diese Bodenfeuchtigkeit noch ausserdem ein gewisses Quantum Kalisalpeter aufgelöst enthielt. Wie viel Salpeter die um die Wurzeln befindliche Flüssigkeit aufgelöst enthielt, bleibt nämlich unbestimmt, denn wenn auch das zugesetzte Wasser 1 Proc. davon hatte, so wurde diese Concentration innerhalb des Bodens durch die absorbirende Kraft desselben doch wesentlich vermindert.“

Ich machte folgenden Versuch: Es wurde auf massanalytischem Wege eine 1procentige Lösung von Kalisalpeter hergestellt, welche sich nach genauer quantitativer Untersuchung als 0·99procentig erwies. Hierauf wurden zwei gleich grosse Gartentöpfe (I und II) mit je 150 Gramm einer sehr trockenen (der Wassergehalt betrug 16·7 Proc.) humusreichen Erde gefüllt. Nun wurde die Erde des Topfes I mit destillirtem Wasser, die des Topfes II mit jener 0·99proc. Kalisalpeter-Lösung so lange vorsichtig begossen, bis der Boden gesättigt, und noch etwa je 10 Kubik Cm. Flüssigkeit durch das Bodenloch der Töpfe ausgeflossen war. Diese Flüssigkeiten wurden zuerst auf die Menge der festen Bestandtheile und hierauf auf den Gehalt an Mineralbestandtheilen geprüft. Es enthielt in Procenten:

	Feste Bestandth.	Mineralstoffe
Flüssigkeit aus dem Topfe . . . I	0·16	0·06
" " " " . . . II	0·98	0·82

wird, weil ein Theil der angewendeten Salzmenge vom Boden gebunden, also der Lösung entzogen wird, mithin aus dem Bereich der Wurzelthätigkeit kommt. Um nun diese Unbestimmtheiten aus meinen Versuchen zu entfernen, um alle unbekanntem Factoren zu eliminiren, und den Unterschied zwischen dem Effect des reinen Wassers und einer bekannten Salzlösung kennen zu lernen, wendete ich in einer neuen Reihe von Versuchen nur solche Pflanzen an, deren Wurzeln sich im Wasser befanden. Die Vorbereitung zum Experiment geschah dann folgendermassen: zwei gleiche Flaschen mit engem kurzen Halse und so geräumigem Bauche, dass die Wurzeln sich darin frei ausbreiten konnten, wurden mit destillirtem Wasser gefüllt; die eine Flasche enthielt dann einen bestimmten Salzzusatz; aus der Wassermenge und dem Salzquantum ergab sich die Concentration. Alsdann wurden die Wurzeln vorsichtig durch den Hals eingeführt, der Raum zwischen dem Hals und dem hindurchgehenden Stengel mit Baumwolle möglichst fest zugestopft.⁴

Mittelst so hergerichteter Apparate hat Sachs weitere Versuche angestellt, auf die ich später noch zurückkommen werde. Ich habe bei meinen Versuchen vorzugsweise mit solchen Salzen experimentirt, welche als Nährstoffe der Pflanzen eine besondere Wichtigkeit haben: Salpetersaurer Kalk, salpetersaures Kali, saures, phosphorsaures Kali, schwefelsaure Magnesia, salpetersaures Ammoniak.

Salpetersaurer Kalk.

28. Versuchsreihe: 3 Maispflanzen.

Lebendgewichte: 0·943, 0·626, 0·563 Gr.

Dauer des Versuches: Vom 21. November $\frac{1}{2}$ h^b Nachm.
bis 25. November $\frac{1}{2}$ h^b Vorm.

<u>Dest. W.</u>	<u>0·1 pr. L.</u>	<u>0·25 pr. L.</u>	<u>Temp.</u>
0·94	1·82	1·08	17·3
0·85	1·44	1·01	17·7
0·87	1·66	1·26	16·6
0·90	1·63	1·10	18
0·78	1·66	1·37	16·3
0·83	1·93	1·42	17
0·79	1·64	1·38	16·6

Innerhalb der ganzen Versuchszeit (87 St.):

78·26 148·56 108·35.

29. Versuchsreihe: 3 Maispflanzen.

Lebendgewichte: 0·906, 1·327, 0·950 Gr.

Dauer des Versuches: Vom 12. Juli 1^h Nachm.
bis 14. Juli 8^h Vorm.

<u>Dest. W.</u>	<u>0·25 pr. L.</u>	<u>0·5 pr. L.</u>	<u>Temp.</u>
2·84	2·43	1·79	20°
1·51	2·06	1·23	18
1·71	2·20	1·47	19·3
1·00	1·36	1·01	19

Innerhalb der ganzen Versuchszeit (43 St.):

68·43 83·42 56·52.

30. Versuchsreihe: 3 Maispflanzen.

Lebendgewichte: 0·738, 1·192, 1·137 Gr.

Dauer des Versuches: Vom 9. Mai ¼^{9h} Vorm.
bis 13. Mai ¼^{2h} Nachm.

<u>Dest. W.</u>	<u>0·25 pr. L.</u>	<u>1 pr. L.</u>	<u>Temp.</u>
1·15	2·77	0·91	18 ² ·5
1·08	2·22	0·76	18·5
1·19	2·13	0·79	18·8
1·27	1·88	0·75	18·2

Innerhalb der ganzen Versuchszeit (101 St.):

118·70 229·28 92·79.

31. Versuchsreihe: 4 Taxuszweige.

Lebendgewichte der Blätter: 3·426, 2·828, 4·604, 3·558 Gr.

Dauer des Versuches: Vom 24. December ¾^{2h} Nachm.
bis 30. December ¾^{6h} Nachm.

<u>Dest. W.</u>	<u>0·1 pr. L.</u>	<u>0·25 pr. L.</u>	<u>0·5 pr. L.</u>	<u>Temp.</u>
0·82	1·02	1·18	0·94	17°
0·58	0·81	0·79	0·79	15
0·52	0·62	0·75	0·69	15·8
0·62	0·69	0·82	0·70	17
0·47	0·54	0·67	0·56	15·6
0·61	0·74	0·82	0·68	16·6
0·48	0·57	0·64	0·55	16
0·52	0·58	0·68	0·57	17·2
0·46	0·53	0·57	0·51	15·3
0·70	0·84	0·87	0·80	16·4

Innerhalb der ganzen Versuchszeit (148 St.):

85·08 103·92 117·14 103·20.

32. Versuchsreihe: 3 Taxuszweige.

Lebendgewichte der Blätter: 3·889, 3·934, 5·429 Gr.

Dauer des Versuches: Vom 18. December 1^h Nachm.
bis 22. December 1^h Nachm.

<u>Dest. W.</u>	<u>2 pr. L.</u>	<u>3 pr. L.</u>	<u>Temp.</u>
1·64	0·83	0·53	17°
0·88	0·55	0·45	16·5
0·60	0·42	0·29	16
0·55	0·41	0·30	15·8

Innerhalb der ganzen Versuchszeit (96 St.):

88·15 52·89 37·86.

Ausser diesen wurden noch zwei Versuchsreihen durchgeführt: 1. Von zwei Zweigen von *Quercus pedunculata* tauchte einer in destillirtes Wasser, der andere in eine 1 proc. Lösung von salpetersaurem Kalk. 2. Von zwei Zweigen von *Populus* sp. tauchte einer in destillirtes Wasser, der andere in eine 0·5proc. Lösung von salpetersaurem Kalk.

In beiden Fällen zeigte sich in den Salzlösungen eine geringere Transpiration als im destillirten Wasser.

Salpetersaures Kali.**33. Versuchsreihe: 3 Maispflanzen.**

Lebendgewichte: 0·833, 0·870, 0·973 Gr.

Dauer des Versuches: Vom 31. October $\frac{3}{4}$ ^h Nachm.
bis 4. November $\frac{3}{4}$ ^h Vorm.

<u>Dest. W.</u>	<u>0·1 pr. L.</u>	<u>0·2 pr. L.</u>	<u>Temp.</u>
1·20	2·04	1·62	16 ^o 2
1·40	1·23	1·61	17
1·57	1·10	1·34	16·8
1·32	1·41	1·71	16
1·56	1·61	1·89	16·8

Innerhalb der ganzen Versuchszeit (92 St.):

127·49 139·65 154·06.

34. Versuchsreihe: 3 Maispflanzen.

Lebendgewichte: 0·967, 0·651, 0·648 Gr.

Dauer des Versuches: Vom 18. Jänner $\frac{1}{4}$ ^h Vorm.
bis 22. Jänner $\frac{1}{4}$ ^h Nachm.

<u>Dest. W.</u>	<u>0·1 pr. L.</u>	<u>0·25 pr. L.</u>	<u>Temp.</u>
3·75	3·10	3·12	16 ^o 6
2·81	2·22	2·38	17
2·16	2·09	2·15	16
2·58	2·53	2·76	16·6
2·08	1·96	2·33	14
2·31	2·43	2·49	15·6
2·00	2·13	2·14	14·6

Innerhalb der ganzen Versuchszeit (100 St.):

224·40 237·79 243·21.

35. Versuchsreihe: 4 Maispflanzen.

Lebendgewichte: 0·800, 0·820, 1·020, 1·150 Gr.

Dauer des Versuches: Vom 21. November $\frac{1}{4}$ ^h Nachm.
bis 25. November $\frac{1}{4}$ ^h Vorm.

<u>Dest. W.</u>	<u>0·05 pr. L.</u>	<u>0·25 pr. L.</u>	<u>0·5 pr. L.</u>	<u>Temp.</u>
1·50	1·70	1·96	1·10	17°
1·40	1·94	1·61	1·27	17·4
1·21	1·67	1·55	1·10	16·5
1·25	1·35	1·22	1·30	18·2
0·96	0·99	1·34	1·33	16·2
1·12	1·13	1·40	1·14	17
1·12	1·15	1·63	0·95	16·6

Innerhalb der ganzen Versuchszeit (88 St.):

107·37 125·61 136·86 105·04.

36. Versuchsreihe: 2 Maispflanzen.

Lebendgewichte: 0·984, 0·679 Gr.

Dauer des Versuches: Vom 3. Juni $\frac{1}{2}$ Nachm.
bis 5. Juni $\frac{1}{2}$ Nachm.

<u>Dest. W.</u>	<u>0·5 pr. L.</u>	<u>Temp.</u>
3·86	3·09	16°3
2·23	1·62	17·5
2·44	2·06	17
1·83	1·55	16·8
1·73	1·58	17·2

Innerhalb der ganzen Versuchszeit (53 St.):

117·89 101·76.

37. Versuchsreihe: Je 2 Erbsenpflanzen.

Lebendgewichte: 2·360, 2·080 Gr.

Dauer des Versuches: Vom 28. October $\frac{1}{2}$ Vorm.
bis 31. October $\frac{1}{2}$ Vorm.

<u>Dest. W.</u>	<u>0·25 pr. L.</u>	<u>Temp.</u>
1·40	1·68	18°
0·85	1·00	17
0·98	0·83	18·5
0·85	0·67	17
0·83	0·83	17·5

Innerhalb der ganzen Versuchszeit (72 St.):

66·82 66·73.

38. Versuchsreihe: 3 Taxuszweige.

Lebendgewichte der Blätter: 3·838, 3·698, 3·950 Gr.

Dauer des Versuches: Vom 13. November $\frac{1}{2}$ 5^h Nachm.
bis 19. November 3^h Nachm.

<u>Dest. W.</u>	<u>0·05 pr. L.</u>	<u>0·1 pr. L.</u>	<u>Temp.</u>
1·06	0·84	0·91	18°
1·09	0·74	0·92	19·3
0·81	0·58	0·80	18·3
0·72	0·65	0·88	18·5
0·51	0·53	0·82	18
0·46	0·52	0·87	17·6
0·45	0·50	0·84	18·6
0·41	0·43	0·80	17·8

Innerhalb der ganzen Versuchszeit (142 $\frac{1}{2}$ St.):

88·48 81·07 119·82.

39. Versuchsreihe: 3 Taxuszweige.

Lebendgewichte der Blätter: 3·608, 3·522, 3·413 Gr.

Dauer des Versuches: Vom 25. December $\frac{1}{2}$ 1^h Nachm.
bis 31. December $\frac{1}{2}$ 11^h Vorm.

<u>Dest. W.</u>	<u>0·05 pr. L.</u>	<u>0·25 pr. L.</u>	<u>Temp.</u>
0·70	0·72	0·71	14°7
0·47	0·56	0·54	16
0·39	0·60	0·54	17
0·34	0·50	0·47	15·6
0·47	0·63	0·58	16·6
0·36	0·51	0·49	15·9
0·41	0·55	0·48	17·2
0·33	0·49	0·45	15·2
0·40	0·70	0·69	16·7
0·60	0·61	0·68	16

Innerhalb der ganzen Versuchszeit (142 St.):

68·74 83·39 80·72.

40. Versuchsreihe: 4 Zweige von *Maclura aurantiaca* Nutt.

Lebendgewichte der Blätter: 3·244, 2·895, 6·114, 5·800 Gr.

Dauer des Versuches: Vom 4. Juni $\frac{3}{4}$ 8^h Nachm.
bis 7. Juni $\frac{3}{4}$ 8^h Vorm.

<u>Dest. W.</u>	<u>0·25 pr. L.</u>	<u>0·5 pr. L.</u>	<u>1 pr. L.</u>	<u>Temp.</u>
1·42	1·17	1·01	0·93	16 ^o 8
1·26	0·96	0·91	0·81	17
0·98	0·79	0·75	0·67	16·8
0·80	0·73	0·70	0·66	17
0·68	0·66	0·64	0·60	17

Innerhalb der ganzen Versuchszeit (60 St.):

61·56 52·23 48·03 43·70.

41. Versuchsreihe: 2 Zweige von *Quercus* sp.

Lebendgewichte der Blätter: 4·608, 3·950 Gr.

Dauer des Versuches: Vom 4. Juni 12^h Mittags
bis 7. Juni 1/2 10^h Vorm.

<u>Dest. W.</u>	<u>0·5 pr. L.</u>	<u>Temp.</u>
4·77	2·81	16 ^o 5
6·88	4·13	16·8
5·49	3·29	17
3·27	2·50	16·8
2·93	2·61	17
2·49	2·12	17

Innerhalb der ganzen Versuchszeit (69 1/2 St.):

112·15 70·13.

Saures phosphorsaures Kali.

42. Versuchsreihe: 3 Maispflanzen.

Lebendgewichte: 0·679, 0·836, 0·783 Gr.

Dauer des Versuches: Vom 16. Jänner 1^h Nachm.
bis 21. Jänner 5^h Nachm.

<u>Dest. W.</u>	<u>0·1 pr. L.</u>	<u>0·25 pr. L.</u>	<u>Temp.</u>
2·80	2·76	2·77	16 ^o 7
2·40	2·63	2·68	15
2·58	2·89	2·88	16·7
2·21	2·67	2·60	17
1·94	2·43	2·30	15·3
2·31	3·04	3·07	16·8
2·00	2·67	2·53	14
2·20	2·95	2·55	16·2

Innerhalb der ganzen Versuchszeit (124 St.):

294·55 336·96 331·03.

43. Versuchsreihe: 4 Maispflanzen.

Lebendgewichte: 1·602, 1·592, 1·552, 1·548 Gr.

Dauer des Versuches: Vom 21. Juni $\frac{1}{2}$ 2^h Nachm.
bis 24. Juni $\frac{1}{2}$ 11^h Vorm.

Dest. W.	0·25 pr. L.	0·5 pr. L.	1 pr. L.	Temp.
2·08	2·75	1·89	1·63	20°
1·47	2·22	1·51	1·38	19
1·32	2·48	1·72	1·25	19
0·98	1·76	1·39	0·93	19·6
1·43	2·51	1·74	1·48	19·5
0·90	1·90	1·66	0·59	19·5

Innerhalb der ganzen Versuchszeit (69 St.):

88·76 149·06 111·79 79·00.

44. Versuchsreihe: 3 Zweige von *Tilia parrifolia*.

Lebendgewichte der Blätter: 3·105, 2·915, 3·137 Gr.

Dauer des Versuches: Vom 10. Juni $\frac{1}{4}$ 2^h Nachm.
bis 13. Juni $\frac{1}{4}$ 7^h Nachm.

Dest. W.	0·25 pr. L.	0·5 pr. L.	Temp.
1·53	1·58	1·92	17°8
1·21	1·34	1·54	17·8
1·44	1·48	1·59	17·8
1·38	1·55	1·56	18
1·34	1·41	1·41	17
1·20	1·47	1·47	17·5
1·48	1·57	1·60	17·6

Innerhalb der ganzen Versuchszeit (77 St.):

103·77 114·38 119·89.

Schwefelsaure Magnesia.

45. Versuchsreihe: 3 Maispflanzen.

Lebendgewichte: 1·442, 1·176, 0·848 Gr.

Dauer des Versuches: Vom 21. November 6^h Nachm.
bis 25. November 8^h Nachm.

<u>Dest. W.</u>	<u>0·1 pr. L.</u>	<u>0·25 pr. L.</u>	<u>Temp.</u>
1·32	1·33	2·10	17 ^o ·3
1·42	1·33	1·70	17·7
1·20	1·45	1·41	16·6
1·39	1·38	1·04	18
1·12	1·95	1·31	16·3
1·41	1·89	1·00	17
1·20	2·00	0·97	16·6

Innerhalb der ganzen Versuchszeit (86 St.):

108·87 139·45 119·93.

46. Versuchsreihe: 3 Maispflanzen.

Lebendgewichte: 1·188, 0·838, 0·626 Gr.

Dauer des Versuches: Vom 8. Juni 1/2 12^h Vorm.
bis 11. Juni 2^h Nachm.

<u>Dest. W.</u>	<u>0·25 pr. L.</u>	<u>0·5 pr. L.</u>	<u>Temp.</u>
1·68	2·80	1·52	17 ^o
1·68	2·62	1·28	17·5
1·89	2·83	1·28	17·5
1·89	2·62	1·32	17·2
2·42	2·86	2·08	17·8

Innerhalb der ganzen Versuchszeit (74¹/₂ St.):

152·10 205·61 121·08.

47. Versuchsreihe: 3 Maispflanzen.

Lebendgewichte: 1·586, 1·685, 1·475 Gr.

Dauer des Versuches: Vom 21. Juni 3/4 2^h Nachm.
bis 24. Juni 3/4 11^h Nachm.

Dest. W.	0·5 pr. L.	1 pr. L.	Temp.
2·24	2·23	1·89	20°
2·05	1·72	1·22	18·6
1·88	1·96	1·35	19
1·67	1·54	1·02	19·8
1·42	1·39	1·05	19·5
1·05	1·04	0·79	19·5

Innerhalb der ganzen Versuchszeit (69 St.):

113·74 106·65 78·37.

48. Versuchsreihe: 3 Taxuszweige.

Lebendgewichte der Blätter: 2·578, 2·708, 2·090 Gr.

Dauer des Versuches: Vom 14. November $\frac{1}{4}$ 1^h Nachm.
bis 20. November $\frac{1}{4}$ 2^h Nachm.

Dest. W.	0·1 pr. L.	0·25 pr. L.	Temp.
2·69	2·63	2·67	19 ² 5
1·08	1·25	2·04	18·4
1·68	1·76	2·75	18·5
0·86	0·87	1·77	17·8
1·06	0·97	1·60	17·6
0·72	0·70	0·98	18·3
0·72	0·72	0·93	18
0·74	0·65	0·91	18

Innerhalb der ganzen Versuchszeit (145 St.):

138·55 137·22 210·15.

Salpetersaures Ammoniak.

49. Versuchsreihe: 3 Maispflanzen.

Lebendgewichte: 0·834, 0·715, 0·660 Gr.

Dauer des Versuches: Vom 20. Jänner $\frac{3}{4}$ 8^h Nachm.
bis 25. Jänner $\frac{3}{4}$ 6^h Nachm.

Dest. W.	0·1 pr. L.	0·25 pr. L.	Temp.
3·07	3·30	3·27	15 ⁰ 5
3·00	3·85	3·73	15·6
2·53	2·46	2·45	14·7
2·18	2·32	2·45	15·6
2·06	2·15	2·29	15·8
1·92	2·17	2·20	16
1·72	2·30	1·89	16

Innerhalb der ganzen Versuchszeit (118 St.):

270·98 293·70 296·36.

50. Versuchsreihe: 4 Maispflanzen.

Lebendgewichte: 1·148, 0·784, 0·757, 0·624 Gr.

Dauer des Versuches: Vom 19. Mai $\frac{1}{4}$ 12ⁿ Vorm.
bis 22. Mai $\frac{1}{8}$ 8^h Vorm.

<u>Dest. W.</u>	<u>0·25 pr. L.</u>	<u>0·5 pr. L.</u>	<u>1 pr. L.</u>	<u>Temp.</u>
2·18	2·04	1·98	1·79	16 ^o 6
2·26	2·42	2·31	1·35	16
2·35	2·47	1·72	1·12	16·8
2·70	2·60	1·93	1·00	17
3·09	3·42	2·05	1·07	17·3

Innerhalb der ganzen Versuchszeit (68 St.):

178·31 181·00 139·36 84·61.

51. Versuchsreihe: 2 Taxuszweige.

Lebendgewichte der Blätter: 5·403, 4·856 Gr.

Dauer des Versuches: Vom 14. November $\frac{1}{2}$ 1^h Nachm.
bis 19. November $\frac{1}{2}$ 4^h Nachm.

<u>Dest. W.</u>	<u>0·25 pr. L.</u>	<u>Temp.</u>
0·86	0·96	19 ^o 5
0·62	0·63	18·3
0·55	0·66	18·5
0·48	0·65	18
0·44	0·61	17·5
0·37	0·64	18
0·34	0·55	18

Innerhalb der ganzen Versuchszeit (123 St.):

56·76 76·98.

52. Versuchsreihe: 3 Taxuszweige.

Lebendgewichte der Blätter: 4·783, 4·283, 5·078 Gr.

Dauer des Versuches: Vom 31. December 1^h Nachm.
bis 4. Jänner 5^h Nachm.

<u>Dest. W.</u>	<u>0·1 pr. L.</u>	<u>0·5 pr. L.</u>	<u>Temp.</u>
1·85	2·67	1·48	16°8
1·21	1·87	1·10	16
1·12	1·63	0·77	14·7
1·18	1·54	0·66	14·7

Innerhalb der ganzen Versuchszeit (100 St.):

120·51 168·64 82·33.

Um den Einfluss eines alkalisch reagirenden Salzes auf die Transpiration der Pflanzen kennen zu lernen, machte ich die folgenden Versuche mit

Kohlensaurem Kali.

53. Versuchsreihe: 2 Maispflanzen.

Lebendgewichte: 0·690, 0·646 Gr.

Dauer des Versuches: Vom 7. November $\frac{1}{4}$ 3^h Nachm.
bis 10. November $\frac{1}{4}$ 5^h Nachm.

<u>Dest. W.</u>	<u>0·02 pr. L.</u>	<u>Temp.</u>
1·06	1·39	16°2
0·93	1·06	16·6
0·91	1·08	17
0·70	0·83	16·8
0·88	0·93	17·8

Innerhalb der ganzen Versuchszeit (74 St.):

68·40 82·97.

54. Versuchsreihe: 3 Maispflanzen.

Lebendgewichte: 1·962, 1·411, 1·290 Gr.

Dauer des Versuches: Vom 28. Juni $\frac{1}{4}$ 7^h Nachm.
bis 30. Juni $\frac{1}{4}$ 11^h Vorm.

<u>Dest. W.</u>	<u>0·5 pr. L.</u>	<u>1 pr. L.</u>	<u>Temp.</u>
2·90	2·19	1·71	20°
4·33	3·26	1·91	21
3·21	2·05	1·24	21

Innerhalb der ganzen Versuchszeit (40 St.):

131·98 87·45 62·17.

55. Versuchsreihe: 3 Maispflanzen.

Lebendgewichte: 0·571, 0·546, 0·604 Gr.

Dauer des Versuches: Vom 22. December $\frac{1}{4}5^h$ Nachm.
bis 28. December $\frac{1}{4}10^h$ Vorm.

<u>Dest. W.</u>	<u>0·1 pr. L.</u>	<u>0·25 pr. L.</u>	<u>Temp.</u>
1·40	1·34	1·27	17°
1·24	1·37	1·24	18
1·01	1·19	1·07	16·5
1·26	1·50	0·99	16·2
1·03	1·32	0·94	16·7
1·46	1·32	0·99	15·4
1·46	1·47	1·09	16
1·05	1·21	0·76	17
1·23	1·67	0·92	15·2

Innerhalb der ganzen Versuchszeit (137 St.):

172·15 190·48 139·90.

56. Versuchsreihe: 2 Taxuszweige.

Lebendgewichte der Blätter: 6·598, 7·083 Gr.

Dauer des Versuches: Vom 27. November $\frac{1}{4}5^h$ Nachm.
bis 3. December $\frac{1}{4}10^h$ Vorm.

<u>Dest. W.</u>	<u>0·25 pr. L.</u>	<u>Temp.</u>
0·98	1·06	17°·5
0·95	0·98	17·7
0·73	0·79	16·7
0·68	0·71	16·5
0·61	0·63	16·2
0·71	0·61	17·4

Innerhalb der ganzen Versuchszeit (137 St.):

108·06 110·33.

57. Versuchsreihe: 2 Taxuszweige.

Lebendgewichte der Blätter: 7·290, 6·185 Gr.

Dauer des Versuches: Vom 13. November $\frac{3}{4}5^h$ Nachm.
bis 18. November $\frac{3}{4}4^h$ Nachm.

<u>Dest. W.</u>	<u>0.1 pr. L.</u>	<u>Temp.</u>
0.51	0.45	18°8
0.42	0.46	19.5
0.35	0.38	18.4
0.40	0.42	18.4
0.35	0.38	18
0.35	0.38	17.4
0.33	0.38	18.6

Innerhalb der ganzen Versuchszeit (119 St.):

44.72 47.02.

58. Versuchsreihe: 3 Zweige von *Ulmus campestris*.

Lebendgewichte der Blätter: 5.088, 5.488, 3.050 Gr.

Dauer des Versuches: Vom 11. Juni $\frac{1}{2}$ ^h Nachm.
bis 14. Juni $\frac{1}{2}$ ^h Nachm.

<u>Dest. W.</u>	<u>0.25 pr. L.</u>	<u>0.5 pr. L.</u>	<u>Temp.</u>
1.57	1.48	1.35	17°8
1.60	1.48	1.16	17.9
1.71	1.75	1.83	17
1.70	1.76	1.49	17.3
1.71	1.80	1.41	17.8
1.67	1.74	1.30	17.5
1.65	1.62	1.30	18.2

Innerhalb der ganzen Versuchszeit (77 St.):

128.32 129.15 107.51.

Ich wollte hiemit das Capitel der Salze abschliessen. Nachdem jedoch Sachs bei seinen Versuchen, die er mit im Wasser erzeugten Pflanzen anstellte, mit zwei anderen Salzen nämlich mit schwefelsaurem Ammoniak und Kochsalz experimentirte, so interessirte es mich, auch diese beiden Salze in meine Versuchsreihen einzubeziehen.

Schwefelsaures Ammoniak.

Sachs nahm drei junge, möglichst gleiche, im Wasser erzeugene Maispflanzen. Die Wurzeln der ersten Pflanze befanden sich in destillirtem Wasser, die der zweiten in einer 0.33pro-

centigen, die der dritten in einer 0·5 procentigen Lösung von schwefelsaurem Ammoniak. Über das Resultat des Versuches sagt genannter Forscher¹: „Bei Vergleichung dieser Tabelle mit den früheren bemerkt man sogleich, dass die unter Versuch 1 angeführten Gesetze auch hier gelten, der Zusatz des Salzes hat ohne Ausnahme eine Retardation bewirkt. . . Es zeigt sich, dass die Retardation um so stärker ist, je mehr Salz im Wasser aufgelöst ist, jedoch nicht in demselben Verhältniss; ferner: die Retardation zeigt während des Versuches eine beständige Zunahme; es scheint, dass die Wurzeln die Fähigkeit immer mehr und mehr verlieren, das Salzwasser aufzunehmen, je länger sie mit demselben in Berührung sind.“

Ich habe diesen Versuch von Sachs wiederholt, und kam, wie die Zahlen der folgenden (59.) Versuchsreihe zeigen, zu demselben Resultate.

59. Versuchsreihe: 3 Maispflanzen.

Lebendgewichte: 1·110, 0·895, 1·320 Gr.

Dauer des Versuches: Vom 2. December $\frac{1}{4}$ 11^h Vorm.
bis 6. December $\frac{1}{4}$ 4^h Nachm.

Dest. W.	0·33 pr. L.	0·5 pr. L.	Temp.
3·34	3·23	3·11	18°
2·94	2·73	2·65	18·3
2·60	2·48	2·12	16;9
3·21	3·00	2·88	17·6
2·35	2·11	2·01	18
2·53	2·13	2·12	17
2·22	1·87	1·16	17·2
3·25	2·64	1·48	18·4
2·75	2·00	1·33	16·5

Innerhalb der ganzen Versuchszeit (101 St.):

264·60 251·55 187·88.

Es zeigte sich also in der That, dass die 0·33 procentige, und in einem noch höheren Grade die 0·5 procentige Lösung des schwefelsauren Ammoniaks

¹ L. c., pag. 219.

eine Retardation der Verdunstung im Vergleich zum destillirten Wasser bewirkte. Es wäre aber gewiss vorteilig, daraus den Schluss zu ziehen, dass eine Lösung von schwefelsaurem Ammoniak in jeder Concentration langsamer von der Pflanze aufgenommen werde, als destillirtes Wasser. Nachdem meine früheren Versuche ergeben hatten, dass niedriger procentige Lösungen die Transpiration beschleunigten, so lag der Gedanke nahe, auch mit letzteren einen Versuch zu machen, und wie die folgenden Zahlen lehren, war die Transpiration in der 0·1procentigen, sowie in der 0·25procentigen Lösung des schwefelsauren Ammoniaks grösser, als jene im destillirten Wasser.

60. Versuchsreihe: 4 Maispflanzen.

Lebendgewichte: 0·752, 0·643, 0·760, 1·101 Gr.

Dauer des Versuches: Vom 5. December 1^h Nachm.

bis 9. December 6^h Nachm.

Dest. W.	0·1 pr. L.	0·25 pr. L.	0·5 pr. L.	Temp.
3·76	4·40	4·64	2·93	17 ^o 2
3·14	3·90	3·91	2·60	16·5
2·73	3·45	3·47	2·35	15
2·42	3·06	2·79	2·22	15·4
2·33	3·05	3·29	1·98	13·4
2·86	4·14	4·31	2·04	15
2·13	2·88	3·37	2·00	14·7
2·81	3·62	3·81	2·32	16

Innerhalb der ganzen Versuchszeit (101 St.):

272·47 350·54 368·68 230·79.

Chlornatrium.

Wie ich schon früher bemerkte, hat Sachs auch über den Einfluss dieses Salzes einen Versuch publicirt. Er sagt¹: „Zwei junge, gleiche Kürbispflanzen mit völlig entfaltenen Kotyledonen und einem zwei Zoll breiten Blatte wurden in angegebener Weise zum Versuch hergerichtet. Von Nr. I tauchten die Wurzeln in destillirtes Wasser, von Nr. II in Wasser, welches 0·5

¹ L. c., pag. 219, 220.

Proc. Kochsalz aufgelöst enthielt.“ . . . (Folgt die Tabelle.)
 „Auch in dieser Reihe von Beobachtungen zeigt sich ein continuirliches Zunehmen der Retardation, die Schwierigkeiten, welche die Wurzeln fanden, die Kochsalzlösung aufzunehmen, wurden endlich so gross, dass sie nicht mehr im Stande waren, den durch die Transspiration entstandenen Verlust zu ersetzen, so dass mithin die Blätter welken mussten.“

Ich machte einen Versuch mit der Modification, dass ich statt Kürbispflanzen Maispflanzen verwendete, und nebst einer 0·5 procentigen Lösung auch eine 0·1 procentige Lösung, sowie eine 0·25 procentige Lösung von Kochsalz mit einbezog.

Das Resultat ist aus der folgenden Beobachtungsreihe ersichtlich.

61. Versuchsreihe: 4 Maispflanzen.

Lebendgewichte: 0·816, 0·940, 0·984, 0·915 Gr.

Dauer des Versuches: Vom 1. December $\frac{1}{2}$ 7^h Nachm.
 bis 6. December $\frac{1}{2}$ 4^h Nachm.

Dest. W.	0·1 pr.L.	0·25 pr.L.	0·5 pr.L.	Temp.
2·53	3·53	3·49	3·16	16°1
2·45	3·95	3·66	2·73	18
2·24	3·79	3·56	2·62	18·3
1·97	3·17	3·02	2·17	16·9
2·30	4·06	4·00	2·18	17·6
2·03	3·37	3·22	1·98	18
2·29	3·56	3·53	1·86	17
3·64	3·36	3·25	1·67	17·2
4·47	4·65	4·77	1·97	18·4
3·89	3·73	3·56	1·62	16·5

Innerhalb der ganzen Versuchszeit (117 St.):

347·04 419·36 404·57 245·03.

Überblickt man nun die Resultate, welche die mit den verschiedenen Salzlösungen durchgeführten Versuche zunächst an Maispflanzen geliefert hatten, so ergibt sich, dass im Allgemeinen die Transspiration bei denjenigen Maispflanzen, welche sich in Lösungen befanden, deren Concentration nicht störend auf ihre physiologischen Functionen einwirkt (0·05proc., 0·1proc., 0·2proc., 0·25proc. Lösungen), eine stärkere war, als bei jenen, welche unter sonst gleichen äusseren Bedingungen nur

destillirtes Wasser aufnehmen konnten; dass hingegen die Transpiration in den höher procentigen Lösungen geringer war, als im destillirten Wasser.

Ich kam daher dem von Sachs auf Grund der Ergebnisse seiner Versuche ausgesprochenen Satze 1:

„Ich glaube, die vorausgehenden Versuche berechtigen zu dem allgemein hingestellten Satz, dass Salpeter, schwefelsaures Ammoniak, Gyps und Kochsalz die Wasseraufnahme der Wurzeln und dem entsprechend die Transpiration in hohem Grade verlangsamten, sowohl wenn sie für sich allein als in Gemeinschaft mit den im Wasser aufgelösten übrigen Nahrungstoffen auf die Wurzeln einwirken und dabei in einem Quantum zugegen sind, welches auf den Vegetationsprocess nicht störend einwirkt“, nicht allgemein beipflichten. Denn in jenen Fällen, in denen der Pflanze die Lösung eines einzelnen Salzes geboten wurde, zeigte es sich, wenigstens was Maispflanzen betrifft, dass erst bei einer etwa 0·3—0·5procentigen Concentration die Transpiration geringer war im Vergleich zum destillirten Wasser. Da nun Sachs bei seinen Versuchen nur 0·33 procentige und 0·5 procentige Lösungen verwendete, so erklärt es sich, warum er den Salzen eine retardirende Wirkung auf die Transpiration zuschreibt. Dies ist aber allgemein deshalb nicht richtig, weil dieselben Salze bei geringeren Concentrationen eine Beschleunigung der Transpiration bedingen. Ich würde gerade auf jene Versuche, welche Sachs mit im Boden wurzelnden Pflanzen gemacht hat, und denen er deshalb einen geringeren Werth beilegt, weil die betreffenden Pflanzen „eine unbekannte Lösung der Bodenstoffe aufnehmen mussten“, ein grösseres Gewicht legen, weil dieselben zum mindesten nichts Widersprechendes enthalten.

Ich glaube auf Grund meiner Untersuchungen über den Einfluss von Salzlösungen auf die Transpiration der Pflanzen Folgendes sagen zu können:

1. Die Menge des transspirirten Wassers hängt unter übrigen gleichen Umständen von der Natur und der Concentration der der Pflanze gebotenen Salzlösung ab.

¹ L. c., pag. 223.

2. Die Transspiration wird um so grösser, je höher die Concentration der Lösung ist, bis sie bei einer bestimmten Concentration das Maximum erreicht. Dieses Maximum wird bei alkalischen Salzen früher, bei sauren Salzen später erreicht als bei neutral reagirenden Salzen. Wird die Lösung noch concentrirter, dann nimmt die Transspiration wieder ab, bis sie der im destillirten Wasser gleich wird; und indem diese Retardation der Verdunstung bei weiterer Zunahme der Flüssigkeitsconcentration successive fortschreitet, wird die Transspiration von nun ab immer kleiner im Vergleich zu der im destillirten Wasser. Wenn aber letzteres der Fall ist, dann ist der Salzgehalt der Lösung in der Regel ein so grosser, dass er als ein für die Lebensfunctionen der Pflanze ungünstiger bezeichnet werden muss.

Zur besseren Übersicht gebe ich in der folgenden Tabelle eine Zusammenstellung der aus meinen Versuchen sich ergebenden Resultate über den Einfluss der verschiedenen Salzlösungen auf die Transspiration der Maispflanzen (wobei ein + Zeichen bedeutet, dass die Transspiration grösser war, ein — Zeichen, dass selbe kleiner war als im destillirten Wasser).

Name des Salzes.	Nro. der V.R.	Procentgehalt der Lösungen.						
		0·05	0·1	0·2	0·25	0·33	0·5	1
Salpetersaurer Kalk . . .	35	.	+	.	+	.	.	.
	36	.	.	.	+	.	—	.
	37	.	.	.	+	.	.	—
	40	.	+	+	.	.	.	.
Salpetersaures Kali . . .	41	.	+	.	+	.	.	.
	42	+	.	.	+	.	—	.
	43	.	.	.	.	.	—	.
Saures phosphorsaures Kali	49	.	+	.	+	.	.	.
	50	.	.	.	+	.	+	—
	52	.	+	.	+	.	.	.
Schwefelsaure Magnesia .	53	.	.	.	+	.	—	.
	54	.	.	.	.	.	—	—
	56	.	+	.	+	.	.	.
Salpetersaures Ammoniak	57	.	.	.	+	.	—	—
	60	.	.	.	.	—	—	.
Schwefelsaures Ammoniak	61	.	+	.	+	.	—	.
	62	.	+	.	+	.	—	.
Kochsalz	55	.	+	.	—	.	.	.
	54	.	.	.	.	.	—	—

Die Versuche mit abgeschnittenen Zweigen haben im Allgemeinen ein ähnliches Resultat ergeben, wie die Versuche mit Maispflanzen. Auch sie zeigten, dass die grössere oder geringere Transspiration im Vergleich zum destillirten Wasser von dem Procentgehalt der Salzlösung abhängt.

IV. Über den Einfluss von Nährstofflösungen auf die Transpiration der Pflanzen.

Nachdem ich mir durch die vorhergehenden Versuche die Überzeugung verschafft hatte, dass sehr verdünnte (0·05 — 0·25 proc.) Lösungen von Salzen, wenn sie für sich allein der Pflanze geboten werden, eine Acceleration der Verdunstung zur Folge haben, lag der Gedanke nahe, zu untersuchen, welchen Einfluss sehr schwach procentige Nährstofflösungen auf die Transspiration der Pflanzen ausüben.

Auch in dieser Richtung hat Sachs einen Versuch und zwar mit Maispflanzen gemacht. Er sagt: ¹ „Es wurde phosphorsaures Kali, Kochsalz, schwefelsaurer Kalk, schwefelsaure Magnesia, phosphorsaures Eisenoxyd und kieselsaures Kali; die ersten vier zu je 1 Grm., die beiden letzten zu je $\frac{1}{5}$ Grm. mit 100 Grm. destillirtem Wasser übergossen; nach vierzigstündiger Einwirkung wurde die Lösung von dem ungelösten Rückstand abfiltrirt, dann die saure Flüssigkeit mit Kali beinahe neutralisirt, auch nochmals abfiltrirt. Die so dargestellte Lösung enthielt nach gemachter Untersuchung 1·072 Procent feste Substanz.“

Zwei gleiche Flaschen wurden nun zur Aufnahme der Versuchspflanzen folgendermassen hergerichtet:

Die Flasche Nr. II erhielt 350 C. C. HO.+50 C. C. der obigen Lösung +0·2 Grm. KONO₃, also im Ganzen 400 C. C. einer Lösung, welche 0·157 Proc.² feste Substanz enthielt.

¹ L. c. pag. 220.

² Dies ist entweder ein Rechenfehler oder ein Druckfehler; denn die Lösung enthält nach obigen Angaben nicht 0·157 Proc., sondern 0·184 Proc. feste Substanz.

Die Flasche Nr. I erhielt 380 C. C. HO. + 20 C. C. der obigen Lösung + 0·1 Grm. KONO_5 , also im Ganzen 400 C. C. einer Lösung, welche 0·0786 Proc. feste Substanz enthielt.“

Am Ende der Versuchsreihe bemerkt genannter Forscher: „Diese Tabelle zeigt manche Anomalien im Vergleich zu den früheren, die wohl daher rühren, dass die Pflanze Nr. II gegen Ende der Beobachtungen zu kränkeln anfang, die Lösung war offenbar zu hoch concentrirt. Indessen tritt auch hier die früher erwähnte Gesetzmässigkeit hervor, nur die Vergrösserung der Retardation während der Versuchsdauer ist hier nicht zu bemerken, was wohl durch das Erkranken der Pflanze II hinreichend erklärt wird; die Flüssigkeit war nämlich etwas sauer, und scheint insofern bei der höheren Concentration zerstörend auf die Wurzeln gewirkt zu haben.“ Es ist in diesem Satze unter Anderem auch der Umstand auffallend, dass das Kränkeln der Maispflanze Nr. II „offenbar“ der zu hoch concentrirten Lösung zugeschrieben wird.

Dem erstens scheint mir eine 0·157proc. (eigentlich 0·184 proc.) Nährstofflösung nicht so hoch concentrirt zu sein, um nach wenigen Tagen der Pflanze zu schaden: bei meinen Versuchen wenigstens wuchsen die Maispflanzen in einer 0·2 procentigen Nährstofflösung sehr rüstig und erhielten sich ganz gesund.

Zweitens aber sollte man erwarten, dass jene Pflanzen, denen die 0·33proc., 0·5proc. und 1proc. Lösungen einzelner Salze (KONO_5 , NH_4OSO_3 , NaCl) geboten wurden, um so eher Ursache zum Kränkeln gehabt hätten. Sie kränkelten aber nicht. Im Gegenteil wuchs, wie Sachs selbst angibt, die Maispflanze in der 0·5proc. Lösung des schwefelsauren Ammoniaks schneller, als die in der 0·33proc. Lösung dieses Salzes.

Allein, abgesehen davon, haben meine über den Einfluss von Nährstofflösungen auf die Transpiration der Maispflanzen angestellten Versuche, soweit meine Beobachtungen reichen, im Wesentlichen dasselbe Resultat ergeben, wie der Versuch von Sachs, dass nämlich die Transpiration der Pflanzen in den Nährstofflösungen eine geringere war, als im destillirten Wasser, und dass sie um so

geringer war, eine je höher procentige Lösung der Pflanze geboten wurde.

Ich bereitete mir eine Nährstofflösung nach der Proportion: $4\text{CaO}, \text{NO}_3 + 1\text{KO}, \text{NO}_3 + 1\text{KO}, \text{PO}_3 + 1\text{MgO}, \text{SO}_3$. Mit dieser Nährstofflösung wurden bei einer Concentration von 2 Grm. pro Mille die beiden folgenden Versuchsreihen durchgeführt.

62. Versuchsreihe: 2 Maispflanzen.

Lebendgewichte: 0·875, 0·957 Gr.

Dauer des Versuches: Vom 8. Mai $\frac{1}{4}$ 2^h Nachm.
bis 13. Mai $\frac{1}{4}$ 1^h Nachm.

<u>Dest. W.</u>	<u>Nährstoffl.</u> (2 Grm. pr. M.)	<u>Temp.</u>
2·60	2·30	17°8
3·36	2·72	18·5
2·05	1·85	18·5
3·16	2·90	18·8
2·40	2·09	18·2

Innerhalb der ganzen Versuchszeit (119 St.):

329·71 307·73.

63. Versuchsreihe: 2 Zweige von *Celtis australis*.

Lebendgewichte der Blätter: 1·665, 1·550 Gr.

Dauer des Versuches: Vom 4. September 10^h Vorm.
bis 5. September 10^h Vorm.

<u>Dest. W.</u>	<u>Nährstoffl.</u> (2 Grm. pr. M.)	<u>Temp.</u>
3·46	2·96.	17°

Eine andere Nährstofflösung erhielt ich, indem ich je ein Gramm der Salze: $\text{KO}, \text{NO}_3, \text{CaO}, \text{NO}_3, \text{KO}, \text{PO}_3, \text{MgO}, \text{SO}_3$ und $\text{NH}_4\text{O}, \text{NO}_3$ abwog und das Gemenge in 495 C.C. Wasser auflöste. Die Untersuchung ergab einen Salzgehalt von 10·5 Grm. pro Mille, was einer etwa einprocentigen Lösung entspricht. Durch Zusatz von 98 C. C., 95 C. C., 90 C. C., 80 C. C. und 75 C. C. destillirten Wassers zu beziehungsweise 2 C. C., 5 C. C., 10 C. C., 20 C. C. und 25 C. C. obiger Lösung, erhielt ich Nährstofflösun-

gen, welche einen Salzgehalt von 0·210 Grm. pro M., 0·525 Grm. pro M., 1·050 Grm. pro M., 2·100 Grm. pro M., und 2·625 Grm. pro M. hatten. Dieselben wurden zu den zwei folgenden Versuchen verwendet.

64. Versuchsreihe: 2 Maispflanzen.

Lebendgewichte: 0·610, 0·820 Gr.

Dauer des Versuches: Vom 10. Februar 7^h Nachm.
bis 13. Februar 5^h Nachm.

Dest. W.	Nährstoffl. (2·1 Grm. pr. M.)	Temp.
2·70	2·39	14°5
3·93	3·29	16·6
2·98	2·32	15·7
3·11	2·27	15·7
3·38	2·40	15·5

Innerhalb der ganzen Versuchszeit (70 St.):

220·00 172·32.

65. Versuchsreihe: 4 Maispflanzen.

Lebendgewichte: 0·680, 0·755, 0·722, 0·762 Gr.

Dauer des Versuches: Vom 10. Februar 1/4 11^h Vorm.
bis 13. Februar 1/4 6^h Nachm.

Nährstofflösungen.

0·210 Gr. pr. M.	0·525 Gr. pr. M.	1·05 Gr. pr. M.	2·625 Gr. pr. M.	Temp.
3·93	2·94	2·63	2·96	16°3
2·50	2·04	1·66	1·83	14·5
2·94	2·74	2·21	2·14	16·6
2·20	2·32	1·66	1·57	15·7
2·10	2·42	1·79	1·60	15·7
2·43	2·60	2·03	1·72	15·5

Innerhalb der ganzen Versuchszeit (79 St.):

200·00 194·30 151·38 148·30.

Um den Einfluss von Lösungen einzelner Nährsalze, sowie den von Nährsalzgemischen auf die Transpiration von Mais-

pflanzen, die sich unter sonst gleichen äusseren Bedingungen befinden, kennen zu lernen, wurde die folgende Versuchsreihe gemacht. Die hiebei verwendete Nährstofflösung war eine Stohmann'sche, nach der Proportion: $4\text{CaO}, \text{NO}_5 + 2\text{NH}_4\text{O}, \text{NO}_5 + \text{KO}, \text{PO}_5 + \text{MgO}, \text{SO}_3$.

66. Versuchsreihe: 4 Maispflanzen.

Lebendgewichte: 1·051, 0·949, 1·101, 0·882 Gr.

Dauer des Versuches: Vom 24. Februar $\frac{1}{4}$ 9^h Vorm.
bis 28. Februar $\frac{1}{4}$ 4^h Nachm.

Nährstoffl. 0·1 pr. L.	Dest. W.	KO NO ₅ 0·1 pr. L.	NH ₄ ONO ₅ 0·1 pr. L.	Temp.
2·99	3·58	3·27	3·80	18°
2·19	2·71	2·63	2·98	17·5
2·66	2·81	3·02	3·72	18
2·76	2·67	2·77	3·46	17·5
2·44	2·63	2·90	3·23	18
2·23	2·24	2·48	2·97	16·7
2·21	2·18	2·65	3·06	17

Innerhalb der ganzen Versuchszeit (103 St.):

247·40 264·17 283·20 334·20.

Es ist gewiss beachtenswerth, dass, während schwach procentige Lösungen einzelner Nährsalze eine Acceleration der Wasserverdunstung veranlassen, ebenso hochprocentige Lösungen von Nährsalzgemischen eine Retardation der Transpiration zur Folge haben.

V. Über den Einfluss einiger Huminsubstanzen auf die Transpiration der Pflanzen.

Bekanntlich kann man einem Boden die sogenannten Huminsubstanzen (Humuskörper) dadurch in immer grösserer Menge entziehen, dass man denselben successive mit destillirtem Wasser, dann mit einer erwärmten, verdünnten Lösung von kohlenurem Natron auszieht, und schliesslich den Rückstand durch mehrere Stunden hindurch mit Ätzkali kocht. Zieht man den Boden nur mit destillirtem Wasser aus, so erhält man

(je nach der Dicke der Flüssigkeitsschichte) eine lichtgelb bis lichtbraun gefärbte Flüssigkeit, welche immer nur sehr geringe Mengen organischer Substanz (Quellsäure, Quellsatzsäure) in Lösung enthält. Ich habe mir nun 2 solche Extracte (I, II) dargestellt, um zu untersuchen, in welchem Sinne dieselben die Transpiration der Pflanzen beeinflussen.

Nr. I. 100 Gramm einer guten Gartenerde mit 49 Procent Wassergehalt, wurden auf ein Filter gebracht, und so lange mit destillirtem Wasser übergossen, bis etwa 1000 Cm. Flüssigkeit hindurehfiltrirt waren. Letztere wurde hierauf, um die Menge der festen Bestandtheile zu constatiren in einer Platinschale im Wasserbade eingedampft: um ferner den in diesem Rückstande enthaltenen Procentgehalt an Mineralstoffen kennen zu lernen, wurde derselbe verascht. Nach dieser Untersuchung enthielt die Flüssigkeit

0·0517 Proc. organische Substanz.

0·0103 Proc. unorganische Substanz

zusammen 0·0620 Proc. feste Bestandtheile.

Mit diesem Humusextract wurde die folgende Versuchsreihe gemacht.

67. Versuchsreihe: 2 Maispflanzen

Lebendgewichte: 1·143, 1·400 Gr.

Dauer des Versuches: Vom 10. Juni $1\frac{1}{2}$ Nachm.
bis 14. Juni $1\frac{1}{2}$ Vorm.

<u>Dest. W.</u>	<u>Humusextr.</u>	<u>Temp.</u>
2·36	2·72	17·8
3·58	2·87	18
2·74	2·09	17
2·77	1·86	17·3
3·15	1·57	17·8
2·76	1·72	17·5

Innerhalb der ganzen Versuchszeit (90 St.):

265·27 202·36.

Nr. II. 50 Gramm einer humusreichen Erde mit 32 Proc. Wassergehalt wurden mit destillirtem Wasser übergossen. Nach-

dem 500 Kubik Cm. Flüssigkeit durchfiltrirt waren, wurde dieselbe in der früher angegebenen Weise untersucht. Dieselbe enthielt:

0·0411 Proc. organische Substanz

0·0179 Proc. unorganische Substanz

zusammen 0·0590 Proc. feste Bestandtheile.

Mit diesem Humusextract wurden mehrere Versuche durchgeführt.

68. Versuchsreihe: 2 Maispflanzen.

Lebendgewichte: 0·955, 1·470 Gr.

Dauer des Versuches: Vom 7. October 1⁴11^h Vorm.
bis 12. October 1⁴5^h Nachm.

Dest. W.	Humusextr.	Temp.
1·38	0·71	16°
1·15	0·58	17·2
1·00	0·64	17
0·98	0·88	17·5
0·86	0·87	16·8
0·80	0·86	17
0·87	0·83	17

Innerhalb der ganzen Versuchszeit (126 St.):

125·13 99·25.

69. Versuchsreihe: 2 Maispflanzen.

Lebendgewichte: 1·126, 1·270 Gr.

Dauer des Versuches: Vom 25. November 19^h Vorm.
bis 30. November 6^h Nachm.

Dest. W.	Humusextr.	Temp.
3·73	2·80	19°
2·51	2·23	18
2·74	2·13	18·5
2·22	2·00	17·2
2·40	2·24	17·7
2·35	2·37	17·6
2·24	2·17	16·7

Innerhalb der ganzen Versuchszeit (128 St.)

309·23 284·41.

70. Versuchsreihe: Je 3 Erbsenpflänzchen.

Lebendgewichte: 5·708, 6·131 Gr.

Dauer des Versuches: Vom 11. October $\frac{1}{2}$ 1^h Nachm.
bis 15. October $\frac{1}{2}$ 5^h Nachm.

<u>Dest. W.</u>	<u>Humusextr.</u>	<u>Temp.</u>
0·67	0·50	17°
0·58	0·46	17
0·57	0·47	16·2
0·42	0·35	17

Innerhalb der ganzen Versuchszeit (100 St.):

55·45 44·20.

71. Versuchsreihe: Je 2 Erbsenpflänzchen.

Lebendgewichte: 4·918, 5·588 Gr.

Dauer des Versuches: Vom 11. October $\frac{3}{4}$ 1^h Nachm.
bis 15. October $\frac{1}{4}$ 5^h Nachm.

<u>Dest. W.</u>	<u>Humusextr.</u>	<u>Temp.</u>
1·01	0·79	17°
1·03	0·61	17
1·08	0·66	16·2
0·88	0·52	17

Innerhalb der ganzen Versuchszeit (99 $\frac{1}{2}$ St.):

97·05 62·67.

72. Versuchsreihe: 2 Fenerbohnen (*Phaseolus multifl.*).

Lebendgewichte: 5·603, 6·030 Gr.

Dauer des Versuches: Vom 26. November $\frac{1}{2}$ 7^h Nachm.
bis 2. December $\frac{1}{2}$ 10^h Vorm.

<u>Dest. W.</u>	<u>Humusextr.</u>	<u>Temp.</u>
1·41	1·40	17°
1·27	1·22	17·6
1·16	1·09	17·7
1·05	0·91	16·5
1·12	0·95	16·8
1·00	0·87	16·5
0·94	0·83	16·2

Innerhalb der ganzen Versuchszeit (135 St.):

154·08 143·70.

73. Versuchsreihe: 2 Taxuszweige.

Lebendgewichte der Blätter: 5·863, 5·103 Gr.

Dauer des Versuches: Vom 27. November 4^h Nachm.
bis 2. December 1^h Nachm.

Dest.W.	Humusextr.	Temp.
1·45	1·17	17°5
1·31	0·94	17·7
1·27	0·80	16·7
1·05	0·50	16·5
1·01	0·45	17

Innerhalb der ganzen Versuchszeit (117 St.):

95·14 88·02.

Aus diesen Versuchsreihen ergibt sich, dass die Huminsubstanzen (wässerige Humusextracte) eine Retardation der Verdunstung zur Folge hatten.

Überblickt man die Endresultate sämtlicher Versuchsreihen der vorliegenden Arbeit, und vergleicht man die Zahlen, welche Anschluss geben über den Einfluss, welchen die verschiedenen der Pflanze gebotenen Stoffe auf ihre Transspiration ausüben mit jenen Zahlen, welcher die Transspiration im destillirten Wasser belegen, so lässt sich Folgendes resmiren:

1. Verdünnte Säuren beschleunigen die Transspiration der Pflanzen.

2. Verdünnte Alkalien setzen dagegen, so weit meine Beobachtungen reichen, die Transspiration herab.

3. Aus den von mir mit verschiedenen Salzen (salpetersaurer Kalk, salpetersaures Kali, saures phosphorsaures Kali, kohlsaures Kali, salpetersaures Ammoniak, schwefelsaures Ammoniak, schwefelsaure Magnesia, Chlornatrium) durchgeführten Versuchen ergab sich auf das Bestimmteste, dass dieselben, der Pflanze einzeln

geboten, bis zu einem gewissen Concentrationsgrade der Lösung eine stärkere Transspiration im Vergleich zu der im destillirten Wasser zur Folge haben.

4. Nährstofflösungen üben, selbst in geringen Concentrationen eine retardirende Wirkung auf die Verdunstung aus.

5. Wässrige Humusextracte verhielten sich insoferne wie Nährstofflösungen, als auch sie die Transspiration herabsetzten.

Schliesslich muss ich noch einmal auf die wie mir scheint, höchst merkwürdige Thatsache aufmerksam machen, dass bei einem und demselben Concentrationsgrade die Lösung eines einzelnen Salzes ganz anders auf die Transspiration wirkt, als eine Nährstofflösung, denn während die erstere je nach der grösseren oder geringeren Concentration die Transspiration steigert, oder dieselbe herabsetzt, fand ich, dass eine Nährstofflösung immer eine geringere Transspiration ergab. Es kann sein, dass meine Beobachtungen unvollständig sind, dass nämlich jenes Gesetz, welches ich für einzelne Salze gefunden habe, auch für das Nährstoffgemisch gilt, und vielleicht noch viel geringere Concentrationen angewendet werden müssen, als die von mir genommenen, um dieses Gesetz in seinem ganzen Umfange kennen zu lernen. Es ist aber auch möglich, dass eine Nährstofflösung aus mir noch unbekanntem Gründen ein ganz anderes Verhalten zeigt, als die Lösung eines einzelnen Salzes. Es ist naheliegend anzunehmen, dass, weil in dem Falle, als man der Pflanze eine Nährstofflösung bietet (selbstverständlich bei Gegenwart von Licht, etc.) die Bedingungen zur Bildung organischer Substanz erfüllt werden, eine gewisse Menge des aufgenommenen Wassers als Organisationswasser in der Pflanze zurückgehalten wird, welche Menge eine nicht unbeträchtliche sein wird, wie sich aus dem Verhältniss zwischen Lebendgewicht und Trockensubstanz solcher Pflanzen ergibt. Allerdings muss auf der anderen Seite wieder zugestanden werden, dass mit der Zunahme der organischen Substanz eine Vergrösserung des Volumens, und also auch der Oberfläche der transspirirenden Organe eintritt, welche nothwendig

gerweise eine Verstärkung der Transpiration zur Folge haben muss.

Ob sich die geringere Transpiration in einer Nährstofflösung trotz der durch die Zunahme an organischer Substanz immer mehr sich vergrößernden Oberfläche der Pflanze daraus erklärt, dass ein Theil des aufgenommenen Wassers als Organisationswasser verwendet wird, wird sich vielleicht dadurch erweisen lassen, dass man nicht nur die Menge des aus der Pflanze verdunsteten Wassers, sondern auch die während dieser Zeit von der Pflanze aufgenommenen Flüssigkeitsquantität bestimmt.

Für den Fall, als die ferneren Versuche, die ich vorbereite, zeigen sollten, dass eine Nährstofflösung sich überhaupt anders verhält, als die Lösung eines einzelnen Nährsalzes, wird weiter zu entscheiden sein, ob dieses merkwürdige Verhalten seinen Grund in den Nährstoffen als solchen hat oder ob diese Erscheinung in der Nährstofflösung als einem Salzgemisch begründet ist.

IX. SITZUNG VOM 23. MÄRZ 1876.

Herr Prof. Dr. H. W. Dove in Berlin dankt mit Schreiben vom 14. März für das ihm seitens der Akademie aus Anlass seines 50jährigen Doctorjubiläums zugesendete Beglückwünschungs-Telegramm.

Das e. M. Herr Prof. Strieker übersendet eine Abhandlung von Herrn Prof. Schroff jun.: „Über die Steigerung der Eigenwärme nach Rückenmarkdurchschneidungen“.

Herr Prof. Karl Puschl in Seitenstetten übersendet von der Abhandlung: „Neue Sätze der mechanischen Wärmetheorie“ den zweiten, „von den das Volumen der Körper bedingenden Kräften“ handelnden Theil.

Das e. M. Herr Prof. Ad. Lieben legt eine auf seine Anregung von Herrn O. Völker unternommene Arbeit: „Über das Äthylpropylcarbinol“ vor.

Herr Dr. Hermann Frombeck, Privatdocent an der Universität, überreicht eine Abhandlung: „Die Grundgebilde der Liniengeometrie“.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Abetti, Antonio, Il passaggio di Venere sul Sole osservato a Muddapur il 9 Dicembre 1874. Palermo, 1875; 4°.

Akademie der Wissenschaften, ungarische: Almanach 1874 & 1875. Budapest; 8°. — Értésítő. VII. évfolyam. 8. — 14. szám; VIII. évfolyam. 1.—17. szám; IX. évfolyam. 1.—12. szám. (1873—75.) Név- és tárgymutató a Magyar tudomán. Akad. Értésítőjének. I—VIII. 1867—1874. Budapest, 1875; 8°. — Értekezések a történeti tudomán. köréből. II. kötet, 10. szám; III. kötet, 1.—10. szám; IV. kötet, 1.—6. szám; V. kötet, 1. szám. Budapest, 1873—1875; 8°. — Értekezések természettud. III. kötet, 15. szám; IV. kötet,

3.—6. szám; V. kötet, 1.—10. szám; VI. kötet, 1.—6. szám. Budapest; 1873—1875; 8^o. — Értekezések. társad. II. kötet, 8.—11. szám; III. kötet, 1.—6. szám. Budapest, 1873—1875; 8^o. — Értekezések mathemat. II. kötet, 3.—6. szám; III. kötet, 1.—8. szám; IV. kötet, 1.—3. szám. Budapest, 1873—1875; 8^o. — Értekezések nyelv-és szép tudom. III. kötet, 8.—11. szám; IV. kötet, 1.—10. szám. Budapest, 1873—1875; 8^o. — Monumenta Hungariae historica. I. osztály. XXIII.—XXIV. kötet. Budapest, 1873—1875; 8^o; II. osztály. XXII., XXVI., XXVII. & XXXII. kötet. Budapest, 1873 & 1875; 8^o; IV. osztály. I. & II. kötet. Budapest, 1875; 8^o. — Nyelvtud. Közlemények, X. kötet, 3. füzet; XI. kötet; XII. kötet, 1. füzet; Budapest, 1873—1875; 8^o. — A Magyar nyelv szótára. VI. kötet, 3. & 4. füzet. Budapest, 1873 & 1874; 4^o. — Nyelvemléktár régi Magyar Codexek és nyomtatványok. I.—III. kötet. Budapest, 1874; 8^o. — Archivum Rákócziannum. I. osztály. II.—IV. kötet; II. osztály. II. kötet. Pest, 1873—1875; 8^o. — Monumenta comitialia regni Hungariae. I. & II. kötet. Budapest, 1874 & 1875; 8^o. — Magyar történetár. XIX.—XXI. kötet. Budapest, 1874—1875; 8^o. — Török-Magyarorkori történ. emlékek. I. osztály. IX. kötet. Budapest, 1873; 8^o. — Mathemat. és természettud. Közlemények. VII.—X. kötet. Pest & Budapest, 1869—1875; 8^o. — Archeologiai közlemények. IX. kötet, 2. füzet. Budapest, 1874; kl. folio. — Évkönyvei. XIV. kötet, 2.—6. darab. Budapest, 1873—1875; 4^o. — Magyarországi régészeti emlékek. III. kötet, 1. rész. Budapest, 1874; 4^o. — Icones selectae hymenomycetum Hungariae. II. & III; folio. — Imre, Sándor, A Magyar nyelvújítás óta divatba jött idegen és hibás szólások bírálata. Budapest, 1873; 8^o. — Szinnyei, József, Hazai és külföldi folyóiratok Magyar tudományos Repertoriuma. I. osztály. Budapest, 1874; 8^o. — Matlekovits Sándor, A vasuti különbözeti viteldíjak. Budapest, 1875; 8^o. — Budenz József, Magyar-Ugar összehasonlító szótár. I & II. füzet. Budapest, 1872—73 & 1874—75; 8^o.

American Chemist. Vol. VI, Nr. 6. New-York, 1875; 4^o.

- Archiv der Mathematik und Physik. Gegründet von J. A. Grunert, fortgesetzt von R. Hoppe. LVIII. Theil, 4. Heft. Leipzig, 1876; 8^o.
- Denkschrift des Vereins für die deutsche Nordpolfahrt, betreffend die von ihm im Jahre 1876 zu veranstaltende wissenschaftliche Forschungsreise nach West-Sibirien. Bremen, 1876; 8^o.
- Gesellschaft, Deutsche Chemische, zu Berlin: Berichte. IX. Jahrgang, Nr. 4. Berlin, 1876; 8^o.
- österr., für Meteorologie: Zeitschrift. XI. Band, Nr. 6. Wien, 1876; 4^o.
- Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXVII. Jahrgang, Nr. 11. Wien, 1876; 4^o.
- Ingenieur- und Architekten-Verein, österr.: Wochenschrift. I. Jahrgang, Nr. 12. Wien, 1876; 4^o.
- Landbote, Der steirische. 9. Jahrgang, Nr. 6. Graz, 1876; 4^o.
- Nature. Nr. 333, Vol. XIII. London, 1876; 4^o.
- „Revue politique et littéraire“ et „Revue scientifique de la France et de l'étranger“. V^e Année, 2^e Série, Nr. 38. Paris, 1876; 4^o.
- Società Adriatica di Scienze naturali in Trieste: Bollettino. Anno 1875, Nr. 7. Trieste, 1875; 8^o.
- Société Botanique de France: Bulletin. Tome XXII^e, 1875. Revue bibliogr. E. Paris; 8^o. — Liste des membres au 1^{er} Janvier 1876. 8^o.
- Spezialkarte der österr.-ungar. Monarchie (1:75000). 4. Ausgabe. (23 Blätter) in Folio.
- Vierteljahresschrift, österr., für wissenschaftliche Veterinärkunde. XLV. Band, 1. Heft. Wien, 1876; 8^o.
- Wiener Medizin. Wochenschrift. XXVI. Jahrgang, Nr. 12. Wien, 1876; 4^o.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH - NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXXIII. Band.

ERSTE ABTHEILUNG.

4.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mineralogie, Botanik,
Zoologie, Geologie und Paläontologie.

X. SITZUNG VOM 6. APRIL 1876.

Das w. M. Herr Director G. Tschermak und das e. M. Herr Prof. C. Heller übersenden Dankschreiben für die ihnen von der Akademie bewilligten Reisesubventionen.

Herr Prof. E. Reitlinger hinterlegt ein versiegeltes Schreiben zur Wahrung seiner Priorität.

Herr Prof. S. Šubic aus Graz übersendet eine Abhandlung über „Manometer-Hygrometer“.

Herr Dr. W. Velten übersendet zwei Abhandlungen:

a) „Die Einwirkung strömender Elektrizität auf die Bewegung des Protoplasma, auf den lebendigen und todtten Zelleninhalt, sowie auf materielle Theilchen überhaupt“.

Einleitung und erster Theil: Einfluss des galvanischen Stromes auf das Protoplasma und dessen Bewegungen.

b) „Ein zweckmässiger Thermostat“. (Mittheilung aus dem pflanzenphysiologischen Laboratorium der k. k. forstlichen Versuchsleitung in Wien.)

Herr Prof. H. Leitgeb in Graz übersendet eine Abhandlung: „Die Entwicklung der Kapsel von *Anthoceros*.“

Herr Prof. Wiesner übersendet eine im pflanzenphysiologischen Institute der k. k. Wiener Universität ausgeführte Arbeit des Herrn Gottlieb Haberlandt; dieselbe führt den Titel: „Untersuchungen über die Winterfärbung ausdauernder Blätter“.

Herr F. v. Höhncl, Assistent am landwirthschaftlichen Laboratorium der k. k. Hochschule für Bodencultur, übersendet eine Abhandlung: „Morphologische Untersuchungen über die Samenschale der Cueurbitaceen und einiger verwandten Familien.“

Herr Prof. L. Gegenbauer in Czernowitz übersendet eine Abhandlung: „Zur Theorie der elliptischen Functionen.“

Das w. M. Herr Prof. Ed. Suess legt im Namen des abwesenden Herrn Th. Fuchs eine Abhandlung vor, betitelt: „Über die in Verbindung mit Flyschgesteinen vorkommenden Serpentine von Kumi auf Euböa“.

Herr Prof. Dr. Edm. Reitlinger übergibt eine Abhandlung: „Über einige merkwürdige Erscheinungen in Geissler'schen Röhren“ nach Versuchen gemeinschaftlich angestellt von ihm und Herrn Alfred v. Urbanitzky.

Herr Dr. J. Moeller überreicht eine Abhandlung: „Beiträge zur vergleichenden Anatomie des Holzes“.

Herr Robert v. Sterneek, k. k. Hauptmann im militärgeographischen Institute zu Wien, überreicht eine Abhandlung: „Über den Einfluss des Mondes auf die Richtung und Grösse der Schwerkraft auf der Erde“.

Herr Prof. Schenk legt eine Abhandlung des Dr. Josef Radwaner „Über die erste Anlage der *Chorda dorsalis*“ vor.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Accademia Pontificia de' Nuovi Lineei: Atti. Anno XXIX, Sess. 2^a. Roma, 1876; 4^o.

Akademie der Wissenschaften, Königl. Preuss., zu Berlin: Monatsbericht. December 1875. Berlin, 1876; 8^o.

Apotheker-Verein, Allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). 14. Jahrgang, Nr. 9—10. Wien, 1876; 8^o.

Astronomische Nachrichten. Nr. 2079—2081 (Bd. 87, 15—17.) Kiel, 1876; 4^o.

Beobachtungen, Schweizer. Meteorologische. XI. Jahrgang, 1874, 5. Lieferung; XII. Jahrgang, 1875, 2. & 3. Lieferung; Supplementband. 2. Lieferung. Zürich; 4^o.

Gesellschaft der Ärzte, k. k.: Medizinische Jahrbücher. Jahrgang 1876, 2. Heft. Wien; 8^o.

— Deutsche Chemische, zu Berlin: Berichte. IX. Jahrgang, Nr. 5. Berlin, 1876; 8^o.

— k. k. zoolog.-botan. in Wien: Festschrift zur Feier des 25jährigen Bestehens derselben. Wien, 1876; 4^o.

- Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXVII. Jahrgang, Nr. 12—13. Wien, 1876; 4^o.
- Ingenieur- und Architekten-Verein, österr.: Wochenschrift, I. Jahrgang, Nr. 13—14. Wien, 1876; 4^o.
- Isis: Sitzungsberichte. Jahrgang 1875, Nr. 7—12. Dresden, 1876; 8^o.
- Jahresbericht des k. k. Ministeriums für Cultus und Unterricht für 1875. Wien, 1876; 4^o.
- Journal für praktische Chemie, von H. Kolbe. N. F. Bd. XIII, 4, & 5. Heft. Leipzig, 1876; 8^o.
- Landbote, Der steirische. 9. Jahrgang, Nr. 7. Graz, 1876; 4^o.
- Mittheilungen des k. k. technischen und administrativen Militär-Comité. Jahrgang 1876, 3. Heft. Wien; 8^o.
- Moniteur scientifique du D^{teur} Quesneville. 412^e Livraison. Paris, 1876; 4^o.
- Museum of Comparative Zoölogy: Annual Report. For 1875. Boston, 1876; 8^o.
- Nature. Nrs. 334—335, Vol. XIII. London, 1876; 4^o.
- Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto in Moncalieri: Bullettino meteorologico. Vol. X, Nr. 1. Torino, 1875; 4^o.
- Reichsanstalt, k. k. geologische: Verhandlungen. Jahrgang 1876, Nr. 4. Wien; 4^o.
- Repertorium für Experimental-Physik etc., von Ph. Carl. XII. Band, 2. Heft. München, 1876; 8^o.
- „Revue politique et littéraire“, et „Revue scientifique de la France et de l'étranger“. V^e Année, 2^e Série, Nrs. 39—40. Paris, 1876; 4^o.
- Società degli Spettroscopisti Italiani: Memorie. Anno 1876, Disp. 1^a—2^a. Palermo; 4^o.
- Italiana di Antropologia e di Etnologia: Archivio. V^o. Vol., fasc. 3^e e 4^e. Firenze, 1876; 8^o.
- Societät, physikal.-medicin., zu Erlangen: Sitzungsberichte. 7. Heft. Erlangen, 1875; 8^o.
- Société Impériale de Médecine de Constantinople: Gazette médicale d'Orient. XIX^e Année, Nrs. 1—11. Constantinople, 1875 & 1876; 4^o.

Society, The Royal Astronomical, of London: Monthly Notices.
Vol. XXXVI, Nr. 1—4. November 1875 bis February 1876
London; 8^o.

— The Asiatic, of Bengal: Journal. Part I, Nr. 3, 1875;
Part II, Nrs. 2—3, 1875. — Proceedings. Nr. IX, November
1875. Calcutta; 8.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXVI. Jahrgang, Nr. 13—14.
Wien, 1876; 4^o.

Die Entwicklung der Kapsel von Anthoceros

Von **H. Leitgeb.**

(Mit 1 Tafel.)

Unter allen dermalen zu den Lebermoosen gerechneten Formen stehen die Anthoceroteen durch die eigenthümliche Ausbildung ihres Sporogoniums völlig isolirt. Der Mangel einer eigentlichen Calyptra, das Vorhandensein einer Columella und von Spaltöffnungen am Sporogon entfernt sie ebensosehr von den Lebermoosen, als sie durch diese Eigenthümlichkeiten an die Laubmoose mahnen, von denen sie wieder durch das Vorhandensein von elaterenähnlichen Zellen und durch die so viel tiefere Organisation der Geschlechtsgeneration gänzlich verschieden sind.

Bei dem Umstande, als Laubmoose und Gefäßkryptogamen höchst wahrscheinlich aus Pflanzen hervorgegangen sind, die unseren heutigen Lebermoosen nahe standen, hat daher, bei der Suche nach Anknüpfungspunkten für diese beiden Pflanzengruppen, gerade Anthoceros zu wiederholten Malen schon die Aufmerksamkeit auf sich gezogen. Es ist aber selbstverständlich, dass die erste Bedingung für eine mögliche erfolgreiche Lösung dieser und aller ähnlichen Fragen die genaue Kenntniss der betreffenden Formen, und vor Allem ihres individuellen Entwicklungsganges ist.

Diese Erwägungen bestimmen mich, vorgehend einer eingehenderen Bearbeitung der Familie der Anthoceroteen, meine schon vor längerer Zeit gemachten Untersuchungen der Entwicklung des Sporogons von Anthoceros zur Publication zu

bringen, wobei ich aber wieder nur seine Differenzirung in die verschiedenen Gewebeschichten berücksichtigen will.

Wenn man aus einer Kapsel, in deren oberem Theile die Sporenbildung schon begonnen hat, successive nach dem Grunde fortschreitend, Querschnitte anfertigt, so gelangt man endlich in eine Höhe, wo die sporenbildende Schichte schon vollkommen deutlich erkennbar ist, wo aber die Zellen derselben noch vollkommen unter sich und mit dem übrigen Gewebe in Verbindung stehen. Man erhält ein Bild, wie es in Figur 17 dargestellt ist. Die Zellen der sporenbildenden Schichte sind radial verlängert, einige derselben erscheinen tangential getheilt. Letztere sind, wie schon Hofmeister¹ zeigte, Elemente einer von der Columella zur Fruchtwand führenden Zellreihe, der sogenannten Schleuder der Autoren.

Die sporenbildende Schichte umschliesst eine Zellengruppe quadratischer Form, die Columella. Sie besteht fast ausnahmslos aus 16 Zellen, von denen je vier zu einem kleineren Quadrat gruppiert sind. Die Wandung des Sporogons besteht durchschnittlich aus fünf Zellschichten, unter denen die an der Peripherie gelegene, durch viel kleinere Zellen sich deutlich als Epidermis (in der, wie bekannt, sich ja auch Spaltöffnungen bilden) von den übrigen unterscheidet. Geht man mit den Querschnitten bis an den Grund, so verliert vorerst die Sporogonwand eine Schichte, später eine zweite. Die Zellen der sporenbildenden Schichte erscheinen isodiametrisch, die der Columella sind in Zahl und Form unverändert, nur etwas vergrössert, und zeigen häufig an ihren Ecken kleine Intercellularräume (Fig. 16 und 15). Ganz dasselbe Bild erhalten wir aber auch, wenn wir viel jüngere Kapseln, selbst solche, welche das Gewebe noch gar nicht durchbrochen haben, an ihrem Grunde quer durchschneiden; immer finden wir also die 16² Zellen der Columella, die sie umgebende

¹ Vergleichende Untersuchungen etc., pag. 5 et seq.

² Es kommt allerdings öfters vor, dass das eine Mal durch Unterbleiben einer Theilung die Zahl geringer, das andere Mal durch eine weitere Theilung grösser ist, aber nie treten grössere Unregelmässigkeiten auf, und in der Regel ist es sehr leicht auch die Erklärung für dieselben aus der Zellgruppierung zu entnehmen.

sporenbildende Schichte¹, und nur die Sporogonwand zeigt in Bezug auf die Zahl ihrer Schichten einige Schwankungen (Fig. 7, 10, 13, 14).

Diese vollkommen gleiche Ausbildung eines Querschnittes durch den Grund einer Kapsel, mag sich dieselbe nun in völlig jugendlichem Zustande befinden und kaum eine Länge von 75 Mik. erreichen, oder aus dem Thallusgewebe hervorgetreten bis einen Centimeter und darüber lang sein und in ihrem oberen Theile schon ausgebildete Sporen bergen, wird erklärlich, wenn wir erwägen, dass das Wachstum der Kapsel durch Zellvermehrung an ihrem Grunde geschieht, dass wir also hier ein ganz ähnliches Wachstum vor uns haben, wie in den meisten Blättern, wo in gleicher Weise am Blattgrunde die Zellen am längsten ihre Theilungsfähigkeit bewahren. Auch darin stimmt das Wachstum der Anthoceroskapsel mit dem der Blätter überein, dass die Streckung der Zellen an der Spitze beginnt und gegen den Grund hin fortschreitet. Wenn wir nun weiter erwägen, dass am Grunde alter Sporogonien und eben so an ganz jungen die sporenbildende Schichte und die Columella in gleicher Weise ausgebildet erscheinen, so kommen wir schon dadurch zur nothwendigen Annahme, dass diese beiden Gewebe schon im frühesten Jugendzustand angelegt und nicht durch spätere Differenzirung eines ursprünglich gleichartigen Gewebes gebildet werden. In welcher Weise nun die Anlage dieser Gewebe geschieht, soll im Nachfolgenden gezeigt werden.

Die jüngsten mir zugänglichen Stadien der Embryoentwicklung sind in Fig. 1 und 2 dargestellt. Der Embryo erscheint in zwei Stockwerke von je vier quadrantisch gelegener Zellen getheilt. Die Zellen des unteren Stockwerkes sind bedeutend kürzer. Im Hinblick auf die Angaben Hofmeister's, dass der Embryo zuerst durch eine (geneigte) Wand der Länge nach getheilt wird, wäre also die Entstehung der beiden Stockwerke Folge eines secundären Theilungsactes. Aus dem unteren Stock-

¹ An Alkoholmaterial wird der Inhalt der Zellen der sporenbildenden Schichte nach Behandlung mit Kali gelbbraun gefärbt, und man erkennt dieselbe also auch an Stellen, wo weder ihre Lagerung im Grunde, noch die Form der Zellen Anhaltspunkte bietet.

werke bildet sich der Fuss des Sporogoniums. Nach wenigen Theilungen wachsen hier die peripherischen Zellen papillös aus und verflechten sich, unterstützt von einem ähnlichen Wachstumsvorgang in dem um- und anliegenden Thallusgewebe, mit diesem zu einem dichten, äusserst fest gefügten kleinzelligen Gewebe, in welchem die Angehörigkeit der einzelnen Zellen nicht mehr erkannt werden kann (Fig. 5, 12, 14). Desshalb gelingt es auch an ganz jungen Embryonen nur in den seltensten Fällen (Fig. 5), den Fusstheil unversehrt herauszupräpariren; bei aller Sorgfalt erhält man beim Versuche des Freipräparirens immer nur Objecte, wie sie in Fig. 3, 6, 7, 9, 11 dargestellt sind.

Das obere Stockwerk zerfällt zunächst durch eine in allen seinen Zellen auftretende Quertheilung abermals in zwei Stockwerke. Ich fand dieses Stadium an einem der Art nach nicht bestimmbar Anthoceros aus Neu-Seeland, und ich habe es in Fig. 18 abgebildet. Als weitere Theilung beobachten wir nun in den vier am Scheitel gelegenen Zellen durch der Oberfläche parallele Wände die Bildung von Innen- und Aussenzellen (Fig. 3, 4), worauf dann auch in der grundwärts anstossenden Zellschichte (dem mittleren Stockwerke) die gleiche Differenzierung und nur mit dem Unterschiede eintritt, dass in jedem Quadranten durch zwei Theilungsschritte die Bildung einer Innen- und zweier Aussenzellen erfolgt (Fig. 4).

Die vier axil gelegenen Zellen des obersten und wohl auch die des mittleren Stockwerkes sind die Anlage der Columella. Jede derselben theilt sich typisch durch aufeinander senkrecht stehende Wände in vier Zellen, so dass der Querschnitt nun im Centrum 16 quadratische zu vier kleineren Quadraten (die zusammen wieder ein grösseres Quadrat bilden) geordnete Zellen erkennen lässt (Fig. 7, 6). Diese im Querschnitte quadratische Zellengruppe vermehrt ihre Zellen nur mehr durch Quertheilungen, so dass auch an den weitest vorgeschrittenen Entwicklungsstadien sowohl in Bezug auf Zahl als Gruppierung derselben eine Veränderung nicht mehr eintritt (Fig. 10, 13—17).

Ich habe schon oben erwähnt, dass die unmittelbar am Fusse geführten Querschnitte, gegenüber den höher geführten, das centrale Quadrat etwas vergrössert zeigen. Es ist dies Folge einer geringen Verbreitung der Columella auf ihrer Übergangs-

stelle in den Fuss (Fig. 12, 13, 14), und ich glaube, dass dieser Theil aus dem mittleren Stockwerke hervorgegangen ist, so dass also die Columella, so weit sie als die von der sporenbildenden Schicht umschlossene Mittelsäule auftritt, ausschliesslich aus dem obersten Stockwerk gebildet wird. Wenn wir nun von dieser Verbreiterung absehen, so behält die Columella durch die ganze Länge des Sporogons die gleiche Mächtigkeit und die Seitenlänge ihres quadratischen Querschnittes bleibt, wie aus der unten mitgetheilten Tabelle ersichtlich, dieselbe, mag man nun Embryonen, die die Columella eben erst vollständig angelegt haben, oder den Grund von Sporogonen untersuchen, die in ihrer oberen Hälfte schon reife Sporen gebildet haben¹.

Schon während des Dickenwachsthumes der Columella theilen sich die Zellen der sie umschliessenden Zellschichte, sogleich oder nach dem früheren Auftreten einer Radialtheilung, einmal tangential. Die auf diese Weise entstandene innere, die Columella umschliessende und deren Scheitel (wie bei *Sphagnum* und *Andraea*) glockenförmig überwölbende Zellschichte erzeugt die Sporen und Elateren, und es finden in ihren Zellen, mit Ausnahme jener, die zu Elateren werden, keine Tangentialtheilungen mehr statt.

Die äussere, an der Peripherie liegende Schichte theilt sich nun abermals dreimal hintereinander und in centrifugaler Folge tangential und der damit zusammenhängenden Umfangsvergrößerung entsprechend werden auch die Radialtheilungen in jeder so entstehenden Schichte um so zahlreicher, je weiter an die Peripherie sie gerückt erscheint. Am häufigsten wiederholen sie sich in der äussersten (jüngsten) Schichte, die dann auch durch die Kleinheit ihrer Zellen sich von den übrigen Schichten scharf abhebt. Kurz vor Isolirung der Sporenmutterzellen tritt nun in der innersten, der sporenbildenden Schichte anliegenden (und ältesten)Wandschichte abermals eine Tangentialtheilung ein, womit

¹ Es gilt dies allerdings nur für jenen Kapseltheil, in dem noch keine Streckung stattgefunden hat. Hier erscheint die Columella etwas dünner, wozu, wie es scheint, ebenso die in Folge der Streckung der Wandschichten bewirkte Zerrung als auch die durch die Ausbildung der Sporen erzeugte Pressung das Ihrige beitragen mögen.

die Vollzahl der die Kapselwand bildenden Zellschichten erreicht ist (Fig. 17).

Da das intercalare Längenwachstum sich am Grunde des Sporogoniums vollzieht, in einer Region, wo die Kapselwand erst ein-, höchstens zweischichtig ist, so ist es selbstverständlich, dass der Aufeinanderfolge der tangentialen Theilungen der Kapselwand in der Querrichtung des Organs die gleiche Aufeinanderfolge derselben spitzwärts entspricht (Fig. 8, 11, 12), und dass die Dicke der Kapselwand spitzwärts zunimmt und das Sporogon daher am Grunde eingeschnürt erscheint. Dass diese Einschnürung (bei gleichbleibender Mächtigkeit der sporenbildenden Schichte und der Columella) ausschliesslich eine Folge der geringeren Mächtigkeit der Kapselwand ist, zeigt folgende Tabelle:¹

In Millimeter			Anmerkung
Länge des Sporogons	Dicke an der Basis	Dicke der Columella	
0·09	0·075	0·030	Die Kapselspitze durchbricht eben das Gewebe; die Sporenbildung beginnt.
0·225	0·099	0·035	
0·800	0·120	0·030	
1·050	0·090	0·030	Die Kapselspitze bis auf 0·36 aus dem Gewebe hervorragend.
1·500	0·114	0·030	
0·090	0·120	0·060	Eine neuseeländische Art, bei welcher die Columella viel mächtiger ist und im Längsschnitte acht Zellreihen zeigt.
0·195	0·126	0·060	

¹ Die Länge des Sporogons wurde exclusive des Fusses und von der Stelle an gemessen, wo die Kapsel mit dem übrigen Gewebe verwachsen erscheint. Auf diese Stelle beziehen sich auch die übrigen Messungen.

Während so die Ausbildung der Kapselwand in der Quer-
richtung in äusserst regelmässiger Weise fortschreitet, ist dies
am Scheitel derselben nicht der Fall. Schon an ganz jungen
Embryonen beobachten wir häufig eine ungleiche Ausbildung
beider Längshälften, welche zur Folge hat, dass die erste
Längswand, die anfangs (wenigstens öfters) axial liegt, geneigt
und vom Scheitel abgerückt wird, der nun nur von der einen
Längshälfte gebildet ist. In dieser Parthie gehen nun die Thei-
lungen, weder in Bezug auf ihre Aufeinanderfolge, noch in Bezug
auf ihre Lage nicht mehr in der regelmässigen Weise vor sich,
und wir erhalten dann häufig Längsansichten, welche auf ein
Spitzenwachsthum mit zwei-, respective vierseitiger Segmen-
tierung der Scheitelzelle hinzudeuten scheinen (Fig. 8). Als Folge
dieser einseitigen Ausbildung der einen Längshälfte zeigt sich
schon die junge Kapsel einseitig zugespitzt (Fig. 11). Da ferner
die überwiegende Ausbildung der einen Längshälfte sich nur auf
die zur Kapselwand werdenden Zellen erstreckt, und die dies-
bezüglichen Zelltheilungen erst nach der Anlage der Columella
und der sporenbildenden Schichte eintreten, so ist es selbst-
verständlich, dass letztere Gewebe nicht bis zur Kapselspitze
reichen können, sondern in einiger Entfernung unter derselben
endigen. Diese Ausbildung einer nur aus sterilem Gewebe beste-
henden Spitze ist an Jugendstadien sehr auffallend (Fig. 11);
sie wird aber später, wo der fertile Kapseltheil um so vielmal
sich verlängert und die sterile Spitze an Länge übertrifft, undeut-
lich und leicht übersehen.

Als Resultat der im Vorhergehenden mitgetheilten Unter-
suchungen ergibt sich vor Allem, dass die Differenzirung der
Gewebe schon in den ersten Stadien der Embryoentwicklung
stattfindet. Im Vergleich mit der bis jetzt bekannt gemachten
Entwicklung des Sporogons bei den übrigen Lebermoosen können
wir diese hier wie dort bis zu dem Momente als im Wesentlichen
gleich verlaufend ansehen wo durch secundäre Theilungen eine
Gruppe von Innenzellen, von einer Schicht peripherischer Zellen
differenzirt erscheint. Bei allen übrigen Lebermoosen sind die
Innenzellen zur Bildung von Sporen (und ev. Elateren) bestimmt.

Bei *Anthoceros* aber bilden sie einzig nur die Anlage der Columella, und somit nur steriles Gewebe. Die die Innenzellen umschliessende Schichte von Zellen wird bei den übrigen Lebermoosen im Allgemeinen zur Kapselwand. Es ist dies jene Zellschicht, aus welcher sich bei *Anthoceros* die sporenbildende Schichte herausdifferenzirt. Es entspricht daher das bei *Anthoceros* die Columella bildende Gewebe morphologisch dem sporenbildenden Gewebe der übrigen Lebermoose. Es darf also die Columella von *Anthoceros* nicht als eine spätere Differenzirung aus einem ursprünglich gleichen und fertilen Gewebe angesehen werden, und es geht nicht an, zum Vergleiche mit der *Anthoceros*-Columella etwa jene Sporogon Ausbildung herbeizuziehen, bei der wie bei *Pellia* ein Theil der Schleuderer in der Axe des Organes zu einem Bündel vereinigt erscheint. Nach unseren dermaligen Kenntnissen scheint also die Sporogonentwicklung von *Anthoceros* wesentlich verschieden von der der übrigen Lebermoose. Aber es wäre denn doch möglich, dass sich auch unter diesen werden Typen auffinden lassen, welche einen Übergang vermitteln könnten. Es ist einmal unzweifelhaft, dass als Ausnahmefall da und dort, nach Sonderung der Kapsel in Innenzellen und Wandschicht, einige der durch die secundären Zelltheilungen in letzterer gebildete Zellen nicht an der Wandbildung Theil nehmen, sondern zu Elementen des Sporenraumes werden. Wenn auch die für *Pellia* von Hofmeister angegebene Entwicklungsweise, nach welcher die Kapselwand erst spät, nach länger dauernder centrifugaler Zelltheilung aus der äussersten Schichte entsteht, durch Kienitz-Gerloff nicht bestätigt wurde, diese Gattung also dem gemeinsamen Typus folgt, so bleibt doch noch *Riccia*, für welche Hofmeister und Kienitz-Gerloff ein peripherisches Dickenwachsthum, und somit eine spätere Anlage der Kapselwand annehmen. Aber auch bei anderen Lebermoosen kann möglicher Weise ein solches Wachsthum stattfinden, und ich will hier nur daran erinnern, dass ich schon seinerzeit¹ diesbezüglich auf *Ptilidium* aufmerksam gemacht habe. Sollten sich also unter den Lebermoosen Typen auffinden lassen, wo die Sporenbildung nicht auf die

¹ Untersuchungen über die Lebermoose. Heft II, pag. 58.

Innenzellen beschränkt bleibt, sondern ausserdem auch weiter nach der Peripherie stattfindet und morphologisch bestimmbare Zellschichten ergreift, dann wäre vielleicht das Verbindungsglied gefunden, und es würde sich in diesem Falle allerdings die *Columella* als gebildet durch die Differenzirung eines ursprünglich gleichartigen Gewebes ansehen lassen. Für dermalen aber steht die Entwicklung der Kapsel von *Anthoceros* unvermittelt neben der der übrigen Lebermoose, um so mehr, als selbst *Riccia* möglicherweise¹ dem gemeinsamen Typus folgen könnte.

Ich habe an einem anderen Orte² versucht, die Sporogonentwicklung bei *Anthoceros* und den übrigen Lebermoosen mit der der Laubmoose zu vergleichen. Es lagen damals keine diesbezüglich verwerthbaren Angaben vor, da auch die Abhandlung J. Kühn's, betreffend die Entwicklung der Kapsel der *Andraeaceen* über das wesentliche Moment, ob nämlich den Innenzellen (entsprechend dem „Grundquadrate“) nur die *Columella* oder diese plus der sporenbildenden Schichte entsprechen, keinen Aufschluss gab. Nach den Zeichnungen vermuthete ich das Erstere und es verschwand somit jeder Anhaltspunkt zur Vergleichung der *Andraeaceen*kapsel mit der der foliosen *Ingermannieen*, während ich zu gleicher Zeit betonte, dass, sollte die Vermuthung sich bestätigen, die Kapsel der *Andraeaceen* und die von *Anthoceros* bezüglich ihrer Entwicklung auffallend übereinstimmen würden.

Freilich scheint sich diese Vermuthung nicht bestätigen zu sollen, es wäre dem, dass die *Andraeaceen* (und vielleicht *Sphagnum*) nicht dem Typus der übrigen Laubmoose folgen sollten, was immerhin möglich ist. Für diese nämlich ist, wie aus den letzthin publicirten Mittheilungen Kienitz-Gerloff's,³ und aus gleichzeitig von einem meiner Schüler F. Vouk durch-

¹ Wenigstens hält neuerdings Kienitz-Gerloff dies für möglich.

² l. c. p. 60.

³ Sitzungsberichte der Gesellschaft naturforsch. Freunde zu Berlin. 15. Febr. 1876. Es wird hier die Kapselentwicklung bei *Phascum* geschildert. Herr Vouk studirte *Ephemerum*, *Orthotrichum* und *Polytrichum*. Da alle diese Gattungen demselben Typus folgen, so dürfte derselbe wohl für alle übrigen gelten.

geführten Untersuchungen hervorgeht, die Entwicklung eine wesentlich andere. Auch hier zeigt der Querschnitt etwas unter der Spitze des mit zweischneidiger Scheitelzelle wachsenden Embryo vier quadrantisch um den Mittelpunkt gruppierte Zellen, umgeben von einer Schichte peripherischer. Es ist völlig gleichgiltig, ob dieselben wie bei *Andraea* (Kühn), *Phascum* (Kienitz - Gerloff), *Orthotrichum*, *Polytrichum* (Vouk) durch zwei Theilungsschnitte, oder wie bei *Ephemerum* (Vouk) durch einen einzigen (eine der Aussenfläche parallele Wand) abgeschnitten werden. Aus diesen vier inneren (axilen) Zellreihen (im Querschnitt das „Grundquadrat“ Kühn's bildend) geht die Columella und die sporenbildende Schichte hervor, und zwar in der Weise, dass eine endlich entstehende peripherische Schichte durch Tangentialtheilung in die sporenbildende Schichte und den inneren Sporensack zerfällt, während die weiter innen gelegenen Zellen zur eigentlichen Columella werden.¹ In den das Grundquadrat umgebenden (peripherischen) Zellen tritt eine Tangentialtheilung ein. Sie liegt immer näher den axilen Zellen als der Peripherie. Die so entstandene innere Zellenschichte ist die Anlage des äusseren Sporensackes, der im Längs- und Querschnitte als scharf begrenzte Schichte und lange vor Anlage der sporenbildenden Schichte erkennbar ist und sich später in zwei und durch abermalige Theilung der so gebildeten inneren Schichte in drei Zelllagen spaltet, und von der äusseren zur eigentlichen Kapselwand werdenden Schichte, die in centrifugaler Theilungsfolge die Zahl ihrer Schichten vermehrt, später durch den Luftraum getrennt ist.

In Zusammenfassung des hier Mitgetheilten ergibt sich also, dass der Sporenraum der Lebermoose der sporenbildenden Schichte plus der Columella der Laubmoose analog ist, dass also der äussere Sporensack als Differenzirung in der Kapselwand, die Columella als Differenzirung im Sporenraume aufzufassen ist. Ich habe aber schon oben erwähnt, dass es erst nachgewiesen werden müsste, ob dies auch für die *Andraeaceen* und

¹ Es wurde dies bei *Orthotrichum* genau studirt. Für *Phascum* weichen die Angaben Kienitz - Gerloff's ab, da hier der innere Sporensack seiner Entstehung nach zur Columella gehört.

namentlich für *Sphagnum* giltig sei. Sollte aber, wie gesagt, dies doch der Fall sein, so verschwände für sämtliche zu den Laubmoosen gerechnete Formen jeder Anhaltspunkt zur Vergleichung derselben mit *Anthoceros* bezüglich der Kapselentwicklung.

In wie weit aber die hier mitgetheilte Entwicklung der Anthoceroskapsel für die Ansicht Prantl's — *Anthoceros* als den Ausgangspunkt für die Farne zu betrachten — verwerthbar ist, will ich einer späteren Mittheilung vorbehalten.

Erklärung der Tafel.

Anthoceros laevis.

- Fig. 1. Junger Embryo im optischen Querschnitte, umgeben von dem in Theilung begriffenen Thallusgewebe. Vergr. 350.
- Fig. 2. Ein frei präparirter Embryo, im optischen Längsschnitte. Embryolänge: 39 Mik. Bei Drehung um 90° war das Bild dasselbe. Jedes Stockwerk bestand daher aus vier Zellen. Vergr. 540.
- Fig. 3. Ein etwas weiter entwickelter Embryo im Längsschnitte. Im obersten Stockwerke ist durch die Wände *c* die Columella abgesehritten. Die Zellen des untersten Stockwerkes sind zerrissen. Vergr. 350.
- Fig. 4. Ein ähnliches Präparat. Auch im mittleren Stockwerke sind Innenzellen gebildet. *a*) im optischen Längsschnitte, *b*) im optischen Querschnitte durch das mittlere Stockwerk. Vergr. 540.
- Fig. 5. Längshälfte eines Embryo, mit unversehrtem Fussheile. Vergr. 350.
- Fig. 6. Ein etwas älteres Stadium. In den Innenzellen des oberen Stockwerkes (der Columella) ist eine Quertheilung eingetreten. Vergr. 350.
- Fig. 7. Ein etwas älterer Embryo. Vergr. 540.
a) im optischen Längsschnitte,
b) im optischen Querschnitte.
- Die sporenbildende Schichte ist in diesen wie den folgenden Figuren durch $\ddagger\ddagger$ kenntlich gemacht.
- Fig. 8. Ein etwas älteres Entwicklungsstadium. Die punktirte Linie zeigt die Umgrenzung des Fusses. Vergr. 350.
- Fig. 9. Entwicklungsstadium zwischen Fig. 7 und 8. Vergr. 540.
- Fig. 10. Ein Querschnitt, entsprechend dem in Fig. 9 im Längsschnitte dargestellten Entwicklungsstadium. Vergr. 305.

- Fig. 11. Ein Entwicklungsstadium, etwas älter als das der Fig. 8. In den Zellen an der Spitze beginnt die Streckung. Vergr. 540.
- Fig. 12. Längsschnitt durch den unteren Theil eines noch älteren Embryo. Vergr. 350.
- Fig. 13. Zu Fig. 12 gehöriger Querschnitt in der Höhe $m - n$.
- Fig. 14. Querschnitt in der Höhe $x - y$.
- Fig. 15. Querschnitt durch den Grund eines Sporogons, das in seinem oberen Theile schon Sporen zeigte. Vergr. 350.
- Fig. 16. Querschnitt durch dasselbe Sporogon, aber etwas weiter spitzwärts. Vergr. 350.
- Fig. 17. Noch höherer Querschnitt. Vergr. 350.
- Fig. 18. Ein Embryo mit der Ausbildung dreier Stockwerke im Längsschnitte. Vergr. 540.

Leitgel.-Kapselentwicklung von Anthoceros



Arbeiten des pflanzenphysiologischen Institutes der
k. k. Wiener Universität.

VII. Untersuchungen über die Winterfärbung ausdauernder
Blätter.

Von **Gottlieb Haberlandt**.

Es sind nun schon nahezu vierzig Jahre verstrichen, seit Hugo von Mohl seine „Untersuchungen über die winterliche Färbung der Blätter“ veröffentlicht hat. Doch dauerte es ein volles Menschenalter, bis man diese Frage neuerdings eines eingehenderen Studiums werth hielt, und wenn wir es in ihr gegenwärtig mit einer pflanzenphysiologischen Streitfrage zu thun haben, so beweist dies nur, dass sie eben mehrseitiges Interesse zu erwecken vermochte.

Die Erscheinungen, um welche es sich hier handelt, sind übrigens auffällig genug. Zahlreiche „immergrüne“ Gewächse erleiden mit Eintritt der kalten Jahreszeit einen eigenthümlichen Farbenwechsel, der, wenn man die Gesamtheit der winterlichen Verfärbungsercheinungen berücksichtigt, alle Übergänge vom reinsten Gelb bis zum dunkelsten Braun und intensivsten Roth umfasst. Wenn auch bisher die verschiedenen Arten der Winterfärbung auf zwei Erscheinungen zurückgeführt wurden, — Gelb- oder Braunfärbung, auch „Missfärbung“ einerseits, und Rothfärbung durch Anthokyan andererseits, — so wollte man doch alle beide durch eine einzige, gemeinsame Ursache bedingt wissen und konnte sich nur betreffs der Art dieser Ursache nicht einigen. G. Kraus sieht die winterliche Verfärbung der Gewächse ausnahmslos als eine Wirkung der Kälte an, E. Askenasy dagegen stellt vor Allem den Einfluss des Lichtes in den Vordergrund.

Eine grössere Reihe von Untersuchungen, mit welchen ich im vorigen Herbste begann und bis April d. J. fortfuhr, über-

zeugte mich, dass sämtliche Verfärbungserscheinungen ausdauernder Blätter auf dreierlei untereinander ganz verschiedenen physiologischen Vorgängen beruhen, die überdiess auch bezüglich ihrer Ursachen zu trennen sind. In dem fortwährenden Auseinanderhalten dieser drei Erscheinungen, mögen sie nun einzelt oder combinirt auftreten, liegt der Schwerpunkt der vorliegenden Abhandlung.

Bevor ich nun eine ausführliche Darlegung des hier blos Angedeuteten versuche, will ich eine historisch-kritische Zusammenstellung der über diesen Gegenstand bereits von anderen Forschern mitgetheilten Beobachtungen zur Kenntniss des Lesers bringen.

H. v. Mohl[†] spricht von zweierlei Verfärbungsweisen ausdauernder Blätter, wobei er jedoch die eine derselben nur ganz flüchtig berührt. An vielen immergrünen Gewächsen nimmt die Blattfarbe zur Winterszeit einen auffallend schmutzig-gelben Ton an, so bei *Pinus*, *Abies*, *Taxus*, *Thuja* und namentlich bei *Juniperus Sabina*. Die mikroskopische Untersuchung ergibt keinen wesentlichen Unterschied vom Bau der Blätter im Sommer, doch sind die Chlorophyllkörner mehr gelblich gefärbt, als unter normalen Verhältnissen. Über die Ursache der Erscheinung spricht sich v. Mohl nicht aus, glaubt jedoch dem Standorte und dem Boden einen wesentlichen Einfluss auf das Zustandekommen derselben zuschreiben zu müssen.

Alle übrigen Farbenveränderungen — nämlich Braun- und Rothfärbung in ihren verschiedenen Nüancen — beruhen auf der Bildung eines purpurrothen Pigmentes, des Anthokyan. Dasselbe ist im Zellsafte gelöst und tritt entweder blos in der Oberhaut des Blattes oder auch im Mesophyll auf. Ist letzteres der Fall, so erzeugt es mit dem Grün der unversehrt gebliebenen Chlorophyllkörner eine bräunliche Mischfarbe. Seine Entstehung erfolgt ganz unabhängig vom Chlorophyll und dessen etwaiger Zerstörung.

[†] H. v. Mohl: Untersuchungen über die winterliche Färbung der Blätter (1837). Vermischte Schriften, p. 375. ff.

Zwischen dem Auftreten der Rothfärbung und dem Absterben der Blätter existirt kein Zusammenhang. Die Anthokyanbildung ist bloß von einer durch klimatische Einwirkungen veranlassten Änderung der physiologischen Function der Blätter abzuleiten, und lässt sich, wenn man die häufige Röthung junger Triebe und Keimpflanzen, sowie parasitischer Gewächse ins Auge fasst, im Allgemeinen jenen Organen zusprechen, „welche nicht selbst Nahrungssaft aus unorganischen Substanzen bereiten, sondern sich auf Kosten organischen Stoffes, der von anderen Organen bereitet ist, ernähren; oder in welchen die Ernährung ganz aufgehört hat . . .“

Auf die Ursachen der winterlichen Roth- und Braunfärbung immergrüner Gewächse kommt H. v. Mohl an verschiedenen Stellen seiner Abhandlung zu sprechen. Der wesentlichste Factor ist ihm die Temperaturerniedrigung, welche den Vegetationsprocess der Blätter unterbricht und Veranlassung gibt, dass sich, bei gleichzeitiger Einwirkung des Lichtes, Anthokyan in denselben bildet. Wärmemangel ist die eigentliche Ursache, das Licht hingegen die „äussere Bedingung“ der Roth- und Braunfärbung. Übrigens wird ausdrücklich bemerkt, dass das Licht in manchen Fällen direct die Anthokyanbildung hervorrufe, indem Pflanzen, welche im Gewächshause gehalten, vollkommen grün sind, starkem Sonnenlichte ausgesetzt, sich häufig roth färben.

Der Nächste, welcher auf die winterliche Färbung der Blätter aufmerksam machte, war Askensy¹. In seinen „Beiträgen zur Kenntniss des Chlorophylls“ führte er unter Anderem auch die Beobachtung an, dass unsere Thujen im Winter sich häufig gelb färben, und dass es namentlich die der Sonne zugewendeten Partien der Zweige sind, welche am vollständigsten vergilben. Askensy hat sich schon damals die Ansicht gebildet: es beruhe der ganze Vorgang höchst wahrscheinlich auf Zerstörung des Chlorophylls durch Lichtwirkung.

Aus der vorhin besprochenen Abhandlung Mohl's ist nicht ersichtlich, ob er jene eigenthümlich lederbraune Verfärbung an *Buxus*, *Thuja* und anderen Pflanzen, die eine besondere Erschei-

¹ E. Askensy: Beiträge zur Kenntniss des Chlorophylls und einiger dasselbe begleitender Farbstoffe. Bot. Ztg. 1867, p. 229.

nung für sich bildet, ebenfalls zu der durch das Auftreten von Anthokyan hervorgerufenen Roth- und Braunfärbung zählt. In eingehenderer Weise ist dieselbe erst von G. Kraus studirt worden, dem wir überhaupt eine grössere Anzahl lehrreicher Beobachtungen über die winterliche Färbung immergrüner Gewächse verdanken.

Kraus¹ fand, dass bei gebräunten Zweigen von *Buxus arborescens*, *Thuja occidentalis* und *plicata*, *Juniperus Sabina* und einigen anderen Coniferen der Träger des färbenden Pigmentes das Protoplasma ist, welches in feinkörnigen, oft wolkig vertheilten, lebhaft rothbraun oder kupferroth gefärbten Massen die Pallisadenzellen erfüllt. Der Zellkern ist überall erhalten, die Chlorophyllkörner sind — jene des Schwammparenchyms ausgenommen — zerstört.

Bringt man verfärbte Buxuszweige in's geheizte Zimmer, so ergrünen dieselben bereits nach 3—8 Tagen. Das homogen gewordene Protoplasma zerfällt hierbei durch Furchung in einzelne Körner. Dasselbe Resultat erhält man, wenn die Zweige im Finsternen gehalten werden. Kraus zieht nun aus der That- sache, dass erhöhte Temperatur allein zur Wiederherstellung der grünen Farbe erforderlich ist, den allerdings nicht ganz berechtig- ten Schluss: es sei blos die eintretende Winterkälte als Ursache der Zerstörung von Form und Farbe der Chlorophyll- körner anzusehen.

Um die bereits von Askenasy hervorgehobene einseitige Verfärbung der Zweige erklären zu können, macht Kraus auf die Kältewirkung durch Strahlung aufmerksam. Die sich verfärbende Lichtseite ist es zugleich, an welcher die Wärmestrahlung am ungehindertsten vor sich gehen kann.

In einer späteren Reihe von Mittheilungen² wird die eigenthümliche Natur jener Chlorophyllmodification besprochen, welche bei der Braunfärbung von Buxus- und Thujenzweigen den das Protoplasma tingirenden Farbstoff bildet. Von den bei-

¹ Kraus: Beobachtungen über die winterliche Färbung immergrüner Gewächse, Sitzungsberichte der physikalisch-medizinischen Societät zu Erlangen, Bot. Ztg. 1872, p. 109, 127

² Kraus, l. c. p. 558, 588, 77?

den Bestandtheilen des Chlorophylls¹ bleibt das Xantophyll unverändert, während das Kyanophyll eine bemerkenswerthe Umwandlung erleidet; es wird durch dieselbe dem bei Oscillarien gefundenen blaugrünen Farbstoff einerseits und dem sogenannten „Säurechlorophyll“ andererseits nahe gebracht. Sein Spectrum zeigt folgende Eigenthümlichkeiten: Band I und II sind völlig ungeändert, III ist beträchtlich schwächer, IV ansehnlich stärker geworden. Kraus macht hierzu die Bemerkung: „Vielleicht darf man sich vorstellen, dass diese Modification mit einer Einwirkung des sauren Zellinhaltes zusammenhängt.“ — Das Wiederergrünen der Zweige im Frühjahr beruht nach ihm auf einer Umwandlung des braunen Farbstoffes in normales Blattgrün. „Die verhältnissmässig geringere Modification des Chlorophylls lässt auch begreifen, dass zu seiner Wiedernormirung das Licht entbehrlich ist.“

Bezüglich des rascheren oder langsameren Auftretens der Braunfärbung hat sich Kraus in einem Nachtrage² zu den hier angeführten Mittheilungen dahin geäußert, dass jedenfalls mehrere aufeinander folgende Frostnächte nothwendig seien, um jene Erscheinung hervorzurufen.

Auch über die Röthung ausdauernder Blätter hat Kraus Untersuchungen angestellt. Er betont ausdrücklich, dass dieselbe streng local auftritt und dass überall, wo die Blätter sich decken, die grüne Farbe vollständig erhalten bleibt. „In den Pallisadenzellen der Blätter von *Mahonia* ist der ganze gegen die Epidermis gelegene Theil von einer abgerundeten, hyalinen und stark lichtbrechenden Masse eingenommen, die, wo die Blätter roth sind, schön karminroth, sonst schwach gelblich gefärbt erscheint und nach ihren Reactionen gegen Eisenchlorid und doppeltchromsaures Kali der Hauptmasse nach aus einem Gerbstoff besteht.“ Es wird übrigens nicht entschieden, ob der rothe Farbstoff thatsächlich Anthokyan sei, oder nicht.

¹ Ich referire hier im Sinne der Kraus'schen Ansichten über das Chlorophyll.

² Kraus: Weitere Mittheilungen über die winterliche Färbung grüner Pflanzentheile. Sitzungsber. der naturforsch. Gesellschaft zu Halle, Bot. Ztg. 1874, p. 406.

Schliesslich macht Kraus auf die interessante Thatsache aufmerksam, dass die Chlorophyllkörner im Winter ganz allgemein ihre Stellung verlassen, und in Klumpen zusammengelagert dem Zellinneren sich zuwenden. Doch liegt diese Erscheinung kaum mehr in dem Bereiche unseres Themas und soll deshalb auf dieselbe hier nicht näher eingegangen werden.

Nach den Untersuchungen des genannten Forschers wird demnach die Winterfärbung ausdauernder Blätter durch dreierlei Vorgänge bedingt, welche er in nachfolgender Weise zusammenstellt: 1. Braunfärbung durch eine eigenthümliche Modification des blaugrünen Chlorophyllbestandtheiles. 2. Rothfärbung durch das Auftreten eines in Gerbstoffballen eingelagerten, in Wasser löslichen rothen Farbstoffes. 3. Nüancenänderung des Blattgrün durch Umlagerung und Ballung der Chlorophyllkörner.

Ich werde später den Nachweis liefern, dass bei dieser Aufzählung ein wesentlicher Factor der winterlichen Verfärbungserscheinungen, nämlich das Vergilben der Zweige übergangen, oder richtiger gesagt, in die „Braunfärbung“ mit einbezogen wurde. Dasselbe ist jedoch von letzterer ganz unabhängig.

Gegen die von Kraus geäusserte Ansicht über die Ursache der Winterfärbung an *Thuja*, *Taxus* etc. hat zunächst Batalin¹ Einwände erhoben. Er stellt die ganze Erscheinung in Parallele mit der von ihm beobachteten Zerstörung des Chlorophylls in den Blättern zahlreicher Coniferen, herbeigeführt durch intensive Beleuchtung während des Frühjahres und Sommers. „Die von Kraus beobachtete Verfärbung der Blätter unter der Wirkung des Frostes ist nur an den dem starken Lichte ausgesetzten Blättern oder ihren Theilen bemerkbar. Die lederbraune Farbe im Winter können nur solche Blätter annehmen, deren Chlorophyllpigment vorher durch starkes Licht (bisweilen zum Theil) zerstört war, da im Winter aus dem Inneren des Strauches von *Thuja occidentalis* herausgenommen und in's freie Licht gestellte Zweige . . . sogar bei starken Frösten die lederbraune Farbe

¹ A. Batalin: Über die Zerstörung des Chlorophylls in den lebenden Organen, Bot. Ztg. 1874, p. 433.

nicht annehmen.“ Die in der ersten Hälfte dieses Satzes ausgesprochene Behauptung ist entschieden unrichtig; der Versuch, auf welchen sich Batalin stützt, lässt eine ganz andere Erklärung zu. — Schliesslich bestreitet der genannte Forscher die Wirksamkeit der Wärmestrahlung.

Askenasy ist im vorigen Jahre neuerdings auf diesen Gegenstand eingegangen ¹⁾, indem er zugleich die Kraus'sche Ansicht über das Zustandekommen der Winterfärbung ausdauernder Blätter in noch entschiedenerer Weise bekämpfte, als Batalin. Zunächst wird zugegeben, dass eine Wiederergrünung „missfärbiger“ Thujenzweige allerdings auch im Dunkeln erfolge; allein der Schluss, welchen Kraus aus dieser Thatsache zieht, sei nicht berechtigt. Askenasy führt dabei als Gegenargument auch folgenden Satz an: „Es ist bis jetzt kein einziger Fall bekannt, wo Chlorophyll lebender Pflanzen, oder Chlorophylllösung durch Einfluss niederer Temperatur ohne Mitwirkung des Lichtes zerstört oder verfärbt worden wäre.“ Überdies stellte er mit grünen Thujenzweigen einen directen Versuch an über die Einwirkung der Kälte auf die grüne Farbe der Blätter. Dieselben wurden 36 Stunden hindureh im Kältemischungsapparate belassen, worin sie einer Temperatur von minus 7—10°R. ausgesetzt waren. Doch hatte sich nach Ablauf dieser Zeit die schön dunkelgrüne Farbe der Zweige nicht geändert.

Stichhältig ist übrigens dieser Gegenbeweis nicht. Der Versuch lehrt blos, dass durch Kältewirkung direct keine Zerstörung des Chlorophylls herbeigeführt wird. Dasselbe lässt sich ganz leicht auch an Chlorophyllextracten nachweisen. Allein von Kraus ist ja eine derartige Umwandlung des Chlorophylls gar nicht behauptet worden. Er fasst vielmehr den ganzen Vorgang in der Weise auf, dass durch die Kältewirkung gewisse chemische Bestandtheile des Zellinhaltes, vielleicht organische Säuren, in die Möglichkeit versetzt werden, zerstörend, oder besser gesagt, modificirend auf das Chlorophyll einzuwirken. Tritt nun an einzelnen Thujenzweigen oder selbst an ganzen Sträuchern die Braunfärbung nicht auf — letzteres kommt auch

¹ Askenasy: Über die Zerstörung des Chlorophylls lebender Pflanzen durch das Licht. Bot. Ztg. 1875, p. 457, 473, 496.

thatsächlich in der Natur gar nicht selten vor — so wird man hieraus lediglich auf das Nichtvorhandensein jener das Chlorophyll verändernden Stoffe schliessen dürfen, nicht aber darauf, dass die Winterkälte überhaupt keinen Einfluss auf die Braunfärbung der Zweige besitze. — Es gibt übrigens auch einen directen Beweis für das Eintreten gänzlicher Zerstörung des Chlorophylls als einer Folge der Kältewirkung. Wiesner¹ zeigt nämlich in einer soeben erschienenen Abhandlung „Über die natürlichen Einrichtungen zum Schutze des Chlorophylls der lebenden Pflanze“, dass lebhaft grüne Blätter von *Oxalis acetosella*, deren Zellsaft bekanntlich stark sauer reagirt, sowohl in siedendem Wasser, als auch in Folge der Frostwirkung ihre lebhaftige Farbe verlieren und schmutzig lichtbräunlich werden.² Die obige Annahme Askénasy's kann desshalb nicht mehr als richtig gelten.

Gegenüber der Kraus'schen Ansicht wendet der letztere mit Recht ein, dass, weil es sich hier um den Einfluss andauernd niedriger Temperaturen handelt, neben der Strahlung auch die Leitung der Wärme in Betracht zu ziehen sei. Wenn die Leitungsfähigkeit des Mesophylls auch noch so gering ist, so können doch unmöglich so grosse Temperaturdifferenzen an den einzelnen Partien desselben Blattes oder Zweiges resultiren, dass die eine frei exponirte Stelle gänzlich verfärbt wird, die benachbarte vor Wärmestrahlung geschützte Stelle dagegen schön grün bleibt.

Auch Askénasy vergleicht die winterliche Färbung der Blätter mit der von Batalin beobachteten Vergilbung zur Frühlings- und Sommerszeit. Für jene winterlichen Verfärbungserscheinungen an Thujen und sonstigen Coniferen, die speciell Askénasy im Auge hat, ist diese Parallele in der That ganz zutreffend. Die daraus sich ergebende Folgerung, dass es auch in diesem Falle das Licht sei, welches die Verfärbung bewirkt, stützt sich zudem auf einige Beobachtungen über den das

¹ Wiesner: Über die natürlichen Einrichtungen etc., Festschrift zur Feier des fünfundzwanzigjährigen Bestehens der k. k. Zoolog.-Botan. Gesellschaft in Wien, 1876, p. 21 ff.

² Vgl. l. c. p. 24.

Protoplasma tingirenden Farbstoff selbst. Die Untersuchung des Alkoholextractes aus „rein gelben“ Zweigen führt Askénasy zu der Ansicht, dass der gelbe Farbstoff der Thujen ein Gemisch von durch Lichteinfluss verändertem Kyanophyll mit relativ viel Xantophyll darstellt, eine Ansicht, „die im Wesentlichen mit der von Kraus geäußerten übereinstimmen“ soll. Letzterer spricht übrigens von einem lederbraunen Pigmente und lässt sich aus seinen Angaben über dasselbe die von Askénasy betonte Übereinstimmung der beiderseitigen Ansichten wohl kaum erkennen.

Bezüglich der winterlichen Rothfärbung ausdauernder Blätter wird hervorgehoben, dass die theilweise Bedeckung der letzteren geradezu „Schattenrisse“ auf denselben hervorruft. Die rothen Backen der Äpfel, Birnen, Pflirsiche und anderer Obstarten entstehen immer auf der stärker beleuchteten Seite der Frucht. Es ist also, namentlich im ersteren Falle, das Licht als die Hauptursache der Rothfärbung anzusehen.

Wiesner¹ charakterisirt den gegenwärtigen Stand der ganzen Frage mit folgenden Worten: „Die Auffassung der Winterfärbung immergrüner Gewächse seitens G. Kraus ist also völlig verschieden von jener, welche in grosser Übereinstimmung mit einander Askénasy und Batalin gewonnen haben. Dass Kraus den Einfluss des Lichtes auf die Zerstörung des Chlorophylls übersieht, liegt wohl auf der Hand; andererseits sind auch die beiden anderen Forscher von einer einseitigen Auffassung der Verhältnisse nicht freizusprechen; unter der grossen Zahl von Beobachtungen, welche Kraus in seinen, die winterliche Färbung der immergrünen Gewächse betreffenden Arbeiten niedergelegt hat, sind einige enthalten, welche zweifellos mit der Wirkung des Lichtes auf das Chlorophyll Nichts zu schaffen haben.“

Wenn man die Mittheilungen von Kraus mit den Angaben Askénasy's aufmerksam vergleicht, so muss man schon im Vorhinein auf die Vermuthung gelangen, dass hier — abgesehen von der Nüancenänderung der Farbe grüner Blätter — nicht zwei, sondern drei verschiedene Verfärbungsweisen besprochen werden. Über die Röthung der Blätter kann allerdings kein

¹ L. c. p. 36.

Zweifel herrschen. Doch fällt es bezüglich der Gelb- und Braunfärbung auf, dass sich die Kraus'schen Beobachtungen stets nur auf mehr oder weniger dunkelbraune Zweige beziehen, während Askenasy von einem „sehr schwachen, oft ganz hellgelben Farbenton“ der Thujen spricht. Nichtsdestoweniger nehmen Beide an, dass hier nur eine einzige Erscheinung vorliege. Kraus betrachtet die Vergilbung als ein Übergangsstadium zur Braunfärbung und Askenasy spricht überhaupt nicht viel von gebräunten Zweigen. — Thatsächlich jedoch sind es zwei verschiedene Arten der Verfärbung, auf welche hier Rücksicht zu nehmen ist, und tritt diese Verschiedenheit gerade an *Thuja occidentalis* am Eclatantesten hervor. Die dunkel lederbraun verfärbten Sträucher waren niemals gelb und vergilbte Zweige dagegen werden niemals lederbraun. Es bilden desshalb die Thujen ein ausgezeichnetes Materiale für diesbezügliche vergleichende Untersuchungen. Denn nicht alle ausdauernden, im Winter sich verfärbenden Blätter zeigen blos eine dieser Verfärbungsweisen. Sehr häufig treten beide combinirt auf und erschweren durch das Hervorrufen scheinbarer Übergänge die richtige Erkenntniss des Sachverhaltes. Als Beispiel hiefür mag *Burns* gelten. Es ist dies gerade jener Strauch, auf den sich die Beobachtungen von Kraus zumeist beziehen.

Ich will nun die drei verschiedenen Arten der Winterfärbung ausdauernder Blätter an typischen Beispielen einzeln durchgehen und schliesslich die Combinationen betrachten, in welchen sie an ein- und derselben Pflanze auftreten können.

Die winterliche Gelbfärbung ausdauernder Blätter ist eine namentlich bei Coniferen ziemlich häufige Erscheinung. Ich beobachtete sie an *Thuja occidentalis* und *gigantea*, *Thujopsis dolobrata* S. Z., *Th. laete rivens* Lindl., *Cupressus Lawsoniana* Murray, *Chamaecyparis plumosa* Hort., *Pinus silvestris*, *P. Pichta* Fisch. und *Nordmanniana* Stev., *Abies lasiocarpa* und besonders deutlich an jungen Trieben von *Taxus baccata*. — Es ist dies offenbar dieselbe winterliche Verfärbungsweise, auf welche schon H. v. Mohl in Kürze hinwies, als er von dem

„schmutzig gelben Farbentöne“ verschiedener Coniferen sprach. Die mikroskopische Untersuchung der vergilbten Partien bestätigt diese Annahme. Das Protoplasma der Pallisadenzellen erscheint kernig, zuweilen „wolkig“, die stark verblassten Chlorophyllkörner sind nur sehr schwach contourirt und verschmelzen mitunter vollständig mit dem übrigen Protoplasma. Dieses letztere zeigt öfters eine schwach gelb-grünliche Färbung, auch in solchen Fällen, wo keine Desorganisation der Chlorophyllkörner stattfand. Doch scheint dieses Austreten des grünen Farbstoffs für die beginnende Zerstörung der Chlorophyllkörner charakteristisch zu sein. — Der Zellkern ist stets deutlich erhalten.

Was den Zeitpunkt des ersten Auftretens der Gelbfärbung anlangt, so fällt derselbe bereits in die Tage des Herbstes. Am 15. October v. J., lange vor Eintritt des Frostes, sah ich schon zahlreiche vergilbte Zweige von *Thuja*, *Pinus* und *Taxus*. Die Einseitigkeit der Verfärbung war stets deutlich erkennbar. Ausnahmslos waren es die der Lichtwirkung ausgesetzten Partien, welche entweder allein, oder doch um Vieles rascher verfärbt wurden, als die beschatteten Theile. An *Pinus silvestris* z. B. konnte man auf das Deutlichste wahrnehmen, wie den verschiedenen Beleuchtungsverhältnissen ein verschiedener Grad der Verfärbung entsprach. Die jungen Nadeln am Zweigende sind schon im November durchaus gelb, die älteren vergilben nur an ihrer Spitze vollständig. Im Übrigen lässt sich an jeder einzelnen Nadel eine heller und eine dunkler gefärbte Seite unterscheiden. Nur das untere Ende jedes Nadelpaares, dort wo dasselbe von den Schuppenblättchen umschlossen ist, bleibt immer lebhaft grün. — Am Auffallendsten kommen diese Verhältnisse an den Zweigen von *Thuja occidentalis* zur Geltung, die ja vermöge ihrer Gestalt und Lage den grösstmöglichen Gegensatz zwischen Beleuchtung und Beschattung zulassen. Während die eine Seite fast goldgelb gefärbt ist, behält die andere den ganzen Winter hindurch ihre grasgrüne Farbe. — An jungen *Taxus*-trieben gleicht sich dieser Unterschied sehr rasch aus, so dass nach wenigen Wochen sowohl Ober- als Unterseite der Blätter vergilbt erscheinen.

Es war wol im Voraus schon höchst wahrscheinlich, dass bei dem Zustandekommen dieser einseitigen Verfärbung auf keinerlei den Blättern oder Zweigen eigenthümliche Bilateralität Rücksicht zu nehmen sei. Wenn man einen vergilbten Zweig von *Thuja occidentalis*, natürlich ohne ihn zu beschädigen, in eine solche Lage bringt, dass nun die frühere Schattenseite dem Lichte ausgesetzt ist, so färbt sich nach einiger Zeit auch diese gelb. Ich muss auf diesen Umstand einiges Gewicht legen, da sich gebräunte Thujen ganz anders verhalten.

Der physiologische Process, welcher die hier zu besprechende Erscheinung hervorruft, schreitet den ganzen Winter hindurch, wenn auch nur langsam, fort, so dass die Gelbfärbung erst mit Eintritt des Frühjahrs ihre grösste Intensität erreicht hat. Es wird dabei — abgesehen von Altersunterschieden — lediglich von der Gestalt, Anordnung und Lage der Blätter, vom Aufbau der Zweige und von der isolirten oder geschützten Lage des ganzen Strauches oder Baumes abhängen, ob man schliesslich bloss eine vergilbte äussere und grüne innere Partie desselben unterscheiden kann, oder ob jeder einzelne Zweig, jedes Blatt diesen Gegensatz der Färbung veranschaulicht.

Als unmittelbare — doch nicht alleinige — Ursache der Gelbfärbung ist demnach das Licht anzusehen. Für die Richtigkeit dieser Behauptung sprechen sowohl die vorhin auseinandergesetzten Thatsachen, als auch das frühe Auftreten der Erscheinung. Man wird einer bestimmten Temperaturerniedrigung, die aber noch keinen Frost zur Folge hat, bloss insoferne einen Einfluss auf das Leben der Pflanze zugestehen, als sie gewisse physiologische Vorgänge einschränkt, oder selbst ganz aufhebt; an einen tieferen Eingriff in die Constitution des Organismus ist wohl kaum zu denken. In diesem Sinne erklärt sich also die winterliche Gelbfärbung ausdauernder Blätter durch eine unausgesetzte Zerstörung des vorhandenen Chlorophylls bei mangelnder Neubildung desselben¹. Das

¹ Sachs bringt in seiner Experimentalphysiologie (1865, p. 55) einige specielle Angaben über die untere Temperaturgrenze der Chlorophyllbildung: Keimlinge von *Phaseolus multiflorus* blieben bei Temperaturen unter 6° C. binnen 15 Tagen am Lichte gelb. Ebenso Keimpflanzen

Licht zerstört das Chlorophyll, doch erst die Temperaturerniedrigung macht diese Zerstörung ersichtlich. Von Wiesner¹ wird die Gelbfärbung im gleichen Sinne erklärt.

Wenn dann zu Beginn des Winters auch Temperaturen unter Null sich einstellen, so können diese an dem bisherigen Gang der Verfärbung nichts ändern. Doch scheinen sie auf die Organisation des Protoplasmas vergilbter Zellen in höherem Masse einen störenden Einfluss auszuüben, als auf jenes der grün gebliebenen Zellen.

Bringt man gelbe Thujenzweige in's warme Zimmer, so ergrünen sie nach einiger Zeit². Stellt man sie aber, selbstverständlich bei gleicher Temperatur, in's Dunkle, so ändert sich ihre gelbe Färbung nicht im Geringsten. Bei Lichtausschluss erfolgt eben keine Neubildung von Chlorophyll.

Ich habe diesen Versuch hier nur deshalb angeführt, weil er auf das Klarste beweist, dass Kraus, welcher auch im Dunkeln ein Wiederergrünen gebräunter Zweige beobachtete, eine andere Verfärbung im Auge hat, als Askénasy.

Die Vergilbung tritt niemals an allen Gewebspartien der Blätter so vollständig auf, dass ein aus zerriebenen Zweigen gewonnener Alkoholextract blos den die Gelbfärbung bedingenden Farbstoff, d. i. das Zerstörungsproduct des Chlorophylls enthielte. Das Schwammparenchym und zum Theile selbst die Pallisadenzellen führen regelmässig noch unverändertes Chlorophyll, welches sich aus dem gelbgrünlichen Extracte durch Benzol leicht ausschütteln lässt. Nach erfolgter Trennung der Farbstoffe ist die weingeistige Lösung um Vieles dunkler gelb, als nach dem Ausschütteln eines gewöhnlichen, mässig concentrirten Chlorophyllextractes. Denn einestheils tritt hier, wie schon Askénasy hervorhob, das schwerer zerstörbare Xanthophyll in relativ reicheren Mengen auf, als sonst, und anderentheils geht das ebenfalls gelblich gefärbte Zerstörungsproduct des Chlorophylls nur zum geringsten Theile in das Benzol über.

von *Zea Mais*. An *Brassica Napus* dagegen zeigte sich nach 3 Tagen eine Spur Grün bei 3—5° C., welches sich nach 7 Tagen sättigte.

¹ L. c. p. 37.

² Vgl. Askénasy, Bot. Ztg., 1867.

Jüngere Blätter und Zweige werden leichter verfärbt, als ältere. Am schönsten lässt sich dies an *Taxus baccata* beobachten, wo die verschiedenen Blätter, ihrer Altersfolge entsprechend, drei bis vier ganz bestimmte Abstufungen der Gelbfärbung zeigen. Die freiere Exposition, die vollständigere Durchleuchtung und schliesslich die grössere Empfindlichkeit junger Pflanzentheile überhaupt, erklären in genügender Weise die besprochene Erscheinung.

Auf eine zweite Frage, wesshalb nur bestimmte Pflanzenspecies, oder wie z. B. bei *Thuja occidentalis* nur einzelne Individuen von der winterlichen Gelbfärbung betroffen werden, andere dagegen grün bleiben, oder die Braunfärbung zeigen, auf diese Frage ist gegenwärtig noch keine genügende Antwort möglich. Ein diesbezüglicher Versuch über die Zerstorbarkeit des Chlorophylls vergilbter und nicht vergilbter Thujen wurde in folgender Weise durchgeführt. Ich extrahirte aus den grün gebliebenen Zweigen eines sonst vergilbten Strauches das Chlorophyll durch Alkohol und brachte die Lösung mit dem ebenfalls alkoholischen Chlorophyllextracte einer durchaus unverfärbten Thuja auf genau die gleiche Concentration. Hierauf wurden beide Lösungen in vollständig gleich weiten Eprouvetten der Wirkung des diffusen Tageslichtes ausgesetzt. Schon nach wenigen Tagen zeigte sich in ihrer Färbung ein merkbarer Unterschied. Die von der theilweise vergilbten *Thuja* herrührende Lösung zeigte eine dunkler gelbbraune Farbe, als die Vergleichslösung. Als letztere schon vollständig verblasst und farblos war, besass erstere noch immer ihre gelbbraunliche Färbung. Ich modificirte sodann den Versuch in der Weise, dass ich beide Chlorophyllextracte vorerst mit gleichen Mengen von Benzol schüttelte, und nun die verschiedenen Lösungen gesondert der Wirkung des Lichtes aussetzte. Es stellte sich dabei heraus, dass die Xantophylllösungen in ganz gleicher Weise und in derselben Zeit entfärbt wurden, dass hingegen die Benzol-Chlorophyllextracte ¹ (Kyanophyll nach Kraus)

¹ Bezüglich der Trennung der sog. Chlorophyllbestandtheile folge ich hier den Anschauungen Wiesner's, Cohn's und theilweise Pringsheim's: Schüttelt man eine weingeistige Roh-Chlorophylllösung mit Benzol, so geht in das letztere eigentliches Chlorophyll über, während das Xantophyll im Weingeiste zurückbleibt.

genau dasselbe Verhalten zeigen, wie es vorhin beschrieben wurde: Dunklere Färbung und langsames Verblässen auf der einen, hellerer Farbenton und raschere Zerstörung auf der anderen Seite.

Wenn es nun auch leicht einzusehen ist, dass die soeben erörterte Erscheinung dem Zustandekommen der Gelbfärbung nur günstig sein kann, so dürfte es doch andererseits schwer fallen, sie auf befriedigende Weise zu erklären. Die Annahme, dass man es hier mit einer eigenthümlichen Modification des Chlorophylls selbst zu thun habe, ist wohl abzuweisen. Viel wahrscheinlicher ist es, dass in den vergilbenden Thujen eine besondere, uns nicht näher bekannte Substanz vorkommt, welche die Zerstörung des Chlorophylls durch das Licht in der besprochenen Weise modificirt. Die Zusammensetzung des Bodens scheint hierbei von gar keinem Einflusse zu sein, da oft gelbe, grüne und braune Thujen dicht nebeneinander stehen. Bis auf weiteres wird man daher die Gelbfärbung als eine zum Theil besonderen Pflanzenspecies zukommende, zum Theil ganz individuelle Eigenthümlichkeit auffassen müssen.

Die winterliche Braunfärbung ausdauernder Blätter ist eine ebenso häufige Erscheinung, als die Gelbfärbung. Bald lässt sich eine tief lederbraune Farbe beobachten, wie z. B. an *Thuja orientalis* und oft auch an *Th. occidentalis*; bald ähnelt dieselbe mehr dem Rostroth und mag hier ebenfalls *Thuja occidentalis* als Beispiel dienen. Zuweilen zeigt sie einen Stich in's Grünliche — *Thuja plicata*, *Sequoia gigantea* — oder Schwärzliche — *Taxus baccata*, *Wellingtonia*.

Auch diese Verfärbungsweise betrifft die der Lichtwirkung oder Wärmestrahlung ausgesetzten Partien der Blätter und zeichnet sich hierbei durch streng locales Auftreten aus. Wo die jüngsten Fiederästchen von *Thuja* sich kreuzweise decken, da unterbricht ein grünes 2—3 Quadratmillimeter grosses Fleckchen die braune Färbung. Vollständig unverändert bleibt zwar die Farbe der Schattenseite nicht erhalten, doch ist es lediglich ein Nüancenunterschied des Grün, welcher hier in Betracht kommt.

Die mikroskopische Untersuchung der gebräunten Blätter ergibt folgendes Resultat:

Das Protoplasma der Pallisadenzellen ist ganz gleichmässig von einem rothbraunen Farbstoffe tingirt, wobei die Chlorophyllkörner, so lange sie eben noch erhalten sind, genau dieselbe rothbraune Färbung besitzen, wie der übrige Zellinhalt. Doch dauert es gewöhnlich nur einige Wochen, bis sie auch die Selbständigkeit der Form eingebüsst haben. Man sieht dann in jeder Zelle nichts als braunes, wolkiges Protoplasma und darin eingebettet den Zellkern sammt einem oder zwei grösseren Öltropfen.

Ich habe übrigens durch einen höchst einfachen Versuch den Nachweis geliefert, dass in den gebräunten Zellen noch reichlich Chlorophyll vorhanden ist. Taucht man nämlich einen braunen Zweig von *Thuja plicata* nur wenige Secunden hindurch in siedendes Wasser, so nimmt er sofort eine ziemlich lebhaft grüne Farbe an. Dasselbe Resultat erhält man, wenn der Zweig in heisses Öl (von 100°C.) getaucht oder an eine erhitzte Metallplatte gedrückt wird. Man ist hieraus zu folgern berechtigt, dass der die Bräunung hervorruhende Farbstoff das Chlorophyll der Pallisadenzellen bloß maskire.

Es war im Vorhinein kaum anzunehmen, dass die stattgefundenen Temperaturerhöhung den braunen Farbstoff in Chlorophyll verwandelt habe; man musste sich vielmehr fragen, ob derselbe durch die Siedehitze entweder zerstört oder vielleicht in der Weise bloß umgelagert worden sei, dass nunmehr das Chlorophyll in erster Linie die Färbung des Zweiges beeinflusste. Ich wählte mir, um dies zu entscheiden, zwei möglichst gleich grosse und gleich schwere Zweige von *Thuja plicata*, welche, von ein- und demselben Baume stammend, nicht den geringsten Unterschied bezüglich der Bräunung erkennen liessen. Einer von diesen Zweigen wurde durch momentanes Eintauchen in kochendes Wasser zum Ergrünen gebracht, worauf ich jeden einzeln zerrieb und mit bestimmten Mengen von Alkohol so lange behandelte, bis schliesslich alles Chlorophyll extrahirt war. Ich erhielt derart zwei vollkommen gleich gefärbte und gleich concentrirte Lösungen, jede von derselben bräunlichgrünen Farbe. Es war also in dem einen Falle weder Chlorophyll rückgebildet noch der Farbstoff zerstört worden; thatsächlich erfolgte eine

blosse Aenderung in der Vertheilungsweise des grünen und des braunen Farbstoffes.

An den intensiv braun gefärbten Zweigen von *Thuja occidentalis* ist dieses Experiment nicht durchführbar; der braune Farbstoff tritt bereits in relativ zu grossen Mengen auf. Ich werde jedoch am Schlusse dieses Abschnittes zeigen, dass auch hier in den Pallisadenzellen noch unverändertes Chlorophyll vorkommt.

Nach den soeben mitgetheilten Erfahrungen ist es gewiss sehr überraschend, dass jene Farbstoffextracte, die man durch blosses Einlegen unversehrter brauner Thujenzweige in Weingeist erhält, zwar lebhaft gelbbraunlich gefärbt sind, aber keine Spur von Chlorophyll enthalten. Je länger die Einwirkung des Alkohols dauert, desto gesättigter wird die Lösung, bis man endlich selbst durch das Zerreiben der Zweige und nachträgliche Behandlung mit dem Lösungsmittel kein Chlorophyll mehr zu gewinnen vermag. Und doch war die Schattenseite der Zweige grün gewesen; fast im gesammten Blattparenchym war Chlorophyll nachweisbar.

Gleichzeitig mit diesem auffälligen Verschwinden des Chlorophylls kann eine ausserordentliche Vermehrung des braungelben Farbstoffs beobachtet werden. Man vergleiche nur den dunkel grünbraunen Extract aus zerkleinerten und zerriebenen Zweigen mit jener intensiv gelbbraunen Lösung, die auf die vorhin geschilderte Weise zu Stande kommt.

Es ist hier demnach eine fortschreitende Neubildung des braunen Farbstoffs auf Kosten des vorhandenen Chlorophylls anzunehmen, eine Neubildung, die, was ich nachträglich bemerken will, auch im Dunkeln vor sich geht. Durch das Einlegen der Zweige in Alkohol wird das Protoplasma der Chlorophyll führenden Zellen getödtet und somit für die verschiedensten Substanzen des Zellsaftes in hohem Grade durchlässig. Einzelne derselben können nun in viel wirksamerer Weise, als unter normalen Verhältnissen — d. h. zur Zeit der Winterkälte — modificirend auf das Chlorophyll einwirken. Die vollständige Umbildung desselben in braunen Farbstoff ist nichts als die Fortsetzung und der Abschluss eines schon durch die Wirkung der Kälte eingeleiteten Vorganges. Licht ist hierzu nicht erforderlich. Die Umwandlung des Chlorophylls geht

nur langsam von Statten, und bloss aus dieser Ursache färben sich die erhitzten Thujenzweige nicht allsogleich noch intensiver braun, als sie es ohnehin schon waren.

Bevor ich jedoch in meinen Auseinandersetzungen über die Ursachen und das Zustaudekommen der Braunfärbung fortfahre, muss hier noch eine ausführliche Darstellung der chemischen und physikalischen Eigenschaften des in Rede stehenden Farbstoffes eingeschaltet werden.

Derselbe ist wie das Chlorophyll in Wasser unlöslich, durch Alkohol, Äther und andere Lösungsmittel des Chlorophylls dagegen bald mehr, bald weniger leicht extrahirbar. Schüttelt man eine weingeistige Lösung mit Benzol, so nimmt letzteres entweder die gelbbraunliche Farbe des Extractes an, oder es färbt sich — und dies ist der gewöhnliche Fall — schwach röthlich. Man hat es demnach mit einem Farbstoffgemisch zu thun. Doch lässt sich hier das Benzol lange nicht so vortheilhaft als Trennungsmittel anwenden, als wie bei einer normalen Roh-Chlorophylllösung. Etwas günstigere Resultate erhält man, wenn Terpentin- oder Olivenöl verwendet wird. Am schnellsten und vollständigsten jedoch erfolgt die Trennung der beiden Farbstoffe durch Schwefelkohlenstoff: im Alkohol verbleibt ein Körper von rein gelber Farbe, das unveränderte Xantophyll, während sich der Schwefelkohlenstoff eigenthümlich weinroth färbt. Ursache dieser Färbung ist eben die hier zu besprechende Modification des vom Xantophyll getrennten Chlorophylls oder Kyanophylls nach Kraus. Die eigentliche Farbe des Pigmentes ist demnach eine andere, als die der gebräunten Zweige.

Von den makrochemischen Reactionen des braungelben Farbstoffes (verändertes Chlorophyll und Xantophyll) sei nur eine geringe Anzahl hervorgehoben. Ganz kleine Mengen einer Mineralsäure, welche normales Chlorophyll bekanntlich in braunes „Säurechlorophyll“ umwandeln, bewirken noch keinerlei sichtbare Veränderung. Giesst man jedoch langsam und vorsichtig † etwas mehr Säure zu, so nimmt die Lösung genau die-

† Diese Reaction erfordert desshalb einige Vorsicht, weil aus den gebräunten Thujenzweigen durch Alkohol auch ein als Chromogen auftretendes Glykosid extrahirt wird, welches nach Zusatz von concentrirter

selbe blaugrüne Farbe an, wie das Säurechlorophyll bei gleicher Behandlung. In beiden Fällen entsteht das von Frémy als Phyllokyanin bezeichnete Chlorophyllderivat.

Auch den Alkalien gegenüber zeigt der braungelbe Thujenfarbstoff dasselbe Verhalten, wie das Säurechlorophyll. Concentrirte Kalilauge färbt beide intensiv rothbraun.

Nach Timiriaseff¹ soll zerstörtes oder Säurechlorophyll mit einer Lösung von Zinkoxyd in Kali erwärmt, in normales Chlorophyll zurückverwandelt werden. Auch der Thujenfarbstoff nimmt, wenn er mit dem erwähnten Reagens erhitzt wird, eine grüne Farbe an, doch hat man es weder in dem einen noch in dem anderen Falle mit wirklichem Chlorophyll zu thun. Schon das Fehlen der Fluorescenz spricht deutlich dagegen. Askew² hat auch auf einige spectroscopische Unterschiede aufmerksam gemacht, und führt an, dass bei dem restituirten Chlorophyll Timiriaseff's das Band I im Roth eine deutliche Duplicatur zeigt und die Streifen II und III sehr stark geschwächt sind. Die Verdoppelung des ersten Bandes kann übrigens noch keinen Beweis gegen die Chlorophyllnatur der grünen Lösung abgeben, da dieselbe neuerlich von Pringsheim² als eine Eigenthüm-

Salz- oder Schwefelsäure ein rothviolettes Spaltungsproduct liefert. Man darf sich daher nicht beirren lassen, wenn die zu untersuchende Farbstofflösung — wie übrigens jeder aus Coniferenblättern bereitete Chlorophyll-extract — durch grössere Säuremengen nur anfänglich blaugrün, bald darauf aber tief rothbraun gefärbt wird. Die Bildung des Phyllokyanin wird überhaupt nur deshalb ersichtlich, weil die Zersetzung des Chromogens etwas langsamer vor sich geht, als jene des Chlorophylls oder des braungelben Thujenfarbstoffes. Untersucht man nach mikrochemischer Methode, so ist eine Störung der Reaction nicht zu befürchten. Das Glykosid ist bloss den Zellwänden des Hypoderms und der Gefässbündel eingelagert, wesshalb an Querschnitten allmählig das gesammte Mesophyll, insoweit es im Sommer grün ist, durch Behandlung mit Salzsäure eine spangrüne Farbe erhält.

¹ Timiriaseff: Untersuchungen über das Chlorophyll, Petersburg 1872.

² Pringsheim: Untersuchungen über das Chlorophyll, erste Abth. Monatsber. der Berliner Akademie der Wissensch. vom October 1874. Die Verdoppelung des Bandes I ist schon von Gerland, Schönönn und Rauwenhoff angegeben, von Kraus jedoch geleugnet worden.

lichkeit auch des normalen Chlorophyllspectrum nachgewiesen wurde. — Mir fiel folgender Unterschied auf: Die Streifen I und II sind überhaupt verschwunden und ist an ihre Stelle ein einziges, dunkles, scharfbegrenztes Band getreten, welches hinsichtlich seiner Lage die Mitte einhält zwischen den beiden ersten Bändern des normalen Chlorophyllspectrum.

Ich gehe nun auf das spectroscopische Verhalten des unveränderten Farbstoffes über. Da, wie schon Kraus mittheilte, der eine Bestandtheil desselben normales Xantophyll ist, so gedenke ich hier bloss jene zweite, dunkelrothe Lösung zu berücksichtigen, welche man durch Schütteln des alkoholischen Farbstoffextractes mit Schwefelkohlenstoff erhält. Die Untersuchung wurde mit dem Browning-Sorby'schen Mikrospectralapparate durchgeführt. Im Nachstehenden folgen die Resultate derselben:

1. Das Band I gleicht vollständig dem homologen Streifen im Spectrum des durch eine organische Säure zersetzten Chlorophylls. Es ist etwas schmaler, als wie bei normaler Chlorophylllösung und scheint desshalb gegen das rothe Ende des Spectrum verschoben. Die Duplicatur ist bloss unter sehr günstigen Umständen andeutungsweise sichtbar.

2. Band II ist wie beim Säurechlorophyll gegen Violett zu verschoben.

3. Hinter der *D*-Linie beginnt plötzlich eine starke Verdüsterung des Spectrum; sie reicht bis

4. zum Bande IV, welches genau dieselbe Lage, Breite und Stärke besitzt, wie das charakteristische Band IV *a* des Säurechlorophylls.

5. Hierauf folgt abermals eine schon von Kraus beobachtete Verdüsterung. Das nächste breite Band auf der Fraunhofer'schen Linie *F* kann entweder als der gegen Violett verschobene Streifen IV *b* des Säurechlorophylls oder als das gegen Roth vorgerückte Band V des unveränderten Chlorophylls betrachtet werden.

6. Bald darnach erstreckt sich eine continuirliche Absorption des Blau und Violett bis an das Ende des Spectrum.

Abgesehen von den beiden charakteristischen Verdüsterungen zwischen *D* und *F*, welchen der durch Schwefelkohlenstoff

ausgeschüttelte Farbstoff seine rothe Färbung verdankt, ist die Ähnlichkeit seines Spectrums mit dem des „Säurechlorophylls“ auf den ersten Blick erkennbar. Wenn aber auch organische Säuren bei der Umwandlung des Chlorophylls gebräunter Thujen höchst wahrscheinlich direct betheiligte sind, so spielen doch jedenfalls auch andere, fragliche Substanzen hierbei eine wichtige Rolle.

Das Auftreten der Braunfärbung ist strenge an den Eintritt des Frostes gebunden. Sie unterscheidet sich in dieser Beziehung wesentlich von der Vergilbung ausdauernder Blätter. Diese Abhängigkeit der Erscheinung von der Wirkung der Kälte hat bereits Kraus unzweifelhaft sichergestellt. Der Zusammenhang zwischen dem Auftreten der Braunfärbung und dem nächtlichen Reife mag als ein hierher gehöriges Beispiel angeführt werden. Nach meinen eigenen Beobachtungen ist manchmal selbst grössere Kälte (minus 6—8° C.) nothwendig, damit die Verfärbung zu Stande komme. Dies gilt namentlich für ältere Zweige von *Taxus baccata*. — Es muss hier ausdrücklich betont werden, dass der Braunfärbung durchaus keine Vergilbung der Zweige, hervorgerufen durch Zerstörung des Chlorophylls im Lichte, vorauszugehen braucht. An *Thuja occidentalis* geht die herbstlich dunkelgrüne Farbe der Blätter ohne weiteres in's Dunkelbraune über, und so geschieht es auch in allen anderen Fällen, wo man es nicht mit einer Combination zweier Verfärbungsweisen zu thun hat.

Wenn wir uns ferner die schon oben erwähnte Unabhängigkeit der Farbstoffbildung vom Lichte vergegenwärtigen, so kann es keinem Zweifel mehr unterliegen, dass die winterliche Braunfärbung der Blätter eine unmittelbare Folge der Kälte ist. Das Protoplasma wird durchlässig für bestimmte das Chlorophyll modificirende Substanzen des Zellsaftes, ohne dabei seine Lebensfähigkeit einzubüssen; denn mit Eintritt der warmen Jahreszeit bildet es sofort neue Chlorophyllkörner.

Wie aber erklärt sich nun die Einseitigkeit der Braunfärbung? Kraus, welcher die Kälte als alleinige Ursache der letzteren ansieht, glaubt in der Wärmestrahlung den Grund für diese Erscheinung erblicken zu müssen. Zu den Einwänden, welche bereits von Batalin und Askensy dagegen erhoben

wurden, gesellt sich noch der hinzu, dass ja die Zweige von *Thuja occidentalis* eine mehr oder weniger verticale Stellung einnehmen, und folglich die Bedingungen der Wärmestrahlung in sehr ungenügender Weise erfüllt sind. Wenn man übrigens einen gebräunten Thujenzweig derart um einen Winkel von 180° dreht, dass nun die grüne Schattenseite nach aussen gewendet erscheint, und denselben in dieser Lage befestigt, so ist selbst nach wochenlanger Frostwirkung keinerlei Änderung der grünen Farbe bemerkbar.

Aus all diesen Thatsachen leitet sich nachstehende Erwägung ab:

Wenngleich die winterliche Bräunung der Blätter als eine unmittelbare Folge der Frostwirkung anzusehen ist, so muss doch die Einseitigkeit derselben auf den Einfluss des Lichtes zurückgeführt werden. Dieser Einfluss ist in der Weise zu verstehen, dass die einseitige Beleuchtung schon zur Zeit der Vegetationsperiode, welche der Winterfärbung vorausgeht, eine chemische Bilateralität der Zweige hervorruft, die nun gerade in dem verschieden reichlichen Auftreten der das Chlorophyll modificirenden Stoffe des Zellinhaltes besteht. So gut als das Licht eine Bilateralität im morphologischen Bau der Thujenzweige bedingt¹, kann es eine solche auch hinsichtlich der chemischen Zusammensetzung der Gewebe verursachen. Dass man thatsächlich von einer „chemischen Bilateralität“ der Blätter sprechen darf, lehrt folgende Beobachtung: Die Blätter von *Taxus baccata*, zur Winterszeit untersucht, weisen in den Pallisadenzellen bloss fettes Öl, im Schwammparenchym dagegen bloss Stärke auf². Dasselbe kann mehr oder weniger deutlich auch an anderen Coniferenblättern beobachtet werden.

Das Licht schafft also im Sommer und Herbste die Vorbedingungen der winterlichen Braunfärbung und somit auch des einseitigen Auftretens der-

¹ Vgl. A. B. Frank: Über den Einfluss des Lichtes auf den bilateralen Bau der symmetrischen Zweige von *Thuja occidentalis*, Jahrb. f. wissensch. Botanik von Pringsheim, Bd. IX, p. 147 ff.

² Eingehende Untersuchungen über diesen Gegenstand behalte ich mir vor.

selben. Doch erst die Kältewirkung ist die Verfärbung selbst hervorzurufen im Stande.

Es erübrigt mir noch, das Wiederergrünen gebräunter Zweige einer etwas eingehenderen Besprechung zu unterziehen. Von Kraus wird bekanntlich angenommen, dass bei diesem Prozesse der braune Farbstoff eine Rückwandelung in normales Chlorophyll erleide, und dass hierzu bloss Wärme nothwendig, das Licht dagegen entbehrlich sei. Das Wiederergrünen erfolge deshalb auch im Dunkeln. Mir hat nun gerade diese letztere Thatsache die Vermuthung nahegelegt, dass der ganze Vorgang auf einem blossen Verschwinden des braungelben Farbstoffes beruhen dürfte, in welcher Ansicht mich das oben angeführte Experiment mit den braunen Zweigen von *Thuja plicata* natürlich bestärkt hat.

Zur Entscheidung dieser Frage wurde folgender Versuch durchgeführt.

Wie in einem früheren Falle verwendete ich zwei gleich stark gebräunte und dabei gleich grosse und gleich schwere Zweige, diesmal von *Thuja occidentalis*, von denen der eine in einen kalten ($1-4^{\circ}\text{C}$.), der andere in einen warmen ($15-18^{\circ}\text{C}$.) und dunklen Raum gebracht wurde. Dieser letztere Spross war innerhalb zweier Wochen schön ergrünt. Nun zerrieb ich jeden der beiden Zweige und erschöpfte ihn vollständig mit gleichen Mengen von Weingeist. Die eine Lösung war intensiv grün, die zweite dunkel braungrün gefärbt. Hierauf schüttelte ich dieselben mit gleichen Mengen von Benzol, dem gegenüber der amethystrothe Thujenfarbstoff ein ähnliches Verhalten zeigt, wie das Xanthophyll. Durch Schütteln mit oftmals erneuertem Weingeist, selbstverständlich nachdem alles Chlorophyll in das Benzol übergegangen war, erzielte ich eine vollständige Trennung des Chlorophylls vom Farbstoffe. Die beiden Lösungen waren nun durchaus vergleichbar geworden. Allein sie zeigten weder hinsichtlich der Färbung noch in Bezug auf die Concentration einen merkbaren Unterschied. Dies beweist uns also, dass das Wiederergrünen gebräunter Zweige durch ein blosses Verschwinden des Farbstoffes, d. h. durch den Eintritt desselben in den erneuten Stoffwechsel, erklärt werden kann, und Nichts hindert uns, diese ein-

fachste Annahme auch als die richtigste anzusehen. — Aus dem mitgetheilten Versuche geht aber ferner hervor, dass nur ein sehr geringer Theil des vorhandenen Chlorophylls zur Bildung des braungelben Farbstoffes verwendet wird. Bloss durch sein ausserordentliches Tingirungsvermögen ist derselbe im Stande, eine entschiedene Braunfärbung an den Blättern hervorzurufen.

Die winterliche Rothfärbung ausdauernder Blätter ist die dritte Verfärbungsweise, auf welche hier näher eingegangen werden soll. Sie ist bekanntlich eine sehr häufige Erscheinung und H. v. Mohl hat eine ansehnliche Liste von Vertretern aus den einzelnen Pflanzenfamilien zusammengestellt, deren Blätter mit Eintritt des Winters sich roth färben. Doch scheint die Röthung in nicht wenigen Fällen bereits so frühe aufzutreten, dass der Ausdruck „Winterfärbung“ zuweilen nicht mehr ganz zutreffend ist.

Wenn es sich bloss um die bereits zu Stande gekommene Erscheinung selbst handelt, so stellen sich dem Beobachter wohl nur geringe Schwierigkeiten in den Weg. Es ist leicht zu constatiren, dass das rothe Pigment im Zellsafte gelöst ist, möge es nun die Oberhaut des Blattes oder auch das Chlorophyll führende Gewebe desselben roth färben. Wenn sich in der Zelle auch andere Lösungsmittel des Farbstoffes befinden, die aber mit dem Zellsafte nicht leicht mischbar oder in „Saftbläschen“ eingeschlossen sind, so diffundirt das rothe Pigment auch in diese über. Nicht selten sind dann die betreffenden Flüssigkeitstropfen intensiver roth gefärbt, als der Zellsaft selbst. Wo z. B. in anthokyanhaltigen Zellen des Mesophylls auch sogenannte „Gerbstoffballen“, das sind stark lichtbrechende Tropfen einer concentrirten Gerbstofflösung vorkommen, da sind dieselben meist dunkel purpurroth gefärbt und können so zur Annahme verleiten, als wären sie die ursprünglichen Träger des Pigments. Doch ist dies, soweit meine Beobachtungen reichen, niemals der Fall.

Hinsichtlich der Vertheilung des rothen Farbstoffes in den einzelnen Gewebsformen der Blätter habe ich namentlich

verschiedene Crassulaceen, an welchen die winterliche Rothfärbung besonders schön ausgeprägt ist, etwas eingehender untersucht.

Die Blattrosetten von *Sempervivum* zeigen vollständige Röthung an all den vom Lichte getroffenen Partien. Es können wohl nirgends so deutlich abgegrenzte „Schattenrisse“ auf den sich wechselseitig deckenden Blättern zum Vorschein kommen, als wie gerade hier. Die Zellen der Oberhaut sind meist durchwegs geröthet; nur die Spaltöffnungs- und deren Nachbarzellen sind farblos. Bei *Sempervivum*, *Sedum* etc. gehen die Schliesszellen der Spaltöffnung bekanntlich aus einer Urmutterzelle hervor, die sich erst mehrfach theilt, bis die eigentliche Mutterzelle gebildet wird. Es entsteht so rings um die Spaltöffnung ein Complex zusammengehöriger Zellen, die schon durch ihre Anordnung auf eine gemeinschaftliche Urmutterzelle hinweisen. Diese Zellen sind es nun, welche auch später, nachdem man es in der Epidermis längst schon mit einem Dauerewebe zu thun hat, ihre Zusammengehörigkeit auf die vorhin angeführte Weise erkennen lassen. Sie bilden runde, farblose Inseln in der sonst purpurrothen Epidermis.

Bei *Sempervivum calcareum* Jord., *glaucum* Ten. und *Mettenianum* Lehm. et Schn. machte ich ferner die nicht uninteressante Beobachtung, dass am Grunde der Blätter, wo in Folge des Lichtmangels selbst kein Chlorophyll mehr gebildet wird, nichtsdestoweniger ebenfalls eine schön rosenrothe Färbung der Oberhaut und des Mesophylls auftritt. Jedes Blatt sondert sich gleichsam in drei Theile: der oberste besitzt eine dunkelrothe Epidermis und Chlorophyll führendes Mesophyll, der mittlere zeigt bloss die Grünfärbung, der untere Theil bloss Röthung. — Ich werde später, wenn von den Ursachen der Rothfärbung die Rede sein wird, auf dieses Verhältniss nochmals zurückkommen.

Bei den Arten der Gattung *Sedum* röthen sich ebenfalls die dem Lichte zugekehrten Partien der Blätter. Die Oberhaut ist entweder, mit Ausnahme der Spaltöffnungszellen, im weiteren Sinne des Wortes ¹ gleichmässig verfärbt, oder die anthokyan-

¹ Also die gesammte Descendenz der Urmutterzelle.

hältigen Zellen bilden ein weitmaschiges Netz, in dessen einzelnen Maschen sich je eine ungewöhnlich grosse und farblose Zelle befindet. Es sind dies die von Engler an Sedumblättern entdeckten Schlauchzellen. Als Beispiele führe ich *Sedum album* L. und *S. Clusianum* Gass. an.

Bei all den von mir untersuchten Species dieser Gattung waren die in die Blätter einbiegenden Gefässbündel von purpurrothen Strangscheidern umhüllt. Die Gefässbündel selbst waren farblos. Es enthielt allerdings nicht jede Strangscheidenzelle Anthokyan, wohl aber die Mehrzahl derselben. An Längsschnitten konnte man derart schon makroskopisch den durch feine, dunkelrothe Linien angedeuteten Verlauf der Gefässbündel wahrnehmen. — Auch einzelne Zellen des Mesophylls waren oftmals geröthet; sie bildeten bei *Sedum reflexum* L. 3—4 Zellreihen unterhalb der Epidermis, mit gänzlich unverfärbten Zellen häufig abwechselnd, eine geradlinig fortlaufende Reihe, während am Querschnitte des cylindrischen Blattes ein ziemlich vollständiger Ring sichtbar wurde. Die roth tingirten Mesophyllzellen lagen also in der Mantelfläche eines Cylinders.

Bei *Umbilicus chrysanthus* Boiss. et Hldr. färbt sich merkwürdigerweise gerade die Descendenz der Urmutterzelle bis auf die beiden Schliesszellen roth. Der übrige Theil der Epidermis zeigt die Röthung nur stellenweise oder auch gar nicht.

Ausser den besprochenen Crassulaceen sei hier noch *Saxifraga Geum* angeführt: Licht- und Schattenseite der Blätter sind in ganz gleicher Weise geröthet. An der Blattunterseite fallen ungefähr 1 Millim. breite, dem Verlaufe der Gefässbündel folgende Streifen durch ihre ausnehmend dunkelrothe Färbung auf. Dieselben sind aus länglichen, verhältnissmässig grossen Zellen zusammengesetzt und fehlen hier die sonst sehr zahlreichen, lichten Spaltöffnungszellen. — Übrigens führt nicht bloss die Oberhaut, sondern auch das Pallissaden- und theilweise selbst das Schwammparenchym Anthokyan.

Wenn ich mich dieser letzteren Bezeichnung nun schon zu wiederholten Malen bedient habe, so geschah dies desshalb, weil sie vorläufig doch mehr ein Sammelname für einen gewissen Farbstoffcomplex, als die Benennung eines genau präcisirten,

chemischen Individuums ist ¹. Eingehende Untersuchungen über die chemische Natur des rothen Farbstoffes habe ich nicht angestellt, doch scheint es mir als nahezu gewiss, dass derselbe wirklich in einem genetischen Zusammenhange mit den Gerbstoffen stehe. Ob jedoch der Gerbstoff direct als Chromogen des Anthokyans auftritt, wie von Wigand² behauptet wurde, ist allerdings noch fraglich.

Was die Ursachen der winterlichen Rothfärbung anlangt, so haben wir keine Ursache, von der bereits durch H. v. Mohl aufgestellten Erklärungsweise abzuweichen. Der Einfluss, den er hierbei dem Lichte zuschrieb, ist von diesem Forscher in seinem richtigen Ausmasse erkannt worden.

Die oben angeführten Beobachtungen über das Auftreten der Rothfärbung lassen eine dreifache Unterscheidung der diesbezüglichen Fälle zu: 1. Dieselbe ist direct bloss von der Wirkung des Lichtes abhängig. Hierher gehören die meisten Arten von *Sedum* und *Sempervivum*. 2. An ein- und demselben Blatte erfolgt die Röthung theils abhängig, theils unabhängig vom Lichte: ³ *Sempervivum calcareum*, *glaucum* und *Mettenianum*. 3. Die Rothfärbung tritt an der beleuchteten wie an der unbeleuchteten Seite der Blätter auf und ist daher eine Abhängigkeit derselben von der Wirkung des Lichtes nicht nachweisbar: *Saxifraga Geum*. — Als gemeinschaftliche Ursache der winterlichen Rothfärbung lässt sich daher in diesen Fällen kaum etwas Anderes als der Eintritt der Vegetationsruhe ansehen. Das Licht kann hierbei unter Umständen auch entbehrlich sein.

Ich habe schon mehrere Male erwähnt, dass die soeben eingehend geschilderten Verfärbungsweisen ausdauernder Blätter

¹ Vgl. übrigens Carl Kraus: Studien über die Herbstfärbung der Blätter und über die Bildungsweise der Pflanzensäuren. Buchner's Neues Repertorium für Pharmacie, Bd. XII, p. 273 ff.

² Wigand: Einige Sätze über die physiologische Bedeutung des Gerbstoffes und der Pflanzenfarbe. Bot. Ztg. 1862, p. 121 ff.

³ Eine ganz ähnliche Erscheinung ist von Wiesner an *Geranium Robertianum* beobachtet worden. Siehe l. c. p. 33, 3. Anmerkung.

auch combinirt auftreten können. Sie bewirken dadurch scheinbare Übergänge untereinander, welche leicht zu Täuschungen Veranlassung geben.

Die häufigste Combination ist diejenige zwischen der Gelb- und der Braunfärbung. An *Taxus baccata* combiniren sich diese beiden Verfärbungsweisen bloss insoferne, als sie an ein- und demselben Individuum sichtbar sind: Die jüngeren Zweige vergilben, die älteren bräunen sich. An *Juniperus virginiana* und *Subina*, zuweilen auch an *Thuja occidentalis*, *Buxus sempervirens* u. a. betrifft die Gelb- und die Braunfärbung selbst ein- und dasselbe Blatt. Zuerst tritt im Herbste Vergilbung ein, ohne dass dabei sämmtliches Chlorophyll des Blattparenchyms zerstört würde. Dann folgt mit den ersten Frostnächten die Bräunung, wobei der Rest des Chlorophylls in den braungelben Farbstoff umgewandelt wird. Taucht man einen derart verfärbten Zweig von *Juniperus virginiana* in siedendes Wasser, so nimmt er, während er früher braungelb war, sofort eine rein gelbe Farbe an. Im Frühjahr erfolgt dann das Verschwinden der beiden Verfärbungsweisen in der umgekehrten Reihenfolge ihres Auftretens. Zuerst verschwindet (von Anfang bis Ende März) die Braunfärbung und hierauf langsam die Gelbfärbung. Dasselbe findet statt, wenn die beiden Erscheinungen gesondert auftreten. Das Vergilben ist demnach unbedingt eine grössere Schädigung am Leben der Pflanze, als die das Braunwerden bewirkende Erscheinung.

Zuweilen kommt es auch vor, dass an einer bestimmten Pflanze das Verschwinden der Braunfärbung mit dem von Batalin beobachteten Gelbwerden der Blätter zeitlich zusammenfällt; so z. B. bei *Thuja plicata*. Wer nicht weiss, dass in diesen Fällen zu Beginn des Winters die grüne Farbe der Blätter sofort in Braun verwandelt wurde, der könnte vielleicht meinen, dass hier ebenfalls eine ähnliche Combination vorliege, wie bei *Juniperus virginiana* oder, was noch unrichtiger wäre, dass die Gelb- und Braunfärbung nur zwei verschiedene Stadien ein- und derselben Erscheinung seien.

Ein combinirtes Auftreten der Braunfärbung und der Röthung ist schon von Kraus beobachtet worden: „Bei missfärbigen (gebräunten) Blättern, die daneben mehr oder weniger

roth erscheinen (Wachholder, *Taxus*) ist auch ein in Wasser löslicher rother Farbstoff vorhanden, wohl derselbe, welcher die winterliche Röthung zählloser anderer Blätter hervorruft.“

Als eine Combination zwischen Vergilbung und Rothfärbung lässt sich ein grosser Theil der herbstlichen Verfärbungserscheinungen auffassen. Nur wird hier das Gelbwerden der Blätter durch andere Ursachen bedingt, als bei der winterlichen Gelbfärbung.

Die Hauptresultate der vorliegenden Arbeit lassen sich in folgende fünf Punkte zusammenfassen:

1. Sämmtliche Verfärbungserscheinungen ausdauernder Blätter beruhen auf drei untereinander ganz verschiedenen physiologischen Vorgängen.

2. Die Gelbfärbung ist eine Folge der Zerstörung des vorhandenen Chlorophylls bei mangelnder Neubildung desselben. Ursache der Zerstörung ist das Licht. Die Verfärbung tritt deshalb vorzugsweise an den beleuchteten Partien der Blätter und Zweige auf.

3. Die Braunfärbung wird hervorgerufen durch Bildung eines aus dem Chlorophyll hervorgehenden braungelben Farbstoffes. Unmittelbare Ursache der Verfärbung ist die Kälte, während das Licht bloss die Vorbedingungen der Bräunung schafft. Dieselben bestehen in dem Auftreten gewisser, das Chlorophyll modificirender Stoffe, die aber erst in Folge des Frostes auf dasselbe einwirken können. Weil das Licht bei dem Zustandekommen der Braunfärbung, wenn auch nur indirect, betheiligt ist, so tritt auch diese Verfärbungsweise bloss einseitig auf. Das Wiederergrünen gebräunter Zweige ist durch das blosse Verschwinden des braungelben Farbstoffes zu erklären; denn thatsächlich wird nur ein geringer Theil des vorhandenen Chlorophylls in denselben umgewandelt. Taucht man gebräunte Zweige von *Thuja plicata* in siedendes Wasser, so nehmen sie sofort eine grüne Farbe an.

4. Die Rothfärbung ist auf die Entstehung von Anthocyan zurückzuführen. Dasselbe färbt entweder bloss die Oberhaut

des Blattes, die Strangseiden der Gefässbündel oder auch das Mesophyll roth. Seine Bildung erfolgt bald abhängig, bald unabhängig vom Lichte und wird im Wesentlichen bedingt durch den Eintritt der Vegetationsruhe.

5. Scheinbare Übergänge zwischen diesen drei Verfärbungsweisen, namentlich von der Gelb- zur Braunfärbung, beruhen auf einer Combination der letzteren und können daher erst in zweiter Linie berücksichtigt werden.

Morphologische Untersuchungen über die Samenschalen der Cucurbitaceen und einiger verwandter Familien.

(Mit 4 Tafeln.)

Von **Franz v. Höhnel**,

Assistent am landwirthschaftlichen Laboratorium der Hochschule für Bodencultur in Wien.

I. Theil.

Cucurbita Pepo L. — Lagenaria vulgaris Ser. u. — Cucumis sativus L.

Bekanntlich gehören die Samenschalen zu den noch am wenigsten erforschten pflanzlichen Organen. Nur von wenigen Familien kennt man den anatomischen Bau derselben und bei einem nur kleinen Theile dieser die Entwicklungsgeschichte.

Angeregt durch eine vorläufige Untersuchung der Samenschale von *Cucurbita Pepo*, welche einen sehr complicirten Bau derselben ergab, entschloss ich mich, die Familie der Cucurbitaceen bezüglich des Baues und der Entwicklungsgeschichte ihrer Samenschalen genauer zu untersuchen. Diese Familie eignet sich in mehrfacher Hinsicht zu einer solchen Untersuchung. Vor Allem sind die Samen verhältnissmässig gross und stellen daher namentlich der Untersuchung der Entwicklungsgeschichte nur geringe mechanische Schwierigkeiten entgegen. Dann zeigen sie eine so grosse Mannigfaltigkeit in Form und Grösse, dass von Vorne herein eine grosse Verschiedenheit in der Ausbildung der Samenschale zu erwarten stand. Man vergleiche z. B. die Samen von *Cucurbita*, mit denen von *Trichosanthes*, *Cyclanthera*, *Abobra*, *Involueraria*, *Bryonia* etc. und man wird es nicht für möglich halten, dass alle diese genannten Samen dieselbe Zahl von differentiirten Schichten in der Testa aufweisen, ja dass die

4—5 innersten Lagen kaum von einander zu unterscheiden sind, die Zellen der äusseren 4—5 Lagen typisch denselben Bau besitzen.

Das Ziel der vorliegenden Arbeit sollte jedoch kein rein morphologisch-anatomisches sein, sondern auch die Systematik nicht unberührt lassen. Bekanntlich ist die Stellung der Cucurbitaceen im Systeme eine sehr unsichere, und ebenso die einiger Familien, wie der Nhandirobeen, Papayaceen, Passifloreen, Begoniaceen, Datisceen und Loaseen, welche von verschiedenen Autoren in mehr minder enge Verbindung mit den Cucurbitaceen gebracht wurden. Um nun einen Beitrag zur Frage der Verwandtschaft der genannten Familien liefern zu können, wurden auch Repräsentanten dieser in den Kreis der anatomischen Untersuchung gezogen, und es hat diese für die Systematik Ergebnisse geliefert, die nicht ohne Interesse sind.

In der folgenden Darstellung rechne ich zur Samenschale (*epispermium*, schlechtweg Testa) sämtliche Schichten, welche den Embryo umgeben, bis inclusive des Endospermes. Ein Vergleich verschiedener Samenschalen in diesem Sinne wird nur dann möglich sein, wenn man in der reifen Testa die verschiedenen Schichten mit Berücksichtigung der Entwicklungsgeschichte in innere und äussere Integumentalschichten, in Peri- und Endospermschichten eintheilt, je nach den Geweben, aus welchen sie hervorgehen. Ein möglicher und bei verschiedenen Cucurbitaceen thatsächlich vorkommender Fall ist der, dass auch das Perikarp an der Bildung des Samens einen Antheil nimmt, und man kann die entsprechenden Schichten Perikarpalschichten nennen.

Nur die äusseren und inneren Integumentalschichten sind einander morphologisch gleichwertig. Eine Beschränkung des Ausdruckes Testa auf diese ist jedoch aus verschiedenen Gründen nicht möglich. Erstlich können die Integumente gänzlich fehlen. Dann kommt es vor, dass dieselben wohl im jugendlichen, nicht aber fertigen Zustande des Samens vorhanden sind und die festen Schichten der Testa ganz vom Perisperm gebildet werden; letzteres ist nach Lohde („Über die Entwicklungsgeschichte und den Bau einiger Samenschalen“, Naumburg 1874, p. 17.) bei den Oxaliden der Fall. Bei den coelidiospermen *Veronica*

Arten werden nach Schleiden (Grundzüge 1861, p. 536.) die Integumente vom Endosperm auf der convexen Seite der Samen ganz resorbirt und spielen daher die äussersten Schichten dieses, die Rolle einer Testa. Endlich kann es vorkommen, dass die Integumente aus dem Grunde keinen Antheil an der Bildung der Samenhüllen nehmen, weil sie nur einen Theil des Umfanges der Samenknospe einnehmen; so bei *Canna* und den Compositen; bei *Canna* entspricht nur der Samendeckel (Spermatoga) den Integumenten.

Abgesehen von diesen Fällen zeigt sich bei manchen Familien z. B. den Papilionaceen, dass das Endosperm eine typische Function der Testa (im engeren Sinne) annimmt, nämlich die der Quellschicht und man rechnet dasselbe bei dieser Familie gewöhnlich zur Samenschale. Dasselbe geschieht bei den Cruciferen, wo man die Plasma-Schicht und die innerhalb dieser liegende zur Testa rechnet, trotzdem beide unzweifelhaft dem Endosperm angehören.

Aus den angeführten Thatsachen ist zu entnehmen, dass, wenn man überhaupt noch den Begriff Testa oder Episperm festhalten will, man denselben als den Inbegriff aller jener Schichten auffassen muss, die nicht nur aus den Integumenten sondern auch aus Peri- und Endosperm hervorgehen, weil jede einzelne dieser Schichten in besonderen Fällen als Hauptbestandtheil der Testa (im weiteren Sinne) fungiren kann. Consequenterweise muss man daher auch bei solchen Samen, wo die bestentwickelten Testaschichten den Integumenten entspringen, Perisperm und Endosperm als Glieder der Testa auffassen. Da diese beiden Schichten bei Samen letztgenannter Art ihre Hauptrolle im jungen noch unentwickelten Zustande spielen werden, so werden sie im reifen Samen als eine Art rudimentärer Schichten wichtige Merkmale zur Unterscheidung der Familien abgeben, während die wohldifferentiirten Zellen der Integumentalschichten die feineren Unterschiede zwischen Gattungen und Arten abgeben werden.

Die Perikarpalschichten kann man natürlich nicht zur Testa rechnen; wenn aber in der folgenden Auseinandersetzung die aus dem inneren Epithel des Pericarps hervorgehende Schicht als I. bezeichnet wird, so geschieht dies lediglich um der Kürze der Be-

zeichnung willen, die bei Vergleichung der verschiedenen Genera sehr zweckdienlich und bequem ist. Die Testa beginnt stets mit II und reicht bis X.

Mit Ausnahme der Cucurbitaceen wurde keine der oben genannten Familien auf Samenschalen untersucht, wenn man von Gärtner (*De seminibus et fructibus plantarum*) absieht, der sie nur makroskopisch betrachtete. Die Cucurbitaceen wurden jedoch ohne Berücksichtigung der Entwicklungsgeschichte, von Brandmark (*Bitrag till kannedomen om fröskalets byggnad*, 1874) studirt. So viel ich aus dem Referate des bot. Jahresberichtes pro 1874 entnehmen kann, hat derselbe nicht alle differentiirten Zellschichten gesehen, da er deren nur 5—6 angibt, die aus höchstens 15 einzelnen Zellschichten bestehen sollen, während ich (von der Perikarpalschicht und den beiden Endosperm-schichten abgesehen) 7—8 verschiedene auffand, die aus mehr als 20 Schichten zusammengesetzt sind. Den Werth und die Genauigkeit der Details kann ich aus genanntem Referate nicht beurtheilen.

Ich brachte die Abhandlung in zwei Abtheilungen; in der ersten, vorliegenden gebe ich eine detaillirte Darstellung des Baues und der Entwicklungsgeschichte dreier Repräsentanten der zwei Haupttypen der Cucurbitaceen-Samenschalen. In der zweiten, die wegen fortwährender Nachschaffung neuer Genera noch nicht zu Ende gebracht werden konnte, werde ich eine vergleichende Darstellung des Baues (u. z. Th. der Entwicklungsgeschichte) der wichtigeren Cucurbitaceen-Genera geben, sowie die Resultate der Untersuchung der Samenschalen der übrigen oben genannten Familien. Die Schlussbetrachtung wird die wichtigeren Ergebnisse auf dem Gebiete der Morphologie der Zelle und der Gewebe, der Entwicklungsgeschichte, und der Systematik umfassen.

Schliesslich sei es mir gestattet, jener Herren dankend zu gedenken, durch deren Güte und Hilfe jeder Art mir die Ausföhrung der Untersuchung möglich gemacht wurde.

Ausgeföhrt wurde die Untersuchung im Laboratorium des Herrn Prof. Fr. Haberlandt, mit dessen gütigster Zustimmung ich einen grossen Theil des benötigten Materials der reichhaltigen Samensammlung des Laboratoriums entnahm.

Mehrfache Unterstützung und Anregung aller Art erhielt ich von den Herren Prof. Dr. Jul. Wiesner, Prof. Dr. E. Fenzl, Prof. Dr. A. Vogl, dem ich auch das Material zur Untersuchung der Nhandiroeben verdanke, sowie Herrn Dr. J. Peyritsch.

Dem Herrn Fr. Benseler, Inspector des Universitäts-Gartens verdanke ich auch einen Theil des gebrauchten Materials.

Allen genannten Herren erlaube ich mir meinen innigsten und verbindlichsten Dank auszusprechen.

I. *Cucurbita Pepo* L.

A. Entwicklungsgeschichte der Testa.

Der unterständige Fruchtknoten des Kürbises wird von drei fleischigen Carpellen gebildet, welche an den Rändern 3—4 Reihen von Samenknospen tragen. Eine Fruchtknotenöhle existirt nicht und die anatropen Samenknospen sind in Aushöhlungen der Carpelle eingebettet, die mit einem zarten Epithel ausgekleidet sind. Einige Tage vor der Blüthe, wenn die Corolle noch ganz grün ist und der Fruchtknoten einen Durchmesser von etwa 1^{cm} hat, ist die Samenknospe rundlich-eiförmig (Fig. 1); der Kern hat eine feigenförmige Gestalt und zeigt ein deutliches Epithel (Fig. 1, *en*), sowie einen ovalen Embryosack (Fig. 1, *eb*), der etwa in seiner Mitte liegt. Das Knospenkerngewebe besteht aus kleinen Parenchymzellen, ohne Intercellularräume, welche eine deutliche radiale Anordnung zeigen, die sich auf den Embryosack als Mittelpunkt bezieht; von den zwei Integumenten ist das innere am Grunde zwei, gegen den Knospenmund hin aber 3—4-schichtig, während das äussere zu beiden Seiten der Samenknospe 6—8, an der Raphe hingegen und ihr gegenüber vielschichtig ist. Das äussere Integument ist etwas kürzer, als das innere, was sich bei weiteren Entwicklungsstadien noch deutlicher ausspricht. Jenes zeigt schon jetzt ein deutliches Epithel, das aus kubischen, zartwandigen Zellen besteht, sowie einen Prosenchymstrang im Innern, aus welchem später ein zahlreiche Gefässe enthaltender Fibrovasalstrang entsteht. Der Funiculus ist kurz und dick und enthält auch ein Gefässbündel mit einem Spiralgefässe (Fig. 1, *fb*), das sich bis in den untersten

Theil der Raphe fortsetzt. Schon jetzt zeigen sich die ersten Anfänge von weitgehenden Theilungen im Epithel des äusseren Integumentes. Man findet nämlich, dass sich dasselbe an der Raphe und ihr gegenüber zu spalten ¹⁾ beginnt.

Zu dieser Zeit zeigt die Samenknoepe ein rasches Wachstum, so dass sie schon nach wenigen Tagen, nämlich kurz nach der Blüthe, wenn der Fruchtknoten etwa 2^{cm} Durchmesser hat, auf das dreifache ihrer Länge und das Doppelte ihrer Breite herangewachsen ist (Fig. 2). Dieses Wachstum ist mit Formveränderungen der ganzen Samenknoepe verbunden und daher kein gleichmässiges. Der Nucleus wächst in seinem bauchigen Theile durch Allwärtstheilung und Vergrösserung seiner Zellen nach allen Richtungen ziemlich gleichmässig, während sich sein Halstheil nur in die Länge streckt. Es erscheint daher der Embryosack gegen die Mikropyle hin verschoben, und während früher das Protoplasma gleichmässig in allen Zellen vertheilt war, ist dasselbe jetzt in den den Embryosack umgebenden Zellen concentrirt, während die entfernteren Zellen verhältnissmässig leer erscheinen. Von nun an wächst der Halstheil nicht mehr bedeutend, seine Zellen vergrössern sich etwas, werden hyalin und stellen ein Leitungsgewebe für den dünnwandigen Pollenschlauch dar. Er, sowie der ganze vordere seiner Länge entsprechende Theil der Samenknoepe nimmt an der Bildung, des Samens keinen Antheil, so dass dieser nicht aus der ganzen Samenknoepe entsteht und daher am spitzen Ende wie abgebrochen erscheint (Fig. 3). Der Embryosack hat bis jetzt Form und Grösse nur wenig verändert, hingegen beginnt sich das kleinzellige Epithel des Knospenkernes zu differenziren, indem sich die Aussenwandungen etwas verdicken. Dieses geschieht schon jetzt, wo noch alle anderen Gewebe der Samenknoepe ganz dünnwandig sind, es nimmt diese Zellschicht zuerst ihre definitive Gestalt an und stellt in der sich entwickelnden Samen-

¹⁾ Was die Bezeichnung der Theilungsrichtungen durch Kunstausrücke betrifft, so folge ich der Terminologie Hansteins, S. die Entwicklungsgeschichte des Keime der Mono- und Dicotylen, in bot. Abhandl. a. d. Gebiete der Morphologie und Physiologie, herausgegeben von Dr. J. Hanstein, I. Bd. 1. Heft p. 7.

knospe, als fester dünner Sack, die stärkste Zellschicht dar. Das innere Integument ist 3—4schichtig und schon jetzt zeigt es sich zwischen dem Kerne und dem sich stark entwickelnden äusseren Integumente etwas zusammengepresst. Es entwickelt sich überhaupt nicht weiter und erscheint im reifen Samen zu einem dünnen Häutchen zusammengepresst. (Fig. 10, VI. z. Th.).

Das äussere Integument ist 8—10schichtig geworden, zugleich haben sich aber die Zellen stark vergrössert und entstehen zahlreiche Interzellularräume, deren Grösse bis zur Reife fortwährend zunimmt. Der Prosenchymstrang hat sich indessen weiter entwickelt und es treten in ihm einige Gefässe auf, deren Zahl später bis auf 40—50 zunimmt. Das Parenchym wird namentlich in der Nähe dieses Gefässbündels sehr grosszellig.

Im Epithel des äusseren Integumentes ist der Sitz jener Theilungen in der Samenknospe, welche zur Ausbildung der physiologisch wichtigsten und bestdifferentiirten Schichten der Samenschale führen. So lange die Samenknospe rasch wächst, finden in demselben lebhaftere Theilungen statt, und erst dann, wenn nach vollendeter Abspaltung von sich weiter entwickelnden inneren Zellen die Verdickung der Aussenwandung einen gewissen Grad erreicht hat, folgt dasselbe dem Wachstume des Kernes allein durch Vergrösserung der Zellen.

Die schon vor der Blüthe sichtbare Spaltung des Epithels in zwei Schichten beginnt, sowie überhaupt jeder Theilungs- und Verdickungsvorgang in der Samenknospe, am Mikropyle-Ende derselben und zwar an der Raphe und der dieser gegenüber liegenden Kante (Fig. 4, IV). Damit hängt die mächtige Entwicklung der Samenschale an den Kanten und dem spitzen Ende des Samens zusammen und die stärkere Verdickung der einzelnen Zellen an diesem.

Die durch Spaltung des Epithels entstandenen inneren Zellen gehen keine weiteren Spaltungen ein, aus ihnen entsteht jene Schicht der Samenschale, welche man wegen der starken Verdickung die Hartschicht nennen kann (Fig. 4 und 10, IV).

Inzwischen wird der Zusammenhang des inneren Epithels der Carpelle mit dem Diachym derselben immer loser und während die einzelnen Epithelzellen vor der Blüthe noch allseitig dünnwandig waren und dabei ganz dicht mit Stärke erfüllt, be-

ginnt sich nun die der Samenknoſpe anliegende Ausseiwandung in dem Masse zu verdicken als die Stärke schwindet (Fig. 5, 6, *E*). Das Diachym der Carpelle besteht aus grossen runden wasserreichen Zellen, mit grossen Interzellularräumen (Fig. 5, *D*). Später klebt sich das Epithel an die Samenknoſpe fest an und von diesem Augenblicke an sind die Wachsthumsvorgänge in demselben gänzlich von jenen der Samenknoſpe abhängig und bildet dasselbe einen integrirenden Bestandtheil des reifenden Samens.

Während bei der Vergrösserung der ganz jungen Samenknoſpe augenscheinlich das Wachstum des Kerngewebes massgebend war, nimmt dieses nunmehr bedeutend ab und kann dasselbe dem Wachstum der Integumente nicht mehr folgen; es entsteht daher im Inneren desselben ein grosser Interzellularräum, der zuletzt zu einer Höhlung wird, die mit wässriger Flüssigkeit ausgefüllt ist. Alle Kerngewebszellen wachsen bedeutend in die Länge, die an die Höhlung angrenzenden nehmen dabei eine wurstförmige Gestalt an, während die äussersten Lagen kleiner bleiben und ohne Interzellularräume aneinander schliessen.

Indessen verlängert sich der Embryosack bis auf 1·2^{mm} Länge und nimmt die Form einer mit dem breiten, stumpfen Ende gegen die Mikropyle gekehrten Keule an. Am spitzen Ende, der Mikropyle gegenüber entstehen nun zahlreiche kleine Primordialzellen, welche offenbar den Antipoden Hofmeisters entsprechen, und erst nachdem diese verschwunden sind, entsteht im unteren Ende nach der Befruchtung das Endosperm durch freie Zellbildung, das immer nur den bauchigen Theil des Keimsackes ausfüllt und den jungen kugelförmigen Embryo umschliesst (Fig. 9). In diesem Zustande ist der Embryosack ganz von kleinen proteinreichen Kerngewebszellen eingehüllt und ist von der Kernwarze durch die zahlreichen Schichten des Halses getrennt.

Die übrigen zu gleicher Zeit vor sich gehenden Veränderungen beziehen sich nur auf das äussere Integument und das Epithel der Carpelle; das innere Integument verhält sich ganz passiv.

Im äusseren Integumente schreitet die Bildung der Interzellularräume fort; zu gleicher Zeit theilen sich aber die

Zellen der unmittelbar unter dem ursprünglichen Epithel gelegenen Schicht (Fig. 4 und 7, *b*) und entsteht so jenes kleinzellige Gewebe, das (im reifen Samen) unmittelbar unter der Hartschicht liegt (Fig. 10, der äussere Th. v. V).

Das schon frühzeitig angelegte Gefässbündel des *Funiculus* schreitet indessen immer weiter fort, bleibt jedoch nicht auf diesen beschränkt, sondern verlängert sich über den Knospengrund hinaus in die inneren Schichten des äusseren Integumentes, und zwar bis zum Halstheile der Samenknospe, so dass sich hier im äusseren Integumente ein Gefässbündel findet.

Während sich nun im Epithel die Abspaltung von IV. über die ganze Samenknospe verbreitet, geschehen am unteren Ende dieser neue Theilungen, die nach Massgabe der Grösse der Flächentheilung verschieden beginnen. Auf den flachen Seiten des Samens, wo das Flächenwachsthum stark ist, tritt gewöhnlich zuerst in jeder Zelle eine radiale Wand auf (Fig. 5, *r*); in den dadurch entstehenden Tochterzellen folgen immer zuerst 1 bis mehrere tangentiale und dann radiale Wände. Wo aber, wie an den Kanten und in der Nähe derselben, das Flächenwachsthum geringer ist, treten zuerst tangentiale Wände auf, entweder nur eine (Fig. 6, *t*), oder mehrere (Fig. 7, *t*₁—*t*₃), und erst dann folgen radiale Wände (Fig. 6 und 7, *r*).

Stellenweise aber entwickeln sich diese Theilungen nicht so regelmässig, wie z. B. Fig. 8 zeigt, wo bei einzelnen Zellen zuerst die tangentialen, bei anderen die radialen auftreten; doch herrscht die regelmässige Ausbildung bei Weitem vor.

Indem diese Theilungen weiter fortschreiten, entsteht zwischen dem nunmehrigen Epithel (Fig. 7 und 8, II) und der Schicht IV. ein 4—6schichtiges, kleinzelliges Gewebe (Fig. 10, III). An den Kanten, namentlich aber in der Nähe der Mikropyle ist das Epithel viel entwicklungsfähiger und es entstehen hier zahlreiche Schichten kleiner Zellen (Fig. 11 und 12, III). An diesen Stellen zeigt es sich auch, dass die innersten 1—4 Lagen etwas grosszelliger werden und die Verdickungsform von IV. annehmen, wodurch hier diese Schicht (IV) scheinbar 2—5fach wird. Es zeigt sich hier eine Differentiirung der Schichte III. in zwei, die,

wie der zweite Theil der Abhandlung zeigen wird, für viele Gattungen sehr charakteristisch und bei Cucurbita nur stellenweise angedeutet ist.

Die Flächentheilungen im nunmehrigen Epithel der Samenknospe hören früher auf, als die Allwärtstheilungen in III, etwa wenn der Same sein endgiltiges Verhältniss der Länge zur Breite hat; während das der Carpelle schon viel früher aufhört sich durch Flächentheilung zu vergrössern, nämlich sobald nach beendigter Abspaltung von IV bereits fest an der Samenknospe klebt. Es verdicken sich daher die Aussenwandungen seiner Zellen schon frühzeitig sehr bedeutend (Fig. 5 und 6, *E*) und werden dabei die Zellen sehr gross und ganz flach. In der Mitte der flachen Seite des Samens, wo das Flächenwachsthum nach allen Richtungen ziemlich gleichmässig stattfindet, werden sie fast ebenso breit wie lang (Fig. 16), an den Kanten, wo fast nur Längenwachsthum stattfindet, sehr lang und schmal (Fig. 17, *d*).

Indessen wird mit dem weiter gehenden Wachstume der Testa die Höhlung im Innern des Knospenkerngewebes immer grösser, und dadurch Raum zur Weiterentwicklung des Endosperms geboten, das auch mächtig zunimmt. Während die Perisperm-Zellen überhaupt keine Theilungen eingehen, sondern sich nur vergrössern und strecken, theilen sich die jungen Endospermzellen, nachdem sie sich stark vergrössert haben, mehrfach. Die peripherischen Zellen desselben legen sich zugleich an die Wand des Embryosackes an und bilden eine anfänglich nur wenig differentiirte Schicht, deren Zellen sich gegenseitig abplatten und die sich dadurch auszeichnet, dass ihr Inhalt vom Embryo nicht verbraucht wird, was bei allen übrigen Endospermzellen der Fall ist, die, solange der Keim noch klein ist, den ganzen Embryosack erfüllen, später aber von jenem ausgesogen und zu einer dünnen Schicht zusammengepresst werden (Schicht X). Die beiden Keimblätter des jungen Embryos bilden einen spitzen Winkel, welcher Endospermzellen einschliesst; indem sich jene nun bei fortschreitender Entwicklung immer mehr aneinanderlegen, pressen sie die zwischen ihnen befindlichen durch mehrfache Theilungen kleinen Endospermzellen zu einem durchsichtigen, sehr dünnen Häutchen zusammen, das im reifen Samen als Fortsetzung der Schicht X (Fig. 10, X) zwischen den Keim-

blättern erscheint. Die peripherische Schicht des Endosperms stellt sich im reifen Samen als Schicht IX dar, die man mit dem Namen Plasmaschicht bezeichnen kann, analog der entsprechenden Schicht bei den Cruciferen, die offenbar nebst der innerhalb ihr liegenden Schicht aus dem Endosperm hervorgeht.

Das Wachstum des Embryosackes schreitet nur langsam fort, und ist derselbe, wenn die Samenknospe schon fast die Grösse des reifen Samens erreicht hat, kaum 2^{mm} lang.

Wir sind nun bei jenem Stadium angelangt, in welchem, vom Embryo abgesehen, im jungen Samen sämtliche Theilungen vollendet sind; schon bevor dieses Stadium eingetreten ist, haben an der Mikropyle und am Rande des jungen Samens weitere Differentirungen begonnen, die in Formveränderungen der einzelnen Zellen bestehen, welchen Verdickungen derselben folgen.

Zu bemerken ist, dass die Verdickungen ganz allgemein bei den kleineren Zellen beginnen, so dass die Schichten III und V schon fast ganz ausgebildet sind, wenn II und IV kaum Spuren von Verdickungen aufweisen, zugleich zeigt sich, dass in den sich rasch verdickenden Zellen reichlich Stärke auftritt, die sichtlich in dem Masse der fortschreitenden Verdickung verschwindet, während die Stärke in den sich langsam entwickelnden Zellen immer nur spärlich ist.

Die letzten Veränderungen der einzelnen Schichten bestehen in Folgendem:

I. Die Zellen des Epithels der Carpelle haben sich nun von diesen bereits ganz abgelöst und erscheinen als äusserste Schicht des jungen Samens.

Die Aussenwandung, welche der Schicht II anklebt nimmt nur noch wenig an Dicke zu. Die Zellwände (mit Ausnahme der nach Aussen gekehrten Innenwände, deren complicirte Veränderungen entwicklungsgeschichtlich nicht vollständig verfolgt werden konnten) geben keine selbständigen Formveränderungen ein.

II. Die Zellen dieser Schicht nehmen an Länge ungemein zu; doch ist ihre definitive Länge an verschiedenen Stellen der Testa sehr verschieden. Verhältnissmässig am kürzesten bleiben sie am Randwulste der Samen; wo dieser an den flachen Theil des Samens eine gränzt, findet sich eine schmale Zone, wo sie

sehr lang, schmal und fadenförmig werden, während sie auf der flachen Seite des Samens eine prismatisch-säulenförmige Gestalt erhalten. Die Seitenwände bleiben ganz dünn, es treten in ihnen eigenthümliche Verdickungen in Form von am Grunde einfachen, nach aussen sich in zahlreiche feine Aeste verzweigenden Fäden auf (Fig. 10, II); die Aussenwandung wird ziemlich dick; die Verdickungen der Seitenwände sind die zuletzt auftretenden in der ganzen Testa.

III. Die kleinen Zellen dieser Schicht runden sich etwas ab, und beginnen sich alsbald netzförmig zu verdicken. Die Zellen der IV. Schicht sind ursprünglich ganz dünnwandig und parallelpipedisch. Da sie sehr frühzeitig vom Epithel abgespalten werden und nach der Abspaltung keine Theilungen mehr eingehen, so gehören sie der Fläche nach zu den grössten Zellen der Testa. Die Veränderungen nun, welche sie eingehen, sind sehr complicirter Art.

Es beginnen nämlich die Seitenwandungen wellig zu werden, jedoch nur die äussersten und innersten Partien derselben, so dass ein durch die Mitte derselben geführter tangentialer Querschnitt ebene Wände zeigt, während ausser- und innerhalb dieses geführte Schnitte um so stärkere Wellenlinien zeigen, je weiter sie vom medianen Querschnitte abstehen.

Diese Wellenlinien werden immer complicirter und erstrecken sich zuletzt auch auf den medianen Querschnitt und dieser stark buchtig erscheint (Fig. 22), während ein etwa um $\frac{1}{4}$ der Zelldecke nach Aussen oder Innen geführter Schnitt schon complicirte Lappenbildungen zeigt (Fig. 23) und die äussersten oder innersten Schnitte zierlich verzweigte Lappen aufweisen. Alle diese Bildungen geschehen vor dem Beginne der Verdickung, welche von den Läppchen ausgehend nach der Mitte der Zelle fortschreitet; nun treten auch zahlreiche zum Theil spaltenförmige Porencanäle an allen Wänden auf.

Auf dem Querschnitte (Fig. 8, IV) scheinen die Seitenwände oben und unten auseinander zu weichen, ohne dass Interzellularräume vorhanden wären, was eine Folge der beginnenden Lappenbildung ist.

Unmittelbar unter IV. liegen nun mehrere Schichten kleiner Zellen (V a, Fig. 10), die sich etwas abrunden und rasch netz-

förmig verdicken. In der äussersten Schicht entstehen keine Interzellularräume; diese treten in den inneren auf und erreichen ihr Grössenmaximum in *V b*. Schon zur Zeit der Blüthe hatte die der Schichte *V b* entsprechende Zelllage Interzellularräume; diese werden bei weiterer Entwicklung immer grösser; zugleich verlängern sich die ursprünglich rundlichen und ovalen Zellen und treiben schlauchartige Fortsätze. Noch bevor sie ihre endgiltige Gestalt erlangt haben, beginnt eine engmaschige, netzförmige Verdickung, die rasch vollendet wird und mit dem raschen Verschwinden der kurz vorher aufgetretenen reichlichen Stärke im Zusammenhange steht.

Die inneren Schichten des äusseren Integumentes, sowie das innere Integument verändern sich gar nicht. Die Interzellularräume bleiben klein, die Zellwände dünn und sie werden gegen die Reife hin zusammengepresst (Fig. 7): im reifen Zustande stellen sie die Schicht VI. dar.

Die Zellen der äussersten Schicht des Perisperms (Fig. 24, VII), sowie die inneren desselben (Fig. 24, VIII) werden gegen die Reife hin von den sich immer mehr und mehr ausdehnenden Embryo zusammengepresst und zeigen letztere schon frühzeitig eigenthümliche Längsfalten, nach welchen sie sich zusammenlegen.

Die Schichte IX ist schon lange bevor der Embryo die ganze Höhlung des Perisperms erfüllt als solche zu erkennen, aber erst ziemlich spät erfolgt die in der Ausbildung der primären und secundären Zellmembran bestehende Differentiirung derselben.

Die Zellen der innersten X. Schicht, die aus den anfänglich protoplasmareichen, später von dem sich entwickelnden Embryo mehr und mehr ausgesogenen inneren Endospermzellen entsteht, bleiben ganz dünnwandig und nehmen entweder eine polygonale oder unregelmässig verzweigte Gestalt an; im letzteren Falle umschliessen sie rundliche oder ovale Interzellularräume (Fig. 28).

Wenn die Verdickungen in den einzelnen Schichten beginnen, ist das in *V* liegende Gefässbündel schon vollständig entwickelt und zeigt auf dem Querschnitte zahlreiche Gefässe. Dasselbe ist zu dieser Zeit von sehr dünnwandigem, zarten Parenchym umgeben, mit kleinen Interzellularräumen, welches

den inneren Schichten von V. und den äusseren von IV. entspricht.

Die Ergebnisse der Entwicklungsgeschichte lassen sich kurz folgende Punkte zusammenfassen.

1. Der Same entsteht bei *Cucurbita Pepo* nicht aus der ganzen Samenknospe, sondern nur aus dem bauchigen Theile derselben, während der schmälere Theil, an dessen Spitze die Mikropyle liegt, mit dem basalen Theile des *Funiculus* fest verwächst, keine weitergehenden Differentiirungen erleidet, auch keine Verdickung erfährt.

2. Die Testa ist bei *Cucurbita Pepo* ein sehr complicirtes Gebilde, welches aus 5 verschiedenen Geweben entsteht, nämlich aus dem inneren Epithel der Carpelle, dem äusseren und inneren Integumente, dem Peri- und Endospermgewebe.

3. Diese 5 verschiedenen Gewebe differentiiren sich in 10 verschiedene Schichten, die aus einer bis vielen Zelllagen zusammengesetzt sind.

4. Gerade die best differentiirten, also auch physiologisch wichtigsten Schichten der reifen Testa (II--IV) gehen aus dem Epithel des äusseren Integumentes hervor; ausserdem ist noch die Schicht V. gut differentiirt; sie geht aus den unter dem Epithel des äusseren Integumentes liegenden Schichten hervor. Die Schichten VI, VIII und X sind meist leere zusammengesetzte Zellhäute, während VII und IX wieder gut differentiirt sind; VI geht aus dem inneren Integumente und den innersten Schichten des äusseren hervor; VII ist das differentiirte Epithel des Knospenkernes; VIII ist das rudimentäre Perisperm; IX stellt die als Plasmaschicht entwickelte äusserste Schicht des Endosperms dar, X sind die inneren Schichten des rudimentären Endospermes.

5. Da man unter einem echten Samen streng genommen nur das verstehen kann, was aus der Samenknospe hervorgeht, so hat man es bei *Cucurbita Pepo* nicht mit einem solchen zu thun, da das Epithel der Carpelle ein wohl differentiirte Schicht derselben bildet.

6. Das Gefässbündel der Raphe dringt nicht, wie dies gewöhnlich der Fall ist, am Knospengrunde in die inneren Schichten

der Testa ein, um da zu enden, sondern durchläuft den ganzen Umfang der umgewendeten Samenknospe.

B. Die reife Testa.

I. Die äusserste Schicht stellt jenes farblose, trockene, rauschende Häuteben dar, das man gewöhnlich an Kürbissamen halb abgelöst hängend oder in abgerissenen Fetzen zwischen denselben findet. Eine kleine und schwarzsamige Varietät zeigte dasselbe jedoch fast ganz am Samen klebend. Schon Gärtner (l. c. II. p. 49) fasste es als *Integ. extimum tenuissimum diaphanum* auf. Dasselbe besteht aus einer einfachen Lage von grossen durchsichtigen, flachen Zellen, deren mittlerer Durchmesser von dem des Samens abhängt. Bei grosssamigen Varietäten und bei *C. Melopepo* sind die einzelnen Zellen so gross, dass man sie bereits mit freiem Auge sehen kann; die längsten sind bis 500 μ lang und 70—100 μ breit; dagegen sind sie nur 10—15 μ dick. In der Mitte der flachen Seite der Samen stellen sie meist gleich lang und breite polygonale Zellen mit geraden Seitenwänden dar (Fig. 16); gegen den Rand hin sind sie der Länge des Samens nach gestreckt und am Rande selbst meist 5 bis viel mehrmals länger wie breit. Von der Fläche aus in Alkohol betrachtet, erscheinen ihre Seitenwandungen ziemlich dick (Fig. 16) und verwischt, in Wasser hingegen ganz dünn und etwas geschwungen (Fig. 17 α).

Auf dem in Alkohol betrachteten Querschnitte zeigen sich eine dicke Aussenwandung und dünne Seitenwände; von einem Lumen oder einer Innenwandung ist nichts zu sehen, indem der ganze zwischen den Seitenwandungen befindliche Raum mit einer homogenen Masse ausgefüllt erscheint. Lässt man nun zu dem in Alkohol liegenden Schnitt etwas wässrige Anilinfuchsin-Lösung treten, so zeigt sich ein bedeutendes Anquellen und zugleich treten höchst eigenthümliche Structurverhältnisse hervor, welche zuweilen auch ohne Zusatz von Farbstoff sichtbar sind, aber wegen der Durchsichtigkeit des Objectes sehr undeutlich. Vor Allem zeigt sich beim Aufquellen der scheinbar homogenen Aussenwandung auf das 4—6fache ihrer Dicke, dass sie aus einer Cuticula (Fig. 14, α , β , γ , 15; c) die sich dunkelroth färbt, und

2 Cuticularschichten besteht, von welchen sich die äussere licht (cs), die innere dunkelroth färbt (cs_2). Die Seitenwände der Zellen erscheinen sehr dünn und meist zartwellig hin und her gebogen. Die Innenwandung hingegen (die in Bezug auf die natürliche Lage der Schicht [Fig. 10] auf dem Samen, eigentlich die Aussenwandung ist) zeigt nun aber an zahlreichen, aber bei Weitem nicht allen Zellen, eigenthümliche darmartige Windungen, die bei stärkerer Quellung wieder undeutlich werden und endlich verschwinden (Fig. 14, α , β , γ). Lässt man zu einem Querschnitte rasch Wasser Zutreten, so quillt derselbe meist plötzlich zu 70—100 μ Dicke auf, ohne dass von der eigenthümlichen Structur etwas zu sehen ist (Fig. 15).

Man hat sich die Sache offenbar so vorzustellen: Die dünne Innenwandung der Epithelzellen wird beim letzten Stadium des Reifens dickwandig und stark quellungsfähig, zugleich legt sie sich an die dicke Aussenwandung ganz an. Vor Allem ist nun zu bemerken, dass die äusseren Partien der Innenwandung stärker quellungsfähig als die inneren sind, so dass sie aufgequollen auch nur wenig Farbstoff aufnehmen. Von den äusseren stark quellungsfähigen Schichten findet ein allmäliger Uebergang zu den inneren statt, die sich stark tingiren. Die verschiedenen Partien der Innenwandung sind jedoch nicht bei allen Zellen überall gleich stark quellungsfähig, bei zahlreichen ist dies allerdings der Fall, und bei diesen quillt die der Aussenwandung ganz anliegende Innenwandung überall gleichmässig an, wobei von einer Structur nichts sichtbar wird. Bei zahlreichen andern jedoch zeigt es sich, dass gewisse Partien (Fig. 14, n_1 n) entweder nur sehr schwach oder fast gar nicht quellen, die Partien n gewöhnlich stärker als die n_1 ; während andere Partien (Fig. 14 m) sehr stark quellungsfähig sind; diese heben nun die zwischen ihnen befindlichen Theile n empor, und bilden so die Windungen.

Wahrscheinlich wird dieser Vorgang durch geringe Reste von eingetrocknetem quellungsfähigen Schleim des Zellinhaltes unterstützt, sowie durch aus den stark quellungsfähigen Partien m nach innen in die entstehenden Räume r diffundirenden Schleim. Eine Hauptursache liegt auch in der grossen Dicke der Aussenwandung, die sich trotz der bedeutenden Quellung nur

wenig krümmt (Fig. 14, 15). Während bei vollkommen reifen Samen dieser Quellungs Vorgang oft so regelmässig geschieht, dass sich die einzelnen Windungen enge und parallel nebeneinander legen (Fig. 14, α), wo dann die Natur derselben verborgen bleibt, geschieht dies nicht an solchen Querschnitten, die vor der vollkommene Reife abgezogenen und rasch getrockneten Häutchen entnommen sind, wie in Fig. 14 β und γ ; hier zeigt sich deutlich, dass die Windungen von der quellungsfähigen Innenwandung herrühren. Auch machen es solche Querschnitte wahrscheinlich, dass noch quellungsfähige Schleimreste des Inhaltes vorhanden sind, welche die Räume r ausfüllen und bei der Auftreibung der Partien n mitwirken.

Mit Chlorzinkjod färbt sich cs_1 schmutzig blau, alle übrigen Schichten gelbbraun, mit derselben Stärke wie mit Fuchsin. Die Cuticula ist entschieden vorhanden und lässt sich auch auf Flächenstücken nachweisen.

Von der Fläche aus gesehen zeigt sich meist keine Structur, nur sehr selten bemerkt man (Fig. 17 β) hellere rundliche oder längliche Stellen (d), während der übrige Theil der Fläche jeder Zelle schwach gelblich gefärbt erscheint. Wahrscheinlich steht diese Differentiirung in der Weise mit der eben beschriebenen Quellungserscheinung zusammen, dass die helleren Stellen d den schwach quellungsfähigen n_1 , und die gelblichen Partien den Stellen n entsprechen.

Das Ablösen des Häutchens geschieht beim Eintrocknen des Samens, in Folge der starken Zusammenziehung jenes.

II. Unter dem Epithel liegt die äusserste Schicht des eigentlichen Samens. Es besteht dieselbe aus sehr lang gestreckten prismatisch-säulenförmigen Zellen, welche im reifen Zustande meist ganz leer sind, nur selten im äusseren Theile etwas Stärke enthalten. Die Aussenwandung ist sehr dick und zeigt merkwürdigerweise keine Cuticula; sie besteht, sowie überhaupt das ganze äussere Drittel bis Fünftel der Zellen aus reiner Zellulose; weiter nach Innen beginnen sich die Seitenwände mit Chlorzinkjod schmutzigblau zu färben, während die innersten Partien ganz braun gefärbt werden. Die Aussenwand zeigt sich eigenthümlich differentirt, indem die äussere Partie (Fig. 18, i) weniger stark lichtbrechend ist, als die innere (y), die sich auch

mit Chlorzinkjod dunkler blau färbt. Wo 3—4 Zellen zusammenstossen, finden sich starke 3—4kantige Verdickungen (Fig. 18, 19 r). Die Oberfläche der Schicht III (Fig. 10) hat einen grubigen Verlauf und es entsprechen die einzelnen Vertiefungen den Zellen von II. Jedes Grübchen ist von einer der ziemlich dicken Innenwandungen der Zellen II ausgekleidet, so dass die Seitenwände dieser den Kanten zwischen den Grübchen entsprechen.

Die sehr dünnen Seitenwände besitzen eigenthümliche fadenförmige Verdickungen, welche auf der Oberfläche des Samens senkrecht stehen und in jeder Wand einzeln oder zu 2 bis 3 auftreten. Das innere Ende dieser Leisten ist sehr dick und laufen diese hier parallel nebeneinander; nach aussen divergiren sie und verzweigen sich baumartig in zahlreiche feine Aeste (Fig. 18, *b*). Die Zellen der prismatischen Schicht sind an verschiedenen Stellen der Testa sehr verschieden lang. In der Mitte des Samens etwa 10—20mal so lang als breit, gegen den Rand hin werden sie etwas schmaler, in einem schmalen Streifen, der jenem parallel an der Randwulstgrenze verläuft, erreichen sie plötzlich eine 2—4mal so grosse Länge und werden dabei sehr schmal; es entsteht auf diese Weise ein schmaler Flügel, der längs des ganzen Randes verläuft und gegen diesen hin umgeschlagen den Randwulst zum Theile bedeckt (Fig. 11 und 12, *f*). Am Randwulste selbst sind die prismatischen Zellen am kürzesten und nur 3—4mal so lang als breit.

Die Zellen dieser Schicht stehen nur am Rande aufrecht und hier sind sie gerade zusammengedrückt und daher die Seitenwände mit zahlreichen Querfalten versehen. In der Mitte der flachen Seite der Samen sind sie gegen das stumpfe Ende dieses niedergebogen, liegen also fast ihrer ganzen Länge nach der nächsten Schicht (III) flach an, indem nur das äusserste Viertel oder Fünftel, wo sich die feinen Verzweigungen der Verdickungen der Seitenwände finden, senkrecht zusammengedrückt ist.

Aus diesem Grunde erscheint in Fig. 10 an der Seitenwand nur der äusserste Theil der Verdickungen feinwellig, während der innere, grössere glatt ist. In Folge dieses Zusammendrückens entstehen an den feinen Verästelungen kleine Knoten, die in Querreihen stehen (Fig. 19, *k*), welche bei der völligen

Ausbreitung der Zellen verschwinden. Gegen den Rand des Samens hin biegen sich die Zellen zugleich etwas nach Aussen. Bei den schwarzsamigen Varietäten rührt die schwarze Färbung von einem sepianbraunen den leistenförmigen Verdickungen eingelagerten Farbstoff her; zugleich finden sich noch in einzelnen Zellen braune, körnige Massen, und sind auch die äussersten Zellen der III. Schicht, sowie die geringen Inhalte der VI. braun gefärbt. Bei dieser schwarzen Sorte zeigte sich auch, dass die Zellen nicht niedergelegt waren, sondern ihrer ganzen Länge nach zusammengepresst.

Die ganze Schicht hat trocken bei grossen Samen eine Dicke von etwa 30μ ; in Wasser breitet sie sich mehr weniger aus und kann hiebei eine Dicke von 300μ erhalten. Die Ausbreitung geschieht nur mittelst der leistenförmigen Verdickungen, die im Wasser etwas quellungsfähig sind und sich dabei aufrichten und ausbreiten, durch diesen Vorgang wird das Lumen der Zelle sehr vergrössert und von eindringendem Wasser ausgefüllt. Es ist daher diese Schicht eine eigenthümlich organisirte Quellschicht.

III. Diese besteht auf der flachen Seite des Samens aus 4—6 Lagen kleiner ziemlich stark verdickter Zellen; gegen den Rand hin nehmen die Schichten jedoch an Zahl sehr zu und wird der Randwulst hauptsächlich durch sie gebildet (Fig. 11). Von der Schicht *Va*, welche aus ähnlichen Zellen besteht, wird sie durch IV getrennt, nur gegen das spitze Ende des Samens hin ist diese Schicht (IV) unterbrochen und gehen III und *Va* ohne scharfe Grenze in einander über (Fig. 12). Die Zellen von III gehören zu den kleinsten der ganzen Testa; nach Innen nehmen sie etwas an Grösse zu und sind meist 2—4mal so lang als breit und dabei etwas gewunden.

Sie besitzen gar keine oder nur sehr kleine Interzellularräume und erscheinen auf dem Querschnitte rundlich, die äusseren Lagen bestehen aus mehr isodiametrischen Zellen, alle aber sind stark netzförmig verdickt und dabei stark verholzt.

So verschieden die Zellen dieser Schicht von denen der IV. sind, so finden darnach hie und da, namentlich am Rande und an der Spitze des Samens Uebergänge zu diesen statt, durch Zellen,

die in ihrer inneren Hälfte den Bau und die Verdickeweisung der Zellen von IV haben und in der äusseren denen von III ähneln. Diese Uebergangszellen sind Zeichen einer beginnenden Differentiirung dieser Schicht in 2 (*a* und *b*); einer Differentiirung, die bei fast allen andern Cucurbitaceen deutlicher hervortritt als bei Cucurbita (Siehe IV).

Alle Zellen aus III sind leer und luftführend.

IV. Die eigentliche Hartschicht besteht durchgehends aus einer einfachen Schicht. Wo dieselbe, wie am Rande, am spitzen Ende des Samens, und sonst an einzelnen Stellen, 2—4fach erscheint, gehören die äusseren 1—3 Schichten III an und bilden jene Schicht, die bei den meisten übrigen Cucurbitaceen z. B. schon bei der nahe verwandten Lagenaria, als III *b* wohl differentiirt ist.

Die Schicht IV besteht aus inhaltsleeren, sehr stark porös verdickten gelb gefärbten Zellen, welche 2—4 mal so lang als breit, der Länge des Samens nach gestreckt sind; auf dem Querschnitte des Samens stellen sie sich wie in Fig. 10 dar; man sieht die starken Zellwände und zwischen je 2 Zellen aussen und innen dreieckige Partien, die aber nicht Interzellularräume darstellen, sondern von der eigenthümlichen Gestalt der Zellen herrühren. Von der Seite gesehen hat eine isolirte Zelle dieser Schicht das Aussehen wie Fig. 21 zeigt; man sieht, dass die Zellwand in der Mitte der Zelle (bei *a*) glatt ist; nach aussen und innen treten nun allmählig höher werdende Riefen auf (*b*), welchen ähnliche Ausbuchtungen des Lumens entsprechen; sie werden nach aussen und innen immer complicirter und enden mit zahlreichen Läppchen (Fig. 21, *c*), mittelst welcher sich die Zellen dieser Schicht fest verbinden. Es sehen die isolirten Zellen von oben gesehen, wie Fig. 20 aus, aus welcher Figur man erkennt, wie den einzelnen Lappen analoge Ausbuchtungen des Lumens entsprechen. Macht man durch die Mitte einer Zelle einen in Bezug auf den Samen tangential geführten Querschnitt, so erhält man eine Form wie Fig. 22; je weiter nach aussen oder innen ein solcher Querschnitt geführt wird, desto complicirter wird derselbe (Fig. 23).

Die dicken Zellwände zeigen eine deutliche Parallelstreifung und sind stark cuticularisirt; die Porencanäle sind ein-

fach oder verzweigt und besitzen meist unregelmässig spaltenförmige Öffnungen.

V. Lässt deutlich zwei Unterabtheilungen unterscheiden; *Va* ist 2—3schichtig und unterscheidet sich nicht wesentlich von III. Die Zellen sind mehr isodiametrisch und besitzen in ihren inneren Lagen Interzellularräume; dadurch wird der Übergang zu *Vb* gebildet, welche Schicht aus viel grösseren Zellen besteht, die seitliche kurze höckerartige Ausbuchtungen besitzen, welche zu Schläuchen zusammengefügt sind und grosse Interzellularräume zwischen sich lassen. Dadurch wird diese Schicht zu einer Art von Schwammgewebe, das befähigt ist, grosse Quantitäten von Wasser aufzunehmen. Die Zellen selbst führen nur Luft. Sie sind ziemlich stark verdickt und besitzen grosse Poren, die in Quersühen der Zellwand liegen. Doch sind die Zellwände nicht durchbohrt. Da die Poren ziemlich gross und sehr zahlreich sind, so erscheinen die schlauchförmigen Zellen netzig verdickt. Sie sind stark verholzt.

Zwischen der V. und VI. Schicht ist am ganzen Rande des Samens ein bei grossen Samen 40—50 Spiral- und Ringgefässe enthaltender Fibrovasalstrang eingelagert, der von einigen Schichten sehr zartwandig bleibender Parenchymzellen mit kleinen Interzellularräumen umgeben ist, das bei der Reife eintrocknet und ganz zerreisst. Auf diese Weise entsteht ein Luftcanal, der den ganzen Samen umläuft und an dessen Wandung das eingetrocknete Gefässbündel klebt.

Bei kleinsamen Varietäten ist V. nur als *Va* entwickelt und nur 1—2schichtig.

VI. Die Zellen dieser Schicht entstehen aus dem inneren Integument und den innersten Lagen des äusseren ohne besondere Differentirung in der Weise, dass sich in den äusseren Lagen, an welche sich die von *Vb* anschliessen, die Interzellularräume etwas vergrössern, während in den inneren auch diese keine Veränderung erleiden. Die Zellwände sind ganz dünn und zeigen keinerlei Structur, nur die äussersten unmittelbar an *Vb* anschliessenden, schwach netzförmig verdickte ovale Platten. Die einzelnen Zellen sind entweder, wie die äussersten Lagen ganz leer, oder enthalten geringe Mengen eingetrockneten Chlorophylls, oder wie bei den schwarzsamigen Varietäten, eines

sepienbrannen Farbstoffes. Sämtliche Zellwände sind stark verholzt.

Die nun folgenden 4 Schichten stellen im reifen Zustande ein sehr dünnes Häutchen dar, das im Wasser bis auf etwa 20—30 μ Dicke aufquillt. Die äusserste Schicht

VII ist das differentiirte Epithel des Knospenkernes; die Zellen sind meist schmal und der Länge des Kernes nach gestreckt (Fig. 26), nur in der Gegend des Würzelehens bleiben sie kurz. Die Aussenwand und die äussersten Partien der Seitenwandungen sind stark verdickt, während die grössere innere Hälfte sehr dünnwandig, aber doch nicht ganz homogen ist, sondern ovale, meist in Gruppen stehende dünnere Stellen zeigt.

Die dickwandigen äusseren Partien sind auch stark cuticularisirt, die dünnwandigen nur schwach.

VIII besteht aus den zahlreichen ganz zusammengepressten Schichten des Perisperms. Die Zellen sind ganz dünnwandig und der Länge des Samens nach gestreckt, sie sind inhaltsleer und farblos. Beim Zusammenpressen gegen die Reife hin bilden sich charakteristische Längsfalten, die am reifen Querschnitte, wie in Fig. 24, VIII erscheinen. Nach Isolirung mit Kalilauge zeigen sie eine spindelförmige Gestalt, sind vielmal länger als dick, oft fadenförmig und zeigen kleine ovale Stellen, die in steilen Spiralen angeordnet sind.

IX ist die Plasmasehicht, die äusserste Lage des Endosperms und besteht aus einer einzigen Schicht von flachen tafelförmigen, drei bis vieleckigen (meist trapezoidischen) Zellen, welche deutlich eine primäre aus Interzellularsubstanz und eine aus Zellulose bestehende secundäre Zellmembran zeigen. Der stets vorhandene Inhalt besteht aus Oel, einer protoplasmatischen Grundsubstanz und Proteinkörnern. (Siehe Fig. 25 und 27, IX.)

X besteht aus mehreren Lagen von sehr kleinen 15—30 μ breiten, ganz dünnwandigen und farblosen, zusammengepressten, flachen Zellen. Am Rande der beiden Keimblätter bilden sie einen im Querschnitte dreieckigen Wulst, von welchem aus sich eine dünne, aus 2—3 Zellschichten bestehende Lamelle zwischen die beiden Keimblätter fortsetzt. Die Zellen sind meist polygonal

(Fig. 28 *a*); in der Lamelle, wo sich die Nerven der Keimblätter befinden, etwas in die Länge gestreckt.

Stellenweise gehen die eckigen Zellen durch Mittelformen von einseitig abgerundeten (Fig. 28, *c*) in eigenthümlich verzweigte über, mit grossen Interzellularräumen (Fig. 28, *b* mit *i*).

Meist sind diese Zellen inhaltsleer, nur die der Wülste enthalten wenig grünlich-gelbe, körnige Masse; alle bestehen aus reiner Zellulose.

II. *Lagenaria vulgaris* Ser.

A. Entwicklungsgeschichte.

Die Entwicklungsgeschichte des Samens des Flaschenkürbises stimmt in allen wesentlichen Punkten mit der von *Cucurbita Pepo* überein. Ich kann mich daher ganz kurz fassen.

Die Samenknoepe ist zur Zeit der Blüthe rundlich und in dem weichen schwammigen mit grossen Interzellularräumen versehenen Parenchym der Carpelle eingelagert. Sie besitzt zwei Integumente; das äussere hat an beiden Seiten 5—6 Schichten, an der Raphe und ihr gegenüber zahlreiche. In diesem findet sich auch der Prosenchymstrang, der bei weiterer Entwicklung um den ganzen Samen herumwächst. Das Epithel des äusseren Integumentes spaltet sich schon zur Zeit der Blüthe und finden später die lebhaftesten Theilungen nicht genau an der Kante, sondern zu beiden Seiten derselben statt.

Wie beim *Cucurbita*-Samen nimmt auch hier das innere Integument der Carpelle einen Antheil an der Samenbildung. Die weiteren Theilungsvorgänge im Epithel des äusseren Integumentes werden wie bei *Cucurbita* eingeleitet, gehen aber in der mittleren Tochterzelle viel weiter, so dass aus jeder dieser etwa 15 Schichten entstehen, von welchen jedoch die inneren grosszelliger sind und jene Schicht der reifen Samenschale bilden (Fig. 39 III *b*), die zur Verstärkung der eigentlichen Hartschicht (IV), die wieder aus den inneren Tochterzellen der Epithelzellen entsteht, dient. Die 1—2 unmittelbar unter dem Epithel liegenden Zellenlagen des äusseren Integumentes gehen Allwärtsthei-

lungen ein, deren Resultat 3—5 Schichten eines kleinzelligen Gewebes sind.

Die äusseren 1—2 Schichten erhalten keine Interzellularräume, während die inneren Lagen, sowie auch die inneren Schichten des äusseren Integumentes in allwärts gerichtete Fortsätze auswachsen und dadurch eine mehr weniger schlauchförmige Gestalt annehmen, wie bei Cucurbita. Das bei letzterem Samen für die Entwicklung der Schichten VI—X Gesagte gilt auch hier vollständig; hingegen sind die letzten Veränderungen, welche die Samenschale in der Periode des Reifens durchmacht, nach dem über diese Phase beim Kürbissamen Gesagten aus der nun folgenden Beschreibung der reifen Samenschale leicht zu entnehmen.

Das in der allgemeinen Zusammenfassung der Entwicklungsgeschichte von Cucurbita Gesagte gilt auch hier gänzlich.

B. Der reife Same. (Siehe Fig. 39.)

Da der Same nicht zu den allgemein bekannnten gehört, erlaube ich mir zum besseren Verständnisse des folgenden eine kurze Beschreibung desselben voranzuschicken.

Derselbe ist je nach der Varietät 10—22^{mm} lang und 6—9^{mm} breit und meist schief, unsymmetrisch; das der Mikropyle entsprechende schmälere Ende ist zusammengedrückt und mehr weniger gekrümmt. Der Same ist ziemlich (2·5—4^{mm}) dick, am breiten Ende abgestumpft oder ausgerandet, da er besonders bei grossen Varietäten daselbst in 2 grosse seitliche Lappen, welche durch eine tiefe Ausbuchtung getrennt sind, vorgezogen ist. Auf der flachen Seite zeigen sich 2 mehr weniger breite, lichte glänzende Streifen, parallel mit dem Rande, die sich entweder auf derselben Seite vereinigen, oder über das stumpfe Ende des Samens zwischen den Lappen laufend, sich mit den entsprechenden Streifen der anderen Seite vereinigen. Der Same ist weisslichgelb bis seprienbraun gefärbt.

I. Entsteht aus dem inneren Epithel der Carpelle und stellt im reifen Zustande ein nur $4-6\mu = \frac{4-6\text{mm}}{1000}$ dickes Häutchen dar. Wenn der Same eben reif geworden, umgibt dasselbe diesen vollständig, später zerreisst es beim Eintrocknen. Die dünne nach

aussen gerichtete Wand ist wie bei *Cucurbita* quellungsfähig und quillt ebenfalls in Falten, die aber nicht so leicht und sicher nachzuweisen sind. In der Flächenansicht stimmen sie in Gestalt und Aussehen mit denen von *Cucurbita* überein.

II. Besteht aus langen 4—6seitigen prismatischen Zellen, die auch im reifen Zustande vollständig erhalten sind. Die Seitenwände sind äusserst dünn und mit Ausnahme der nun zu erwähnenden Stellen ganz ohne Verdickung. In Folge des Eintrocknens der Zellen legt sich die dicke Aussenwand unmittelbar an die Innenwandung an und werden die Seitenwände in zahlreiche, ziemlich regelmässige, horizontale Falten zusammengelegt, die bei vollkommener Ausbreitung gänzlich verschwinden (Fig. 39). Gegen die beiden mit den Rändern des Samens parallelen Streifen hin werden die Zellen dieser Schicht etwas länger und treten in ihnen die charakteristischen Längsverdickungen auf. In den beiden Streifen selbst enthält jede Seitenwand einige am Grunde der Zelle einfache, nach aussen sich mehrmals in zahlreiche feine Aeste theilende Verdickungen.

Die äusseren Aeste sind häufig durch schiefe Verbindungsstücke mit einander verbunden, so dass ein langgestrecktes Netzwerk entsteht. Diese Verdickungen sind von gelber Färbung und ähneln sehr denen von *Cucurbita*, nur sind sie nicht quellungsfähig und daher steif (Fig. 39).

Auch die beiden dicken Lappen in welche der Same am stumpfen Ende vorgezogen ist, zeigen die besprochenen Verdickungen; hier sind die Zellen dieser Schicht noch länger, die Verdickungsfäden zahlreicher und stärker; häufig, besonders bei den grosssamigen Varietäten, fällt die Aussenwandung leicht ab und es erscheint dann der Same an diesen Stellen (wie auch seltener an den beiden Streifen) mit einem dichten kurzen Pelz bedeckt, der von den fadenförmigen Verdickungen herrührt.

Die Aussenwandung ist ziemlich dick und zeigt eine ähnliche Structur, wie bei *Cucurbita Pepo*.

III. Ist um den ganzen Samen herum sehr mächtig entwickelt und besteht aus 12—18 Zellschichten. Alle Zellen dieser Schichten sind sehr unregelmässig, rundlich oder länglich und mit zahlreichen Läppchen und Auswüchsen versehen. Die äusseren 7—12 Lagen sind wenig stark verdickt und man kann sie

als III *a* unterscheiden; die Zellen von III *a* sind meist oval und erscheint die Zellwand im Querschnitte gezaekt oder mehr weniger unregelmässig ein- und auswärts gebogen. Da sich die Zacken je zweier sich berührender Zellen nicht entsprechen, entsteht ein complicirtes Netz von Interzellulargängen; die Zellen sind grob porös und namentlich die äussersten Schichten intensiv, ochergelb gefärbt.

Nach Innen werden diese Zellen immer dickwandiger und gehen dadurch in jene von III *b* über. Diese Zellen sind sehr dickwandig und im Querschnitte denen von IV ähnlich; sie zeigen aber nicht den symmetrischen Bau dieser, sind ganz unregelmässig mit verschiedenen Lappen und Ausbuchtungen der Zellwand, zahlreichen einfachen oder verzweigten Porencanälen, ohne Interzellularräume.

Bei allen Zellen der III. Schicht, namentlich aber bei III *b* kann man die primäre Zellenmembran deutlich sehen, namentlich beim Anquellen der dicken secundären mit Kalilauge, wobei diese auch eine deutliche Schichtung erkennen lässt. Die beiden Lappen, in welche sich der Same am stumpfen Ende fortsetzt, werden von der 3. Schicht gebildet, indem diese hier 20—30lagig wird.

IV. Ist überall einfach und besteht aus stark verdickten Zellen mit spaltenförmigen Porencanälen; die Zellen sind flach, $1\frac{1}{2}$ —3mal so lang als breit; Aussen- und Innenwand sind eben, die Seitenwände hingegen sind wie bei *Cucurbita Pepo* complicirt gelappt und gebogen.

Fig. 40 zeigt zwei übereinander gezeichnete optische Querschnitte derselben Zelle im unreifen Zustande, wenn die Faltungen der Querwände beinahe vollendet und die Verdickungen begonnen hat. Der Querschnitt 2 ist von der Aussen- und Innenwand gleich weit entfernt und die Seitenwände zeigen acht ziemlich einfache Lappen, sie sind noch ganz dünn. Der Querschnitt 1 hingegen ist ganz nahe der Aussenwand; jedem der früheren 8 Lappen entsprechen hier mehrere kleinere Lättchen und die Zellwand hat sich hier schon zu verdicken begonnen. Im reifen Zustande sind die Lättchen noch complicirter. Die Zellen sind in Längsreihen geordnet. Die Schichten III *b* und IV zeigen dieselbe gelbe Färbung und vereinigen sich am Quer-

schnitte zu einer einzigen, sind aber, wie die genauere Untersuchung und die Entwicklungsgeschichte zeigt, wohl auseinander zu halten.

V. Ist bei *Lagenaria* sehr gut entwickelt und besteht auf den flachen Seiten des Samens aus 3—4 Lagen von unregelmässig verzweigten, schlauchförmigen dünn, aber steifwandigen Zellen, mit besonders in den inneren Lagen grossen Interzellularräume.

Am Rande des Samens wird V vielschichtig und zeigen sich hier die Zellen auch stellenweise netzförmig verdickt; dies gilt besonders für die Berührungswände.

Zwischen V und der folgenden Schicht läuft um den ganzen Samen das Gefässbündel.

VI. Besteht aus wenigen Lagen von ganz dünnwandigen leeren zusammengepressten Zellen, am Rande des Samens ist diese Schicht mächtiger und die äusseren mit steiferen und ausgebuchteten Zellwänden versehen.

Die Schichten VII bis incl. X sind ganz so wie bei *Cucurbita* entwickelt, bei VII ist die Aussenwandung besonders stark verdickt. Die Zellen von VIII lassen sich leichter als bei *Cucurbita* ausbreiten. Die von IX sind dicker und die aus X fand ich immer polygonal.

III. *Cucumis sativus* L.

A. Entwicklungsgeschichte.

Bei *Cucumis sativus* haben wir es mir dem 2. Typus der Cucurbitaceen-Samenschalen zu thun, nemlich mit jenem, wo das innere Epithel der Carpelle an der Bildung der Samen keinen Antheil nimmt.

Der sechsfächerige Fruchtknoten besteht wie bei *Cucurbita* aus 3 Carpellen, an deren dicken wulstigen Rändern 2—3 Reihen von Samenknospen entspringen. Ebenso sind die Carpelle dick und fleischig, so dass es nicht zur Bildung einer Fruchtknotenöhle kommt und die Samenknospen in Höhlungen der Carpelle eingebettet sind, die wie überhaupt die ganze Oberfläche dieser mit einem zarten Epithel ausgekleidet sind. Die anatropen Samenknospen besitzen 2 Integumente.

Kurze Zeit vor der Blüthe, wenn der Fruchtknoten etwa 2^{mm} lang ist, hat die Samenknope eine eiförmige Gestalt (Fig. 30). Der dicke Funiculus lässt bereits die Anlage eines Gefässbündels in Form eines Procambiumstranges erkennen, der an der Chalaza endigt. Auch besitzen die jungen Samenknospen ein deutliches Epithel (11), das die Fortsetzung des inneren Epithels der Carpelle ist (10) und sich auch auf die innere Seite des äusseren Integumentes erstreckt. In die unteren Theile des Funiculus erstreckt sich das lockere aus rundlichen Zellen bestehende Mesophyll der Carpelle und ist daher von zahlreichen Interzellulargängen durchsetzt, während der ganze übrige Theil der Samenknope in diesem Stadium frei von solchen ist. Das äussere Integument ist das mächtigere und besteht an der Kante gegenüber dem *Funiculus* (bei 6) aus 9—10, im mittleren Theile (bei 7) aus 11—13 und bei 8 aus 5—6 Schichten, endlich auf der flachen Seite aus 4—5; das innere Integument, welches länger als das äussere ist, besteht nur aus 2—3 Schichten. Der Knospkern hat kurz vor der Blüthe die Gestalt einer gestreckten Feige. Der dicke Theil desselben besteht aussen aus kleinen, innen aus grösseren Zellen, welche letztere wegen des dichteren grobkörnigen Inhaltes dunkler erscheinen. Das Knospkerngewebe ist in Radien angeordnet, die auf jene Stelle weisen, an welcher der Embryosack entsteht, der jedoch in diesem Stadium noch nicht zu sehen ist. Der halsartige Theil des Knospkernes besteht wieder aus grösseren Zellen, die in Reihen angeordnet sind und auf dem Querschnitte in drei concentrischen Kreisen stehen mit durchschnittlich 15, 8 und 4 Zellen.

Bis kurze Zeit nach der Blüthe gehen folgende Veränderungen in der jungen Samenknope vor sich. Sie zeigt vor Allem ein lebhaftes aber ungleichmässiges Wachstum, das daher mit Formveränderungen derselben verbunden ist. Der halsartige Theil derselben streckt sich bedeutend in die Länge, ohne an Dicke zuzunehmen, während der bauchige Theil bei einer geringen Längenzunahme starkes Dickenwachsthum durchmacht. (S. Fig. 31.) Der Procambiumstrang des *Funiculus* hat sich indessen in das äussere Integument verlängert und erreicht, wenn er am Grunde des Halses (Fig. 31, *a*) angelangt ist, die Gränze seines Wachsthumes. Das innere Integument nimmt fast gar

nicht an Dicke zu, während das äussere immer mächtiger wird; jetzt zählt dasselbe gegenüber der Raphe, vom Epithel abgesehen, 15—16 Schichten; ausserdem haben auch die einzelnen Zellen an Grösse zugenommen, sie werden heller, beginnen sich abzurunden und kommt es auf diese Weise in den inneren Lagen des äusseren Integumentes zur Bildung von kleinen Interzellularräumen, die sich später bedeutend vergrössern.

Die Epithelzellen des äusseren Integumentes sind indessen Flächentheilungen eingegangen, sie haben sich etwas vergrössert und radial gestreckt. In ihnen tritt, wie bei Cucurbita zur Zeit der Blüthe an den Rändern der etwas flachgewordenen Samenknospe die erste Spaltung ein, die nach den flachen Seiten des Samens fortschreitet. Auf diese Weise wird das Epithel in zwei Schichten getheilt; bevor aber dies noch überall geschehen ist, erfolgt vom Rande aus eine neuerliche Spaltung, die sich wieder allmählig über die flachen Seiten verbreitet, aber späteren Entwicklungsstadien angehört. Die Spaltung des Epithels findet nicht nur an dem bauchigen Theile der Samenknospe statt, sondern auch am halsartigen; dieser bleibt jedoch, nachdem sich die Zellen der äusseren Lage stark radial verlängert haben, auf dieser Entwicklungsstufe stehen, es verdicken sich die Zellwände nicht und der reife Same fällt an der Gränze des halsartigen und bauchigen Theiles ab, entsteht also wie bei Cucurbita nicht aus der ganzen Samenknospe, was hier viel deutlicher ist.

Zur Zeit der Blüthe zeigt auch der Knospkern wichtige Veränderungen. Derselbe hat bedeutend an Grösse zugenommen und lässt an der Uebergangsstelle in den dünneren und bedeutend verlängerten Halstheil deutlich einen ovalen Keimsack erkennen; dieser ist von grösseren helleren Zellen umgeben (Fig. 31, *b*), die selbst wieder von einer dicken Schicht dunkleren kleinzelligen Gewebes eingehüllt sind. Es findet also, wie bei Cucurbita in der Mitte des *Nucleus* eine Lockerung des Gewebes statt. Bei weiterer Entwicklung werden daselbst die Zellen wasserreicher und heller, sie runden sich ab und wachsen stark in die Länge und es entsteht in der Mitte des *Nucleus* durch das Auseinanderweichen derselben ein grosser Interzellularraum, der mit ausgetretenem Zellsaft erfüllt ist. In diesen Raum treibt per Embryosack, der bisher eiförmig war, einen schlauchför-

migen Fortsatz, der bis an den Knospengrund reicht. Nun erst entsteht in der Erweiterung des Keimsackes durch freie Zellbildung das Endosperm.

Bis zur Befruchtungszeit hat auch der stabartig vorgezogene Theil des *Nucleus* wichtige Veränderungen erlitten; die beiden äusseren Kreise von Zellen haben sich bedeutend vergrössert, während der innere aus 3—5 Zellen bestehende Kreis kleinzellig bleibt und durch die äussere zusammengepresst wird. Auf diese Weise entsteht ein Canal, durch welchen sich der lange dünne Pollenschlauch den Weg zur Spitze des Embryosackes bahnt. Auch die Halszellen des Integumentes haben sich zu gleicher Zeit stark verlängert und vergrössert.

Im äusseren Integumente ist der weitere Verlauf der Theilungen folgender. Nachdem sich die zweite Spaltung des Epithels über die ganze flache Seite der Samenknospe erstreckt hat, finden sich hier drei Schichten von Zellen, die aus demselben hervorgegangen sind und die keine weiteren Spaltungen erleiden.

1. Die innerste Schicht (Fig. 32, IV) erleidet überhaupt keine Theilungen mehr, sondern die Zellen wachsen mit der ganzen Samenknospe stark in Länge und Breite, und dann beginnen sich die bezüglich des Samens radial gestellten Seitenwände, durch intercalares Wachsthum zacken- oder wellenförmig zu biegen. Diese Biegungen beginnen jedoch immer an der äussersten und innersten Zone, so dass bei beginnender Biegung der mittlere Querschnitt der Zelle (Fig. 34, *a*) noch vollkommen ebene Wände zeigt, während weiter nach Aussen oder Innen (Fig. 34, *b*) die Wellung der Wand anfängt, und die äusserste oder innerste Zone (Fig. 34, *c*) dieselbe schon sehr stark zeigt und hier auch schon die Verdickung der Zellwand beginnt. Der Querschnitt der jungen Testa (Fig. 32) zeigt daher bei IV ein scheinbares Auseinanderweichen der Zellwand; scheinbar, denn es kommt nicht zur Bildung von Interzellularräumen.

2. Die Zellen der mittleren Schicht werden auf der flachen Seite des Samens auch nicht mehr parallel zur Samenoberfläche gespalten, sie bleiben niedrig, tafelförmig, hingegen finden hier einzelne radiale (Flächen-) Theilungen statt, wodurch etwa 2 bis 4mal so lange als breite, rechteckige Zellen entstehen. Aussen und Innenwandung dieser Zellen bleiben eben und glatt und ver-

dicken sich porös. Die Seitenwände jedoch werden anfangs wellig und erscheinen später bei beginnender Verdickung auf dem Flächenschnitte stark zickzackförmig ein- und auswärts gebogen.

3. Die Zellen der äussersten Schicht strecken sich stark radial in die Länge und werden durch entsprechend gestellte Wände in vierseitige Prismen getheilt. Die der Länge des Samens nach gerichteten Seitenwände bleiben ganz dünn; die der Quere nach gestellten erhalten ziemlich spät in der Mitte eine Längsverdickung. Die Innenwandung wird ziemlich dick und steif, während sich die Aussenwandung nur wenig verdickt und weich bleibt.

Dies ist der Vorgang auf der flachen Seite der Samen.

An den beiden Kanten derselben ist der Verlauf der Theilungen nicht so einfach. Die innerste aus dem Epithel hervorgehende Schicht bleibt wie auf der flachen Seite ungetheilt, auch die äusserste Schicht ist wesentlich gleich ausgebildet. Ganz verschieden hingegen ist die mittlere entwickelt. Schon in der Nähe der Kanten werden hie und da einzelne Zellen dieser gespalten (Fig. 33, *c*) und wird an solchen Stellen die Schicht III der reifen Testa aus 2 Zelllagen bestehen.

Ganz in der Nähe des Randes und an diesem selbst, wird die Spaltungswand immer häufiger, so dass hier aus der ursprünglich einfachen Lage 6—7 Schichten hervorgehen, von welchen jedoch die inneren 2—3 Lagen grösser bleiben als die äusseren und in ihnen auch keine radialen Wände auftreten, was bei diesen häufig der Fall ist. (Vergl. Fig. 33.) So zeigt sich schon in der Anlage eine Differentiirung der Schicht III in 2 Gruppen von Zelllagen (*a*, *b*), die bei weiterer Entwicklung noch deutlicher hervortritt. Die Zellen der inneren Schicht (*b*) nähern sich in Gestalt und Verdickungsweise den Zellen der Schicht IV dergestalt, dass diese im reifen Zustande an den Kanten auf den ersten Blick mehrschichtig erscheint, was aber nicht der Fall ist. Die Zellen (*a*) der äusseren 3—4 Schichten bleiben kleiner (d. h. sie theilen sich öfter, auch radial), dünnwandiger, und besitzen im fertigen Zustande grosse Interzellularräume, die denen von *b* gänzlich fehlen.

Schon bevor die Verdickung der Schicht IV beginnt, zeigt sich die Aussenwandung der äussersten Zelllage des Knospenkernes deutlich verdickt (Fig. 32, VII), dabei bleiben die Zellen sehr im Wachstum zurück und strecken sich nur etwas in die Länge, während sich die des Knospenkerninnern sehr vergrössern, und stark in die Länge strecken. Das sich indess vermehrende Endosperm erweitert den Embryosack und presst dadurch die Perispermzellen zusammen. Schon in dem in Fig 32 gezeichneten Zustande zeigen sich die durch das Zusammendrücken entstehenden Längsfalten im Querschnitte (VIII).

Das innere Integument ist während des Vorganges der Spaltung des Epithels 3—4schichtig geworden; die Zellen bleiben dünn und werden im weiteren Entwicklungsverlaufe entleert und zusammengepresst.

Bedeutender sind die Veränderungen, die in den inneren Schichten des äusseren Integumentes vor sich gehen. Es lässt sich hier schon frühe ein deutlicher Unterschied zwischen der äussersten Schicht (Fig. 32, V a) und den inneren Lagen erkennen. In der ersteren kommt es nicht zur Bildung von Interzellularräumen und es finden auch einige radiale Theilungen statt, während die Zellen der inneren 3—4 Schichten keine Theilungen eingehen und frühzeitig grosse Interzellularräume bilden. Auf den flachen Seiten verändern diese Zellen bei weiterer Entwicklung ihre Form nicht besonders, sondern entstehen daraus ganz dünnhäutige, inhaltsleere, farblose Zellen, welche im reifen Zustande ganz zusammengepresst sind. Am Rande hingegen und in der Nähe desselben, wo das äussere Integument mächtiger ist, werden die Interzellularräume grösser als die Zellen selbst, indem diese die Form von oft sternartig, oder unregelmässig verzweigten Schläuchen annehmen.

Der Embryosack wird zwar durch das sich vermehrende Endosperm bedeutend vergrössert, füllt aber anfänglich die Höhlung des Perispermes bei Weitem nicht aus; dies geschieht erst später, wenn sich die Zellen der reifenden Testa zu verdicken beginnen und das Längenwachsthum des jungen Samens fast beendigt ist und werden dann Perisperm, inneres Integument und die inneren Schichten des äusseren zusammengepresst.

Das Endosperm ordnet sich wie bei *Cucurbita*. Die äusserste Lage desselben bleibt protoplasmareich, theilt sich weniger und bildet eine den Embryosack innen auskleidende Schicht plattgedrückter Zellen, während die inneren ihren Inhalt in den Embryosack abgeben und nach mehrfachen Theilungen zu einer sehr dünnen Schicht zusammengepresst wird, die nur in der wie bei *Cucurbita* entstehenden Fortsetzung zwischen den beiden Keimblättern sicher nachzuweisen ist.

Schliesslich bemerke ich, dass alle diese Veränderungen nicht gleichzeitig am ganzen Samen stattfinden, sondern immer an jenen Stellen beginnen, welche am reifen Samen am dicksten und festesten sind, also am Rande und an der Mikropyle; von hier aus schreiten sie dann gegen das stumpfe Ende des Samens und gegen die Mitte der flachen Seiten fort.

Die Resultate kann man in folgende Punkte resumiren:

1. An der reifen Testa haben neben den beiden Integumenten noch Endo- und Perisperm einen Antheil.

2. Aus dem Epithel des äusseren Integumentes entstehen die wichtigsten Schichten der Samenschale, nämlich II bis inclusive IV.

3. Die Schichten V und VI z. Th. entstehen aus den inneren Schichten des äusseren Integumentes.

4. Die innere Partie von VI entsteht aus dem inneren Integument.

5. Das Perisperm liefert die Schichten VII und VIII; das Endosperm ist durch die Schichten IX und X repräsentirt.

6. Die bei *Cucurbita Pepo* nur angedeutete Differentiirung der Schicht III in zwei Lagen (*a* und *b*) die bei *Lagenaria* an allen Stellen stark entwickelt sind, ist hier nur am Rande, wo III mehrschichtig wird, vorhanden.

Sie ist schon frühzeitig angedeutet und tritt im reifen Samen scharf hervor; es besteht daher auch hier die Samenschale aus 10 differentirten Schichten.

7. Der ganze im jugendlichen Zustande so mächtige Halstheil der Samenknospe ist als ein embryologisches Organ zu betrachten und hat am reifen Samen keinen Antheil, indem dieser nur aus dem bauchigen Theile der Samenknospe entsteht, was

hier wegen der starken Entwicklung des Halstheiles auffälliger als bei Cucurbita ist.

8. Das Gefässbündel der Raphe setzt sich hier wie bei Cucurbita zwischen V und VI um den ganzen Samen herum fort und ist mit zahlreichen Gefässen versehen.

B. Der fertige Zustand.

II. Der reife Gurkensame, wie er in den Handel kommt, zeigt auf dem Querschnitte (Fig. 37, II), dass er mit einer ziemlich dicken homogenen Haut bedeckt ist. Diese besteht aus den zusammenhängenden inneren Wandungen der prismatischen Zellen; der Verlauf dieses Häutchens ist kein ebener, sondern es sind die Grenzen der einzelnen Zellen deutlich an den Erhabenheiten, die sich in regelmässigen Abständen wiederholen, zu erkennen. Am Rande des Samens und in seiner Nähe (wo nämlich III mehrschichtig wird) lassen sich die ehemaligen Umrisse der prismatischen Zellen auch bei schwacher Vergrösserung und auffallendem Lichte am unverletzten Samen erkennen; dabei sieht man auch, dass sich auf der flachen Seite einzelne seidenglänzende, sehr dünne, gerade oder verbogene Fäden erheben, die gegen den Rand hin immer zahlreicher werden. Dies sind die einzigen Reste der Seitenwandungen; die Aussenwände fehlen bereits gänzlich. Vor dem durch Vertrocknen und Zerreißen geschehenden Verschwinden der Seitenwandungen stellten die Zellen dieser Schicht relativ lange Prismen mit rechteckigem Querschnitte dar. Die parallel mit der Längsaxe des Samens verlaufenden Seitenwände dieser Prismen (Fig. 36, *l*) zeigen keine Verdickung; die der Quere nach gerichteten hingegen haben in der Mitte einen schmalen stark verdickten Streifen, welchen Fig. 36 bei *v* im Querschnitte zeigt.

Weiter nach unten verbreitet sich derselbe und wird dünner, (Fig. 29, bei *r*) und sitzt mit der so entstehenden breiten Basis am Samen fest.

III. Auf der flachen Seite des Samens besteht diese Schicht aus einer einfachen Lage von flachen, im Wesentlichen rechteckigen Zellen, welche der Länge des Samens nach gestreckt, 3—4mal so lang als breit sind. Die Zellen sind stark verdickt

und besitzen seitlich 4—6 grosse Lappen, welche ineinandergreifen, sich jedoch nicht an allen Punkten berühren, so dass zwischen je 2 Zellen zahlreiche kleine rundliche Interzellularräume entstehen; alle Wandungen sind mit Porencanälen versehen.

Gegen den Rand hin schaltet sich ausserhalb derselben eine zweite Schicht ein, welche aus kleinen rundlichen oder länglichen Zellen besteht, die stark porös bis netzförmig verdickt sind und deren Lumen in längere oder kürzere, dünnwandige röhrenförmige Fortsätze ausgeht (Fig. 38, *c*, *d*), die nach allen Seiten abstehen, wodurch grosse Interzellularräume gebildet werden.

Noch weiter gegen den Rand hin werden die Röhren und daher auch die Interzellularräume grösser und nun zeigt sich auch, dass die inneren ein bis zwei Lagen sich bedeutend verändern. Sie werden sehr dickwandig, unregelmässig lappig und das kleine Lumen geht in verzweigte Porencanäle aus (III *b*); es bilden diese Zellen offenbar den Uebergang zu IV und helfen diese Schicht am Rande verstärken.

Am Rande selbst sind die Zellen der äusseren Lagen von III *a* noch dünnwandiger und fast netzförmig verdickt.

IV. Ist überall einfach und besteht aus Zellen, welche im Typus mit den entsprechenden von *Cucurbita* übereinstimmen (Fig. 37, IV); sie sind dickwandiger als bei *Cucurbita* und verhältnissmässig höher, 4—5mal so lang als breit. In den übrigen Verhältnissen, so namentlich was die Symmetrieverhältnisse bezüglich der Mittelebene betrifft und der Ausbildung der Lappen, stimmen diese Zellen mit denen von *Cucurbita* überein. Sehr deutlich ist auch die Schichtung der dicken Zellwand.

V. Ist auf den flachen Seiten des Samens nur sehr schwach entwickelt; sie besteht hier aus nur 2—3 Schichten von zusammen gepressten Zellhäuten, von welchen die inneren nach Ausbreitung Interzellularräume zeigen, während die äusserste Schicht unmittelbar an IV anliegend, derselben entbehrt und schwache Gitterplatten zeigt.

VI. Ist auf den flachen Seiten auf Querschnitten schwer zu sehen, indem sie aus nur 3—4 Lagen ganz dünnwandiger und zusammengepresster leerer, farbloser Zellen besteht; deutlich

hingegen an den Kanten, wo sie mächtiger ist und innerhalb des Gefässbündels liegt, das an der Grenze von V und VI um den ganzen Samen herumfließt.

Die Schichten VII bis inclusive X sind ganz so wie bei *Cucurbita* entwickelt.

Zusammenfassung.

Als Resultate der Untersuchung des Baues und der Entwicklungsgeschichte der Samenschale von *Cucurbita Pepo*, *Lagenaria vulgaris* und *Cucumis sativus* ergibt sich Folgendes:

Vor Allem lassen sich die Cucurbitaceen nach der Entwicklung des Samens in zwei grosse Gruppen einteilen, in solche bei welchen das innere Epithel der Carpelle an der Bildung des Samens einen Antheil nimmt (*Cucurbita*, *Lagenaria*) und in solche, wo dies nicht der Fall ist (*Cucumis*). Bei den ersteren trennt sich dasselbe vom Carpelle und legt sich an den jungen Samen an, so dass die früheren Innenwandungen am reifen Samen nach Aussen gekehrt sind und hierbei eine ganz eigenthümliche Beschaffenheit erhalten.

Diese Schicht fungirt als Quellschicht (I).

Die eigentliche Testa besteht immer aus 10 Schichten, von welchen eine, nämlich III *b* wenigstens am Rande des Samens nachzuweisen ist.

Die vier äussersten Lagen II, III *a*, III *b* und IV entstehen immer aus dem Epithel des äusseren Integumentes; dieses ist vielschichtig und nimmt den Hauptantheil an der Bildung der Testa indem alle physiologisch wichtigen Schichten daraus entstehen.

Die Schicht V ist manchmal sehr stark entwickelt, manchmal (an den Seiten) kaum zu bemerken. Sie entsteht immer aus den unter dem Epithel liegenden 3—4 Schichten des äusseren Integumentes.

Die Schicht VI entsteht immer aus den innersten Schichten des äusseren Integumentes und dem 2—3schichtigen inneren Integument.

Die Schicht VII bildet sich in allen Fällen aus dem Epithel des Nucleus; VIII besteht aus den ausgesogenen und in

charakteristischen Längsfalten zusammengebogenen Zellen des Perispermgewebes; IX ist die äusserste Schicht des Endosperms X sind die inneren entleerten Zellen desselben.

II. Besteht immer aus prismatischen, dünnwandigen Zellen, mit Längsverdickungen, die wenigstens stellenweise vorkommen, und das Hauptcharacteristicon dieser Schicht bilden, welche immer aus einer einzigen Zelllage besteht und als eine Art Quellschicht fungirt, wenn die Zellen im reifen Zustande noch vorhanden sind.

III. Ist ein- bis vielschichtig. Wenigstens am Rande und an der Mikropyle und hier wenigstens andeutungsweise (*Cucurbita*) tritt eine Scheidung in III *a* und III *b* ein.

III *a*. Ist immer aus rundlichen, länglichen oder unregelmässigen, netzförmig oder porös verdickten, leeren Zellen mit grossen Interzellularräumen gebildet; ist ein bis vielschichtig und eine Art Luft führender Schicht, die bei der Keimung bedeutende Wassermengen aufzunehmen im Stande ist.

III *b*. Besteht immer aus unregelmässigen durch Lappen fest mit einander verbundenen dickwandigen Zellen, die zur Verstärkung der eigentlichen Hartschicht (IV) dienen; diese

IV. Schicht wird aus dickwandigen Zellen gebildet, die durch zahlreiche verzweigte Lappen mit einander fest verbunden sind. Diese Zellen sind immer bezüglich einer tangentialen Mittelebene symmetrisch und die Lappen am stärksten an der Aussen- und Innenfläche der Zellen entwickelt, was als mechanisches Moment für die Festigkeit der immer einlagigen Schicht von grösster Wichtigkeit ist.

V. Ist sehr verschieden entwickelt, besitzt aber immer, wenigstens in den inneren Lagen, grosse Interzellularräume; die Zellen sind meist schlauchförmig und wenigstens stellenweise netzförmig verdickt ist.

VI. Besteht immer aus dünnen zusammengepressten Zellhäuten.

VII.—X. Sind bei allen Arten fast vollkommen gleich entwickelt und daher als typische Schichten der Cucurbitaceen-Testa wichtig.

VII. Hat immer die Aussenwandung und äussersten Theile der Seitenwandungen verdickt.

VIII. Besteht aus zusammengepressten, langgestreckten, dünnwandigen Zellen.

IX. Ist als Plasmasehicht, in Form einer einzigen Lage von tafelförmigen inhaltsreichen Zellen entwickelt.

X. Besteht aus mehreren Lagen ganz zusammengepresster sehr dünnwandiger, meist polygonaler Zellen.

Ausserdem kommt allen Arten ein den Samen längs der Kante umlaufendes Gefässbündel zu, das in dem äusseren Integumente entsteht und sich zwischen der V. und VI. Schicht befindet.

Eine weitere Eigenthümlichkeit der Cucurbitaceen-Samen besteht auch darin, dass sie am Mikropyle-Ende nicht geschlossen, sondern wie abgebrochen aussehen, was davon herrührt, dass der Same nicht aus der ganzen Samenknospe, sondern nur dem bauchigen Theile derselben hervorgeht.

Sämmtliche differentiirten Zellschichten zusammen können bis über 30 einzelne Zelllagen enthalten.

Figurenerklärung.

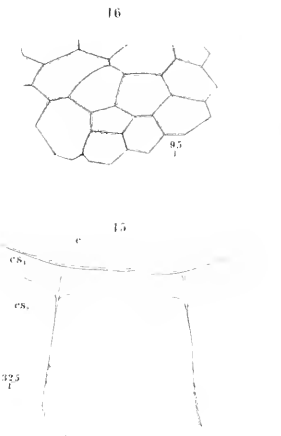
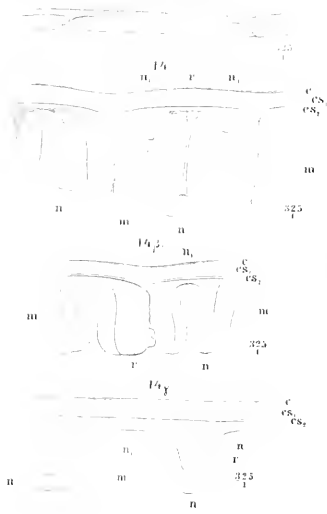
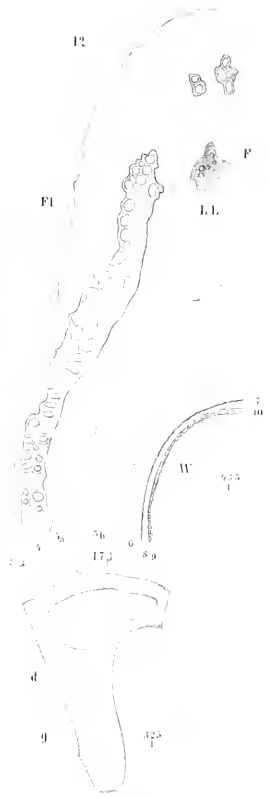
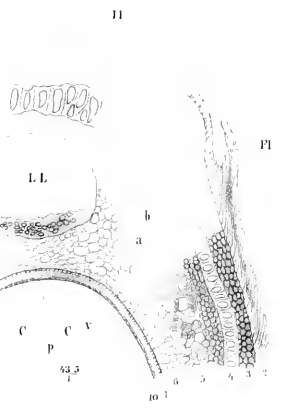
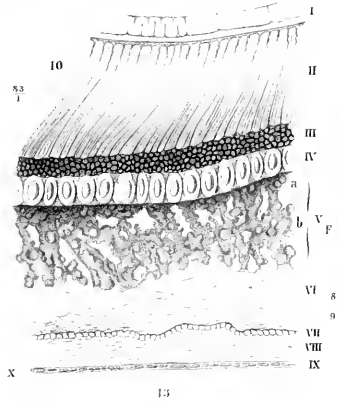
A. Cucurbita Pepo L. und Melopepo L.

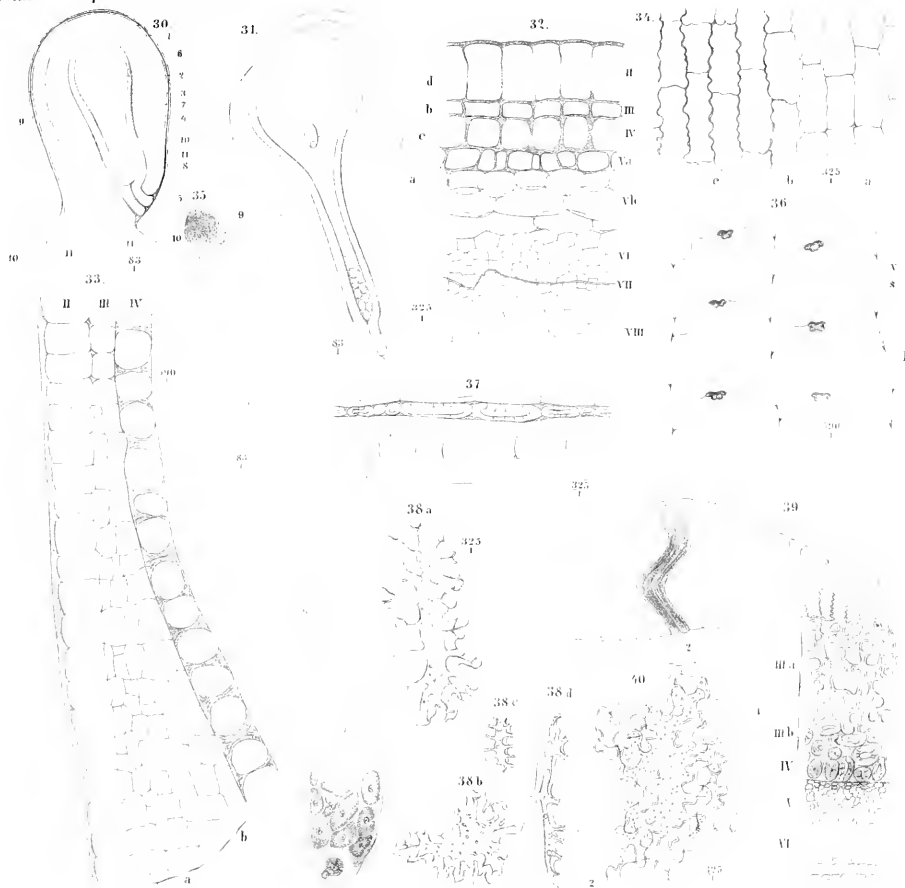
- Taf. I. Fig. 1. Samenknospe im Längsschnitte, kurz vor der Blüthe; *n* Nucleus; *en* Epithel desselben; *ii*, *ai* inneres und äusseres Integument; *eai*, *ec* Epithel des *ai* und des Carpelles; *fn*, Funiculus, *fb*, dessen Fibrovasalstrang; *eb*, Keimsack; Vergr. 55.
- „ „ 2. Ebenso, kurz nach der Blüthe; Bez. und Vergr. wie Fig. 1.
- „ „ 3. Kürbissame und dessen Mikropyle-Ende; *r*, Raphe und dessen Canal *k*.
- „ „ 4. Theil eines Querschnittes der Integumente gegenüber der Raphe kurz nach der Blüthe. *ai*, *ii*, *eäi*, äusseres, inneres Integument und Epithel des ersteren; *b* Schicht aus der *V a* entsteht; durch Theilung von *eäi* entst. IV und C; Vergr. 325.
- „ „ 5. Querschnitt nach Anlage von II—IV; *D*, *E*, Diachym und Epithel des Carpelles; *p*, Perisperm. Vergr. 325.
- „ „ 6. Ebenso, *r* und *t*, radiale und tangentiale Wände im *eäi*.
- „ „ 7. Ebenso, gegen den Rand hin; *b*, s. Fig. 4.
- „ „ 8. *C. Melopepo*, wie Fig. 5.
- „ „ 9. *C. Melopepo*; Embryosack mit jungem Endosperm. Vergr. 83.
- Taf. II. „ 10. Vollständiger Querschnitt der reifen Testa; Vergr. 83.
- „ „ 11. Querschnitt durch den Rand des Samens; *LL*, Luftkanal, mit dem Gefässbündel *f*; *C*, *C* die Cotyledonen, 10, mit der Fortsetzung zwischen *C*, *C*; *fl*, Randflügel von 2.; Vergr. 43½.
- „ „ 12. Viertel eines Querschnittes durch die Testa am Würzelchen (*W*); siehe Fig. 11.
- „ „ 13. Querschnitt durch I, in Alkohol.; Vergr. 325.
- „ „ 14. Querschnitt durch I in verdünntem Alkohol und mit *z*. Fuchsin gefärbt; *c*, *cs₁*, *cs₂*, Cuticula und Cuticular-

- schichten, *m*, die stärker, *n*, *n*₁, die schwächer quellenden
Partien der Innenwandung. Vergr. 325.
- Taf. II. Fig. 14β. Wie 14 *a*, aber die Schicht nicht vollkommen reif.
 „ „ „ 14γ. Ebenso.
 „ „ „ 15. Querschnitt d. I., reif, im Wasser ganz angequollen.
 Vergr. 325.
 „ „ „ 16. Zellen aus I; Mitte des Samens. Flächenansicht, in Alko-
 hol. Vergr. 95.
 „ III. „ 17α. Zellen aus I; Rand des Samens, Flächenansicht im
 Wasser. Vergr. 95.
 „ II. „ 17β. Zellen aus I; in Alkohol; *g* sind die dichteren gelblichen
 Stellen, *d*, die farblosen; Vergr. 325.
 „ III. „ 18. Das äusserste Sechstel einer Zelle aus II mit Kalilauge
 isolirt; *b*, *r*, Verdickungen der Flächen und Kanten;
 Vergr. 590 *Cuc. Melopepo*.
 „ „ „ 19. Äusserste Partie einiger Zellen von II. von aussen ge-
 sehen; *b*, *r*, Verdickungen der Flächen und Kanten; *k*,
 Knötchen der ersteren, *u*, horizontale Falten. Vergr. 325.
Cuc. Melopepo.
 „ „ „ 20. Stück einer isolirten Zelle aus IV von oben gesehen;
 Vergr. 325.
 „ „ „ 21. Stück einer isolirten Zelle aus IV von der Seite gesehen;
 Vergr. 325.
 „ „ „ 22. Tangentialschnitt durch die Mitte der Schicht IV; Strei-
 fung und Porenkanäle stellenweise angedeutet. Vergr. 95.
 „ „ „ 23. Tannentialer Querschnitt durch IV, um $\frac{1}{4}$ der Dicke von
 der Mitte entfernt. Vergr. 325.
 „ „ „ 24. Querschnitt durch VII und VIII; aus der reifen Testa;
 VIII z. Th. künstlich ausgebreitet.
 „ „ „ 25. Querschnitt durch die 4 innersten Schichten, in Kali-
 lauge; Vergr. 590.
 „ „ „ 26. Flächenstück aus VII.; Vergr. 136.
 „ „ „ 27. Flächenstück aus IX.; Vergr. 136.
 „ „ „ 28. Flächenst. aus X; eine Stelle wo die beiden hier vor-
 kommenden Zellformen aneinanderstossen; *a* polyg., *b*
 verzweigte *c*. Mittelformen; *i*, Interzellularräume. Vergr.
 325.
 Mit Ausnahme der Fig. 8, 9, 18 und 19 rühren alle von
Cucurbita Pepo L. her.

B. *Cucumis sativus* L.

- Taf. III. Fig. 29. Basaltheil einer Zelle aus II, wie sie am reifen Samen zu
 sehen ist. Vergr. 590.
 „ IV. „ 30. Samenknoepe im Längsschnitte, kurz vor der Blüthe;
 Vergr. 83; 1 Chalaza, 2 Knospenkern, 3 und 5, *ii*; 4,





Gränze, an welcher der reife Same abfällt; 10, Epithel des Carpelles, 11, das der Samenknospe, 6—8, *äi*; 9, Procambiumstrang.

- Taf. IV. Fig. 31. Samenknospe im Längsschn. kurz nach der Blüthe; *c*, Embryosack, *b*, helles, *d*, dunkleres Gewebe, *a*, *äi*, Vergr. 83.
- „ „ „ 32. Querschnitt d. Integumente und des Perispermes (*p*) nach Vollendung der Spaltung im *eäi*; von der flachen Seite; Vergr. 325.
- „ „ „ 33. Querschnitt d. Epithels des äusseren Integ. bei vorgeschrittener Theilung. Vergr. 590.
- „ „ „ 34. Tangent. Schnitt durch IV. Vergr. 325.
- „ „ „ 35. Embryosack mit dem eben entstand. Endosp. u. d. Keim-
anlage. Vergr. 83.
- „ „ „ 36. Querschnitt durch die Zellen von II; *l*, Längs-, *s*, Quer-
wände mit Verdickungen *v*. Vergr. 590.
- „ „ „ 37. Querschnitt durch II—IV d. reifen Testa. Vergr. 325.
- „ „ „ 38. Einzelne isolirte Zellen aus III; *a* und *b* von der flachen
Seite; *c* und *d* aus III *a* von der Kante.

C. Lagenaria vulgaris. Ser.

- Taf. IV. Fig. 39. Querschnitt der reifen Testa, II—X, durch einen der
beiden hellen Streifen des Samens. Vergr. 83.
- „ „ „ 40. Junge Zellen aus IV; von der Fläche gesehen (siehe
Test.). Vergr. 325.

Über die in Verbindung mit Flyschgesteinen und grünen Schiefen vorkommenden Serpentine bei Kumi auf Euboea.

Von **Th. Fuchs.**

(Mit 1 Profiltafel.)

Bereits Virlet beschreibt in seiner ausgezeichneten Schilderung der geologischen Verhältnisse Moreas¹ unter der Bezeichnung „Groupe calcaréo-talqueuse“ eine Schichtengruppe, welche über dem alten krystallinischen Gebirge (Glimmerschiefer) und unter den secundären Formationen gelegen, aus verschiedenfarbigen Thon- und Talkschiefern, Kalksteinen, grauwackenartigen Psammiten und eigenthümlichen Breccien besteht, welche in fortwährender Wechsellagerung und innigster Verbindung mit verschiedenen Grünsteinen und Serpentinien auftretend, eine Schichtengruppe darstellen, in welchen Glieder von unzweifelhaft sedimentärem Ursprung, mit solehen von unzweifelhaft eruptivem Charakter, in innigster, untrennbarer Verbindung und in den mannigfachsten Übergängen vorkommen.

Eine ganz analoge Erscheinung beschreibt Gaudry in seinem bekannten Werke: „Géologie de l'Attique“ aus Attica, und zwar sind es hier vorzugsweise flyschartige Mergel und Sandsteine, sowie krystallinische Kalke, welche in Verbindung mit Serpentinien, Gabbro und verschiedenfarbigen Thon- und Talkschiefern auftretend eine Gebirgsformation bilden, deren eigenthümlichen Charakter Gaudry auf einen grossen „regionalen“ Umwandlungsprocess zurückführt, der durch die eruptiven Gabbro- und Serpentinmassen hervorgerufen wurde.

¹ Expédition scientifique de Morée. Vol. II. 2^e partie. Paris. 1833.

Gelegentlich der geologischen Untersuchungen, welche ich im verflorenen Frühlinge in Gesellschaft meines Freundes des Herrn A. Bittner in Griechenland durchführte, hatten wir mehrfach Gelegenheit diese sonderbare Verbindung von krystallinischen und klastischen, von sedimentären und eruptiven Gesteinen zu beobachten, nirgends jedoch in so ausgezeichnete Weise als bei Kumi auf Euboea.

Der Bau des älteren Gebirges in der Umgebung von Kumi ist ein ausserordentlich einfacher und immer schon aus der Entfernung, aus der Configuration des Terrains und der Färbung des Gesteins erkennbar. Zu unterst flache, abgerundete Hügel von dunkler Färbung bildend, liegen die Serpentine in Verbindung mit mannigfachen Schiefeln, darüber in mächtiger Entwicklung die schroffen, lichten Massen des Hippuritenkalkes. An der Basis geht der massige oder dickbankige Kalkstein gewöhnlich in rothe und grüne plattige Kalkmergel über, welche wieder ihrerseits einen ganz allmählichen, stufenweisen Übergang in die grünen Schiefer des darunter liegenden Schichtencomplexes aufweisen.

Es geht aus dieser Darstellung hervor, dass der Hippuritenkalk hier auf dem darunter liegenden Schichtencomplex durchaus nicht wie auf einem älteren Urgebirge aufruht, sondern dass diese beiden Formationen in vollkommen concordanter Lagerung und durch ganz allmähliche Übergänge verbunden auf einander folgen, woraus weiter mit Nothwendigkeit hervorgeht, dass die Serpentine mit ihren mannigfachen Schiefeln hier unmöglich dem Urgebirge angehören können, sondern nothwendigerweise von verhältnissmässig jungem Datum sein müssen.

Einen äusserst lehrreichen Einblick in die hier geschilderten Verhältnisse, sowie auch namentlich in den wechsellvollen, complicirten Bau des unteren Schichtencomplexes liefert die neue von den Braunkohlenwerken bei Castrovall nach Kumi führende Strasse, indem die beim Strassenbau nothwendig gewordenen Erdarbeiten eine fortlaufende Reihe von Aufschlüssen bieten, welche den Bau des Gebirges Schritt für Schritt zu studiren gestatten.

Die beifolgende Zeichnung gibt eine genaue Darstellung der Verhältnisse, wie sie sich an dieser Strasse zeigen (s. Tafel D).

Zu oberst findet man in mächtiger Entwicklung einen lichten Kalkstein in dicken, senkrecht aufgerichteten Bänken. Das Gestein ist ausserordentlich krystallinisch und gleicht hie und da in einzelnen Handstücken ganz dem weissen zuckerkörnigen Marmor des Pentelikon. Trotzdem gelang es uns an der Strasse mitten in dem krystallinischen Kalke eine Menge undeutlicher Organismenreste und daneben sogar eine nicht unbeträchtliche Menge ganz deutlicher Hippuriten, aufzufinden, durch welche Funde es ausser Zweifel gesetzt ist, dass diese Kalkmassen, welche petrographisch so sehr den Charakter von Urkalcken an sich tragen, doch nur Hippuritenkalke sind.

Nach unten zu verliert der Kalkstein seinen krystallinischen Charakter, nimmt eine mehr graue Färbung an, wird dünnbankiger, und geht allmählig in ein dichtes, grünliches, plattig klüftetes Mergelgestein über, durch welches der Übergang in die untere Schichtengruppe vermittelt wird.

Dieser untere Schichtencomplex ist es nun, welcher in so merkwürdiger Weise die Charaktere vom Urgebirge und vom sedimentären Gebirge in sich vereinigt, indem man einerseits Serpentin, Talkschiefer, Sericitschiefer und Thonschiefer vom Charakter des Urthonschiefers, andererseits mannigfaltige Breccien, Sandsteine und Kalkmergel, welche vollkommen mit den Gesteinen der Flyschformation übereinstimmen, in fortwährender Wechsellagerung und untrennbarer Verbindung findet.

Äusserst merkwürdig ist hierbei der Umstand, dass sowohl die Breccien, als die flyschartigen Sandsteine und Mergel, welche einerseits in regelmässigen Schichten den übrigen Schichten eingelagert auftreten, andererseits auch in der Gestalt von Schollen in den grünen Schiefeln vorkommen, welche mitunter bedeutende Dimensionen (1° — 3°) annehmen, jedoch niemals die Spur einer stattgefundenen Umwandlung erkennen lassen.

Noch merkwürdiger und räthselhafter wird diese Erscheinung durch die Thatsache, dass an einem andern Punkte (Taf. I e) in einem grünen, talkigen Schiefer Partien eines molasseartigen Sandsteines eingelagert vorkommen, welche jedoch keineswegs in der Gestalt eckiger Schollen, sondern vielmehr in der Form

rundlicher Kuchen auftreten, welche vollständig den Charakter von Septarien haben. Man kann diese Kuchen aus den grünen talkigen Schiefeln herauslösen, genau wie man Septarien aus dem Tegel löst und zeigen dieselben nicht die mindeste Spur irgend einer secundären Veränderung.

Der ganze Schichtencomplex der Schiefer und Serpentine ist übrigens von zahlreichen Verwerfungen durchsetzt und vielfach gestört.

Erscheinungen, wie die im Vorbergehenden geschilderten, sind jedoch keineswegs auf Griechenland beschränkt. Bereits vor langer Zeit hat Studer¹ aus den „Alpes maritimes“ und von der Insel Elba, sowie Pareto von Corsica² eine ganz analoge, innige Verbindung von Flyschgesteinen, grünen Schiefeln, Gabbro und Serpentin beschrieben und in neuerer Zeit haben Gastaldi³ und Cocchi⁴ die Angaben Studers im Wesentlichen bestätigt und vielfach erweitert und ergänzt. Auf Elba und Corsica wird die Sache noch insofern complicirter, als hier neben Serpentin und Gabbro auch noch Quarzporphyre und granitartige Gesteine auftreten, welche den Macigno in zahlreichen Gängen und Adern durchsetzen und Schollen von Macigno einschliessen, während andererseits die sedimentäre Schichtenreihe durch ein Gestein bereichert wird, welches vollständig dem Verrucano gleicht und gewissermassen einen jüngeren (eocänen?) Verrucano darstellt.

In grossartigster Entwicklung scheint diese Erscheinung jedoch in den nördlichen Appenninen aufzutreten, wo die zahllosen Durchbrüche von Gabbro und Serpentin so constant an die Argille seagliose geknüpft sind, und so enge Beziehungen zu denselben unterhalten, dass sehr viele der italienischen Geologen sogar einen directen Übergang von dem einen Gestein in das andere behaupten und alle einstimmig wenigstens die Gleich-

¹ Sur la constitution géologique de l'île d'Elbe (Bull. Soc. géol. France, XII. pag. 279. 1841).

² Cenni geognostici sulla Corsica (Atti scienz. Ital. 1844).

³ Studii geologici sulle Alpi occidentali (Memorie del Com. geol. d'Italia, I. 1871).

⁴ Descrizione geologica dell' Isola d'Elba. (Ebendasselbst.)

zeitigkeit dieser beiden Gebirgsbildungen, sowie irgend einen genetischen Zusammenhang als eine erwiesene Thatsache betrachten. ¹

Es ist hier wohl der Ort daran zu erinnern, dass Stoppani bereits vor langer Zeit die Argille scagliose direkte für eine eruptive Bildung erklärte, welche nach Art der Schlammvulcane entstanden sei, welcher Ansicht sich auch Doderlein, Stöhr u. A. angeschlossen.

Mir scheint diese Anschauungsweise in der That so Vieles für sich zu haben, dass ich für meinen Theil kaum mehr an der Richtigkeit derselben zweifle, ja ich möchte dieselbe sogar auf den grössten Theil der Flyschbildungen überhaupt, sowie auf manche andere ähnliche Ablagerungen ausdehnen, welche gegenwärtig noch allgemein für Sedimentärbildungen gehalten werden.

¹ Sehr lehrreich ist in dieser Beziehung die im Jahre 1871 erschienene geologische Karte Doderleins über die Umgebung von Modena und Reggio (Mem. Reg. Acad. in Modena, XII), wo man in höchst auffallender Weise die zahlreichen Serpentin durchbrüche ausnahmslos auf das Gebiet der Argille scagliose beschränkt sieht.

Th. Fuchs, über die in Verbindung mit Flyschgesteinen und grünen Schieferen vorkommenden Serpentine von Kumi auf Euboea.



Einwirkung strömender Elektrizität auf die Bewegung des Protoplasma, auf den lebendigen und todten Zelleninhalt, sowie auf materielle Theilchen überhaupt.

Von Dr. **Wilhelm Velten.**

(Mit 1 Tafel.)

Einleitung.

Im Jahre 1872 war ich in der angenehmen Lage, eine Anzahl elektrischer Apparate des unter Herrn Professor Jolly stehenden k. physikalischen Universitätscabinetes in München zu meinen Zwecken benützen zu dürfen. Es war mir dies von besonderem Werthe, nachdem meine zuvor im pflanzenphysiologischen Institute des Herrn Professors Nägeli ebendortselbst unternommenen Untersuchungen über das Protoplasma nach der elektrischen Seite hin eine fühlbare Lücke anwiesen.

Bei dem Studium der Mechanik der Protoplasmbewegungen und verschiedenartiger Einwirkungen auf dieselben¹, die elektrischen ausgenommen, hatten sich eine Menge von Fragen aufgedrängt, die mir bei dem dermaligen Standpunkte der Wissenschaft unlösbar erschienen. Stets war es wünschbar, auch nur etwas Bestimmteres über die Ursache der Bewegung zu wissen.

¹ Velten:

1. Über die Verbreitung der Protoplasmbewegungen im Pflanzenreiche. *Botanische Zeitung*. 1872. Nr. 36.
2. Bewegung und Bau des Protoplasma. *Regensburger Flora*. 1873.
3. Activ oder Passiv? *Österreichische botanische Zeitschrift*. 1876. Nr. 3.
4. Einwirkung der Temperatur auf die Protoplasmbewegung. *Regensburger Flora*. 1876. 12—14.
5. Die physikalische Beschaffenheit des pflanzlichen Protoplasma. *Sitzungsberichte der Wiener Akad. d. Wiss. Nat. math. Cl.* 1876.
6. Über die wahre Pflanzenelektrizität. *Botanische Zeitung*. 1876. Nr. 18, 19.

auf welche man aus den gegebenen Erscheinungen nur sehr unsicher schliessen konnte. Wir müssen offen bekennen, dass wir über das Wesen der sogenannten Strömungen nichts Sicheres wissen, dass die verschiedenen Erklärungsweisen sich sämmtlich nicht weiter als über den Rang einer blossen Meinung erheben.

Nach den mancherlei Beobachtungen, welche ich zu machen Gelegenheit hatte, schien mir der einzige Weg noch, der Frage nach der Causalität der Protoplasmabewegungen näher zu kommen, die Beziehung der Elektrizität zu den Bewegungserscheinungen zu erforschen. Die Resultate der in letzterer Beziehung unternommenen Versuche haben in mir die Hoffnung erweckt, dass der von mir eingeschlagene Weg noch eine positive und zweifelloße Antwort bringen wird, und zwar in dem Sinne, dass die Ursache eine elektrische sei. — Vermuthet wurde übrigens eine solche schon seit langer Zeit; schon Amici, Becquere l und Andere geben sich derartigen Betrachtungen hin. Diesen Vermuthungen fehlt aber insgesamt jede annehmbare Begründung.

Die Anhaltspunkte, die ich hatte, um experimentell über die Möglichkeit oder Unmöglichkeit zu entscheiden, eine Erklärung in dieser Richtung zu suchen, waren folgende:

Erstens sind für die Pflanzen gesetzmässige elektrische Ströme, die ihnen als solchen zukommen, nachgewiesen ¹. Eine nähere Beziehung der elektromotorischen Eigenschaften zu den

¹ Ranke zeigte dies zuerst; ich habe dessen Beobachtungen für richtig erkannt. Beim Enthäuten von Pflanzentheilen wird ein gesetzmässiger elektrischer Strom sichtbar, welcher im Schliessungsdrahte vom Querschnitt zum künstlichen Längsschnitt verläuft, der sich also gerade umgekehrt verhält wie der Muskel- und Nervenstrom. Wird vor dem Versuch die Epidermis nicht entfernt, so bleibt der wahre Pflanzenstrom verdeckt, weil die Epidermis dem elektrischen Strome einen zu grossen Widerstand bietet (es ist noch nicht festgestellt, ob dieser grosse Widerstand vielleicht nur lediglich der Cuticula zukömmt); in diesem Falle treten dann unregelmässige, oft auch geradezu entgegengesetzte Ströme auf, welch' letztere auf das positive Verhalten der feuchten Pflanzenoberfläche gegen den sauren Zellsaft zu setzen sind.

Ranke: Untersuchungen über Pflanzenelektrizität. Sitzungsberichte der k. phys. math. Cl. d. Münchener Akad. d. Wissenschaften. 1872. — V e l t e n: Über die wahre Pflanzenelektrizität. Botanische Zeitung. 1876.

Protoplasmabewegungen war bis jetzt zwar nach meinen Beobachtungen nicht aufzufinden. Stromlose Präparate von Vallisneriabläthern, deren Protoplasma und Chlorophyllkörner sich in Ruhe befanden, blieben stromlos, als ich künstlich die Bewegung des Zelleninhaltes hervorrief. Die elektrischen Ströme traten erst weit später auf, als die Protoplasmabewegung bereits in vollem Gange war ¹. Thatsache ist es aber wenigstens, dass elektrische Ströme vorhanden sind, die die Ursache für die Bewegungen abgeben können; in dem letzteren Falle können sie zu schwach sein, um äusserlich wahrgenommen zu werden, oder sie können in irgend einer Weise verdeckt sein.

Zweitens beobachtet man Protoplasmaströme bei starken Vergrösserungen und starker Beleuchtung, am besten in diesem Falle Lampenbeleuchtung, so sieht man wie die kleinen im Protoplasma enthaltenen Körnchen sich anziehen und alsbald wiederum abstossen, dieses Spiel unter Umständen einige Mal wiederholend. Kommen einmal zwei solcher Körnchen in eine gewisse nahe Entfernung, so wollen sie bei ihrem Weiterziehen nicht mehr von einander weichen; sie zerren sich gewissermassen hin und her; erst wenn ihre gegenseitige Entfernung verschwindend klein geworden ist, geschieht die Vereinigung mit einem Rucke; sie gehen dann verbunden weiter, bis sie sogleich oder erst später sich plötzlich wiederum abstossen. Man wird hierbei unwillkürlich an das Experiment mit den Hollundermarkkügeln erinnert. Ertheilen wir einem Hollundermarkkügelchen *a* Elektrizität und nähern wir ein zweites Kügelchen *b*, welches die Elektrizität Null besitzt, so wird *b* von *a* angezogen; sobald sie sich berührt haben, stossen sie sich wieder ab. Ist *a* positiv-elektrisch gemacht worden, *b* negativ, so ziehen sie sich auf's lebhafteste an. Das plötzliche Anziehen und Abstossen finden wir bei unsern Protoplasmakörnchen, wenn wir sie ruhig mit dem Mikroskop betrachten, so häufig, dass wir uns nicht erwehren können, vorläufig eine Parallele zwischen elektrischen Erscheinungen und diesen zu ziehen, denn es ist eines der charakteristischsten Merkmale des elektrischen Zustandes, dass zwei Körper, die sich anziehen, nach ihrer Berührung wiederum ab-

¹ Botanische Zeitung. 1876

stossen. Da wo Chlorophyllkörner während der Bewegung mit Protoplasmakörnchen zusammenkommen, sieht man etwas Ähnliches. Für diesbezügliche Beobachtungen empfehlen sich Zellen, beispielsweise der Vallisneria oder Elodeablätter. Fixirt man Elodeablattzellen, an deren oberer Wand einzelne Plasmapartien mit Chlorophyllkörnern herüber- oder hinüberwandern, so ist es deutlich zu sehen, dass die Chlorophyllkörner eine merklich geringere Geschwindigkeit besitzen, als die grössere Masse des umgebenden Protoplasma. Unter dem langsameren Fortschreiten der Körner, die sich immer mehr in der Mitte des Strombettes halten, leidet aber auch die die Körner direct umgebende Plasmanasse. Daher finden wir das überraschende Factum, dass das Protoplasma am Rande der Ströme rascher vorwärts geht, als in der Mitte derselben. Kommt nun ein Körnchen in die Nähe eines Chlorophyllkornes, so übt das letztere eine kräftige Anziehung auf dasselbe aus; ist die Anziehung so stark, dass ein Contact beider stattfindet, so bleibt das Körnchen gewöhnlich lange mit dem Korn in directer oder wenigstens sehr naher Berührung, dieses dann begleitend. Es ist für mich kein Zweifel mehr, dass bei allen protoplasmatischen Bewegungen, selbst bei der Rotation — dem scheinbar einfachsten Falle — sich Anziehungen und Abstossungen der Theilehen untereinander geltend machen, wie sie nur mit elektrischen Kraftäusserungen einen erträglichen Vergleich zulassen.

Drittens wandern, nach den Untersuchungen Quinke's ¹, namentlich durch den directen Einfluss elektrischer Ströme je nach der Beschaffenheit der Röhrenwandung und der Natur und der Grösse der in Flüssigkeiten gebrachten kleinen Körperchen dieselben nach dem positiven oder negativen Pol. Wasser, in dem Stärkeköerner suspendirt sind, geht beim Schliessen eines elektrischen Stromes in Richtung des positiven vorwärts. Bei schwachen Strömen wandern die an der Röhrenwand befindlichen Stärkekörnchen ebenfalls in der gleichen Richtung. Die in der Mitte des Rohres befindlichen Körnchen wandern umgekehrt. Wird der elektrische Strom verstärkt, so gehen zunächst alle

¹ Quinke: Über die Fortführung materieller Theilehen durch strömende Elektrizität. Poggendorff's Annalen. 1861. IV. Reihe. Bd. 23.

grösseren Körner in Richtung des Negativen, während die kleineren an der Wand laufenden noch ihre frühere Direction beibehalten; erst wenn der Strom noch stärker wirkt, bewegen sich alle Körnchen in Richtung des Negativen vorwärts. — Wie Stärke verhielten sich noch andere Stoffe. Im Terpentinöl bewegten sich die meisten Substanzen umgekehrt wie im Wasser, mit Ausnahme des Schwefels. — Eine solch' verschiedene Bewegungsrichtung einzelner Stoffe liesse, wenn man a priori berechtigt wäre, diese aufgestellten Thatsachen analogiegemäss auf die Plasmabewegungen im Allgemeinen anzuwenden, über grosse Schwierigkeiten in der Erklärungsweise derselben hinausshelfen, so z. B. über das schwerverständliche Verhalten zweier oder dreier direct neben einander vorbeischiessender Körnchen innerhalb eines und desselben Protoplasmafadens, etwa der *Tradescantia*-Staubfaden-Haarzellen und anderer, über das Hindurchgehen von Protoplasmafäden durch das Zellinnere, ohne dass man dabei Theile, die nebenan im Wasser suspendirt sind, rückwärts gehen sieht¹, über das auffallende Verhalten, dass das Protoplasma, beispielsweise junger Charenzellen in verschiedenen Tiefen gleichgrosse Geschwindigkeit besitzt und dergleichen mehr.

Viertens war eine gewisse Analogie zwischen dem Verhalten der durch den elektrischen Strom in Glasröhren hervorgerufenen Körperbewegungen und derjenigen der plasmatischen Bewegungen der Pflanzen gegenüber von Säuren und Salzen vorhanden. Nach Quinke genügt es, dem Wasser, das zum physikalischen Versuch dienen soll, 0.1% NaCl; 0.1% CuSO₄ oder 0.04% H₂SO₄ hinzuzusetzen, um die Bewegungen desselben zu sistiren, so man einen elektrischen Strom durch dasselbe leitet; bei Zusatz geringerer Mengen wurde die Bewegung verzögert. Nach Dutrochet's und meinen eigenen Beobachtungen verlangsamt sich ebenfalls die Protoplasmaabewegung der Charenzellen bei Zusatz sehr kleiner Quantitäten derartiger Substanzen, endlich hört sie auch ganz auf. Ich lege auf diese Analogie aber zunächst keinen grossen Werth, weil nicht alle Pflanzen ein gleiches Verhalten zeigen, und es ist mir noch nicht bekannt, ob

¹ Vergl. Nägeli: Mikroskop, p. 399 und eine Antwort hierauf. Veltien: Regensburger Flora. 1873, p. 99.

in widersprechenden Fällen ein correspondirendes Gesetz gewissermassen nur verdeckt wird.

Diese Anhaltspunkte, freilich wenig an der Zahl, waren es, die mir den Weg für die Untersuehung anwiesen. Die im Verlaufe der Arbeit sich ergebenden Thatsachen haben mich aber bald ermunthigt, immer mehr in das schwierige Problem einzudringen.

I. T h e i l.

Einfluss des galvanischen Stromes auf das Protoplasma und dessen Bewegungen.

A. Untersuchungsmethode.

Um durch mikroskopische Objecte, während man dieselben beobachtet, elektrische Ströme zu leiten, hat man sich bereits verschiedener Vorrichtungen bedient.

Dieselben sind zur Genüge beschrieben in Nägeli und Schwendener's „Mikroskop“, p. 457 sowohl, als auch in dem gleichnamigen Werke Dippel's, p. 249. Es sind dies die Objectträger von Harting, Kühne, Nägeli und Schwendener, Schacht, Dippel etc. Für eine grössere Untersuchung schien mir aber keiner derselben besonders geeignet zu sein, wesshalb ich mir an der Hand der Erfahrung einen Objectträger zurechtgemacht habe, der allen meinen Anforderungen entsprach und noch entspricht.

Diese Anforderungen waren vornehmlich erstens die, dass der Objectträger gestattet, jeden Augenblick bequem die Elektroden umzuwechseln, was namentlich bei Anwendung verschiedener Dichtigkeiten der Elektrizität von Werth ist; zweitens soll derselbe so beschaffen sein, dass durch das Mikroskop selbst keine Nebenschliessung eintreten kann. Zweigströme, die durch den Körper des Beobachters gehen — und diese kommen bei mangelhafter Construction des Trägers leicht zu Stande, wenn die Angengegend und die mit der Mikrometerschraube in Verbindung stehende Hautoberfläche feucht ist — sind keineswegs geeignet, dass derselbe mit der nöthigen Ruhe seine Beobachtungen ausführt. Es wird daher immer rathsam sein, die Metall-

theile des Oculars vor Allem mit einem schlecht leitenden Körper zu überdecken.

Mein elektrischer Objectträger besteht aus einer ein gutes Stück über den metallenen Objecttisch hinausragenden Glasplatte, auf welche mit Lack Stanniolpapier geklebt ist, das rechts und links ein Kleines über den Glasrand nach unten übergreift. Im Übrigen ist durch die Fig. 1 die Vorrichtung leicht verständlich. Bei *a* und *b* werden nach Belieben Elektroden aus Platin, Zinn oder anderen Metallen einfach aufgelegt. Die Elektroden selbst werden, wenn sie nur nicht zu dick sind, unter das möglichst gross zu wählende Deckgläschen untergeschoben und können je nach ihrer Form mit beliebigen Theilen des Versuchsobjectes in mehr oder weniger directe Berührung gebracht werden. Am Rande des Trägers sind rechts und links mit je zwei Öffnungen versehene Klemmschrauben angesetzt, die einerseits den Contact mit dem Staniol, andererseits mit dem Zuleitungsdraht herstellen. Damit der Objectträger leichte Verschiebungen bei der Beobachtung zulässt, sind die metallenen Zuleitungsdrähte kurz, ehe sie zu demselben treten, um ein hölzernes Stativ gewickelt, wodurch man das Object mehr in seine Gewalt bekommt.

Was nun die Elektrizitätsquellen betrifft, deren ich mich bediente, so waren dies die Holtz'sche Elektrisirmaschine, die constante Kette und der Inductionsapparat. Anfangs arbeitete ich meist mit dem constanten Strom (6—12 Bunsen), da ich aber keine wesentliche Differenz in der Wirkung des constanten und des Inductionsstromes erkannte, bediente ich mich bald lediglich der Bequemlichkeit halber des Inductionsstromes, und zwar zuerst des Du Bois-Reymond'schen Schlittenmagnetelektromotors, wie er zu physiologischen Zwecken gewöhnlich gebräuchlich ist, dann eines grösseren Ruhmkorff. Der Letztere wurde durch ein oder zwei grosse Bunsen'sche Elemente getrieben und die Stromstärke nach Belieben durch Einschalten verschiedenartiger Widerstände in den leitenden Kreis variiert.

B. Thatsachen.

a) *Chara foetida*. Die einzige Arbeit, die über die Einwirkung der Elektrizität auf die Protoplasmabewegung der Charen vorliegt, ist diejenige Becquerel's¹. Derselbe fand Folgendes:

„1° l'électricité qui traverse la tige du chara tend à produire, dans les premiers instants, un engourdissement dont l'intensité dépend de la force du courant; 2° le courant agit en même temps et également sur le mouvement ascendant et le mouvement descendant; 3° le sens du courant ne paraît établir aucune différence dans leur mode d'action; 4° si le courant provient d'une pile chargée avec de l'eau, il faut employer un certain nombre de couples pour arrêter le mouvement de la lymphe; quelques instants après, il recommence peu à peu sous l'influence du courant, et finit par acquérir la vitesse qu'il avait primitivement. En augmentant le nombre de couples, il y a un nouvel arrêt, et ensuite reprise de mouvement; ainsi de suite jusqu'à ce que le courant ait assez d'intensité pour arrêter le mouvement rotatoire pendant quelques heures. En rétrogradant, c'est-à-dire en diminuant successivement le nombre de couples, on retrouve encore des arrêts et des reprises de mouvement. Le passage de l'électricité ne produit aucune désorganisation, puisqu'un repos plus ou moins prolongé rend à la plante ses facultés naturelles.“

Das Vorliegende ist die Wirkung des constanten Stromes. Nach meinen Beobachtungen ist die Wirkung des constanten und Inductionsstromes die gleiche. Es tritt stets beim Durchleiten eines genügend starken Stromes eine Verlangsamung der Bewegung ein, die im Verhältniss zur Intensität des elektrischen Stromes steht. Für *Chara* sind relativ nur sehr schwache Ströme in Anwendung zu bringen, um einen Effect hervorzurufen, was bei den geringen Leitungswiderständen, die die Pflanze darbietet, leicht erklärlich ist.

Tritt einmal eine Verlagsamung ein, so kehrt der Plasmaström nur ganz allmählig wieder zu seiner früheren Schnelligkeit

¹ Becquerel: Influence de l'électricité sur la circulation du *Chara*. Comptes Rendus. V. Band. 1837, p. 784.

zurück. Protoplastmakörner ziemlich nahe der Wandung in der Mitte des Stromes gelegen, brauchten stets 5 Secunden, um eine Strecke von 226 Mikromillimetern zurückzulegen; durch kurze Einwirkung eines Inductionsstromes wurde fast Stillstand erzeugt; nach und nach trat aber wieder eine regelmässige Bewegung ein; nach Verlauf einer halben Stunde wurde dieselbe Strecke bereits wieder in 10 Secunden durchlaufen. Erst nach $1\frac{1}{2}$ Stunden kehrte die ursprüngliche Geschwindigkeit zurück. Starke Stromintensitäten bringen momentan für immer Stillstand der Bewegung hervor; zu gleicher Zeit runden sich in solchen Fällen die an dem Primordialschlauch hängenden langgestreckten Chlorophyllkörner ab. Die in dem Protoplasma rotirenden Chlorophyllkörner hören ebenfalls auf, ihre selbständigen Drehungen auszuführen, in dem Masse als die Stromintensität wächst. Man kann aber nicht sagen, dass die Strömung in der Bewegung des Protoplasma und der Chlorophyllkörner in gleichem Tempo verlaufe; ich habe öfters bemerkt, dass die Chlorophyllkörner noch unregelmässige Schläge auf das Plasma ausüben, wenn das letztere fast schon in das Stadium der Ruhe eingetreten ist. Es zeigt sich somit auch hier die Unabhängigkeit beiderlei Erscheinungen von einander, wenn ich dieselbe auch durchaus nicht eine unbedingte nennen will.

Der Primordialschlauch contrahirt sich bei Stromschluss nicht leicht; bei sehr starken Strömen ist aber doch eine Contraction hervorzubringen, sie ist aber meist nur gering.

b) *Cucurbita Pepo.* Haarzellen des Stengels und Blattstiels. Die Haarzellen von *Cucurbita* sind von einer Menge von Protoplastmafäden durchsetzt. Im Ganzen und Grossen ist es Circulationsbewegung, die in der Zelle zu sehen ist; doch ist nicht zu verkennen, dass häufig an ein und der anderen Stelle die Nägeli'sche Glitschbewegung vorwaltet. Der Übergang der letzteren zur Circulationsbewegung kann namentlich an der Wand der Zelle beobachtet werden. Die Geschwindigkeit der kleinen Protoplastmakörnchen beträgt für die Strecke von 0.1 Mm. bei einer Temperatur von 20° C. circa 20 Secunden, bald mehr, bald weniger. Der Zellkern befindet sich entweder an der Zellwand oder er wird von frei in der Flüssigkeit schwebenden Fäden getragen. Das am Primordialschlauch haftende Proto-

plasma ist meist fein und zierlich vertheilt. Es stellt dort ein Netz vor, das entweder rundliche oder polygonale Maschen besitzt, was aber seltener ist, oder die Maschen sind langgestreckt. Beide Arten der Vertheilung können nebeneinander vorkommen (Fig. 2 a). Mitunter liegen dicke Plasmastränge der Wand an. Beobachtet man nun das Wandplasma oder auch die das Innere der Zelle durchziehenden Stränge, so findet man, dass stets eine solche Plasmapartie aus optisch verschiedenen Theilen zusammengesetzt ist (Fig. 2 a und b).

Es ist ersichtlich, dass dieselben aus meist langgezogenen wasserarmen Partien bestehen, zwischen welchen wasserreiche oder wie ich nicht im Zweifel bin, lediglich plasmatisches Wasser eingelagert ist. Im Innern der Stränge können Längslinien verlaufen, Protoplasma, welches nicht weniger dicht ist, als wie die Hülle des Stranges.

Die bekannten winzigen Körnchen liegen meist in oder auf den dichten Partien und ihre Bewegung fällt zusammen mit der der dichten Theile. Das zwischen den letzteren befindliche plasmatische Wasser enthält meist keine Körnchen. Während die in dem dichten Protoplasma sich findenden Körnchen keine Spur von Molecularbewegung zeigen, wird diese in geringem Grade bemerkbar, wenn die Körnchen in die wässerigen Schichten hineinragen; sie wird lebhaft, wenn sie gar ganz in dieselben hineingerathen. Die einzelnen dichten Theile können quer durchsetzt werden von sich bewegendem Körnchen.

Die dunkleren Längslinien vermögen einige Zeit ihren Platz zu behaupten, trotzdem fortwährend Alles in fortschreitender Bewegung begriffen scheint; es hält die Form aber niemals lange Stand. Wie man aus der Fig. 2 b bei ρ entnimmt, gibt es auch grössere Plasmaportionen, die ganz körnchenfrei sind. — All die Detailerscheinungen ferner, die für *Tradescantia*-Haarzellen von verschiedenen Seiten ausführlich erörtert wurden, gelten im Übrigen auch in ihrer Allgemeinheit für unser vorliegendes Object.

Lässt man einen schwachen Inductionsstrom durch die Zelle gehen, so ist die erste Wirkung die, dass eine grosse Anzahl von Körnchen anfangen, Molecularbewegung zu zeigen. Zu gleicher Zeit wird die Strömung verlangsamt. Ist die Einwirkung etwas

stärker, so treten zunächst an verschiedenen Stellen Anschwellungen auf; der Plasmafaden erscheint alsdann varicos. Die Anschwellung kann bestehen in einer kugeligen Auftreibung oder es können feine Fäden aus dem Strange hervortreten, die aber keine Köpfchen tragen, wie es Brücke für *Urtica* gefunden und beschrieben hat; diese Fädchen pendeln; sie zittern. Dieses Zittern kann als Molecularbewegung eines ganzen Fadens aufgefasst werden. Die Anschwellungen können nachträglich auftreten, wenn der Strom schon wieder geöffnet ist, sie scheinen daher ein secundäres Phänomen zu sein; sie treten aber um so rascher auf, wenn der Strom für einige Zeit geschlossen bleibt. Die Fig. 2 *a* zeigt an ein und demselben Faden verschiedene Fälle der elektrischen Stromeswirkung.

Überlässt man das Object der Ruhe, so können die Fortsätze wieder eingezogen werden und die regelmässige Strömung kann wiederum beginnen.

Fragen wir uns, wodurch sind die besprochenen Anschwellungen bedingt, so kann keinen Augenblick gezweifelt werden, dass sie in erster Linie verursacht sind durch örtliche Wasseraufnahme, in zweiter dadurch, dass die Plasmatheile an einzelnen Punkten zusammentreten, um an andere feine Fädchen feine Zwischenstücke übrig zu lassen. Bemerkenswerth ist der Umstand, dass die erste Wasseraufnahme nicht aus dem Grunde geschieht, dass die oben genannten dunkleren Theile breiter würden, dass sie aufquellten, nein, es sind die hellen Partien, die an Breite und Mächtigkeit zunehmen, während vorerst noch das eigentliche Protoplasma seine Bewegungen ungestört ausführt, vorausgesetzt, dass die Stromesintensität nicht zu bedeutend war. Gerathen jetzt die Körnchen der dichten Reihen in die breiteren lichten Räume, so zeigen sie sehr starke Molecularbewegung, rücken dabei sehr oft kaum vor- oder rückwärts (!), obgleich das nebenanstossende Protoplasma sich bewegt, und werden erst wieder fortgeführt, wenn sie dem dunkleren Theile adhären oder in dieselben selbst hineingerathen. Das vorhin besprochene Verhältniss ist in der Fig. 1 *d* angedeutet; man sieht, der Strang ist an einer Stelle angeschwollen; die schmalen hellen Partien beginnen sich zu verbreitern. Nimmt die Wasseraufnahme dann noch weiter zu, so wird das Ganze end-

lich eine Kugel, die sich vollständig von dem Strange absehnüren und frei in der Zellflüssigkeit umherschwimmen kann.

So viel man unterscheidet, besteht jetzt die Peripherie der Kugeln aus dichtem Protoplasma, das sich alles hier vereinigt hat, während das Innere der Kugeln nur aus plasmatischem Wasser, wie ich es auch hier so bezeichnen will, zusammengesetzt ist.

Isolirte Körnchen, die häufig in diesem Wasser vorkommen, tanzen lebhaft in der Vaenole herum, adhären aber leicht, wenn sie an die Peripherie der Kugel stossen. Die Kugel selbst schwillt immer mehr an, bis sie endlich, in den meisten Fällen wenigstens, zerplatzt, wobei ein Theil der Körnchen sich frei in die Intracellulärflüssigkeit ergiesst, indessen das Protoplasma sogleich oder bald darauf dichter wird — es gerinnt. Das Anschwellen und Zerplatzen der Kugeln tritt sofort ein, wenn man den elektrischen Strom dauernd geschlossen hält. Dieses Anschwellen der Kugeln bis zum Zerplatzen derselben ist der allgemeinste Vorgang. Eine sonderbare und mir noch sehr räthselhafte Erscheinung, welche aber nur sehr selten eintritt, ist die, dass auch derartige Kugeln unter dem dauernden Einflusse des Inductionstromes sich contrahiren können. Es gibt also auch Fälle, wo das Protoplasma ein dem Primordialschlauche analoges Verhalten zeigt.¹

Hat die Elektrizität von genügender Stärke eine Zeit lang eingewirkt, so quillt die ganze Masse des Protoplasma auf; ist dies geschehen und besitzen die Körnchen überall lebhaftere Molecularbewegung, so legt sich die ganze Masse an den Primordialschlauch an; sie kann jetzt aus sich heraus keine fortschreitende Bewegung mehr beginnen. Wohl aber macht sich auch jetzt noch eine Kraft geltend, welche auf ganze Complexe des Beleges bewegend zu wirken sucht. Es können nämlich einzelne Massen nach ein und der andern Richtung noch hingezogen werden und dabei verhalten sich dieselben sichtlich vollkommen passiv.

¹ Ich habe einigen Grund zur Vermuthung, dass solche Kugeln aus Protoplasma zusammengesetzt sind, das aus der unmittelbaren Nähe des Zellkerns entstammt.

Nachträgliche Bemerkung: Das Gebiet der Contractionen ist nach meinen neuesten Beobachtungen ein weit grösseres, als ich es vermuthet habe; es verlangt aber die eingehendsten Studien.

Diese Kraft, welche die an und für sich zum allermindesten schon halbtodte Protoplasma-masse noch bewegt, muss in dem Primordialschlauche ihren Sitz haben. Es gewährt einen eigenartigen Anblick, wie die Molecularbewegung zeigenden Körnchen an ein und dem andern Ort der Wand — ich kenne keinen besseren Ausdruck als — zusammengeschwemmt werden. Nach dieser Erscheinung endlich zieht sich der Primordialschlauch auch mehr oder weniger zusammen. Jetzt ist der Tod der Zelle eingetreten. Die Contraction des Schlauches ist immer das letzte Lebenszeichen der Zelle. Mit scharfen glänzenden Rändern umgeben liegt nun das Protoplasma als grüner Körper vertheilt am Primordialschlauche, welcher letzterer selbst eine grössere Dichtigkeit angenommen hat. Die kleinen Körnchen, insofern sie an dem geronnenen Protoplasma haften, sind jetzt bewegungslos, während andere in der Intracellulärflüssigkeit umher-tanzen. Neben diesen Körnchen gewahrt man ausserdem lebhafte Molecularbewegung besitzende bacterienähnliche Gebilde, die, wie ich verfolgt habe, nichts Anderes sind, als feine Protoplasmastränge, die sich bisquit- oder rosenkranzförmig gestalten haben.

Bei der Stromstärke, die hinreicht, den Tod der Zelle herbeizuführen, gelingt es bei den vollständig isolirten kleinen Körperchen hin- und hergehende Bewegungen hervorzurufen, deren Gesetzmässigkeit zunächst aber noch nicht erkannt werden kann.

Verstärkt man aber den Strom noch um ein Geringes (es wurde ein kleiner Widerstand aus der Kette ausgeschaltet), so beobachtet man, wenn auch nicht immer, gesetzmässige Bewegungen, von denen die in meinem früheren Aufsätze über das Protoplasma schon angezogene „künstliche Rotation“ von plasmatischen Theilen das meiste Interesse erweckt. Diese Gegenstände werde ich aber erst im zweiten Theil meiner Abhandlung besprechen.

c) *Tradescantia Zebrina*. Staubfadenhaarzellen. Die Einwirkung elektrischer Ströme auf das Protoplasma der *Tradescantia*-Haarzellen ist schon eingehend von Kühne¹ unter-

¹ Kühne: Untersuchungen über das Protoplasma und die Contractilität. Leipzig 1864, p. 92 (*Tradescantia virginica*).

sucht worden. Wenige Beobachtungen rühren über den gleichen Gegenstand von Heidenhain¹ und Schultze² her, die der Zeit nach den Kühne'schen vorangehen.

Nach Kühne wird durch einige Inductionsschläge das Protoplasma zu Klumpen zusammengetrieben und der Primordialschlauch von der Zellwand abgelöst. Kühne sagt etwa Folgendes :

War die Einwirkung des elektrischen Stromes derart, dass der Primordialschlauch sich contrahirte, so steht die Bewegung für immer still, denn das Protoplasma ist zugleich chemisch verändert, es ist coagulirt, keine Molecularbewegung findet darin statt und in kurzer Zeit färbt es sich durch Imbibition aus der Zellflüssigkeit blau oder violett. So lange nicht wahre Molecularbewegung eingetreten ist, kann man sicher sein, dass die Bewegung wieder beginnt, wenn man das Haar der Ruhe überlässt. Ruhendes Protoplasma, mässig gereizt, tritt in eine Bewegung ein, die zwar nicht in dem gewöhnlichen Fliessen besteht, sondern in dem Zusammenfliessen nach mehreren Centren, um die sich die Kugeln und Klumpen anordnen. Diese Ansammlungspunkte liegen an den Orten der grössten Stromdichte. Die Einwirkung des constanten Stromes war der eben geschilderten durch Inductionsströme ähnlich, nur ist zu bemerken, dass der constante Strom öfter hinter einander unterbrochen werden musste.

An die Untersuchungen Kühne's anschliessend, habe ich zu bemerken, dass *Tradescantia* sich ähnlich verhält wie *Cucurbita*; auch hier tritt zunächst Verlangsamung der Bewegung ein, worauf eine reichliche Wasseraufnahme folgt.

Die dickeren Fäden werden varicös; es bilden sich an verschiedenen Stellen ihres Innern zuerst kleine Vaecolen, die immer mehr anschwellen. Ein solcher Faden besteht nach einiger Zeit aus mehreren Kugeln, die durch äusserst feine Stränge verbunden sind. Die ursprünglich schon dünnsten Fäden zeigen durch die Einwirkung des Inductionsstromes eine schlängelnde, besser gesagt, zitternde Bewegung. Wo die Anschwellungen auf-

¹ Heidenhain: Studien des phys. Instituts zu Breslau. Heft II, p. 65

² Max Schultze: Das Protoplasma der Rhizopoden. 1863, p. 43.

treten, fehlt auch die Molecularbewegung niemals. Ebenso wie Kühne, kann ich es als sichere Thatsache hinstellen, dass die kugeligen Auftreibungen wieder verschwinden können, wenn man das Object der Ruhe überlässt; das normale Strömen kann dann von Neuem beginnen.

Das Aufhören der Bewegung, die Kugelbildung und der Wiedereintritt der normalen Bewegung des Protoplasma kann bei geeigneter Methode des Experimentirens in wenigen Minuten beobachtet werden. Kühne brachte schon einen partiellen Stillstand der Bewegung hervor, der eine Ausdehnung des vierten Theiles einer Zelle ausmachte, wenn er Ströme von grosser Dichtigkeit durch die Zelle gehen liess.

Ich modificirte den Kühne'schen Versuch derart, dass ich eine Nadelspitze als Elektrode direct an eine Seitenwand der Zelle legte und dabei die dem Pole nächstliegenden Protoplasmafäden fixirte. Mochte der Strom in der einen oder andern Richtung gehen, stets war bei einer gewissen minimalen Stromintensität nur die Einwirkung auf eine einzige Stelle, ich möchte fast sagen, auf einen einzigen Punkt des der Elektrode zunächstliegenden Protoplasma beschränkt. Es war dies namentlich deutlich bei dem der Elektrode zunächst vorbeiziehenden Faden bemerkbar. Nur an der Stelle der grössten Dichtigkeit der Electricität stand die Bewegung still; es trat Vacuolenbildung, Auftreibung des Plasma und Hand in Hand gehende Molecularbewegung der kleinen Körnchen ein. Der Plasmastrang, der vor der Schliessung des Stromes von dieser nachher afficirten Stelle abfloss, riss durch diesen Process, der geringen elektrischen Wirkung halber, nicht ab; anderseits aber strömte von der anderen Seite her noch fortwährend neues Protoplasma hinzu, so dass eine grosse Anhäufung an der lädirten Stelle entstand. Da der Inductionsstrom während des geschilderten Vorganges schon wieder geöffnet war, die Einwirkung daher nicht weiter um sich griff, so stellte sich nach und nach von Neuem das regelmässige Fliessen ein, die Vacuolen und die Auftreibungen verschwanden; der ganze Strang sah nach wenigen Minuten wieder so aus, als wenn nichts vorgefallen wäre. In allen übrigen Theilen der Zelle war die Bewegung der Fäden, ausgenommen diese einzige Stelle, nicht im mindesten angegriffen. Der Er-

regungszustand ist somit nur ein localer und vermag sich nicht im geringsten auf Nachbartheile fortzupflanzen.

Die Contraction des Primordialschlauches ist endlich auch hier das letzte Lebenszeichen und tritt ein, sobald die elektrische Reizung genügende Stärke gewinnt.

d) Vallisneria spiralis. Blattzellen. Über die Einwirkung des constanten als auch inducirten Stromes auf den Inhalt der Vallisneriablattzellen liegt ebenfalls eine Arbeit vor; es ist diejenige Jürgensen's¹. Jürgensen kam zu folgenden Schlüssen: „1. Schwächere Ströme bewirken eine Verlangsamung der Bewegung, bei länger anhaltender Einwirkung Stillstand. 2. Wird die Leitung unterbrochen, dann stellt sich innerhalb einer gewissen Zeit die Bewegung wieder her, wenn sie nur verlangsamt, nicht vollständig aufgehoben war. 3. Hat die Bewegung vollständig aufgehört, so tritt, auch wenn die Kette augenblicklich geöffnet wird, keine Bewegung mehr ein. Treten noch kleine Verschiebungen auch nur einzelner Chlorophyllkörner ein, so kann eine völlige Wiederherstellung der Bewegung erfolgen. 4. Die Erscheinungen, welche das Anflören der Bewegung begleiten, sind denen analog, welche bei spontanen Störungen in der Zelle entstehen. Das Chlorophyll häuft sich an verschiedenen Stellen zusammen und einzelne noch frei schwimmende Körnchen werden an diesen Punkten gehemmt. 5. Der einzige Unterschied zwischen den bei spontanen Störungen der Bewegung und den durch den constanten Strom bedingten ist der, dass die Punkte, wo Stauung eintritt, im letzteren Falle weit zahlreicher sind. 6. Stärkere Ströme wirken wie die schwächeren, wenn ihre Dauer nur eine kurze ist. 7. Steigert man die Stromstärke noch mehr, dann genügt momentanes Schliessen der Kette, um Stillstand für immer herbeizuführen. 8. Eine Verschiedenheit der Wirkung eines constanten Stromes auf auf- oder absteigend gerichtete Saftströmungen ist nicht zu constatiren. 9. Wenn die Kette gleich nach vollständigem Aufhören der Bewegung geöffnet wird, ist eine Contraction des Zelleninhaltes nicht zu bemerken.“

¹ Jürgensen: Über die in den Zellen der *Vallisneria spiralis* stattfindenden Bewegungsercheinungen. Studien des physiolog. Instit. zu Breslau. Herausgegeben von Heidenhain. 1861. I, p. 87.

Die vorliegenden Sätze gelten für den constanten Strom, doch sagt Jürgensen, dass ein Unterschied in der Wirkung der inducirten Ströme, verglichen mit diesem, kaum zu constatiren sei. Dasselbe habe ich auch bemerkt: ich habe daher meine Specialstudien, nachdem ich im Allgemeinen über die Wirkung des constanten Stromes auf *Vallisneria* orientirt war, mit Hilfe von Inductionsapparaten ausgeführt.

Beim Experimentiren fällt es zunächst auf, dass bei ein und derselben Stromstärke die physiologische Wirkung verschieden ist, ob der elektrische Strom durch die Epidermiszellen geht oder durch die langgestreckten breiteren und weit längeren Zellen des Blattinnern, der Mesophyllzellen. Während die Protoplasmabewegungen durch den Inductionsstrom in den letzteren schon aufgehoben sein kann, ist ein Effect bei dem Plasma der Epidermiszellen noch nicht im mindesten wahrzunehmen. Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass dies auf Rechnung der beträchtlicheren Zahl von Zellwänden zuzuschreiben ist, die bei den Epidermiszellen verglichen mit den übrigen vom Strome, durchsetzt werden müssen. Ein Vallisneriablatt muss als ein verzweigter Leiter angesehen werden, für den das allgemeine Gesetz gilt, dass die Stromstärke der einzelnen Zweige sich umgekehrt proportional verhält, wie die Widerstände. Der Widerstand der Zellwände ist aber unter allen Umständen um ein Bedeutendes grösser, als der Widerstand der sauren Intracellulärflüssigkeit und er muss selbstredend mit der Anzahl der Platten wachsen.

Meine ersten Orientirungsversuche ergaben übereinstimmend mit Jürgensen stets bei nicht sehr schwacher und wiederum nicht zu starken Stromintensitäten eine Verlangsamung der Protoplasmabewegung, ehe Stillstand eintrat. Diese Thatsache ist ganz zweifellos, so dass der Umstand, dass bei den Versuchen von Nägeli und Schwendener¹ stets augenblicklicher Stillstand der Bewegung ohne vorhergehende Verlangsamung beobachtet wurde, auf die angewandten unvollkommenen Apparate zu schieben ist, wie diese Möglichkeit von ihnen selbst schon betont wurde.

¹ Mikroskop. p. 461.

Einige auffallende Erscheinungen veranlassten mich, die Jürgensen'schen Angaben näher zu prüfen. Es war zu untersuchen, ob in Präparaten von *Vallisneria* stets zuerst nur Verlangsamung eintritt, während nach meinen Voraussetzungen in Objecten, wie das Besagte doch zunächst der Theorie nach Beschleunigung zu erwarten gewesen wäre; ich sage der Theorie nach, weil die in dem Blatte sich vorfindenden Widerstände eine Quelle von Wärme abgeben mussten, sobald ein elektrischer Strom dasselbe durchheilt. Versuche, die schon für andere Zwecke gemacht waren, ergaben, dass die Temperatur einer Wassermenge, die ungefähr gleich war dem hier in Betracht kommenden Volumen eines schlechtleitenden Körpers, bei einer Stromstärke, die in meinem Objecte lediglich, aber sicher Verlangsamung der Bewegung hervorrufen würde, sich soweit erhöhen muss, dass ein im Wege des elektrischen Stromes befindlicher Protoplasma-körper an und für sich schon so ziemlich der Wärmestarre verfallen muss. Obgleich nun die durch den Strom erzeugte Wärmemenge in quadratischem Verhältnisse zur Stromstärke wächst, bemerken wir doch nicht bei Steigerung des elektrischen Agens zuerst eine bedeutende Beschleunigung, sondern nur allzuleicht erfolgt Verlangsamung der Bewegung. Die beiderlei Effecte können wir aber doch sondern, wenn wir äusserst schwache galvanische Ströme in Anwendung bringen; dann beobachten wir regelmässig eine kleine Beschleunigung und diese würde gewiss weit grösser ausfallen, wenn wir in der Lage wären, das Versuchsobject vor Abkühlung zu schützen, ohne daran gehindert zu sein, die Bewegung gleichzeitig zu controliren.

Es sei vorausgeschickt, dass es stets die Ecken der Zellen sind, die Ein- und Austrittsstellen des elektrischen Stromes, an welchen zuerst eine Verlangsamung der Protoplasmaabewegung hervorgerufen wird. Bei langgestreckten schmalen Zellen, die parallel dem Strome liegen, ist es immer die kleine Querwand, an der die ersten Wirkungen verspürt werden; aber auch wenn die Zelle senkrecht zum Strome steht, werden die Ecken zuerst afficirt. Wenn alles Protoplasma der Zelle noch in normaler Bewegung begriffen ist, kann local an einer Querwand eine Stockung eintreten. An einer solchen Stelle wird das Protoplasma starr

und das hinzufließende Plasma sammt seinen Chlorophyllkörnern häuft sich dort an.

Wird ein solches Hemmniss umgangen, so bewegt sich der freigemachte Theil mit geringer Anfangsgeschwindigkeit weiter, die stetig wächst, bis die ursprüngliche Geschwindigkeit wiederholt erreicht ist.

Dieses Spiel setzt sich dauernd fort, so dass stets, etwa ein Chlorophyllkorn, sobald es an die locale Schädigung stösst, die Geschwindigkeit Null erlangt, die dann beim Freiwerden des Kornes wächst zur normalen Geschwindigkeit oder sich dieser zu nähern sucht. Ich komme darauf sogleich noch einmal zurück.

Eine solche Zelle, in der locale Läsionen eingetreten sind, wird sich wenig eignen, um zu sehen, ob die durch den Strom auftretende Wärme gar keinen Einfluss auf die Bewegung ausübt.

Eine andere weniger tiefgreifende Art der elektrischen Einwirkung ist die, dass das Protoplasma sammt seinen Chlorophyllkörnern strebt, seine Theile aneinanderzulegen, so dass in einer Zelle, in der ein Chlorophyllkorn hinter dem andern die Zelle durchkreist, kurze Zeit nach Stromschluss sich mehrere kugelförmige Körper zeigen, die ihre Entstehung an den Querwänden nahmen, ohne dass dort sich sonstige Hindernisse aufthürmten. Diese kleinen kugelförmigen Körper ziehen ungehindert dahin, fast so, als wenn die Substanz platt der Wand anliegen würde.

Solche Zellen sind vollkommen geeignet, die Frage nach der Beschleunigung der Bewegung zu entscheiden. Die Vallisneriaschnitte lagen schon kurze Zeit in Wasser, so dass ein gleichmässiges Strömen stattfand. Um jede Fehlerquelle zu vermeiden, wurden entweder ganz freischwimmende Körner fixirt oder es wurde die Geschwindigkeit eines gleichmässig dahingleitenden Ballens von Protoplasma gemessen, oder die vereinzelt Chlorophyllkörner, die in einem gewissen Abstände von solchen Ballen sich befanden, wurden der Geschwindigkeitsmessung unterzogen.

Dadurch sind die Fehler eliminirt, die dadurch entstehen, dass man die Geschwindigkeit von Körnern ins Auge fasst, die selbst ihre Bewegung verändern, sobald ein Korn zuerst hinter

oder vor dem Zellkern oder einer Ansammlung von Protoplasma dahingleitet u. s. f. Die Geschwindigkeit der an den Längswänden laufenden Körner wurde gemessen, so wie es bei meinen Specialuntersuchungen über den Einfluss der Temperatur auf die Protoplasma-bewegung der Fall war, d. h. es wurde eine bestimmte Wegstrecke fixirt, die Schläge einer Taschenuhr gezählt, die verliefen, bis ein Korn diese Weglänge zurücklegte. Es seien einige Zahlenwerthe mitgetheilt.

1. Versuch. Die Zeit α , die verstrich, um eine bestimmte Weglänge α zu durchlaufen, betrug 13·8 Sec., den Weg β auf der gegenüberliegenden Seite der Zelle 13·6 Sec. Strom geschlossen

$$\alpha = 10\cdot8 \text{ Sec. } \beta = 11\cdot2 \text{ Sec.}$$

Strom wiederholt geöffnet $\alpha = 13\cdot2 \text{ Sec. } \beta = 13\cdot2 \text{ Sec.}$

„ „ geschlossen $\alpha = 10\cdot8$ „ $\beta = 10\cdot8$ „

2. Versuch. Die Weglänge α wurde durchlaufen in 12·8 Sec.

Strom auf die Dauer von 5 Min. geschlossen $\alpha = 10\cdot8 \text{ Sec.}$

„ „ „ „ „ 5 „ geöffnet $\alpha = 10\cdot8$ „

„ wiederholt auf 5 „ geschlossen $\alpha = 9\cdot8$ „

„ geöffnet $\alpha = 10\cdot8 \text{ Sec.}$

Strom geschlossen und zugleich die Stromintensität erhöht.

1. Messung $\alpha = 9\cdot2 \text{ Sec.}$

2. „ $\alpha = 9\cdot6$ „

3. „ $\alpha = 32\cdot0$ „

4. „ $\alpha = 0$ (Gänzlicher Stillstand).

Die Zeitdauer vom Stromschluss an gerechnet bis zum Stillstand betrug 2 Minuten.

3. Versuch. Die Constante α wurde durchlaufen in 16·2 Sec.

Strom geschlossen $\alpha = 14\cdot8 \text{ Sec.}$

„ geöffnet $\alpha = 16\cdot8$ „

„ geschlossen $\alpha = 16\cdot4$ „

† Sämmtliche Zeitangaben sind, mit Ausnahme derjenigen Stellen, wo die einzelnen Messungen aufgezeichnet sind, Mittelwerthe aus mehreren Messungen. 2½ Uhrschläge betragen den Werth von 1 Secunde. — Die Temperatur war 20° Celsius.

Nach dem letzten Schliessen trat locale Anhäufung ein, so dass der Protoplasmastrom gestört wurde.

4. Versuch. α wurde durchlaufen in 10·4 Sec.

Strom geschlossen $\alpha = 10$ Sec.

„ geöffnet $\alpha = 12$ „

5. Versuch. α wurde vor dem Versuch durchlaufen in der bei mehreren Zählungen unbedeutend schwankenden Zeit von 12·8 Sec.

Strom geschlossen 10·4 Sec.

Als nun geöffnet wurde, hatte der Öffnungsschlag eine bedeutende physiologische Wirkung.

Folgende sieben Messungen, nachdem die Stromesintensität nun auf Null gesunken war, lauten:

α (Weg war hier = $226\cdot4 \mu$) = 1. 14·8 Sec., 2. 20·0 Sec., 3. 13·6 Sec., 4. 12·4 Sec., 5. 12·8 Sec., 6. 11·6 Sec., 7. 11·6 Sec.

Neuer Stromschluss: $\alpha =$ 1. 12 Sec., 2. 12·8 Sec., 3. 10·4 Sec., 4. 13·6 Sec.

Es war jetzt erst eine sichtliche Störung in der Zelle eingetreten, die nun nicht mehr wich.

Die Aufzählung eines Theiles meiner Versuche möge genügen, um eine kurze Betrachtung daran zu knüpfen.

Es ist ersichtlich, dass stets bei der Schliessung des Inductionsstromes eine kleine Beschleunigung der Bewegung eintritt. Die Beschleunigung kann auf Rechnung der durch den Strom erzeugten Wärme gesetzt werden, die um so grösser ist, je grössere Widerstände das Blatt darbietet. Die Wärmewirkung, die sich sofort bemerklich macht bei Nichtanwendung eines Immersionssystemes und beim Hinweglassen eines Deckglases dadurch, dass die Objectlinse von Wasserdämpfen beschlagen wird, muss hier in Betracht gezogen werden. Die Temperatursteigerung im Innern eines Präparates muss in einem solehen Falle eine bemerkenswerthe Grösse betragen. Wir haben es unter allen Umständen mit zwei sich entgegenwirkenden Kräften zu thun, von denen die eine die Geschwindigkeit zu vermehren sucht, deren Effect aber durch die die Bewegung sistirende Kraft verdeckt wird.

Wir sehen in dem Versuch 1 und 3, dass durch den Strom secundär eine Beschleunigung eintritt, die beim Öffnen sogleich

wieder verschwindet. Die Wärme wurde demnach sofort an das umgebende Medium abgeführt. Bei Versuch 2 sehen wir überhaupt eine Steigerung der Thätigkeit des Protoplasma's eintreten. Beim Schliessen ergibt sich Beschleunigung, die beim Öffnen des Stromes nicht abnahm, und bei wiederholten Schliessen war eine noch weitere Beschleunigung wahrzunehmen, die beim Öffnen zurückging. Als dann die Stromintensität erhöht wurde, erreichte die Geschwindigkeit im ersten Moment ihr Maximum, von dem aus sie aber sofort sank bis zu Null. Bei Versuch 4 und 5 trat beim Schliessen sofort Beschleunigung, beim Öffnen eine Retardation ein, die über die Grenze der ursprünglichen Geschwindigkeit zurückging. Diese beträchtliche Retardation ist durch die bedeutende Wirkung des Öffnungsinductionschlages, der von kürzerer Dauer ist und daher eine bedeutendere physiologische Wirkung hervorrufen kann als der Schliessungsschlag, bedingt, und von dem aus dann im Elektricitätskreis die Stromstärke dauernd auf Null fiel. Die sieben Zahlenwerthe im Versuch 5 zeigen, dass durch den Öffnungsschlag momentan das Protoplasma gestört wurde, dass es sich aber sofort wieder erholte. Der Versuch 2 lehrt endlich noch, dass die Dauer der Stromwirkung von Werth ist, insofern bei dem letzten Schliessen zuerst Beschleunigung eintrat, die rasch wiederum sank.

Bei etwas stärkeren Strömen nimmt man nun sofort Verlangsamung wahr, jedoch nicht derart, wie es bei Einwirkung höherer Temperaturgrade der Fall ist, wo die Abnahme der Geschwindigkeit in der ganzen Zelle gleichmässig verläuft, sondern es geschieht so, dass die Ecken und schmalen Querwände der Zelle zuerst afficirt werden, während im übrigen Theile der Zelle, wie schon angedeutet, alles normal weiter sich bewegen kann oder die Geschwindigkeit selbst noch erhöht wird.

Ist die Einwirkung an einer solchen Querwand oder in einer Ecke der Zelle grösser, so kann es sich ereignen, dass alle oder viele Chlorophyllkörner sich dort anhäufen, entweder nur auf der einen Seite der Zelle oder auch auf beiden. Wenn der Strom anfangs noch nicht Stillstand gebietet, so kann bei andauerndem Stromschluss dies geschehen. Für constante Ströme muss ich hier die Bemerkung einschieben, dass dieselben häufig unterbrochen ebenso wirkten, wie dauernder Stromschluss. Dieses

Resultat, das ich nicht ablängnen kann, gilt vermuthlich nicht für jede Stromstärke.

Ist einmal Alles in der Zelle in Ruhe und man verstärkt den Strom nur noch um ein Weniges, so beginnen die Chlorophyllkörner sich ruckweise zu bewegen, mitunter zeigen jetzt auch einzelne Tanzbewegung; sie werden wie hin- und hergezerrt, ohne dass aus der Bewegungsrichtung eine bestimmte Gesetzmässigkeit erkannt werden könnte; ebenso verhält es sich auch mit dem Protoplasma. Endgiltig fährt Alles auseinander; die Chlorophyllkörner gehen hin und her, schwellen an, zerplatzen unter Umständen und es tritt dann eine gewisse Gleichförmigkeit der Masse ein. Man hat jetzt eine grüingefärbte, sehr wasserhältige Masse vor sich. Diese Masse wird durch längere Wirkung des constanten sowohl als auch des inducirten Stromes immer mehr grumig; sie gerinnt. Die obengenannte ruckweise Bewegung ist nicht gleichzeitig in allen Zellen zu sehen; es kann in andern Ruhe herrschen. Der Primordialschlauch zog sich bei dieser Stromstärke nicht von der Wand zurück.

Ist die Bewegung des Protoplasma durch den elektrischen Strom verlangsamt oder selbst vollkommen sistirt, mit oder ohne Kugelbildung desselben und sind weiter keine auffallenden Störungerscheinungen eingetreten, so kann je nach der Stromesintensität, die man hat einwirken lassen, die Bewegung wieder sogleich oder erst nach Stunden von Neuem beginnen. Für manche Zelle hat der Öffnungsinductionsschlag, insoferne man den elektrischen Strom plötzlich auf Null sinken lässt, eine grössere physiologische Wirkung wie der Schliessungsschlag oder die dauernde Einwirkung des Inductionstromes. Das Protoplasma einzelner Zellen, das wenig oder gar nicht afficirt ist, kann durch das Öffnen der Kette zum Stillstand gezwungen werden. Die in der Zellflüssigkeit liegenden Molecularbewegung zeigenden Körnchen werden durch die hier angewendeten Stromesstärken in ihrer Bewegung noch nicht wesentlich beeinflusst.

Auf- und absteigende Ströme werden durch die Elektrizität in gleicher Weise afficirt, woraus man aber keinen allzu grossen Schluss in Bezug auf die etwaige Bewegungsursache ziehen darf.

Die fünf ersten Hauptsätze, zu welchen Jürgensen gelangte, wären daher zu modificiren, und zwar dahin:

1. Schwächere Ströme bewirken zunächst Beschleunigung der Protoplasmabewegung, die auf Rechnung der auftretenden höheren Temperatur gesetzt werden kann. Wenn der Strom längere Zeit einwirkt, so kann es zur Verlangsamung der Bewegung, endgiltig zum Stillstand kommen.

2. und 3. Wenn die Protoplasmabewegung verlangsamt ist, so stellt sie sich, insoferne das plötzliche Schwanken des Stromes auf dauernd Null nicht zu störend einwirkt, nach ganz kurzer Zeit wieder her; es kömmt alsbald wiederum zum normalen sogenannten Fliessen des Protoplasma. War die Bewegung vollständig aufgehoben, im Übrigen aber keine tiefgreifenden Veränderungen vorhanden, so tritt sie nach längerer Zeit wieder ein, wenn das Object der Ruhe überlassen bleibt.

4. und 5. Die Punkte, an denen sich die Chlorophyllkörner und das Protoplasma anhäufen, sind die schmalen Querwände, wo ohnehin schon durch die grössere Reibung eine Verlangsamung der Bewegung eintritt; sind die Stromesintensitäten stärker, so können auch an anderen Stellen Anhäufungen entstehen.

Um zu zeigen, wie ungleich das Protoplasma und die Chlorophyllkörner afficirt werden, wenn die Intensitäten derart sind, dass eine „Verlangsamung zu Tage tritt“, mögen folgende Werthe dienen. Eine fixirte Weglänge aus einer der längsten Mesophyllzellen wurde von hintereinanderfolgenden Chlorophyllkörnern innerhalb des Grenzwertes von 15·2—16 Secunden durchlaufen. Als der Strom geschlossen wurde, betrug die Zeit für verschiedene Körner, die diese Strecke durchliefen, unter gleichen Bedingungen gemessen, erstens 20·4 Sec., zweitens und sofort: 16·8 Sec.; 16 Sec.; 14·8 Sec.; 12·8 Sec.; 16 Sec.; 16 Sec.; 18·4 Sec.; 20 Sec.; 17 Sec.; 16 Sec.; 16 Sec.; 16 Sec.; 14 Sec.; 13·2 Sec.; 14·4 Sec.; 13·2 Sec.; 15·6 Sec.; 14 Sec.; 16 Sec.; 16 Sec. etc.

Es stellt dies meiner Ansicht nach nichts Anderes dar, als einen Kampf zwischen Wärme und Elektrizitätswirkung.

Ich komme schliesslich noch zu einem genau untersuchten Fall einer örtlichen Contusion. Eine parallelepipedische Zelle *a*, Fig. 3, wurde parallel dem elektrischen Strome auf den

Objectträger gebracht. Die Rotation war in vollem Gange. An der Wand *b* und *c* brauchten die Chlorophyllkörner stets 11·6 Sec., um von einer Ecke bis zur andern zu gelangen. Als der Inductionsstrom geschlossen wurde, war eine kleine Schädigung bei *s* zu bemerken. Das Protoplasma sah dort aus wie geronnen; es war erstarrt. In Folge dessen häuften sich Plasma und Chlorophyllkörner an dieser Stelle etwas an. Von hier lösten sich dann und wann ein oder mehrere Körner sammt Plasma los, die dann langsam an der Wand *b* weitertraten. Die Geschwindigkeit betrug jetzt für die Strecke *b* = 20 Sec.; dieselbe war aber im Zunehmen begriffen, so dass sie für die Strecke *c* bald 13·6, bald 12, bald 11·6 Sec. betrug. Sobald die Körner wieder an den beschädigten Punkt gelangten, standen sie wiederholt einen Augenblick still. So ging es fort etwa $\frac{1}{4}$ Stunde. Die Beschädigung schien jetzt an Umfang zuzunehmen, so dass ein Weiterkommen oder ein Hinübergleiten der in der Bewegung aufgehaltenen Körner unmöglich schien; in Folge dessen brach sich der Rotationsstrom eine neue Bahn. Die Körner sammt dem Protoplasma bogen nun vor der Contusion nach abwärts und liefen so mitten auf der unteren Wand nach der entgegengesetzten Seite kehrten am Rande der oberen Wand wieder zurück; es war ein Rotationsstrom entstanden, der fast senkrecht zu dem vorigen verlief. Nach einer weiteren Viertelstunde war die Starre trotz des dauernden Stromschlusses am Punkte wieder aufgehoben. In Folge dessen suchte der Rotationsstrom wieder seine alte Richtung auf und zu gleicher Zeit trat eine Beschleunigung der Bewegung ein; man zählte nun für die Wand *b* von einer Ecke zur andern 9·6 Sec. oder 8·8 Sec.; für die Wand *c* 8·8 Sec. An der Stelle *s* wurde den Körnern nicht Stillstand geboten, aber sie gingen für einen Augenblick etwas langsamer. Das Experiment habe ich zweimal an derselben Zelle wiederholt. Durch den Öffnungsschlag des zweiten Stromschlusses wurde die Bewegung gänzlich sistirt. Diese Thatsache lehrt wiederholt, dass die Vertheilung der Elektrizität in einem Zellenaggregate beim Durchleiten eines galvanischen Stromes sehr verschieden sein kann, indem lange Zeit hindurch stets nur an einer vereinzelter Stelle der Zelle die Dichtigkeit der Elektrizität so gross ist, um einen Starrezustand des Protoplasma hervorzubringen.

Diese Thatsache, die ich soeben besprochen, gibt aber auch noch zu gleicher Zeit Aufschlüsse über die Mechanik der Bewegungen, über welche ich mich p. 86 meines Aufsatzes „Bewegung und Bau des Protoplasma“¹ speciell ausgelassen habe.

e) *Elodea canadensis*. Blattzellen der Blattoberseite und Stengelzellen. Was von *Vallisneria* gesagt wurde, gilt so ziemlich auch hier; ich kann mich daher kürzer fassen. Ebenso wie bei *Vallisneria* tritt vor dem Stillstande der Bewegung bei schwächeren Strömen stets Verlangsamung ein; bei ganz schwachen Strömen ist eine Beschleunigung zu bemerken. Ebenso wie dort sind es die Ecken und schmalen Querwände, an denen zunächst eine Starre des Protoplasma hervorgerufen wird, über welche die Chlorophyllkörner sammt Plasma, wenn sie an eine solche Stelle während ihrer Bewegung stossen, nur mit Mühe hinüberkommen und dann, nachdem ihre Bewegung momentan verlangsamt war, ihre alte Geschwindigkeit von Neuem erlangen. Bei Blatt- und Stengelzellen beobachtet man schon bei schwächeren Strömen Kugelbildung des Protoplasma, ohne dass zunächst Wasseraufnahme desselben ersichtlich ist und ohne dass Verlangsamung folgt. Diese kugelförmigen Körper schliessen dann gewöhnlich mehrere Chlorophyllkörner ein. Wird der Strom, sowohl der constante als der inducirte, nun etwas verstärkt, so folgt Verlangsamung, selbst Stillstand; bei noch grösserer Stromintensität fangen die Kugeln an sich zu bewegen, auseinanderzugehen. Das Zerfliessen des Protoplasma kann auch schon hervorgerufen werden, wenn ein stärkerer Inductionsstrom auch nur für einen Moment geschlossen ist. Die Chlorophyllkörner werden zersprengt; es treten grüne wolkige Massen auf. Diverse Fetzen Protoplasma liegen dann in der Zelle umher; die Körnchen zeigen Molecularbewegung. Der Primordialschlauch contrahirt sich gewöhnlich nicht; in den Fällen, in denen ich sie sah, war die Contraction sehr gering.

In Zellen, deren Protoplasma zur Ruhe gebracht worden ist, in denen Kugelbildung eingetreten war, ohne dass sonst erhebliche Störungen hervorgerufen wurden, kann die Bewegung je nach der Stärke der vorangegangenen elektrischen Einwir-

¹ Velten. Regensburger Flora. 1873.

kung wiederum sogleich oder nach Stunden von Neuem beginnen. Ich habe oft den Zelleninhalt wiederholt in normaler Bewegung gesehen, wenn ich Tags zuvor stundenlang Ruhe auf elektrische Reize hin eintreten sah. In denjenigen Zellen, welche eine noch so schwache Contraction des Primordialschlauches durch den elektrischen Strom wahrnehmen liessen, habe ich die aufgehobene Bewegung nicht mehr beginnen sehen.

Untersucht man Blattzellen, die frisch von der Pflanze entnommen sind, so befinden sich die Chlorophyllkörner noch in den ersten Momenten in Normalstellung; kurz nach dem Abschneiden der Blätter beginnt das Protoplasma sammt Körnern sich zu bewegen; es tritt Nägeli's Glitscbewegung ein, die dann später in Circulation übergeht. Bei solchen Zellen ist es deutlich wahrzunehmen, dass nach Einwirkung eines schwachen Inductionsstromes eine Menge winziger Vacuolen auftreten. Es ist dies dieselbe Erscheinung, nur minder auffallend, wie wir sie bei den Plasmasträngen der Cucurbitahaarzellen kennen lernten. Das Protoplasma nimmt gereizt durch den elektrischen Strom Wasser auf. Der Öffnungsschlag hat bei diesem Object auch öfters eine grössere physiologische Wirkung wie der Schliessungsschlag. Mit sehr verdünnter Zuckerlösung behandelte Elodeazellen verhalten sich sensibler gegen den elektrischen Strom als vollkommen normale.

Bei etwas stärkeren Strömen, als wie diejenigen es sind, welche Stillstand der Bewegung gebieten, stellt sich auch hier wie bei *Vallisneria* jene ruckweise Bewegung der Chlorophyllkörner ein, welche eine täuschende Ähnlichkeit mit Circulationsbewegung hat. Das Protoplasma sieht noch vollkommen normal aus; die Chlorophyllkörner rücken dann an verschiedenen Stellen zusammen. Die Rotation kann so für einen Augenblick in Circulation umgewandelt werden; umgekehrt kann man aber die „normale Rotation“ nicht mehr hervorbringen.

Diese beschriebenen Bewegungen tragen bereits den Keim des Verfalles in sich. Wird der Strom nun noch etwas weiter verstärkt oder lässt man den früheren für einige Zeit geschlossen, so sammelt sich das noch ganz normal aussehende Protoplasma sammt Chlorophyllkörnern in der Mehrzahl der Fälle an der dem positiven Pole zugewandten Zellwand; aber auch an der dem

negativen Pole benachbarten ist es häufig zu finden; es stellt an diesen Wänden theils Platten, theils schöne kugelhähnliche Massen dar. Diese Erscheinung ist nicht zu verwechseln mit der bei noch weiter verstärktem Strome auftretenden Wanderung des Inhaltes in Richtung des negativen Stromes, auf welche ich in meiner nächsten Mittheilung zu sprechen komme. Hier hat man es kaum mit einer eigentlichen, durch den Strom verursachten Wanderung in einer ganz bestimmten Richtung zu thun; da aber verschiedene Möglichkeiten der Erklärung vorliegen und ich dieselbe nicht ohne Heranziehung einer ganzen Reihe physikalischer Sätze abhandeln kann, komme ich bei Gelegenheit im Spättern wieder hierauf zurück.

f) Sida Napaea. Cambiumzellen des Stengels. Durch Einwirkung eines stärkeren Inductionsstromes wurde die Rotationsströmung verlangsamt, nach kurzer Zeit stand sie bei Stromschluss stille. Das Protoplasma zog sich dann bald zu unregelmässigen Klumpen zusammen. Der Primordialschlauch contrahirte sich. Molecularbewegung der Protoplasmakörnerchen war schliesslich nicht zu sehen.

g) Cladophora glomerata. Ausgewachsene Zellen. Bei Einwirkung schwächerer Inductionsströme hört die circulationsartige Glitschbewegung, die wir an dem Zelleninhalte beobachten, alsbald auf. Die an der Wand liegenden Chlorophyllkörner, die in normalem Zustande der Wand dicht angeschmiegt, polygonal etwas in die Länge gestreckt und gegenseitig abgeplattet sind, ziehen sich zusammen; sie nehmen Linsen, resp. Kugelgestalt an. Die Wirkung des Stromes macht sich bei parallel demselben gelegenen Zellen derart geltend, dass die zunächst der schmalen Querwand liegenden Körner sich zuerst abrunden. Von beiden Seiten schreitet dieser Process nach der Mitte hin fort. Unter dem dauernden Einfluss eines schwächeren Stromes oder bei kurzer Einwirkung eines starken, verschmelzen die abgerundeten Chlorophyllkörner und kugeligen Protoplasma-körper mit einander; sie fliessen zusammen. Wird der Strom noch verstärkt, so nimmt die ganze Masse noch zusehends Wasser auf. Die Chlorophyllkörner werden grösser und heller; die ganze Masse ist dann gegen die Zellflüssigkeit hin nicht mehr scharf contourirt; es sind nur lediglich die in den Chloro-

phyllkörnern liegenden Stärkekörner, die ihren scharfen Contour behalten. Die Protoplasmakörnchen zeigen lebhaftere Molecularbewegung.

h) Urtica urens. Brennhaare. Mit diesem Object habe ich in elektrischer Beziehung noch nicht so viel Versuche gemacht, um meine eigenen Beobachtungen der Öffentlichkeit übergeben zu können. Da wir aber bereits über diese Zellen eine bemerkenswerthe Untersuchung Brücke † verdanken, so will ich es nicht umgehen, das Wichtigste derselben zu recapituliren, umso mehr, als mit dieser Arbeit die ganze botanische Literatur mit Ausnahme der Studien über niedere Organismen dann vollständig einbezogen sein wird.

Brücke fand Folgendes:

Bei schwachen Schlägen des Magnetelektromotors erscheinen eine grössere oder geringere Menge von Fäden, welche vom Zellenleibe aus in die Intracellularflüssigkeit hineinragen. An ihrem Ende tragen sie eine grössere oder kleinere Anschwellung und man sieht sie in einer fortwährenden, bald schwächeren, bald stärkeren zitternden oder schlängelnden Bewegung begriffen. Bisweilen sieht man neben den Fäden auch stärkere Kolben oder keulenartige Gebilde hervortreten. War die Einwirkung nicht zu stark, so kann die Protoplasmabewegung noch fortdauern, der normale Zustand kann der Anschauung nach wieder vollständig eintreten. Bei starker elektrischer Einwirkung hört das Fliessen sofort auf und es tritt eine unregelmässige Bewegung der Körnchen ein, welche ganz den Charakter der Molecularbewegung trägt.

Brücke beschreibt dann weiter eintretende Erscheinungen, welche nach meinen Beobachtungen kurz als „Kugel- und Vakuolenbildungen“ des Protoplasma bezeichnet werden können. Erst nach einiger Zeit zog sich dann der Zellenleib, das heisst, der Primordialschlauch sammt seinen anliegenden Theilen von der Zellwand zurück.

† Brücke: Das Verhalten der sogenannten Protoplasmastrome in den Brennhaaren von *Urtica urens* gegen die Schläge des Magnetelektromotors. Sitzungsberichte d. math. phys. Cl. d. k. Acad. d. Wiss. in Wien. 46. Bd. II. Abth., p. 35.

i) *Goldfussia glomerata*. Blattstielhaare. Dieses Object, mit dem ich mich sehr viel beschäftigt habe, stimmt mit allem bei *Cucurbita Pepo* Gesagten so vollkommen überein, dass es lediglich eine Recapitulation des schon Dargelegten wäre hierauf speciell einzugehen. Es sind nur zwei Punkte, die ich bei *Goldfussia* nicht Gelegenheit gehabt habe zu beobachten, nämlich die ausnahmsweise Contraction von eigentlichem Protoplasma durch die Einwirkung des elektrischen Stromes und das eigenthümliche Zusammenschwemmen der kleinen Körperchen an verschiedenen Punkten des Primordialschlauches bei *Cucurbita*, welches, da es nach dem Öffnen des elektrischen Stromes eintritt, vermuthlich durch eine vom Primordialschlauch ausgehende Kraft verursacht wird, wie ich bereits erwähnt habe.

C. Resultate.

Ogleich wohl hier schon der Ort wäre, sich auf eine nähere Deutung der vorgeführten Erscheinungen einzulassen, so ziehe ich es doch vor, lediglich nur die sich aus den Thatsachen ergeben habenden Gesetze kurz zu wiederholen. Dies geschieht aus dem Grunde, weil ich bei Besprechung der Ursächlichkeit der Erscheinungen ohnedies auf die hier erörterten Vorgänge zurückgreifen muss.

Die Gesetze lauten:

1. Constante und Inductionsströme, auch Ströme, die der Holtz'schen Influenzelektrirmaschine entstammen, haben keine verschiedene Wirkung auf das Protoplasma und dessen Bewegungen.
2. Sehr schwache elektrische Ströme bewirken bei Pflanzentheilen, die grosse Widerstände darbieten, zunächst Beschleunigung der Protoplasmaabewegung, die auf Rechnung der durch den Strom auftretenden höheren Temperatur gesetzt werden kann.
3. Wenn ein sehr schwacher elektrischer Strom längere Zeit einwirkt, so kann es zur Verlangsamung der Protoplasmaabewegung kommen, endgiltig unter Umständen auch zum Stillstand.

4. Schwache Ströme bringen sofort Verlangsamung der Protoplasmaabewegung hervor; bei längerer Einwirkung kann Stillstand eintreten.
5. Wenn die Protoplasmaabewegung verlangsamt ist, so stellt sie sich, insoferne das plötzliche Schwanken des elektrischen Stromes auf dauernd Null beim Öffnen desselben nicht zu störend einwirkt, nach ganz kurzer Zeit wieder her; es kommt alsbald wiederum zum normalen sogenannten Fließen des Plasma.
6. War die Bewegung des Protoplasma durch die elektrische Wirkung vollständig aufgehoben, im Übrigen aber keine tiefgreifenden Veränderungen vorhanden, so tritt sie nach längerer Zeit wieder ein, wenn das Object der Ruhe überlassen wird.
7. Die Punkte in der Zelle, an denen sich bei schwächeren Strömen bei der Mehrzahl der untersuchten Pflanzen durch elektrische Effecte Chlorophyllkörner und Protoplasma anhäufen, sind die schmalen Querwände, wo ohnehin schon durch die grössere Reibung eine Verlangsamung der Bewegung hervorgerufen wird; sind die Stromintensitäten stärker, so können auch an anderen Stellen Anhäufungen des Zelleninhaltes entstehen.
8. Ist einmal Verlangsamung eingetreten, so kehrt der Protoplasmastrom nur ganz allmählig zu seiner früheren Schnelligkeit zurück.
9. Durch mässige elektrische Reizung wird Molecularbewegung der bekannten kleinen Protoplasmakörnchen hervorgerufen.
10. In den meisten Fällen werden die Inhaltstheile der Zelle durch den elektrischen Strom ungleich afficirt.
11. Starke Stromintensitäten bringen für immer Stillstand der Protoplasmaabewegung hervor.
12. Durch sehr starke Ströme wird der Primordialschlauch contrahirt.
13. Der Öffnungsinductionsschlag hat öfters eine grössere physiologische Wirkung wie der Schliessungsinductionsschlag.
14. Die Dichtigkeit der Electricität ist von der grössten Bedeutung für ihre Wirksamkeit auf das Protoplasma.

15. Der durch den elektrischen Strom bei dem Protoplasma hervorgerufene Erregungszustand pflanzt sich nicht auf Nachbartheile fort.
16. Durch schwache elektrische Ströme wird das Protoplasma befähigt, Wasser in seine Insuccationscanäle aufzunehmen.
17. Das aufgenommene Wasser kann wiederum durch das Protoplasma selbst ausgepresst werden, wenn man das Object der Ruhe überlässt (vergl. die physikalische Beschaffenheit des Protoplasma von W. V e l t e n).
18. Bei mässiger, aber nicht zu schwacher elektrischer Reizung tritt vollkommen Vaeuolenbildung ein, nach welcher entweder der Tod desselben oder Restitution erfolgt; hier ist die Grenze zwischen Leben und Tod.
19. Durch starke elektrische Ströme wird das Protoplasma selbst befähigt, Wasser in seine eigenen Interstitien aufzunehmen; es quillt auf.
20. Die gleiche Eigenschaft gilt für die Chlorophyllkörner.
21. Wirken sehr starke Ströme eine zeitlang ein, so sondern sich feste Partikel aus dem Protoplasma aus; man kann sagen, das Protoplasma gerinnt.
22. In einigen Fällen bemerkt man bei Einfluss der Elektrizität Kugelbildung des Protoplasma, ohne dass zunächst Wasseraufnahme ersichtlich ist; Ähnliches gilt auch für die Chlorophyllkörner.
23. Protoplasma und Chlorophyllkörner gehen durch elektrische Reize in den zähflüssigen Aggregatzustand über; einzelne Partien können dann, in dieses Stadium eingetreten zusammenfliessen.
24. Durch den galvanischen Strom wird die Rotation der Chlorophyllkörner bei Charenzellen nicht in demselben Masse alterirt, als wie die Protoplasmabewegungen, wodurch Rotationen derselben noch in Sicht kommen können, bei annäherndem künstlich hervorgerufenem Stillstand der Protoplasmabewegung.
25. Bei ziemlich starken elektrischen Strömen wird die Rotation in mehreren Fällen für einen Augenblick in Circulation umgewandelt; die letztere ist aber eine scheinbare, weil sie tiefgreifende Veränderungen in Gefolge trägt.

26. Bei starken elektrischen Strömen sammelt sich das Protoplasma vorzugsweise gern an der dem positiven und negativen Pole zugekehrten Zellwand in Form von Platten oder ellipsoidischen Körpern an. (Die Stromesstärken, welche eine Wanderung des Zelleninhaltes nach dem positiven Pol hervorrufen, übersteigen die Ströme, die hier als „sehr stark“ bezeichnet wurden. Alle die hier gewählten Ausdrücke „sehr schwach bis zu sehr stark“ sind nur relativ zu nehmen, mit Bezug auf lebendes oder scheinbar lebendiges Protoplasma.)
-

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Elektrischer Objectträger.

Fig. 2. Protoplasmastücke von *Cucurbita Pepo*-Haarzellen.

- a)* Gefächertes Protoplasma mit verschieden geformten Kammern.
- b)* Ein dicker und ein feiner Protoplasmafaden. Man sieht nur langgezogene Wassercanäle. Bei *g* eine körnchenfreie Protoplasmapartie.
- c)* Vacuolenbildung nach elektrischer Reizung.
- d)* Anschwellung der Insuccationscanälchen, verursacht durch den elektrischen Strom, noch ehe es zur vollkommenen Vacuolenbildung kommt.

Fig. 3. *a.* *Fallisneria spiralis*. Epidermiszelle. Die Richtung der Pfeile deutet die Richtung des Plasmastromes an der Wand *b* und *c* an. Bei *s* eine örtliche Contusion.

Fig 1.

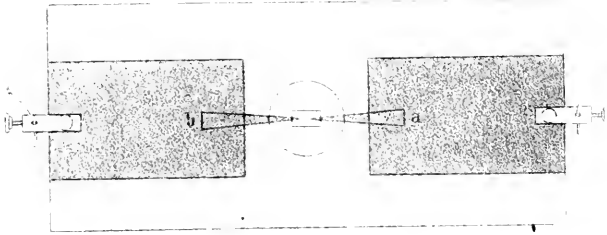


Fig 2.

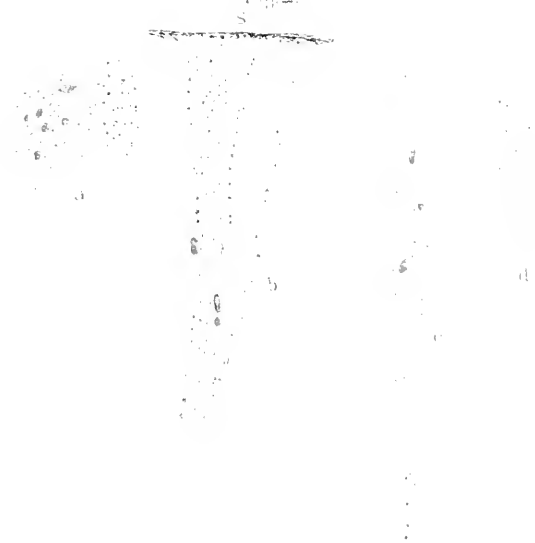
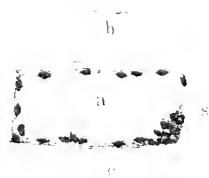


Fig 3.



XI. SITZUNG VOM 20. APRIL 1876.

Das e. M. Herr Dr. J. Barrande übersendet ein Dankschreiben für die ihm zur Fortsetzung seines Werkes: „Système silurien du centre de la Bohême“ neuerdings bewilligte Subvention.

Der militärwissenschaftliche Verein in Wien erstattet seinen Dank für die Betheilung mit den Sitzungsberichten der Classe und übersendet ein Exemplar der Vereinszeitschrift für die Bibliothek der Akademie.

Das e. M. Herr Prof. Pfaundler in Innsbruck übersendet eine Abhandlung unter dem Titel: „Das Princip der ungleichen Molekülzustände angewendet zur Erklärung der übersättigten Lösungen, der überschmolzenen Körper, der Siedeverzüge, der spontanen Explosionen und des Krystallinischwerdens amorpher Körper“.

Ferner legt der Secretär folgende zwei Abhandlungen vor:

a) „Mittheilungen aus dem Waaren-Cabinete des Vereines der Wiener Handels-Akademie“, von Herrn Professor Eduard Hanausek.

b) „Die Asteroide und ihre Anwendung zur Trisection des Winkels“, von Herrn Hans Januschke, Lehrer an der k. k. Oberrealschule in Troppau.

Herr Dr. Ad. Jos. Pick in Döbling überreicht eine Abhandlung: „Die theoretische Begründung des Foucault'schen Pendelversuches.“

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Akademie der Wissenschaften, Königl. Preuss., zu Berlin:
Monatsbericht. Januar 1876. Berlin; 8°.

American Chemist. Vol. VI, Nr. 7. New-York, 1876; 4°.

- Annales des mines. VII^e Série. Tome VIII. 5^e Livraison de 1875. Paris; 8^o.
- Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). 14. Jahrgang, Nr. 11. Wien, 1876; 8^o.
- Astronomische Nachrichten. Nr. 2082—2087 (Band. 87, 18—23). Kiel, 1876; 4^o.
- Bibliothèque Universelle et Revue Suisse: Archives des Sciences physiques et naturelles. N. P. Tome LV^e, Nr. 219 Genève, Lausanne et Paris, 1876; 8^o.
- Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXXII, Nr. 1—14. Paris, 1876; 4^o.
- Ecker, Alexander, Zur Kenntniss der Wirkung der Skaliopædie des Schädels auf Volumen, Gestalt und Lage des Grosshirns und seiner einzelnen Theile. Gratulationsprogramm Herrn Dr. Louis Stromeyer zu seinem 50jährigen Doctorjubiläum dargebracht. Braunschweig, 1876; 4^o.
- Geological and Geographical Survey of the Territories of the United States: Bulletin. Vol. II. Nr. 1. Washington, 1876; 8^o.
- Gesellschaft, k. k. geographische, in Wien: Mittheilungen. Band XVIII (neuer Folge VIII): Band XIX (neuer Folge IX), Nr. 3. Wien, 1875 & 1876; 8^o.
- österr., für Meteorologie: Zeitschrift. XI. Band, Nr. 7. Wien, 1876; 4^o.
- Deutsche Chemische, zu Berlin: Berichte. IX. Jahrgang, Nr. 6. Berlin, 1876; 8^o.
- Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXVII. Jahrgang, Nr. 14—15. Wien, 1876; 4^o.
- Horsford, E. N., Report on Vienna Bread. (International Exhibition, Vienna 1873.) Washington, 1875; 8^o.
- Ingenieur- und Architekten-Verein, österr.: Zeitschrift XXVIII. Jahrgang, 3. & 4. Heft. — Wochenschrift I. Jahrgang, Nr. 15 & 16. Wien, 1876; 4^o.
- Landbote, Der steirische. 9. Jahrgang, Nr. 8. Graz, 1876; 4^o.
- Mittheilungen aus J. Perthes' geographischer Anstalt, 22. Band. 1876. Heft III. Gotha; 4^o.
- des k. k. techn. & administrat. Militär-Comité. Jahrg. 1876. 4. Heft. Wien; 8^o.

- Mittheilungen, Mineralogische, von G. Tschermak. Jahrgang 1876. Heft 1. Wien; 4^o.
- Nature. Nr. 336—337, Vol. XIII. London, 1876; 4^o.
- Observatoire de Moseou: Annales. Vol. II. 2^{me} Livraison. Moseou, 1876; 4^o.
- Reichsanstalt, k. k. geologische: Verhandlungen. 1876 Nr. 5, Wien; 4^o.
- Reichsforstverein, österr.: Österr. Monatschrift für Forstwesen. XXVI. Band, Jahrg. 1876, März-Heft. Wien; 8^o.
- Report Annual of the trustees of the Astor Library of the City of the New York. Albany, 1876; 8^o.
- „Revue politique et littéraire“ et „Revue scientifique de la France et de l'étranger.“ V^e Année, 2^e Série, Nrs. 41—42. Paris, 1876; 4^o.
- Società dei Naturaliste in Modena: Annuario, Serie II^a, Anno X^o, Fasc. 1^o. Modena, 1876; 8^o.
- Toscana di Scienze naturali residente à Pisa: Atti. Vol. II. Fasc. 1. Pisa, 1876; kl. 4^o.
- Société Géologique de France: Bulletin. 3^e Série. Tome IV^e. 1876. Nr. 1. Paris; 8^o.
- Impériale des Naturalistes de Moscou: Bulletin. Année 1875, Nr. 3. Moseou; 8^o.
- Impériale de Médecine de Constantinople: Gazette médicale d'Orient. XIX^e Année. Nr. 12. Constantinople, 1876; 4^o.
- Verein. Militär-wissenschaftlicher in Wien: Organ der Militär-wissenschaftlichen Vereine. Band III—XI. Band XII. 1.—3. Heft nebst Separatbeilage. Wien, 1871—1876; 8^o.
- der Freunde der Naturgeschichte in Mecklenburg: Archiv. 29. Jahr. Neubrandenburg, 1875; 8^o.
- naturforschender, in Brünn: Verhandlungen. XIII. Band. 1874. Brünn, 1875; 8^o. — Katalog der Vereins-Bibliothek. (September 1874.) Brünn 1875; 8^o.
- Wiener Medizin. Wochenschrift. XXVI. Jahrgang, Nr. 15—16. Wien, 1876; 4^o.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH - NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXXIII. Band.

ERSTE ABTHEILUNG.

5.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mineralogie, Botanik,
Zoologie, Geologie und Paläontologie.

XII. SITZUNG VOM 4. MAI 1876.

Das c. M. Herr Prof. E. Mach übersendet eine Arbeit des Assistenten Herrn W. Rosický „Über mechanisch-akustische Wirkungen des elektrischen Funkens“.

Herr Prof. Dr. H. Leitgeb in Graz übersendet eine Abhandlung: „Die Entwicklung des Sporogoniums von *Orthotrichum*“, von stud. phil. F. Vouk.

Der Secretär legt ferner folgende eingesendete Abhandlungen vor:

1. „Eine Anomalie in der Mathematik“, von Herrn Dr. August Fischer, Professor am k. k. Staatsrealgymnasium zu Prag — Smichow.
2. „Das Apollonische Berührungsproblem als Projection räumlicher Constructionen“, von Herrn Eduard Wiskočil, Lehrer an der Landes-Oberrealschule zu Iglau.

Die Herren Regierungsrath Dr. Ph. Zöllner, Professor an der k. k. Hochschule für Bodencultur und Dr. Wilhelm Veiten, Adjunct an der k. k. forstlichen Versuchsstation in Wien, übersenden versiegelte Schreiben zur Wahrung ihrer Priorität.

Das w. M. Herr Prof. Dr. v. Lang überreicht eine von J. Puluj aus Strassburg übersandte Abhandlung, betitelt: „Über die Abhängigkeit der Reibung der Gase von der Temperatur.“

An Druckschriften wurden vorgelegt:

American Chemist. Vol. VI, Nr. 8. New York, 1876; 4^o.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). 14. Jahrgang, Nr. 12. Wien, 1876; 8^o.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXXII, Nrs. 15 & 16. Paris, 1876; 4^o.

- Drozda, Jos. V., Aus der medizinischen Klinik des Hofrath Prof. Duchek. Beitrag zum klinischen Studium der Physiologie des Kleinhirns. 8^o.
- Gesellschaft der Wissenschaften, königl. böhmische: Sitzungsberichte. 1875, Nr. 3—6. Prag; 8^o.
- Deutsche Chemische, zu Berlin: Berichte. IX. Jahrgang, Nr. 7. Berlin, 1876; 8^o.
- Gewerbe-Verein, n.-ö. Wochenschrift. XXXVII. Jahrgang, Nr. 16 & 17. Wien, 1876; 4^o.
- Ingenieur- und Architekten-Verein, österr.: Wochenschrift. I. Jahrgang, Nr. 17 & 18. Wien, 1876; 4^o.
- Jahrbuch über die Fortschritte der Mathematik. VI. Band. Jahrgang 1874. Heft 1. Berlin, 1876; 8^o.
- Landbote, Der steirische. 9. Jahrgang, Nr. 9. Graz, 1876; 4^o.
- Lüttich, Universität: Akademische Gelegenheitschriften aus den Jahren 1870—75; 8^o.
- Nature. Nr. 338, Vol. XIII. London, 1876; 4^o.
- Reichsforstverein, österr.: Österr. Monatschrift für Forstwesen. XXVI. Band, Jahrgang 1876. April-Heft. Wien; 8^o.
- „Revue politique et littéraire“ et „Revue scientifique de la France et de l'étranger. V^e Année, 2^e Série, Nr. 43. Paris 1876; 4^o.
- Società degli Spettroscopisti Italiani: Memorie. Anno 1876. Dispensa 3^a. Palermo; 4^o.
- Society, The Royal Astronomical, of London: Monthly Notices. Vol. XXXVI, Nr. 5. March 1876, London; 8^o.
- Verein für Landeskunde von Nieder - Österreich: Blätter IX. Jahrgang 1875. Wien; 8^o. — Topographie von Nieder Österreich. 9. Heft. Wien, 1875; 4^o.
- Wiener Medizin. Wochenschrift. XXVI. Jahrgang, Nr. 17 & 18. Wien, 1876; 4^o.
-

Die Entwicklung des Sporogoniums von Orthotrichum.

Von **F. Vouk**, stud. phil. in Graz.

(Mit 2 Tafeln.)

Unsere Wissenschaft zählt mehrere Beobachtungen, die sich auf die Entwicklung der Laubmoosembryonen beziehen. Den ersten Platz verdienen unstreitig die Arbeiten Hofmeister's¹, einerseits, weil sie die ersten auf diesem Gebiete waren, anderseits, weil sie sich über die wichtigsten Gruppen der gesammten Mooswelt erstrecken.

Den Untersuchungen Hofmeister's können nur Einzelbeobachtungen entgegengehalten werden, unter denen die im Jahre 1871 erschienene Entwicklungsgeschichte der Andreaeaceen von Kühn² den nächsten Platz einnimmt.

Wir können ferner einer Arbeit erwähnen, die N. J. C Müller³ über *Ephemerum* veröffentlichte.

Fassen wir alle die Kenntnisse, die sich aus den angeführten Beobachtungen für unser Thema ergeben, zusammen, so können wir sagen: Die Anfangsstadien der Entwicklung des Sporogoniums sind uns bekannt. Wir wissen, dass die Embryonen aller Laubmoosgruppen (nach Schimper *Sphagnum* ausgenommen) nach Constituirung der zweischneidigen Scheitelzelle ihr Spitzenwachsthum durch Theilungen derselben mittelst wechselnd nach rechts und links geneigter Wände beginnen und dasselbe in gleicher Weise auch beenden; und ferner, dass vor der Streckung zahlreiche Querwände interealar auftreten. Auch sind

¹ Vergleichende Untersuchungen etc. und zur Morphologie der Moose „im Berichte der kgl. sächs. Gesellschaft für Wissenschaften“.

² Mittheilungen aus dem Gesamtgebiete der Botanik, herausgegeben von Prof. Dr. A. Schenk und Dr. Chr. Luerssen.

³ Pringsheim. Jahrb. f. r. B., 6. Bd., pag. 237.

uns die Radial- wie alle anders orientirten Wände, sowohl in ihrer Lage, als auch im gegenseitigen Zeitverhältnisse ihres Auftretens genau bekannt, ebenso weiss man, dass das typische Laubmoosporogonium im Querschnitte eine Differenzirung in die Kapselwand, den Sporensack, die sporenbildende Schichte und Columella zeigt. Von mehreren Beobachtern ist endlich die Entwicklung der Urmutterzellen der Sporen und ebenso die Entstehung dieser auf das Genaueste studirt worden.

Man bemühte sich nun, die angeführten Schichten in jedem Laubmoosporogonium aufzufinden, und da es in vielen Fällen doch Schwierigkeiten gab, so kann man sich gar nicht wundern, wenn die Behauptungen zweier Forscher, die sich dasselbe Object wählten, doch differiren. Der eine sagt (z. B. für *Archidium*): Die Species hätte eine Columella, der andere: Sie entbehre einer solchen. Da ferner die Morphologie des Sporogoniums für die systematische Stellung einer Gruppe als ein Hauptbestimmungsfactor seit jeher angesehen wurde, so wird man begreiflich finden, dass gewisse Laubmoosformen in ihrer systematischen Stellung so schwankend waren.

Dass unsere Wissenschaft auf diesem Boden so lange Zeit mit unsicherem und schwankendem Fusse wandelte, war nur darin begründet, dass man allen verschiedenen Theilungswänden, mögen sie in dieser oder jener Raumrichtung auftreten, eine gewisse Gleichwerthigkeit zuschrieb; und daher wohl alle mit der strengsten Gewissenhaftigkeit beobachtete, die Zeit des Auftretens und ihr gegenseitiges Alter genau fixirte und nicht auf die Vermuthung kam: Es könnten doch nicht alle für die morphologische Differenzirung des Sporogoniums die gleiche Bedeutung haben.

Bezüglich der horizontalen Wände kann man a priori sagen, dass sie zur Länge des Organs in Beziehung stehen, während die radialen, tangentialen und andere der Längsaxe des Organs parallelen Wände mit dem Dickenwachsthum in sehr nahe Verbindung zu bringen sind. Weil nun jede erwachsene Mooskapsel die morphologische Differenzirung in Form concentrischer Kreise im Querschnitte zeigt, so treten bei Bestimmung der morphologischen Werthigkeit der Wände wieder nur jene in den Vordergrund, welche geeignet sind zu solchen Kreisen zusammenzustos-

sen, und welche sich im optischen Längsschnitte als paarige, beiderseits der Mittellinie durch die ganze Länge des Sporogoniums parallel verlaufende (stellenweise mehr oder weniger nach aussen convex gekrümmte) Linien zu erkennen geben und das Organ in eine bestimmte Anzahl übereinander geschobener Hohleylinder zerlegen.

Auch hinsichtlich des Baues dieser Hohleylinder finden sich genaue Angaben; doch hielt man diese Ausbildung nur für Folge einer späteren Differenzirung und versuchte nicht, dieselbe auf die Scheitelzelle zu beziehen. Dass in Folge dieses Mangels der Beobachtung die Beurtheilung verschiedener Schichtencomplexe hinsichtlich ihres morphologischen Werthes und somit auch das richtige Verständniss des Sporogoniums selbst nur ungenau sein konnte, ist klar.

Die Arbeit Kühn's zeigt den Untersuchungen Hofmeister's gegenüber insofern einen Fortschritt, als er einen inneren Zellencomplex als „Grundquadrat“ bezeichnete, weil dieses „von besonderer morphologischer Bedeutung ist“; doch unterlässt er es, die Differenzirung der Kapsel in die verschiedenen Gewebe mit diesem „Grundquadrat“ in Beziehung zu bringen.

Zu Anfange dieses Studienjahres wurde ich auf diese und andere Verhältnisse durch Herrn Prof. Dr. H. Leitgeb, in dessen Institute ich auch die vorliegende Arbeit unternahm, aufmerksam gemacht. Ich begann vorerst an *Ephemerum* die Untersuchung, und da das Materiale nicht ausreichte und die Arbeit vorderhand sistirt werden musste, wurde nun *Orthotrichum* in der Absicht studirt, zu prüfen, ob die an *Ephemerum* bereits gewonnenen Resultate auch für diese Gattung Geltung hätten. Da ich zu meiner Befriedigung das gefundene Gesetz gewahrt fand und auch *Polytrichum*, welches zur genaueren Controle für die wichtigsten Deductionen beigezogen worden war, dasselbe bestätigte, fühle ich mich veranlasst, diese kleine Arbeit der Öffentlichkeit zu übergeben.

Der Embryo von *Orthotrichum* wächst mittelst einer zweiseidigen Scheitelzelle, aus der durch wechselnd nach rechts und links geneigte Wände die Segmente abgeschnitten werden. Wann sich die Scheitelzelle constituirt, kann ich nicht angeben, da ich trotz meines oftmaligen Nachsuchens auf ein geeignetes

Präparat, aus dem sich dies mit Sicherheit hätte constatiren können, nicht stossen konnte; wahrscheinlich tritt sie erst nach der Bildung der dritten Querwand auf. Bei dreizelligen Fruchtanlagen wenigstens fand sich von einer zweischneidigen Scheitelle noch keine Spur; die beiden Theilungswände waren genau quer gestellt.

Jedes Segment theilt sich, wie es auch Hofmeister und Kühn angeben, vorerst durch eine radiale Längswand. Der Querschnitt durch einen in diesem Entwicklungsstadium befindlichen Embryo zeigt daher die Kreuztheilung (Fig. 1 *b*).

Die nächste Theilung im Segmente erfolgt durch eine der Längsaxe des Embryo parallele auf einem Schenkel des Kreuzes senkrecht stehende und bogenförmig nach der Peripherie verlaufende Wand, die dort genau die Mitte des Quadrantenbogens erreicht. Als nächste Wand setzt sich an diese senkrecht eine zweite gleichnamige Wand an, die ihre Mitte mit der Mitte des zweiten Kreuzschenkels verbindet. Es wird nach diesem Theilungsgange, ähnlich wie bei *Andreaea*, durch zwei Theilungsschritte in jedem Quadranten das „Grundquadrat“ (Kühn) angelegt (Fig. 1 *a*, 1 *b*, 2), welches, aus vier vierseitig-prismatischen Zellen bestehend, von acht peripherischen umschlossen wird.¹

Da nun diese Wände in den übereinander liegenden Segmenten ziemlich genau aneinander stossen, so bilden sie gewissermassen einen hohleylindrischen, den Embryo der Länge nach durchsetzenden und das Grundquadrat vom peripherischen Gewebe trennenden Wandcomplex, der an selbst älteren Embryonen an Quer- wie Längsschnitten von allen ihm parallel laufenden Quer- und Längswänden durch stärkere Contouren ausgezeichnet ist. Es ist dieser hohleylindrische Wandcomplex für die Morphologie des Sporogoniums von wesentlicher Bedeutung, indem er, zwischen der sporenbildenden Schichte und dem äusseren Sporensacke verlaufend, das Sporogonium in einen fertilen inneren und einen sterilen äusseren Zellencomplex abgrenzt.

¹ Bei *Ephemerum* geschieht die Anlage des Grundquadrates durch der Oberfläche parallele Wände (also durch je einen Theilungsschnitt in jedem Quadranten), wie es Hofmeister auch für *Phascum* angibt.

Das Grundquadrat hat dem entsprechend die Mutterzellen der Sporen mit Einschluss aller jener Zellschichten, die innerhalb dieses Hohleylinders liegen, zu bilden und der peripherischen Partie entstammen die übrigen Gewebe: der Sporensack und die Kapselwand.

Ich brauchte den Ausdruck „fertiles Gewebe“. Es geschah dies in Hinblick auf die gleichwerthige Bedeutung desselben in den Sporogonien der Lebermoose, bei denen ja, wie bekannt, das ihm entsprechende Gewebe den sporenerzeugenden inneren Complex darstellt, und anderseits auch darum, weil selbst in der Abtheilung der Laubmoose morphologisch streng sich unterscheidende Partien, wie z. B. bei *Archidium*, innerhalb des Grundquadrates nicht immer vorhanden sind.

Die weitere Entwicklung beginnt nach der Bildung des Grundquadrates zunächst im peripherischen, sterilen Theile. Es tritt in den (im Querschnitte) acht Zellen eine zur Längsaxe und Oberfläche des Organs parallele Tangentialwand auf. Sie theilt den sterilen Theil wieder in zwei übereinander geschobene Hohleylinder. In dem jetzt äusseren vermehrt sich die Zahl seiner Zellen durch genau radiale Wände bald auf das Doppelte (Fig. 1 *b*). Längsschnitte (Fig. 1 *a* u. 2) führen uns das Erscheinen der Querwände vor. Sie beginnen immer im äussersten Hohleylinder, durchsetzen aber bald den ganzen sterilen Theil, so dass seine Zellen halbkürzer sind, wie jene des fertilen. Darauf folgt (Fig. 1 *a*) im äussersten Hohleylinder eine neue Längswand, welcher sich nach selbem Gesetze radiale und horizontale Wände anschliessen. Dies wiederholt sich, bis die normale Dicke des sterilen Theiles erreicht wird (Fig. 2, 3 *a*, 3 *b*, 3 *c*).

Die beiden ersten Längswände schliessen eine, im optischen Längs- wie Querschnitte deutlich aus dem anstossenden Gewebe sich abhebende Zellschicht ein, die sich im ersten Falle als ein beiderseits der Mittellinie verlaufender, an das fertile Gewebe aussen anliegender Zellenzug (Fig. 2) und im Querschnitte als ein Kreis von Zellen (Fig. 3 *c*) darstellt, in der That also ein sackartiger Hohleylinder ist und ausnahmslos die Anlage des äusseren Sporensackes bildet, der also schon durch die ersten Theilungen im sterilen Theile differenzirt erscheint.

Der Sporensack gliedert sich durch Querwände, die mit denen des übrigen sterilen Theiles im Allgemeinen zusammenfallen. Seine Zellen erscheinen längere Zeit, so wie die der peripherischen Schichten, so ziemlich isodiametrisch (Fig. 2, 4). Da in ihnen aber viel früher die Bildung von Querwänden aufhört, als in denen der angrenzenden Kapselwand, so werden sie später bedeutend länger (Fig. 5). Die zahlreichen Radialwände (Fig. 3 *c*, 3 *d*) bewirken ferner, dass die Sporensackzellen in der Richtung des Radius abgeplattet werden.

Hat die Kapselwand ihre normale Dicke von vier Schichten (Fig. 4, 5) erreicht, so beobachtet man in einer Querzone ziemlich weit vom Scheitel entfernt noch lebhaftere Theilungen, es wächst dabei die Mächtigkeit derselben auf fünf oder sechs öfters noch mehr Schichten an. In diese Zeit fällt die Vorbereitung der Hohlraumbildung.

Bei jener Gelegenheit vermehrt auch der Sporensack seine Dicke auf zwei Zellschichten (Fig. 3 *d*), von denen wieder die dem Centrum näher gelegene in zwei zerfällt, so dass der Sporensack typisch zu drei Schichten anwächst (Fig. 4, 5, 6 *a*, 6 *b*); doch kann er bei mächtig sich entwickelnden Kapseln stellenweise, vorzüglich in jener Querzone, auch vier- ja sogar fünf-schichtig werden.

Die Bildung des Hohlraumes ist als eine Folge der raschen Quer- und Radialtheilungen der äussersten Kapselwandschichten aufzufassen (Fig. 3 *d*, 4, 5). Die daraus resultirende Wirkung der Kapselwand auf den von ihr umhüllten Cylinder ist ungefähr gleich der eines zwischen zwei Ansatzflächen eingefügten elastischen Bogens, auf den noch ein Druck auf seine convexe äussere Seitenfläche (hier durch die Calyptra) ausgeübt wird.

Die Kapselwand wölbt sich einerseits nach aussen und andererseits wirkt sie auf den inneren Cylinder spannend ein. Die unmittelbare Folge davon sind die hier erscheinenden Querwände; es wird ferner in der Höhe der Anstossflächen der Cylinder erweitert (Fig. 5) oder gar, wenn die inneren Gewebeschichten dieser Spannung entsprechend nicht gehörig angepasst sind, ein Längsriss im Gewebe gemacht. Diese Wirkungsergebnisse zeigten in der That einige der von mir untersuchten Sporogonien.

Nun bliebe noch übrig, die Differenzirung des fertilen, inneren Theiles der Kapsel entwicklungsgeschichtlich vorzuführen.

Das Grundquadrat theilt sich, vollkommen analog den jüngsten aus der Scheitelzelle abgeschnittenen Segmenten, durch eine der Längsaxe parallele Wand, die mit einer Kante an die Mitte eines Kreuzschenkels, mit der andern an die innere Mantelfläche des Sporensackes ansetzt (Fig. 3*b*) und zwar immer so, dass die Mitte des diesen Quadranten umspannenden Bogens mittelst einer schwachen Krümmung erreicht wird. Bald darauf tritt in demselben Quadranten eine zweite der Längsaxe parallele Wand auf, die die Mitte des zweiten Kreuzschenkels mit der Mitte der ersten Wand verbindet (Fig. 3*b*, 2, 3*a*). Durch Wiederholung dieses Vorganges in allen vier Quadranten bekommen wir im Grundquadrat ein zweites aus vier Zellen gebildetes Quadrat (man könnte es Columellaquadrat nennen, weil es in seiner Gesamtheit die zukünftige Columella zu bilden bestimmt ist) umschlossen von einer Anzahl peripherischer Zellen, deren Zahl im Umfange durch Radialtheilungen rasch zunimmt (Fig. 3*c*, 3*d*). Es zerfällt mithin das Grundquadrat durch diese Theilungsschritte in ein aus vier centralen Quadrantenzellen gebildetes Columellaquadrat und in eine an dieses ausschliessende äussere, die eigentlich fertile Kreisschichte (Fig. 2).

Diese letztere theilt sich durch tangential, der Längsaxe und Mantelfläche parallele Wände und zerfällt in eine an den Sporensack anstossende Schichte von Urmutterzellen der Sporen (Fig. 3*a*, 3*c*, 3*d*), welche nach einigen Quer- (Fig. 4, 5) und so ziemlich radialen Wänden, die in Fig. 4, 5, 6*b* so charakteristische Schichte „*u*“ bilden, und eine zwischen dieser und der Columella liegende Schichte, den inneren Sporensack der Autoren.

Die Zusammengehörigkeit dieser beiden Schichten (Urmutterzellenschichte + innerer Sporensack) beweist der Umstand, dass sie, nach unten verlaufend, sich vereinigen und in der Seta wie im Fusse durch eine einzige Zellenschichte, ähnlich wie beim äusseren Sporensack, repräsentirt sind.

Der innere Sporensack theilt sich durch Längswände in zwei Schichten, kann aber auch dreischichtig werden; durch der Längsaxe parallele Wände (Fig. 6*b*) und Querwände (Fig. 5)

bekommt er eine Ähnlichkeit mit den inneren Schichten des äusseren Sporensackes. Es wird dem entsprechend die Schichte der Urmutterzellen der Sporen beiderseits von einem kleinzelligen Gewebe umschlossen.

Die Zellen des Columellaquadrates zerfallen typisch durch je eine Kreuztheilung (Fig. 3c, 3d) in sechzehn Zellen, welche in der Kapsel ebensoviele Zellenreihen und in optischen Längsschnitten beiderseits der Mittellinie nur deren zwei (Fig. 5) bilden. Die Columella kann aber stellenweise (Fig. 4, 6b), was vorzüglich in jener Querzone der Fall ist, wo die Hohlraumbildung eingeleitet wird, noch mächtiger werden. In der Seta und im Fusse wird sie im Querschnitte nur durch das Columellaquadrat vertreten.

Die Urmutterzellenschichte beobachtete ich in ihrer Weiterentwicklung nicht; kann doch angeben, dass sie zweischichtig wird (Fig. 6a) und sich jede der primären Zellen quer noch theilt, im Ganzen also jede solche vier Tochterzellen liefert. Welche Bedeutung diese Zellen für die entwickelte Spore haben, kann ich nicht mit Sicherheit angeben.

Den Angaben früherer Beobachter, welche behaupten: Die Theilungen des Fusses lassen auf kein Gesetz schliessen, muss ich entschieden entgegentreten. Sein Querschnitt zeigt uns dieselben vier Schichtencomplexe wie die Kapsel, doch mit dem Unterschiede, dass die secundären Schichten in ihnen nicht zur Entwicklung kommen, sondern erst an der Kapselbasis oder im oberen Theile der Seta beginnen. Bemerken kann ich noch, dass die secundären Längswände der Kapselwand die grösste Neigung haben, ziemliche Strecken weit, drei Schichten bildend, zu verlaufen, im Fusse aber wenigstens immer auf eine einzige aufgelagert sind. Die in der Kapsel anfänglich so charakteristische Sporensackschichte weicht zwar hier nur sehr unwesentlich von anderen ab, wird doch bei einiger Übung leicht erkannt.

Sämmtliche Präparate wurden erst nach Behandlung mit Carbonsäure untersucht. Es gelang mir, mit Hilfe dieses vortrefflichen Aufhellungsmittels die Kapseln durch ihre ganze Dicke glashell zu machen, was von andern jetzt in Anwendung stehenden Reagentien nicht geleistet wird.

Das Resultat der vorliegenden Abhandlung kann in folgende Punkte¹ zusammengefasst werden:

1. In den aus der zweischneidigen Scheitelzelle abgeschnittenen Segmenten der Embryonen von *Orthotrichum* (*Polytrichum*) differenziren sich Innen- und Aussenzellen.
2. Die Aussenzellen sind die Anlage der Kapselwand und des äusseren Sporensackes. Die diesbezügliche Differenzirung geschieht in der Weise, dass schon durch die ersten Tangentialwände der Sporensack angelegt wird; die späteren, in centrifugaler Folge auftretend, vermehren die Schichten der Kapselwand.
3. Die Innenzellen theilen sich durch einen ähnlichen Theilungsvorgang, wie er ihnen selbst die Entstehung gab, wieder in zwei Schichtencomplexe. Der innere derselben, einen axil gelegenen aus vier Zellenreihen aufgebauten Cylinder darstellend, ist die Anlage der eigentlichen Columella der äussere, zuerst als hohlylindrische Zellschicht auftretend, zerfällt später in zwei Schichten, von denen die äussere die sporenbildende Schichte darstellt, die innere aber zum inneren Sporensacke wird.

¹ Die Arbeit war schon vollendet, und theilweise druckfertig, als ich von den von Kienitz-Gerloff in den Sitzungsber. der Gesellsch. naturf. Freunde vom 15. Februar 1876 über denselben Gegenstand gemachten Mittheilungen Kenntniss erhielt. Kienitz-Gerloff kam durch die Untersuchung von *Phascum* bezüglich der ersten Differenzirungen im Sporogon zu demselben Resultate. Ob *Phascum* in der weiteren Entwicklung sich von *Orthotrichum* unterscheidet, oder mit diesem auch in Anlage des Sporensackes etc. übereinstimmt, konnte ich aus dem gedrängten Auszuge jenes Vortrages nicht entnehmen.

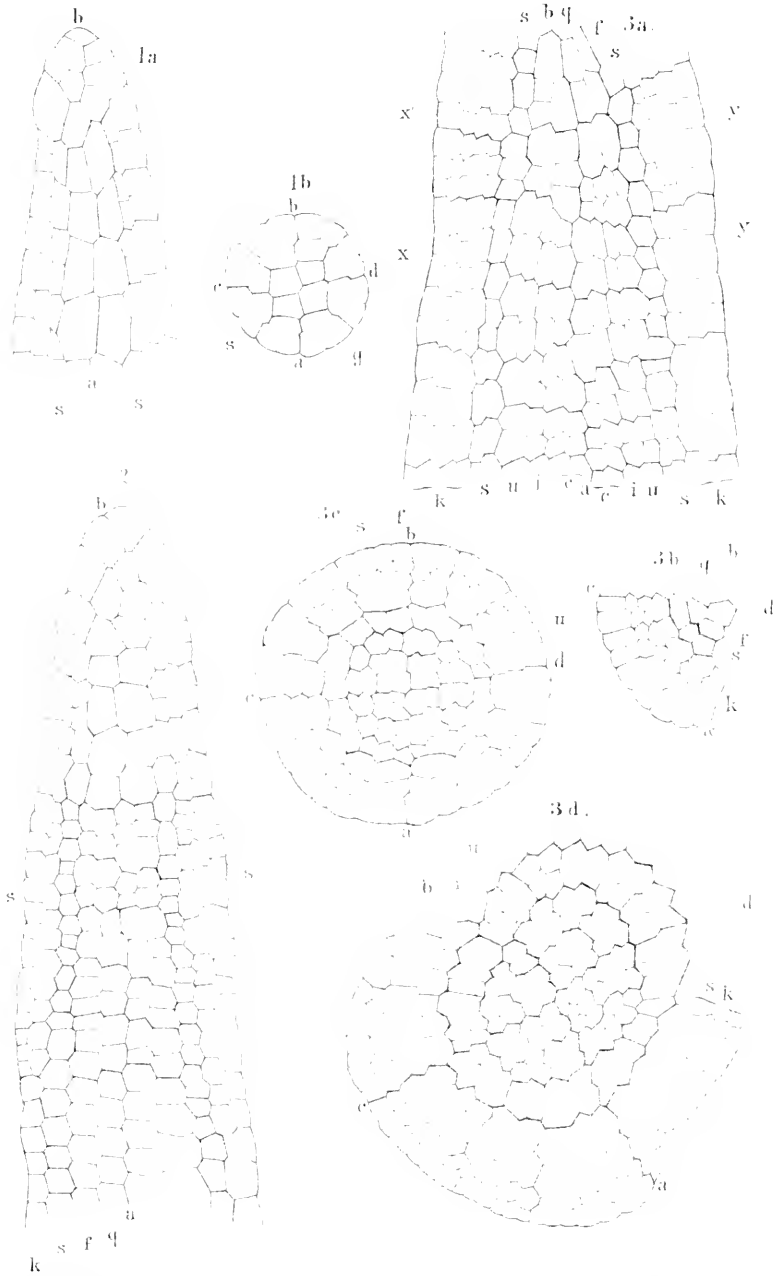
Erklärung der Tafeln.

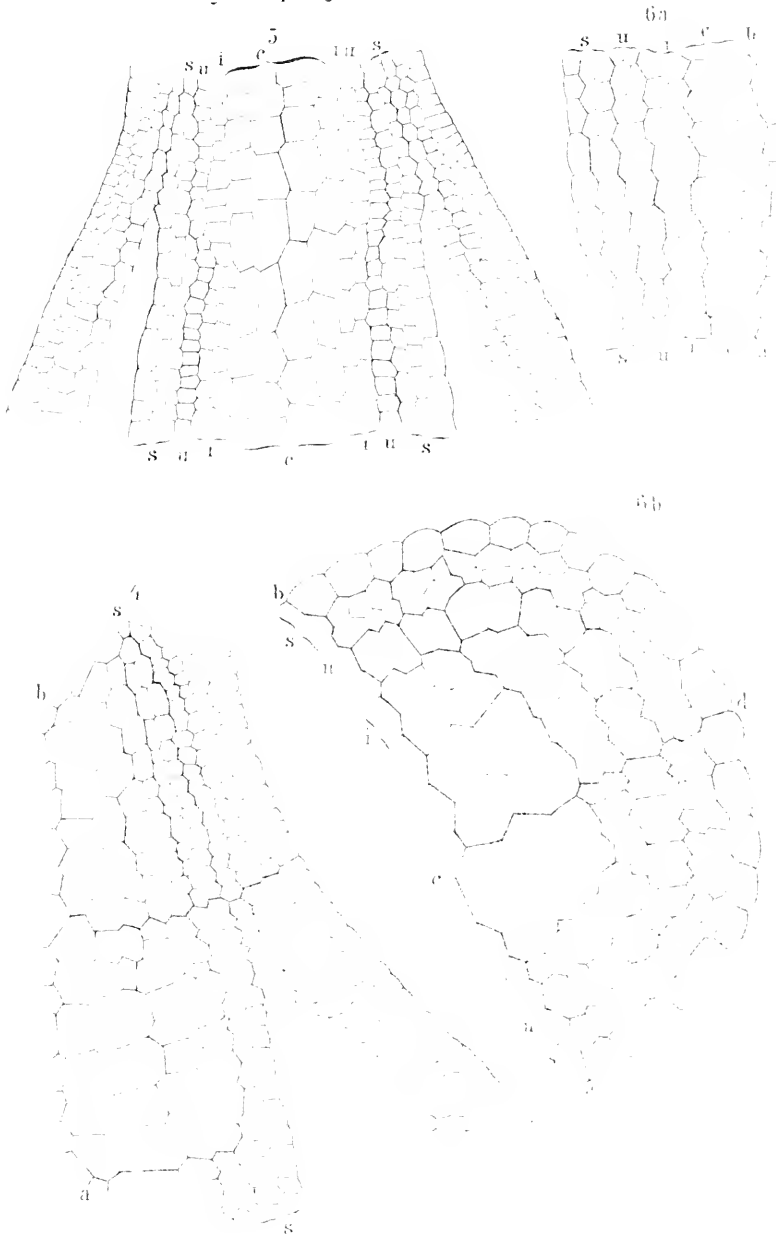
Die Objecte sind von *Orthotrichum Sturmii* genommen.

Sämmtliche Figuren sind mit der *Camera lucida* und bei einer Vergrößerung von 350 entworfen, mit Ausnahme der Fig. 5 und 6a, für welche 250 genommen wurde.

Tafel I.

- Fig. 1a. Eine Embryospitze im optischen Längsschnitt mit beginnender Deckelbildung. *ab* = die Durchschnittslinie der Segmentebene, *s* = äusserer Sporensack.
- Fig. 1b. Der Querschnitt zu 1a, *ab, cd* = Durchschnittslinien der Segment- und der darauf senkrechten Wand. *g* = Grundquadrat. *s* = Sporensack.
- Fig. 2. Oberer Theil eines Embryo im optischen Längsschnitt. Es tritt der Sporensack als zusammenhängende Schichte deutlich hervor. Gleiche Bezeichnung ist in allen Figuren gleichwerthig. *k* = Kapselwand. *f* = fertile Schichte. *q* = Zellenzug, der dem Columellaquadrat angehört.
- Fig. 3a. Ein Stück des oberen Kapseltheiles eines älteren Sporogoniums im optischen Längsschnitt. *c* = Columella. *i* = innerer Sporensack. *u* = Urmutterzellenschichte.
- Fig. 3b. Ein Quadrant aus dem in der Höhe *a'y'*, Fig. 3a, am selben Objecte geführten Querschnitte. *q* = eine Zelle des Columellaquadrates.
- Fig. 3c. Querschnitt vom selben Object in der Höhe *xy* geführt.
- Fig. 3d. Querschnitt vom selben Präparat, wie der Längsschnitt, Fig. 3a, noch tiefer geführt, als die Zeichnung in Fig. 3a reicht. Die Höhe füllt ungefähr in die Kapselbasis. Durch den Schnitt hat das Präparat gelitten, daher die Abplattung von rechts nach links.





Tafel II.

- Fig. 4. Rechte Hälfte eines oberen Kapselstückes im optischen Längsschnitte einem Sporogonium entnommen, das bereits den Hohlraum aber noch deutliche Segmentirung zeigte.
- Fig. 6. Längsschnitt eines älteren Sporogoniums als Fig. 4. Ein Theil der oberen Kapselhälfte. Bezeichnung wie auf Taf. I.
- Fig. 6a. Linke Hälfte des inneren von der Kapselwand umhüllten Cylinders mit Weglassung dieser. Das Sporogonium, dem dieser Längsschnitt entnommen wurde, stand in der Entwicklung ein wenig höher als jenes zu Fig. 5. Es wurde eine Höhe gewählt, wo die Urmutterzellenschichte zweischichtig war.
- Fig. 6b. Die Hälfte des Querschnittes vom selben Objecte und mit Weglassung der Kapselwand in einer Höhe, wo die Urmutterzellen schichte ungetheilt war.

XIII. SITZUNG VOM 11. MAI 1876.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor :

1. „Über die projectivische Beziehung zwischen den singulären Elementen einer cubischen Involution“ von dem c. M. Herrn Prof. Emil Weyr.
2. „Über die Einwirkung von Salpetersäure auf Tribromphloroglucin“ von Herrn Rudolf Benedikt, Assistenten an der k. k. technischen Hochschule.
3. „Eine aeronautische Studie“ von Herrn Franz Schindler, Apotheker in Judenburg.

Herr Prof. F. Lippich in Prag, übersendet folgende Notiz: „Vorläufige Bemerkung über die Lichtabsorption in Flüssigkeiten.“

Herr Regierungsrath Dr. Ph. Zoeller, Professor an der k. k. Hochschule für Bodencultur, übersendet mit Bezugnahme auf sein am 27. April zur Wahrung der Priorität deponirtes versiegeltes Schreiben eine Reihe von Versuchsergebnissen über die Wirkung des Schwefelkohlenstoffes als Conservirungs- und Desinfectionsmittel zur Kenntnissnahme.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

- Accademia, R., di Scienze, Lettere ed Arti in Modena: Memorie. Tomo XVI. Modena, 1875; 4^o.
- Académie des Sciences et Lettres de Montpellier: Mémoires. Section des Sciences. Tome VIII. — II^e Fasc. Année 1872; Section des Lettres. Tome V.—IV^e Fasc. Année 1872. Montpellier, 1873; 4^o.
- Akademie der Wissenschaften, Königl. Bayer., zu München: Abhandlungen der philos.-philolog. Classe. XIII. Band. III. Abtheil. (Der Reihe XLVI. Bd.); der mathem.-physikal.

- Classe. XII. Bd. I. Abtheil. (Der Reihe XLIV. Bd.). München, 1875; 4^o.
- Anstalt, Königl. ungar. geologische: Évkönyve. IV. Kötet. 3. Füzet. Budapest. 1876; kl. 4^o. — Mittheilungen, IV. Bd. 2. Heft. Budapest, 1876; kl. 4^o.
- Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). XIV. Jahrgang, Nr. 13. Wien, 1876; 8^o.
- Archiv der Mathematik und Physik. Gegründet von J. A. Grunert, fortgesetzt von R. Hoppe. LIX. Theil, 1. Heft. Leipzig, 1876; 8^o.
- Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXXII, Nr. 17. Paris, 1876; 4^o.
- Gesellschaft, Naturforschende, in Freiburg: Berichte. VI. Bd. 4. Heft. Freiburg i. Br. 1876; 8^o.
- österr., für Meteorologie: Zeitschrift. XI. Band, Nr. 8. Wien, 1875; 4^o.
- Physikalische zu Berlin: Die Fortschritte der Physik im Jahre 1871. XXVII. Jahrg., II. Abth., Berlin, 1876; 8^o.
- Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXVII. Jahrgang. Nr. 17. Wien, 1876; 4^o.
- Halle, Universität: Akademische Gelegenheitschriften aus dem Jahre 1875. 4^o & 8^o.
- Ingenieur- und Architekten-Verein, österr.: Wochenschrift. I. Jahrgang, Nr. 19. Wien, 1876; 4^o.
- Mittheilungen aus J. Perthes' geographischer Anstalt. 22. Band, 1876, Heft IV, nebst Ergänzungsheft Nr. 45. Gotha; 4^o.
- Moniteur scientifique du D^{eur} Quesneville. 413^e Livraison. Paris, 1876; 4^o.
- Nature. Nr. 339, Vol. XIII; Nr. 340, Vol. XIV. London, 1876; 4^o.
- Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto in Moncalieri: Bullettino meteorologico. Vol. VII, Nr. 8. Torino, 1876; 4^o.
- Reichsanstalt, k. k. geologische: Verhandlungen. Jahrgang 1876, Nr. 6. Wien; 4^o. Jahrbuch. Jahrg. 1876. XXVI. Bd. Nr. 1. Jänner—März. Wien; 4^o.
- „Revue politique et littéraire“ et „Revue scientifique de la France et de l'étranger“. V^e Année, 2^e Série. Nr. 44 & 45. Paris, 1876; 4^o.

- Société Entomologique de Belgique in Brüssel: Annales. Tome XVIII. Paris, Bruxelles & Dresde, 1875; 8^o.
- Impériale des Naturalistes: Bulletin. Année 1875, Nr. 4. Moscou, 1876; 8^o.
- Society, The Asiatic of Bengal in Calcutta: Journal, Part I. Nr. 4. 1875. Calcutta; 8^o. — Proceedings. Nr. 10. December 1875. Calcutta, 1875; 8^o. — Bibliotheca Indica. New Series, Nrs. 330 & 331. Calcutta, 1875 & 1876; 8^o.
- Wiener Medizin. Wochenschrift. XXVI. Jahrgang, Nr. 19. Wien, 1876; 4^o.
-

XIV. SITZUNG VOM 18. MAI 1876.

Se. Excellenz der Herr Curator-Stellvertreter gibt mit h. Erlass vom 14. Mai bekannt, dass Seine kaiserliche Hoheit der durchlauchtigste Herr Erzherzog-Curator die feierliche Sitzung am 30. Mai mit einer Ansprache zu eröffnen geruhen werde.

Herr Prof. Barth übersendet: „Mittheilungen aus dem chemischen Laboratorium der Universität Innsbruck. 27. Über Phenolmetasulfosäure. 28. Über Dibenzamid“.

Der Secretär legt ferner noch folgende eingesendete Abhandlungen vor:

1. „Betrachtungen über Flächen zweiter Ordnung. I. Flächen zweiter Ordnung mit einer Symptosenaxe“, von Herrn Dr. G. v. Escherich in Graz.
2. „Über Trihydroxylantimonsäure, Pyroantimonsäure und Antimonoxychlorid“, von Herrn Dr. H. Danbrawa in Mährisch-Neustadt.

Herr Prof. Dr. Edmund Reitlinger übersendet folgende zweite Mittheilung über die von ihm in Gemeinschaft mit Herrn Alfred v. Urbanitzky angestellten Untersuchungen: „Über einige merkwürdige Erscheinungen in Geissler'schen Röhren.“

Das w. M. Herr Hofrath E. R. v. Brücke überreicht eine im physiologischen Institute der Wiener Universität ausgeführte Arbeit: „Über Bilifusein“, von Herrn Arthur Simony.

Das w. M. Herr Prof. Viktor v. Lang legt eine Abhandlung vor, betitelt: „Zur Theorie der Doppelbrechung.“

Herr Dr. Aristides Brezina zeigt ein Mineral aus den manganeichen Fundstellen von S. Marcel, Piemont, vor.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Accademia Pontificia de' Nuovi Lincei: Atti. Anno XXVIII, Sess. 4^a. Roma, 1875; 4^o.

- Accademia Reale dei Lincei: Atti. Anno CCLXXI. Serie 2. Vol. I. 1873—74, Vol. II. 1874—75. Roma, 1875; 4^o.
- Akademie der Wissenschaften, Königl. Preuss., zu Berlin: Monatsbericht. Februar 1876. Berlin; 8^o.
- Apotheker-Verein, allgem. österr.: Anzeigen-Blatt Nr. 14. Wien, 1876.
- Bonn, Universität: Akademische Gelegenheitschriften aus den Jahren 1874 & 1875; 4^o & 8^o.
- Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXXII, Nr. 18. Paris, 1876; 4^o.
- Gesellschaft der Wissenschaften, Königl. zu Göttingen: Gelehrte Anzeigen. 1875. Band I & II. Göttingen; 8^o. — Nachrichten aus dem Jahre 1875. Göttingen; 8^o.
- Deutsche Chemische, zu Berlin: Berichte. IX. Jahrgang, Nr. 8. Berlin, 1876; 8^o.
- österr., für Meteorologie: Zeitschrift. XI. Band. Nr. 9. Wien, 1876; 4^o.
- Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXVII. Jahrgang, Nr. 19. Wien, 1876; 4^o.
- Ingenieur- und Architekten-Verein, österr.: Wochenschrift. I. Jahrgang, Nr. 20. Wien, 1876; 4^o.
- Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie, von Alex. Naumann & A. Laubenheimer. Für 1874. 2. Heft. Giessen, 1876; 4^o.
- der Lese- und Rede-Halle der Deutschen Studenten in Prag. Vereinsjahr 1875—76. Prag, 1876; 8^o.
- Landbote, Der steirische. 9. Jahrgang, Nr. 10. Graz, 1876; 4^o.
- Löwen, Universität: Akademische Gelegenheitschriften aus den Jahren 1874—75; 8^o.
- Nature. Nr. 341, Vol. XIV. London, 1876; 4^o.
- Reichsanstalt, k. k. geologische: Verhandlungen. Jahrgang 1876, Nr. 7. Wien; 4^o.
- „Revue politique et littéraire“ et „Revue scientifique de la France et de l'étranger.“ V^e Année, 2^e Série, Nr. 46. Paris, 1876; 4^o.
- Simony, F., Geographische Landschaftsbilder aus dem Dachsteiner Gebiete. Wien, 1876; Fol.

- Société Impériale de Médecine de Constantinople: Gazette médicale d'Orient. XX^e année. Nr. 1. Constantinople, 1876; 4^o.
- Verein, Naturhistorisch-Medicinischer zu Heidelberg: Verhandlungen. Neue Folge. I. Band, 3. Heft. Heidelberg, 1876; 8^o.
- Wiener Medizin. Wöchenschrift. XXVI. Jahrgang, Nr. 19. Wien, 1876; 4^o.
-


SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH - NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

VIERUNDSIEBZIGSTER BAND.



WIEN.

AUS DER K. K. HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN COMMISSION BEI CARL GEROLD'S SOHN,
BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

1877.

SITZUNGSBERICHTE

DER

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN CLASSE

DER KAISERLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

LXXIV. BAND. I. ABTHEILUNG.

JAHRGANG 1876. — HEFT I BIS V.

Mit 51 Tafeln.



WIEN.

AUS DER K. K. HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

—
IN COMMISSION BEI CARL GEROLD'S SOHN,

BUCHHANDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

1877.

I N H A L T.

	Seite
XV. Sitzung vom 16. Juni 1876: Übersicht	1
<i>Hoernes</i> , Ein Beitrag zur Kenntniss fossiler Binnenfaunen. (Mit 1 Tafel.) [Preis: 30 kr. = 60 Pfg.]	7
XVI. Sitzung vom 22. Juni 1876: Übersicht	35
XVII. Sitzung vom 6. Juli 1876: Übersicht	41
XVIII. Sitzung vom 13. Juli 1876: Übersicht	45
<i>Steindachner</i> , Ichthyologische Beiträge (V). (Mit 15 Tafeln.)	
I. Zur Fischfauna von Panama, Acapulco und Mazatlan. pag. 49.	
II. Über einige neue Fischarten, insbesondere Characinen und Siluroiden aus dem Amazonenstrom. pag. 73.	
III. Über einige Meeresfische von den Küsten Brasiliens. pag. 167.	
IV. Über einige seltene oder neue Fischarten von der West- küste der nördlichen Theile Nordamerika's. pag. 176.	
V. Über einige neue oder seltene Fischarten aus dem atlanti- schen, indischen und stillen Ocean. pag. 203. [Preis: 3 fl. = 6 RMk.]	49
<i>Boucé</i> , Über die Fortschritte des Wissens durch Professoren und Privatgelehrte, über die Lehre der geognostischen Ländertypen und die Methode der geologischen Muth- massungen a priori. [Preis: 20 kr. = 40 Pfg.]	241
— Notiz über Dolomisation, Serpentin, oder eigentlich über die Genesis der Bitterde- oder Magnesia-Anhäufung in gewissen Felsarten. [Preis: 5 kr. = 10 Pfg.]	266
XIX. Sitzung vom 20. Juli 1876: Übersicht	268
<i>Karrer u. Sinzow</i> , Über das Auftreten des Foraminiferen-Genus <i>Nubecularia</i> im sarmatischen Sande von Kisekenew. (Mit 1 Tafel und 1 Holzschnitt.) [Preis: 30 kr. = 60 Pfg.]	272
XX. Sitzung vom 12. October 1876: Übersicht	287
<i>Velten</i> , Einwirkung strömender Electricität auf die Bewegung des Protoplasma, auf den lebendigen und todten Zellen- inhalt, sowie auf materielle Theilchen überhaupt. (Mit 1 Tafel.) II. Theil. Einfluss des galvanischen Stromes auf den todten Zelleninhalt. [Preis: 60 kr. = 1 RMk. 20 Pfg.]	293

	Seite
<i>Velten</i> , Über die Folgen der Einwirkung der Temperatur auf die Keimfähigkeit und Keimkraft der Samen von <i>Pisus Pirca</i> Du Roi. (Mit 1 Tafel.) [Preis: 30 kr. = 60 Pfg.]	259
XXI. Sitzung vom 19. October 1876: Übersicht	384
<i>Grobben</i> , Arbeiten aus dem zoologisch-vergleichend-anatomischen Institute der Universität Wien. IV. Die Geschlechtsorgane von <i>Squilla mantis</i> , Rond. (Mit 1 Tafel.) [Preis: 35 kr. = 70 Pfg.]	389
<i>Ficker</i> , Arbeiten aus demselben Institute. VI. Zur Kenntniß der Entwicklung von <i>Estheria ticinensis</i> . (Mit 2 Tafeln.) [Preis: 60 kr. = 1 Rmk. 20 Pfg.]	407
<i>Berger</i> , Arbeiten aus demselben Institute. V. Über das Vorkommen von Ganglienzellen im Herzen vom Flusskrebse. (Mit 1 Tafel.) [Preis: 20 kr. = 40 Pfg.]	422
<i>Leitgeb</i> , Die Keimung der Lebermoossporen in ihrer Beziehung zum Lichte. (Mit 1 Tafel.) [Preis: 20 kr. = 40 Pfg.]	425
XXII. Sitzung vom 26. October 1876: Übersicht	437
<i>Hatschek</i> , Beiträge zur Entwicklungsgeschichte und Morphologie der Anneliden. (Mit 1 Tafel.) [Preis: 35 kr. = 70 Pfg.]	443
XXIII. Sitzung vom 9. November 1876: Übersicht	465
<i>Kerner</i> , Parthenogenesis einer angiospermen Pflanze. [Preis: 10 kr. = 20 Pfg.]	469
<i>Wiesner</i> , Arbeiten des pflanzenphysiologischen Institutes der k. k. Wiener Universität. VIII. Untersuchungen über den Einfluss des Lichtes und der strahlenden Wärme auf die Transpiration der Pflanze. [Preis: 40 kr. = 80 Pfg.]	477
XXIV. Sitzung vom 16. November 1876: Übersicht	532
<i>Schrauf</i> , Mineralogische Beobachtungen. VI. — XLII. Morphologische Studien an der Mineralspecies Brookit. (Mit 1 Tafel.) [Preis: 25 kr. = 50 Pfg.]	535
<i>Steindachner</i> , Die Süßwasserrische des südöstl. Brasilien III. (Mit 13 Tafeln.) [Preis: 3 fl. = 6 Rmk.]	559
XXV. Sitzung vom 23. November 1876: Übersicht	695
<i>Schaub</i> , Arbeiten aus dem zoologisch-vergleichend-anatomischen Institute der Universität Wien. III. Über <i>Chondracanthus angustatus</i> (Heller). (Mit 3 Tafeln.) [Preis: 50 kr. = 1 Rmk.]	699
XXVI. Sitzung vom 7. December 1876: Übersicht	713
<i>Claus</i> , Die Schalendrüse der Copepoden. (Mit 1 Tafel.) [Preis: 20 kr. = 40 Pfg.]	717

<i>Miksch</i> , Arbeiten aus dem pflanzenphysiologischen Institute der Wiener Universität. IX. Beiträge zur Anatomie und Morphologie d. Knospendecken dicotyler Holzgewächse. (Mit 3 Tafeln.) [Preis: 70 kr. = 1 Rmk. 40 Pfg.]	723
XXVII. Sitzung vom 14. December 1876: Übersicht	756
<i>Felten</i> , Über das polare und magnetische Verhalten von Pflanzen- zellen	760
— Über das magnetische Verhalten von Zelleneinhaltheilen. (Mit 2 Holzschnitten.)	767
XXVIII. Sitzung vom 21. December 1876: Übersicht	773
<i>v. Ettingshausen</i> , Die fossile Flora von Sagor in Krain. II. Theil. [Preis: 15 kr. = 30 Pfg.]	776
<i>Claus</i> , Beiträge zur vergleichenden Osteologie der Vertebraten. (Mit 3 Tafeln.) [Preis: 1 fl. = 2 Rmk.]	785
<i>Häfer</i> , Das Erdbeben von Belluno am 29. Juni 1873. (Mit 1 Tafel und 2 Holzschnitten.) [Preis: 65 kr. = 1 Rmk. 30 Pfg.]	819
<i>Doelter</i> , Über die Eruptivgebilde von Fleims. (Mit 1 Tafel.) [Preis: 50 kr. = 1 Rmk.]	857

013-74
1876

SITZUNGSBERICHTE

4m=1
H.C.

DER KAISERLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXXIII. BAND. I., II. und III. HEFT.

Jahrgang 1876. — Jänner, Februar und März.

(Mit 6 Tafeln und 4 Holzschnitten.)

ERSTE ABTHEILUNG.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mineralogie, Botanik, Zoologie,
Geologie und Paläontologie.

WIEN.

AUS DER K. K. HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN COMMISSION BEI KARL GEROLD'S SOHN,
BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

1876.

I N H A L T

des 1., 2. und 3. Heftes (Jänner, Februar und März 1876) des 73. Bandes, I. Abth. der
Sitzungsberichte der mathem.-naturw. Classe.

	Seite
I. Sitzung vom 13. Jänner 1876: Übersicht	3
<i>v. Zepharovich</i> , Die Krystallformen einiger Kampferderivate. (Mit 3 Tafeln und 4 Holzschnitten.) [Preis: 50 kr. = 1 RMk.]	7
<i>Moeller</i> , Einige neue Formelemente im Holzkörper. (Mit 1 Tafel.) [Preis: 20 kr. = 40 Pfg.]	31
II. Sitzung vom 20. Jänner 1876: Übersicht	36
<i>Boehm</i> , Über Stärkebildung in den Chlorophylkörnern. [Preis: 20 kr. = 40 Pfg.]	39
<i>Fuchs</i> , Über den sogenannten „Badner Tegel“ auf Malta. (Mit 1 Tafel.) [Preis: 20 kr. = 40 Pfg.]	67
— Studien über das Alter der jüngeren Tertiärbildungen. (Mit einer synchronistischen Tabelle.) [Preis: 15 kr. = 30 Pfg.]	75
<i>Hansel</i> , Über die Keimung der <i>Preissia commutata</i> N. ab B. (Mit 1 Tafel.) [Preis: 25 kr. = 50 Pfg.]	89
III. Sitzung vom 27. Jänner 1876: Übersicht	98
IV. Sitzung vom 3. Februar 1876: Übersicht	103
<i>Boué</i> , Über die geometrisch-symmetrischen Formen der Erd- oberfläche. [Preis: 15 kr. = 30 Pfg.]	105
V. Sitzung vom 10. Februar 1876: Übersicht	119
VI. Sitzung vom 7. Februar 1876: Übersicht	122
VII. Sitzung vom 9. März 1876: Übersicht	127
<i>Velteu</i> , Die physikalische Beschaffenheit des pflanzlichen Pro- toplasma. [Preis: 15 kr. = 30 Pfg.]	131
VIII. Sitzung vom 16. März 1876: Übersicht	152
<i>Makowsky</i> , Über einen neuen Labyrinthodonten „ <i>Archegosaurus</i> <i>austriacus</i> nov. spec.“ [Preis: 10 kr. = 20 Pfg.]	155
<i>Tanql</i> , Beiträge zur Mikrochemie der Pflanzenzellen. [Preis: 20 kr. = 40 Pfg.]	167
<i>Burgerstein</i> , Arbeiten des pflanzenphysiologischen Institutes der k. k. Wiener Universität. VI. Untersuchungen über die Beziehungen der Nährstoffe zur Transpiration der Pflanzen. I. Reihe. [Preis: 40 kr. = 80 Pfg.]	191
IX. Sitzung vom 23. März 1876: Übersicht	245

Preis des ganzen Heftes: 2 fl. = 4 RMk.

Um den raschen Fortschritten der medicinischen Wissenschaften und dem grossen ärztlichen Lese-Publicum Rechnung zu tragen, hat die mathem.-naturwissenschaftliche Classe der kais. Akademie der Wissenschaften beschlossen, vom Jahrgange 1872 an die in ihren Sitzungsberichten veröffentlichten Abhandlungen, aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie und theoretischen Medicin in eine besondere Abtheilung zu vereinigen und von dieser eine erhöhte Auflage in den Buchhandel zu bringen.

Die Sitzungsberichte der math.-naturw. Classe werden daher vom Jahre 1862 (Band LXV) an in folgenden drei gesonderten **Abtheilungen** erscheinen, welche auch einzeln bezogen werden können:

- I. Abtheilung: Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mineralogie, Botanik, Zoologie, Geologie und Paläontologie.
- II. Abtheilung: Die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mathematik, Physik, Chemie, Mechanik, Meteorologie und Astronomie.
- III. Abtheilung: Die Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie und theoretischen Medicin.

Von der I. und II. Abtheilung werden jährlich 5—7 und von der III. 3—4 Hefte erscheinen.

Dem Berichte über jede Sitzung geht eine Übersicht aller in derselben vorgelegten Abhandlungen und das Verzeichniss der eingelangten Druckschriften voran.

Der Preis des ganzen Jahrganges sämmtlicher drei Abtheilungen beträgt 24 fl.

Von allen in den Sitzungsberichten erscheinenden Abhandlungen kommen Separatabdrücke in den Buchhandel und können durch die akademische Buchhandlung Karl Gerold's Sohn (Wien, Postgasse 6) bezogen werden.

Der akademische Anzeiger, welcher nur Original-Ansätze oder, wo diese fehlen, die Titel der vorgelegten Abhandlung enthält, wird wie bisher, 8 Tage nach jeder Sitzung ausgegeben. Der Preis des Jahrganges ist 1 fl. 50 kr.



SITZUNGSBERICHTE

DER KAISERLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXXIII. BAND. IV. und V. HEFT.

Jahrgang 1876. — April und Mai.

(Mit 9 Tafeln.)

ERSTE ABTHEILUNG.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mineralogie, Botanik, Zoologie,
Geologie und Paläontologie.

WIEN.

AUS DER K. K. HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN COMMISSION BEI KARL GEROLD'S SOHN,
BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

1876.

I N H A L T

des 4. und 5. Heftes (April und Mai 1876) des 73. Bandes, I. Abth. der Sitzungs-
berichte der mathem.-naturw. Classe.

	Seite
X. Sitzung vom 6. April 1876: Übersicht	251
<i>Leitgeb</i> , Die Entwicklung der Kapsel von <i>Anthoceros</i> . (Mit 1 Tafel.) [Preis: 25 kr. = 50 Pfg.]	255
<i>Haberlandt</i> , Arbeiten des pflanzenphysiologischen Institutes der k. k. Wiener Universität. VII. Untersuchungen über die Winterfärbung ausdauernder Blätter. [Preis: 20 kr. = 40 Pfg.]	267
<i>r. Höhnelt</i> , Morphologische Untersuchungen über die Samen- schalen der Cucurbitaceen und einiger verwandter Fa- milien. I. Theil: <i>Cucurbita Pepo</i> L.; <i>Lagenaria vulgaris</i> Ser. und <i>Cucumis sativus</i> L. (Mit 4 Tafeln.) [Preis: 1 fl. 20 kr. = 2 Rmk. 40 Pfg.]	297
<i>Fuchs</i> , Über die in Verbindung mit Flyschgesteinen und grü- nen Schiefern vorkommenden Serpentine bei Kumi auf Euboea. (Mit 1 Tafel.) [Preis: 30 kr. = 60 Pfg.] . . .	338
<i>Velten</i> , Einwirkung strömender Elektrizität auf die Bewegung des Protoplasma, auf den lebendigen und todtten Zellen- inhalt, sowie auf materielle Theilehen überhaupt. (Mit 1 Tafel.) [Preis: 35 kr. = 70 Pfg.]	343
XI. Sitzung vom 20. April 1876: Übersicht	377
XII. Sitzung vom 4. Mai 1876: Übersicht	383
<i>Vouk</i> , Die Entwicklung des Sporogoniums von <i>Orthotrichum</i> . (Mit 2 Tafeln.) Preis: 25 kr. = 50 Pfg.]	385
XIII. Sitzung vom 11. Mai 1876: Übersicht	396
XIV. Sitzung vom 18. Mai 1876: Übersicht	399

Preis des ganzen Heftes: 2 fl. = 4 Rmk.

Um den raschen Fortschritten der medicinischen Wissenschaften und dem grossen ärztlichen Lese-Publicum Rechnung zu tragen, hat die mathem.-naturwissenschaftliche Classe der kais. Akademie der Wissenschaften beschlossen, vom Jahrgange 1872 an die in ihren Sitzungsberichten veröffentlichten Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie und theoretischen Medicin in eine besondere Abtheilung zu vereinigen und von dieser eine erhöhte Auflage in den Buchhandel zu bringen.

Die Sitzungsberichte der math.-naturw. Classe werden daher vom Jahre 1862 (Band LXV) an in folgenden **drei** gesonderten **Abtheilungen** erscheinen, welche auch einzeln bezogen werden können:

- I. **Abtheilung:** Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mineralogie, Botanik, Zoologie, Geologie und Paläontologie.
- II. **Abtheilung:** Die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mathematik, Physik, Chemie, Meehanik, Meteorologie und Astronomie.
- III. **Abtheilung:** Die Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie und theoretischen Medicin.

Von der I. und II. Abtheilung werden jährlich 5—7 und von der III. 3—4 Hefte erscheinen.

Dem Berichte über jede Sitzung geht eine Übersicht aller in derselben vorgelegten Abhandlungen und das Verzeichniss der eingelangten Druckschriften voran.

Der Preis des ganzen Jahrganges sämmtlicher drei Abtheilungen beträgt 24 fl.

Von allen in den Sitzungsberichten erscheinenden Abhandlungen kommen Separatabdrücke in den Buchhandel und können durch die akademische Buchhandlung Karl Gerold's Sohn (Wien, Postgasse 6) bezogen werden.

Der akademische Anzeiger, welcher nur Original-Auszüge oder, wo diese fehlen, die Titel der vorgelegten Abhandlung enthält, wird wie bisher, 8 Tage nach jeder Sitzung ausgegeben. Der Preis des Jahrganges ist 1 fl. 50 kr.

5 WHSE 00647

