

Jahrbuch der Naturkunde

Siebenter Jahrgang 1909

KARL PROCHASKA
ILLUSTR. JAHRBÜCHER

Von Herm. Berdrow

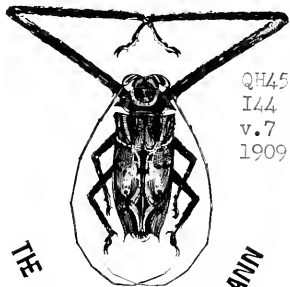


QH45
I44
v. 7
1909

VERLAG UND DRUCK VON KARL PROCHASKA ▲ LEIPZIG ▼ WIEN ▼ TESCHEN

Preis 1 Mk. 50 = 1 K 80

THE D. H. HILL LIBRARY
NORTH CAROLINA STATE COLLEGE



QH45
I44
v.7
1909

THE FRIEDRICH E. TIPPMANN

ENTOMOLOGICAL COLLECTION

**This book must not be
taken from the Library
building.**

»Prochaskas Illustrierte Jahrbücher« bestehen aus folgenden Teilen:

Illustriertes Jahrbuch der Erfindungen. Erscheint alljährlich seit 1901. Die Jahrgänge I—IV kosten broschiert je 1 Mark, in Leinwand gebunden je 2 Mark. Vom V. Jahrgang ab ist dieses Jahrbuch nur noch in Halbleinwand gebunden à 1 M. 50 Pf. und in Leinwand gebunden à 2 Mark erhältlich.

Illustriertes Jahrbuch der Weltgeschichte. Erscheint alljährlich seit 1900. Die Jahrgänge I—IV kosten broschiert je 1 Mark, in Leinwand gebunden je 2 Mark. Vom V. Jahrgang (Geschichte des Jahres 1904) ab ist dieses Jahrbuch nur noch in Halbleinwand gebunden à 1 M. 50 Pf. und in Leinwand gebunden à 2 Mark erhältlich.

Illustriertes Jahrbuch der Weltreisen und geographischen Forschungen. Erscheint alljährlich seit 1902. Die Jahrgänge I—III kosten broschiert je 1 Mark, in Leinwand gebunden je 2 Mark. Vom IV. Jahrgang ab ist dieses Jahrbuch nur noch in Halbleinwand gebunden à 1 M. 50 Pf. und in Leinwand gebunden à 2 Mark erhältlich.

Illustriertes Jahrbuch der Naturkunde. Erscheint alljährlich seit 1905. Die Jahrgänge I und II kosten broschiert je 1 Mark, in Leinwand gebunden je 2 Mark. Vom III. Jahrgang ab ist dieses Jahrbuch nur noch in Halbleinwand gebunden à 1 M. 50 Pf. und in Leinwand gebunden à 2 Mark erhältlich.

Illustriertes Jahrbuch der Gesundheit. Hieron ist ein Jahrgang erschienen, der broschiert 1 Mark, in Leinwand gebunden 2 Mark kostet.

Auf Wunsch werden auch die früher brosch. erschienenen Bände der »Illustr. Jahrbücher« in dem neuen Halbleinwand-Einband zum Preise von 1 Mark 50 Pf. des Band geliefert.

Prochaskas Illustrierten Jahrbüchern liegt der Gedanke zu Grunde, über die Fortschritte der Kultur auf den wichtigsten Gebieten des modernen Lebens alljährlich eine Revue zu geben, die übersichtlich, allgemein verständlich und derart stilistisch gehalten ist, daß ihre Lektüre eine anziehende, geistbildende Unterhaltung genannt werden kann.

Für jung und alt, für alle Gesellschaftskreise gleich geeignet und gleicherweise interessant, sind diese Jahrbücher eine der empfehlenswertesten Erscheinungen der neueren volkstümlichen Literatur.

Urteile der Preise über Prochaskas Illustrierte Jahrbücher.

Über Land und Meer. Illustriertes Jahrbuch der Erfindungen. »Ein glücklicher Gedanke ist hier in gediegener Weise verwirklicht: ein bequemer Überblick über die technischen Fortschritte in Form eines reich illustrierten Jahrbuchs zu außerordentlich billiger Preis.«

Basler Zeitung. Illustriertes Jahrbuch der Naturkunde. »Erdlich haben wir einmal eine gute, billige und ausgezeichnet illustrierte Übersicht alles dessen, was die Naturkunde im Laufe eines Jahres als neue Entdeckungen zu verzeichnen hatte. Es ist eine Freude, die prächtige, für jedermann verständliche Übersicht zu lesen. Jeder Gebildete sollte diese Jahrbücher erwerben und sie nicht nur in seiner Bibliothek aufstellen, sondern auch lesen. Derartige Schriften nützen der Aufklärung unendlich viel mehr als alle kulturkämpferischen Zeitungsartikel. Möchte doch dieses Unternehmen die weiteste Verbreitung in allen Schichten der Bevölkerung finden.«

Frankfurter Zeitung. Prochaskas Illustrierte Jahrbücher erfreuen sich einer von Jahr zu Jahr wachsenden Anerkennung, was bei der Gediegenheit des Inhalts und der Ausstattung, sowie dem billigen Preise nicht zu verwundern ist. In der Anlage übersichtlich, in der Darstellung fast durchwegs klar und allgemein verständlich gehalten, ohne irgend trivial zu werden, unterrichten diese Jahrbücher über die in ihnen behandelten Erfahrungs- und forschungsgebiete mit einer für den Nichtfachmann vollkommen ausreichenden Ausführlichkeit, den Fachmann selbst aber mitunter verblüffenden Gründlichkeit. Bei der ungeheuren Fülle von Einrichten, die tagaus tagein aus dem Leben, aus Tagesblättern und Zeitschriften auf den

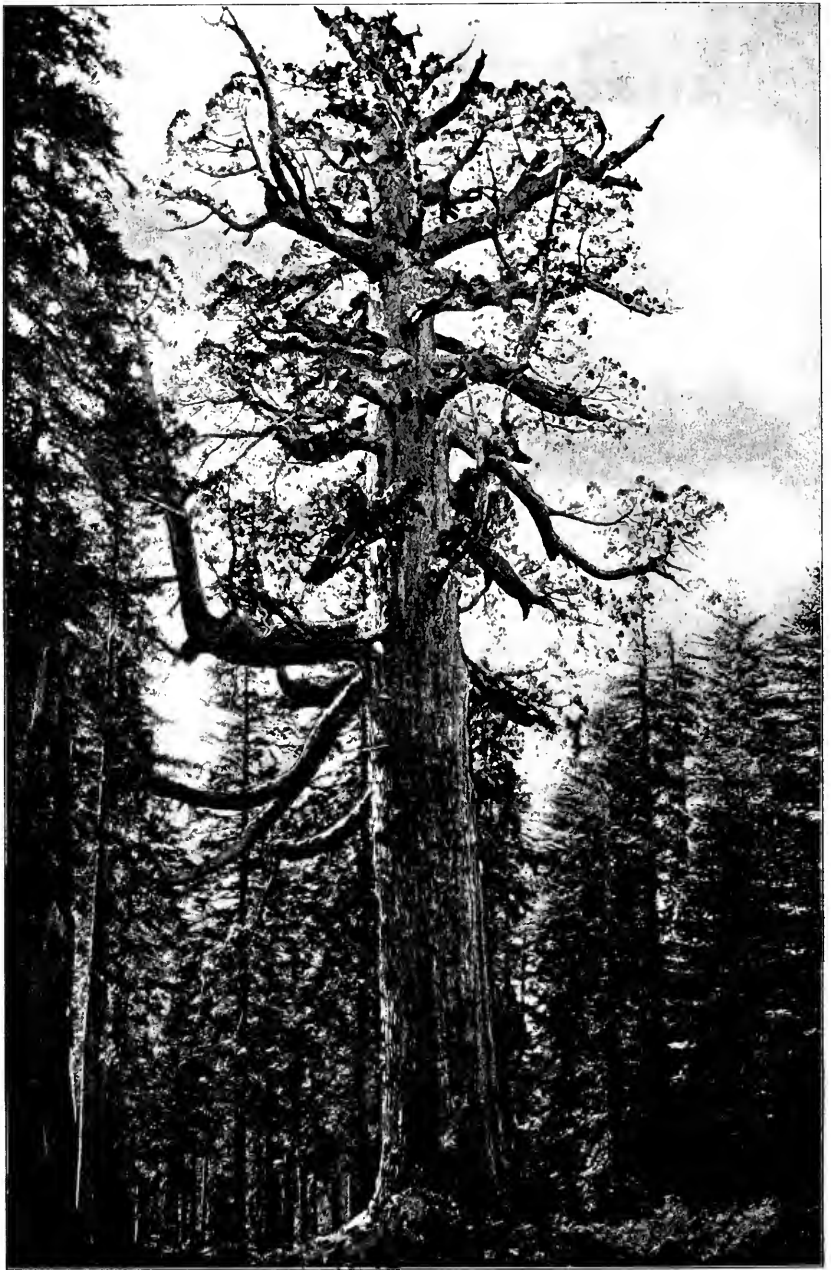
wissensdürftigen Kulturmenschen einwirken, ist es für den gewöhnlichen Sterblichen fast unmöglich, Spreu und Weizen zu scheiden und aus dem Vielen ein klares Bild zu gewinnen. Da sind denn Führer, wie es Prochaskas Jahrbücher sein wollen, durchaus am Platze. Rückschauend blicken wir noch einmal des Weges entlang, den wir durch lange Monate gewandert sind, und erkennen stammend, daß manches Kleine groß und manches Große klein geworden, alles aber, den Gesetzen der geistigen Perspektive gemäß, nach Möglichkeit gewertet und geordnet ist. So gewinnen wir nachträglich ruhende Pole in den Erscheinungen flucht — immer vorausgesetzt natürlich, daß wir guten Führern folgen. Und Prochaskas Jahrbücher sind solche Führer.

Die Wochte. Illustriertes Jahrbuch der Weltgeschichte. »Wir können dem stattlichen Bande kein besseres Geleitwort auf den Weg mitgeben, als den Ausdruck unserer Übergangung, daß es dem Verfasser gelungen ist, die Worte seines Programms glänzend zu verwirklichen: »Nicht ein Urkunden- oder Nachschlagebuch ist, was wir den Lesern bieten, sondern wir wollen ihnen die handelnden Personen, die Kämpfe und Ereignisse in möglichst lebensvollen Bildern vorführen, die Triebkräfte des politischen Lebens aufdecken und den inneren Zusammenhang alles Geschehenen klarmachen.« Die volkstümliche, klare und doch vornehme Haltung des Jahrbuchs werden demselben gewiß viele Freunde und Schäger gewinnen. Wer eine aller Parteilichkeit entkleidete Schilderung des Ereignisses jedes Jahres wünscht, säume nicht, sich in den Besitz dieses gediegenen »Jahrbuchs« zu setzen.«

**Illustriertes Jahrbuch
der Naturkunde**

Siebenter Jahrgang.





Der Grizzly Giant (12 Meter Durchmesser), Im Mariposa-Bain.

PROCHASKAS ILLUSTRIRTE JAHRBÜCHER

Illustriertes Jahrbuch der Naturkunde

Siebenter Jahrgang 1909 Von H. Berdrow



Leipzig
Königstraße 9/11.

Karl Prochaska in Teplitzen

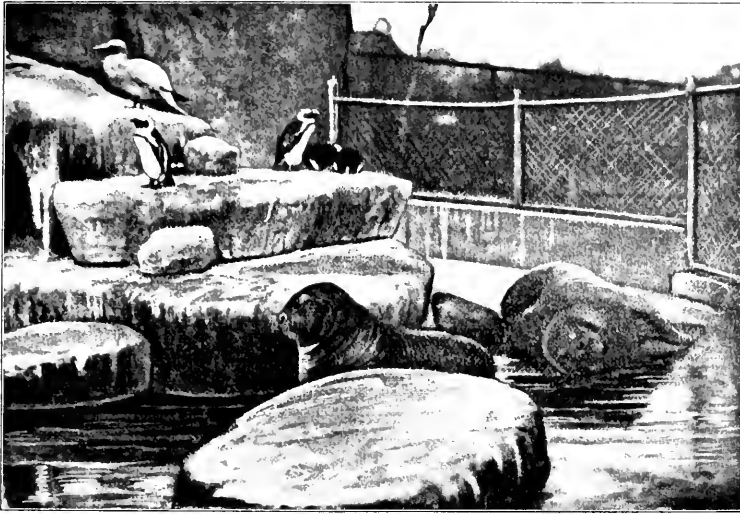
Wien
Kunig. 7.

Inhaltsverzeichnis.*)

	Seite		Seite
Weltall und Sonnenwelt.		Aus der Pflanzenwelt.	
(Astronomie und Meteorologie.) (Mit 8 Bildern.)		(Botanik.) (Mit 8 Bildern.)	
In den Wirbeln des Weltalls	15	Neuland, Tropenmoor und Insel flora	125
Die Sonnentätigkeit	20	Blütenbiologisches	155
Weltpflichterchen	29	Bestimmung und Vererbung des Geschlechtes	144
Die Entstehung der Monde	41	Aus der Praxis	148
Vom Antlitz der Erde.		Aus der Tierwelt.	
(Geologie und Geophysik.) (Mit 7 Bildern.)		(Zoologie.) (Mit 19 Bildern.)	
Der Erde Antlitz einst und heute	45	Säuger, Kriecher und Lurche	157
Eiszeitphänomen und Atlantisfrage	51	Unsere geflügelten Freunde	170
Wie entstanden die Alpen	59	Leben der Tiefsee	186
Erdbeben und Vulkane	66	Aus der Insektenwelt	202
Stoffe und Erscheinungen.		Der Mensch.	
(Physik, Chemie und Mineralogie.) (Mit 1 Bilde.)		(Vorgeschichte Anthropologie.) (Mit 10 Bildern.)	
Neue Elemente und Urelemente	77	Aus Schwabens Urzeit	207
Flamme, Licht und Spektrum	85	Alter und Herkunft des Menschen	215
Atmosphärische Licht- und Farbenspiele	94	Höhlenkunst	219
Das Lebensrätsel.		Die Australraße	224
(Allgemeine Biologie, Entwicklungslehre, Paläontologie.) (Mit 5 Bildern.)			
Urzeugung, Leben und Tod	99		
Ausgestorbene Geschlechter	109		
Mimikry und Schutzfärbung	115		

*) Denjenigen Herren, die mich durch Übersendung ihrer wissenschaftlichen Arbeiten freundlichst unterstützt haben, spreche ich auch hier meinen ergebensten Dank aus. Herm. Vedrom.

- Spitzmaus, Schneckenjammelmilch 164.
 Stammbäume, zoologische, nach Steinmann 110.
 Stärke, tierische (Glykogen) 168.
 Stern, neuer, bei der Milchstraße 19.
 Sternströme, entgegengesetzte 13.
 Steppenbühner, *Sua* ders. 185.
 Stillwasserfische 189.
 Storchzug 184.
 Symbiose von Krabbe und Seeose 192.
 Tertiärzeit, Anzeichen ihrer Wiederkehr 171.
 Theriomorphe, Stammeltern der Säugtiere 112.
 Thorianit 77.
 Tiefseefraben 101.
 Tiefseetiere bei Japan 186.
 Tintenfisch, Leuchtorgane 195.
 " " Sinnesorgane 194.
 Tod aus Altersschwäche 107.
 Tropenmoor auf Sumatra 127.
 Tropenmoorbäume, Anpassungen 129.
 Tuberkulose in der jüng. Steinzeit 211.
 Ultramikroorganismen 105.
 Unterkiefer, ältester menschl. 218.
 Urgeschichte 207.
 Uran und Radium 79.
 Ursubstanzen des Radiums 79.
 Urzeit, aus Schwabens 207.
 Urheimat des Menschengeschlechts 219.
 Urzengung 99.
 Urzengungstheorie der Kohlenstoffverbindungen 100.
 Vogelfauna Westfalens 176.
 Vogelgesang und Belehrung 180.
 Vögel, Instinkt und Verstand 173.
 " des Weltmeeres 172.
 " Wertabschätzung 182.
 Vogelwelt 170.
 " " und wiederkehrende Tertiärzeit 171.
 Vogelzug 184.
 Wale, Abstammung und Lebensweise 162.
 Walrosse, Lebensweise 161.
 Wanderungen der Schmetterlinge 202.
 Warmbadmethode 152.
 Webersche Knöchelchen, Bedeutung 201.
 Weltkarte 140.
 Wolf, Zähmung 160.
 Ytterbium, gespalten 77.
 Zeemann-Phänomen 89.
 Zerfall der Elemente 80.
 Ziegenmelker und Mimikry 121.
 Zodiaklicht, Strahlen neben dem 93.
 Zustandsänderungen durch Druck 82.



Eisenerpanorama in Fagenbeds Tierpark; im Vordergrund junge Walrosse; im Hintergrund Brillenpinguine an ihren Nisthöhlen und ein Eisfjel.

Weltall und Sonnenwelt.

In den Wirbeln des Weltalls. • Die Sonnentätigkeit. • Weltsplitterchen. • Die Entstehung der Monde.

In den Wirbeln des Weltalls.

Die Bemühungen der Astronomie, in dem Chaos des Fixsterngewimmels, das sich uns am nächtlichen Sternenhimmel immer wieder mit überwältigender Schönheit aufzut, Gesetzmäßigkeit der Bewegung und eine gewisse Regel der räumlichen Anordnung festzustellen, haben bisher wenig sichere Ergebnisse gezeigt. Mit Recht warnt ein Astronom selbst, David Gill in seiner Rede über die Bewegung und Verteilung der Sterne im Raume,*) davor, den Tatsachen voranzuziehen und unfruchtbaren Spekulationen nachzugehen. Er betont, daß das menschliche Wissen zufrieden sein müsse, fortzuschreiten mittels der sich häufenden Arbeiten einander folgender Generationen; zufrieden damit, daß der Fortschritt noch für künftige Geschlechter mehr gemessen werden wird nach der Menge bescheidener, gut gerichteter und systematisch erörterter Beobachtungen, als nach der Fülle glänzender Spekulationen.

Aber auch Gill muß zugeben, daß die bisherigen Bemühungen wenigstens etwas Licht in das Dunkel gebracht haben. Mit Stolz betont er die große Entdeckung, daß ein Teil des Weltraumes, von dem wir nähere Kenntnis haben, erfüllt ist von zwei majestätischen Sternströmen, die nach entgegengesetzten Richtungen wandern.

Einer dieser Ströme führt uns selbst in Umschwung des Sonnensystems durch die anendlichen Weiten, ein zweiter wandert uns entgegen. Die Spektralanalyse, die uns zum Teil befähigt hat, diese Tatsache zu erkennen, habe uns ferner die Sterne enthüllt als die gewaltigen Schmelztiegel des Schöpfers. Dort sehen wir die Materie unter Bedingungen des Druckes, der Temperatur und der Umgebung, deren Mannigfaltigkeit wir in unseren Laboratorien niemals nachahmen können, und dazu in einem Größenmaßstabe, im Verhältnis zu dem unsere größten Experimente sich ausnehmen wie der Tropfen neben dem Ozean, ja noch winziger.

Doch viel größere Fragen hatten noch der Lösung. Woher entstammen diese beiden ausgedehnten Ströme gestalteter Materie, woraus haben sich all die Gestirne entwickelt, die nun in majestätischer Prozession durch die Räume dahinschweben?

In einem Werke „Das Werden der Welten“ versucht Svante Arrhenius*) eine teilweise Lösung dieser Fragen. Er leitet die Nebelflecke, die am Sternenhimmel überall zu finden sind, von dem nicht zentralen, also seitlichen Zusammenstoß zweier Himmelskörper ab, die sich infolge der ungeheurer Erhitzung, die ein solcher Zusammenprall erzeugt, in Atome auflösen müssen. Eine

*) Naturw. Rundsch., 22. Jahrg., Nr. 43 bis 46.

*) Leipzig, Wad. Verlagsgesellsch. 1907.



Andromedanebel.

Stütze dieser Ansicht sind die Spiralnebel, die sich allmählich wieder zu Sonnensystemen umbilden. Die Weltenergie pendelt also zwischen Nebelflecken und Sonnensystemen hin und her, und die Welt ist ewig, nicht nur in dem Werden und Vergehen und Wiedererstehen der Himmelskörper, sondern auch nach dem Kreislaufe des Lebendigen in ihr, das Arrhenius durch den Strahlungsdruck der Sonnen von System zu System durch die Welträume hindurch verpflanzt werden läßt. Das wäre eine sehr tröstliche Anschauung; denn sie weist nicht nur die von Clausius vertretene Ansicht zurück, daß der Welt infolge des Uberganges der Wärme auf immer kältere Körper ein Aufhören aller Energie, der sogenannte Wärmetod, bevorstehe, sondern sie verbürgt sogar in der unablässigen Ausbreitung der Lebenssamens von Gestirn zu Gestirn eine Art persönlicher, wenn auch nicht bewußter Unsterblichkeit.

Sind nun — das ist eine weitere Frage, die sich aufdrängt — die Millionen von Sternen, welche die beiden Sternströme umfassen, die einzigen wägbaren Bewohner des Raumes? Oder existieren etwa jenseits der Grenzen dieser Sternwelt andere Unendlichkeiten mit zahllosen anderen Sternen und Systemen?

Wir wissen es nicht.

Man hat mehrfach die Vermutung ausgesprochen, daß manche Nebelmassen solche jenseits „unserer“ Welt liegende, der Milchstraße vergleichbare Sternenswelten seien. Auch hinsichtlich des Andromedanebels bestand diese Vermutung, hat sich hier jedoch als unberechtigt herausgestellt.*)

*) Prof. Verberich, Der Andromedanebel. Naturw. Rundsch., 25. Jahrg., Nr. 1.

Bekanntlich ist dieser Nebel eine riesige Spirale, deren Ebene sehr schief gegen unsere Sehrichtung liegt, in einem Winkel von nur etwa 15 Grad. Der Kern erscheint kugelig mit einem sternähnlichen Mittelpunkte 5·7 Größe. Hievon lösen sich einzelne Nebelarme ab, namentlich drei im Nordosten, von denen die zwei deutlichsten, durch einen schmalen Kanal getrennt, eine Strecke weit nebeneinander her ziehen und sich nach vor ihrer Umbiegung nach Südwesten in einzelne Wolken auflösen.

Als Wolfkette beginnt ein dritter Arm seinen Lauf. Die Richtung der Wolfketten nach der Umbiegung wird durch einen nebelfreien Kanal markiert, der eine vierte Windung, vielleicht die Fortsetzung der drei vorigen Arme, abgrenzt. Auch dieser Arm zerfällt weiterhin in einzelne Nebelballe. Die noch weiter vom Kern entfernten Windungen stellen sich fast nur noch als Reihen von Nebelflecken und Nebelbällen dar, jedoch in deutlich spiraltiger Anordnung.

Dieses Spiralsystem wird merkwürdigerweise von einem zweiten System durchkreuzt, das sich in parallelen, nebelarmen Kanälen offenbart, die der längeren Achse der scheinbaren (perspektivischen) Nebelellipse gleich gerichtet sind. Ebenso sonderbar ist die Ablenkung der Achse dreier äußerer Windungen von der Hauptachsenrichtung des Nebels; die Verbiegung beträgt etwa 5 Grad. Alles das scheint anzudeuten, daß die regelmäßige Entwicklung der Spiralform dieses großen Weltwirbels wiederholt und in verschiedener Weise gestört worden ist. Wenn der Nebel eine viele Hunderte oder Tausende von Siriusweiten entfernte Milchstraße wäre, so müßte eine Störung nach Art der durch die Parallelfkanäle angezeigten auf ungeheure Kraftwirkungen zurückgeführt werden.

Innerhalb des Andromedanebels fehlen die schwächeren Sterne in auffälliger Weise, und man könnte vermuten, daß eine Bildung größerer Sterne nicht nur aus Nebel, d. h. gasförmiger Materie, sondern auch auf Kosten kleinerer Sterne stattfinden kann; eine Vermutung, die wahrscheinlich durchaus zutreffend ist. Im August 1885 erregte der Nebel allgemeines Aufsehen durch die in Dorpat von E. Hartwig gemachte Entdeckung eines neuen Sternes dicht neben dem Kern. Vielleicht ist dieses Ereignis nicht das erste seiner Art für den Andromedanebel; wenigstens läßt eine Notiz vom Jahre 1667 die Deutung zu, daß auch 1664 ein Aufleuchten in der Nebelmittle stattgefunden hat. Die Nova von 1885 verbläste rasch. Daß sie wirklich ein Teil des Nebels war und nicht bloß scheinbar vor diesem stand, wurde seinerzeit von A. W. Herschel aus Wahrscheinlichkeitsgründen behauptet. Dieser Astronom und Pogson hatten 1860 inmitten eines Sternhaufens (M 80) im Skorpion gleichfalls eine Nova entdeckt, und es wäre wirklich ein sonderbarer Zufall, wenn im Zeitraume von nur 25 Jahren zwei der so seltenen neuen Sterne sich mitten auf Sterngruppen projizieren sollten, ohne selbst zu diesen zu gehören.

Der Abstand des Nebels von der Sonne und damit seine wahre Natur war nur festzustellen durch Ermittlung seiner Parallaxe (s. Jahrb. II,

S. 19). Bei der geringen Schärfe des Nebelkerns war diese Ermittlung sehr schwierig und ergab schwankende Werte, aus denen jedoch so viel hervorzugehen scheint, daß der Nebel von uns 75 oder 57 Strinsweiten (gleich 65 oder 55 Lichtjahren*) entfernt ist. Der Nebelkern mit 7'' scheinbarem Durchmesser würde in Wirklichkeit (40 bezugsweise 70 Erdbahnhalmes) groß sein, im letzteren Falle also den Raum unseres Sonnensystems innerhalb der Neptunsbahn füllen.

Aus den Sternzählungen von P. Götz in Heidelberg-Königsstuhl läßt sich der Schluß ziehen, daß der Andromedanebel ein in wirbelnder Bewegung befindliches Gemenge von Nebelmassen und kleinen sternähnlichen Verdichtungsmaßen darstellt, während die Parallaxenuntersuchungen K. Wohls es sehr wahrscheinlich machen, daß der Nebel, seiner scheinbaren Größe entsprechend, zu den unserer Sonne benachbarten Gestirnen des gesamten Fixsternsystems gehört.

Weit entfernter von uns liegt die Milchstraße, die mit allen übrigen sichtbaren Sternen zusammen ein einziges organisches Ganzes zu bilden scheint. Sind außer ihr noch andere Milchstraßen vorhanden, so dürfte deren Entfernung so groß sein, daß selbst die besten Instrumente kein Licht von dort her mehr wahrnehmen lassen. Aber die Milchstraße und das Verhältnis der Nebel zu ihr hat Prof. M. Wolf in Heidelberg in der 79. Versammlung deutscher Naturforscher einen Vortrag gehalten, der den gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse zusammenfassend darstellt.**) Danach fehlen in der Milchstraße die Nebel fast ganz, nehmen mit wachsendem Abstand von ihr an Zahl zu und treten am Nordpol der Milchstraße so dicht zusammen, daß die ganze Gegend damit erfüllt scheint. Dagegen gehören die Sternhaufen und die sogenannten „Gasnebel“, die ein reines Gasspektrum zeigen, in die leuchtenden Ströme der Milchstraße organisch hinein.

Man hat für das Milchstraßensystem nach einem Zentralkern gesucht, und E. E. Elton vermutete einen solchen im Sternbilde des Schwans. Doch zeigt ein Bild dieser Gegend nichts von einer zentralen, uns benachbarten Verdichtung. Auch der Sternhaufen im Schilde bildet ein Zentrum, um das sich die Sternzüge der Milchstraße spiralförmig gruppieren; diese Gruppe setzt sich vorwiegend aus den helleren Sternen 10. und 11. Größe jener Gegend zusammen, während die Sterne 14. bis 18. Größe keine Beziehung zu ihr zeigen, vielmehr als ferne, gleichmäßige Sternsicht den Hintergrund bilden, von dem sich der Sternstrom mit der genannten Gruppe abhebt. Aber auch von ihr und einem ähnlichen Gebiet von spiralförmigem Bau im Schützen glaubt Prof. Wolf nicht, daß sie als der Zentralkern anzusehen seien. Es scheint ihm vielmehr, daß die geometrische Kern des Milchstraßensystems noch nicht mit Sicherheit anzugeben sei, daß indessen neuere Ergebnisse der Photographie die Hoffnung auf die künftige Erkenntnis der wahr-

ron Natur der Milchstraßenerscheinung beleben. Diese Ergebnisse führen nämlich auf eine Beziehung örtlicher Strukturen in der Milchstraße zu benachbarten Nebeln und dunklen Klüften und Höhlen.

An zahlreichen Beispielen läßt sich zeigen, daß überall im Strome der Milchstraße und besonders an seinen Rändern ausgedehnte verschwoommene Nebel liegen, die vielleicht aus Gasen bestehen und eine charakteristische Eigentümlichkeit der Milchstraße bilden. Sie schließen sich eng an die Grenzen einzelner Sternwolken an und durch Sternzählungen läßt sich bestätigen, daß die Nebelgrenzen zugleich Dichtegrenzen der Sternanhäufungen sind. In einigen solchen oft ganz scharf begrenzten Höhlen ist noch ein Netz sehr schwacher, vielleicht entfernter Sterne sichtbar, andere werden von einzelnen Ketten hellerer, vielleicht näherliegender Sterne geantert. Die Absorption (Aufsorgung, Verschlingen) des Sternenlichtes durch vorgelagerte dunkle Stoffmassen, deren Gestalt sich durch die Formen der Klüften und Risse in der Milchstraße kundgibt, kann diese Sternarmut einzelner Stellen gewiß nicht immer erklären. Wir wären dann zu der Annahme gezwungen, daß vor großen Teilen der Milchstraße solche dunkle Wolken lagerten; da ferner solche Risse und Kanäle nicht nur die Milchstraße durchziehen, sondern sich mit scharf begrenztem Verlaufe auch weiterhin in den gewöhnlichen Himmelsgrund verfolgen lassen, so müßte man fernergerichtet annehmen, daß überall am Himmel dunkle Stoffe in Masse vorhanden sind und uns



Milchstraßenpartie mit Hohlen und Klüften.

* 1 Lichtjahr ist die Strecke, zu deren Durchwallung das Licht ein Jahr bedarf, nämlich 9463 Milliarden km.

**) Naturwiss. Rundschau, 22. Jahrg., Nr. 42; als Buch erschienen in Leipzig, J. A. Barth, 1908.

die entfernteren Sterneregionen verdecken bis auf den schmalen Spalt, den wie als Milchstraße erblicken. Diese wäre also nur der sichtbare Rest verschwandener Praada.

Eine andere, freilich auch noch erst zu beweisende Möglichkeit der Erklärung liegt in der Annahme, daß die Höhlen eine durch unbekanntes Ursachen bedingte Herklüftung des Sternenhaars darstellen, einen Zerhörungs- oder Trennungsvorgang, bei dem an den frisch betroffenen Stellen das Ausleuchten sonst unsichtbarer kosmischer Massen stattfände. Dadurch, daß die „Nebel“ am Ende oder an der Grenze der Nisse auftreten, wird uns der Ort gezeigt, an dem der Vorgang weiter-schreitet. Aber auch so kommen wir wieder zu der Anschauung, daß die Milchstraße ein Rest ist, und zwar der Rest einer früher viel ausgedehnter leuchtenden Welt.

Alle diese Probleme werden nur durch un-ablässige forschung mit den Mitteln der Photographie und der Spektralanalyse allmählich aufzuhellen sein. Prof. M. Wolf hat kürzlich einen dieser Milch-straßennebel, der in ganz ausgeprägter Weise an der Höhlenbildung der Milchstraße beteiligt ist (HV 15 im Schwan), näher untersucht.*) fast genau von Süden nach Norden ziehend, scheidet er scharf eine Gegend größter Sternenzahl im Osten von einer Gegend weit geringerer Sternenzahl im Westen. Aufnahmen mit dem Reflektor zeigten, daß an verschiedenen Stellen fast zweifel-freie Verbindungen zwischen dem Nebelstreifen und einzelnen Sternen erkennbar sind, so daß der mit dem Nebel HV 14 Cygni innig zusammenhängende Nebel als in der Tiefe zahlreicher Milchstraßenketten liegend anzusehen ist. Eine am 5. August 1908 vorgenommene $\frac{3}{4}$ stündige Spektralaufnahme ergab für den Nebel ein unverkennbares Gas-spektrum, dessen weitaus hellste Linie am violetten Ende des Spektrums liegt.

Das Auftreten eines neuen Sternes am Nordrande der Milchstraße ist — leider erst nachträglich — mittels der Aufnahmen der Filialsternwarte Pickering's zu Arequipa (Peru) entdeckt worden.***) Eine Aufnahme vom 5. Dezember 1905 zeigt dort, wo die Milchstraße das Sternbild Vela nach der Carina zu verlassen will, einen Stern 9-72 Größe (Rektasz. 10 Uhr 58 Min. 20 Sek., südl. Declin. 55° 50' 9"), während sich nach Ausweis von 127 Platten, die seit 1889 von dieser Gegend aufgenommen waren, dort vor dem 12. Juli 1905 kein Stern befand, der heller als 11-5 Größe war. Da aus der Zeit zwischen Juli und Dezember die Aufnahmen sich nicht auf diesen Winkel des südlichen Sternenhimmels erstreckten, so läßt sich leider nicht angeben, an welchem Tage der Lichtstrahl, der uns hier eine Weltkata-strophe melden wollte, auf Erden ankam, und wie hell der Stern damals erschien. Er kam, wie die Nova Tychonis de Brahes 1572 und die Nova Persei 1901 (s. Jahrb. I, S. 14) sogar dem bloßen Auge sichtbar gewesen sein, ohne daß man auf ihn aufmerksam wurde. Nach der ersten Platte, die den Stern zeigt, sind noch 15 andere vorhan-

den, auf denen er sich abgebildet hat. Sie ver-raten zunächst eine hin und her gehende, sehr ge-ringe Schwankung seiner Helligkeit, dann vom 26. März bis 15. Juni des folgenden Jahres ein langjames, ebenfalls unter Schwankungen sich voll-ziehendes Abnehmen, und endlich bis Ende Juni 1906 eine reizend schnelle Abnahme. Eine Platte vom 2. Juli zeigt den Stern schon nicht mehr, ob-wohl sie noch Objekte unter 11. Größe enthält. Sein Spektrum, das Prof. Pickering noch zu erhalten hoffte, müßte die gleichen Linien hell und dunkel, also leuchtende und absorbierende Gase des-selben Stoffes in Bewegung gegeneinander zeigen, als Abbild des Chaos, welches ein in einen Welt-nebel hineinmürzender dunkler Stern erzeugt.

Die Sonnentätigkeit.

Alle Sagen nordischer und orientalischer Her-kunft berichten von dem Magnetberge, der unter dem Spiegel des Meeres verborgen liegt und den Schiffen, die über ihn hinwegzueilen, verderblich wird, indem er alles Eisen aus ihnen an sich zieht und sie auseinanderfallen läßt. Wir haben es hier mit einer im Munde des Volkes übertriebenen Er-innerung an wirkliche Verhältnisse zu tun: es gibt solche unterseeischen Magnetberge, und wenn ihre Wirksamkeit auch nicht so intensiv zu Tage tritt, wie die Sage es schildert, so genügt sie doch, manch-mal Leben und Sicherheit der Vorüberfahrenden zu gefährden, besonders wenn sie durch eine ge-wisse Art der Sonnentätigkeit vorübergehend er-höht wird.

Auf einen solchen Magnetberg weist Wilhelm K r e b s in einer Arbeit über „gefährliche Kompas-sstörungen und Sonnentätigkeit im Ostseegebiet“ hin.*) Eine im Jahre 1893 in den finnischen Schären infolge der winterlichen Eisbedeckung mit voller Sicherheit ermöglichte und ausgeführte Ver-messung stellte im Meeresgrunde zwischen den In-seln Ler Harun im Osten, Stenlandet und Orkoben im Südosten von Jussarö das Vorhandensein von fünf mehr oder weniger langgestreckten Feldern fest, innerhalb deren jedesmal mehrere Stellen das Nordende der Magnetnadel stark anziehen. Diese Gegend, in der die Schiffskompassse ein seltsames Verhalten, bis zu völligem Verlassen der Nadel, zeigen, ist seit Jahrhunderten durch zahlreiche Schiffsuntergänge berüchtigt. Durch Taucher sind verschiedene Proben stark magnetischen Gesteins, hauptsächlich Magneteisenerz, empgebracht wor-den. Es handelt sich um Magneteisenerzriffe, die im Meeresboden hauptsächlich von Osten nach Westen verlaufen, bei dem auf der Karte als Segersten bezeichneten Punkte auf nicht weniger als 1 Kilometer. Ihre Mächtigkeit kann hier auf 20 bis 30 Meter, ihre Tiefe im Meeresboden muß als sehr groß geschätzt werden.

Auch die magnetische Intensität war hier sehr groß; sie übertraf an einigen Stellen vierfach die Horizontalkraft des normalen Erdmagnetismus und vermochte bis auf 90 Meter nördlich vom Aus-gehen der Erzlager das Nordende der Magnet-

*) Astron. Nachr., Nr. 4271.

**) Circulars of Harvard Coll. Observ., Nr. 121.

*) Das Weltall, 8. Jahrg., 1908, Heft 24.

nadel direkt nach Süden umzudrehen. Die umgekehrte Anziehung, die der Südspitze der Nadel, kam regelmäßig im weiteren Umkreis dieser Felder zur Geltung, jedoch weit schwächer, als Folge der Anziehung der unteren, im Boden stehenden Enden der magnetischen Erslager.

Die Entfernung, bis zu welcher Schiffskompaß in einer für die Schifffahrt verhängnisvollen Weise gestört werden, ist schon vor 50 Jahren näher bestimmt worden. Sie ist natürlich abhängig von dem zeitlich wechselnden Zustande des magnetischen Feldes und kann in Zeiten erdmagnetischer Störungen außerordentlich viel größere Beträge erreichen. Darauf führt vor allem der Nachweis, daß gewisse dieser zeitweise auftretenden Störungen eine Ortsbewegung von erheblicher Geschwindigkeit entlang der Erdoberfläche erkennen lassen. Dem der Vorübergang eines solchen zeitlichen Störungsfeldes an einem festliegenden Orte magnetischer Störung wie bei Jussard läßt Induktionsverhältnisse*) erwarten, die geeignet sind, sowohl die örtliche als auch die zeitliche Störung in hohem Grade zu verstärken.

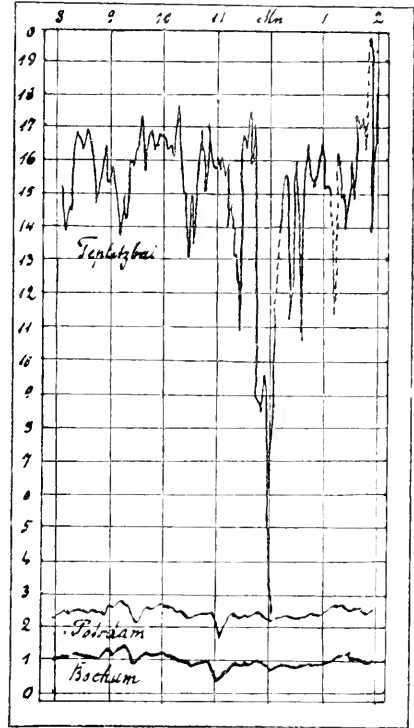
Die Richtung solcher Ortsbewegung magnetischer Störungsfelder war die der Sonnenfleckebewegung, ungefähr aus Osten nach Westen, und auch die Geschwindigkeit gehörte der gleichen Größenordnung an, 2 Kilometer in der Sekunde. W. Krebs hat das an drei Fällen nachgewiesen, die sämtlich der Nachtzeit angehören, nämlich am 12. und 13. November 1905 und 9. Februar 1907 (s. auch Jahrb. VI, S. 17). Am Abend des 13. November 1905 wurden infolge der Sonnenfleckentätigkeit die von Stockholm ausgehenden schwedischen Telegraphenlinien durch elektrische Erdströme von solcher Stärke gestört, daß der Betrieb eingestellt werden mußte.

In dickem Schneetreiben bei schwerem Nordost gerieten ferner mehrere Schiffe gerade in diesem Teile der Ostsee außer Kurs. Der deutsche Dampfer „Nordstern“, aus dem finnischen Meerbusen heimwärts steuernd, erlitt eine durch jene Sturmrichtung nicht zu erklärende Kursverfehlung, d. h. Ablenkung von der nach dem Kompaß gesteuerten Richtung. Er scheiterte im Laufe der Nacht an Klippen nördlich von der Insel Gotland. Als Erklärung drängt sich geradezu die Vermutung auf, daß in einem der Störungsfelder des Schiffsweges die magnetische Deklination so stark beeinträchtigt wurde, daß die Kompaß eine Kursstörung veranlaßte. Sie wurde in dem Schneetreiben nicht eher bemerkt, als bis das Schiff rettungslos zwischen den Klippen steckte.

Eine Zu- oder Abnahme der erdmagnetischen Störungen von Jahr zu Jahr im Zusammenhang mit der Zu- und Abnahme der Sonnenaktivität, gemessen an der Sonnenfleckenzahl, ist statistisch wahrscheinlich gemacht. Die drei oben bezeichneten großen erdmagnetischen Störungen ereigneten sich zu einer Zeit, da die Sonnenaktivität durch Neu- oder Umbildung von Sonnenfleckengruppen ganz besonders roge erschien. Diese Neu- oder Umbil-

dungen fanden überdies auf dem an jenen Tagen der Erde am meisten zugewölbten Teile des Sonnenballes statt, in der Nachbarschaft des Mittelpunktes der scheinbaren Sonnenscheibe.

Von diesem Gesichtspunkte aus gewinnt die am 11. September 1907 in der westlichen Nachbarschaft des oben geschilderten finnischen Störungsbereiches stattgehabte Strandung der russischen Kaiserjacht „Standart“ besonderes Interesse. Am selben Tage nämlich entwickelte sich auf jenem



Magnetische Störungen 1. November 1905, Tepelghai.

mittleren Teile der Sonnenscheibe aus unbedeutenden Anfängen eine sehr ansehnliche Sonnenfleckengruppe. Auch hatte sich kurz vor 5 Uhr mitteleuropäischer Zeit schon in der frühe des 10. September eine magnetische Störung eingestellt, die besonders während der Nachtstunden zum 11. auf der Deklinationkurve sehr stark zum Ausdruck kam.

Eine Kursierung des „Standart“ ist für diesen Unfall viel wahrscheinlicher, als die in der Presse vertretene Darstellung, daß merkwürdigerweise verossen sein sollte, ein durch Messeraufnahmen festgestelltes Hakenriff in die Seearte einzutragen. Daß zur Zeit der Strandung in den Tagesstunden des 11. September die Störung der Deklination nicht mehr so bedeutend war, tritt dem gegenüber zurück.

*) Unter magnetischer Induktion versteht man die Erzeugung von Magnetismus durch Erregung eines Magnetfeldes.

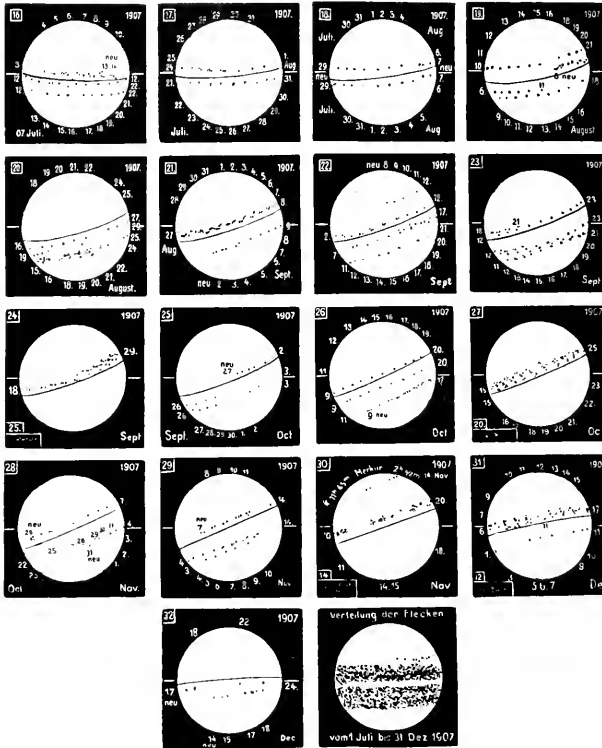
Die entscheidende Kursänderung kann schon in den vorhergehenden Nachtstunden eingetreten sein.

Nach der physikalischen Seite weist der Fall noch eine besondere Eigentümlichkeit auf. Wie erwähnt, entwickelte sich die große Gruppe am 11. September 1907; die magnetische Störung setzte mehr als 74 Stunden früher ein und erreichte ihre erste Periode starker Bewegung noch mehr als 12 Stunden vorher. Eine zweite Periode star-

tion, die unter Führung Anthony Gialas von 1905 bis 1905 die Inseln des franz. Josef-Landes bereifte, unterhielt von Ende September 1903 bis Anfang Juli 1904 in Teplitzбай, auf der Rudolf-Insel, dem nordöstlichsten Landstück Europas, eine erdmagnetische Station. Der Boden der Station besteht aus Basalt mit starkem Gehalt von Magnetkieseln. In eine der an sich sehr langweiligen Beobachtungsreihen fiel der Schlußteil der stärksten magnetischen Störung der letzten Jahre, beobachtet am 1. November 1903. Krebs verglich die Störungen der magnetischen Deklination zu Teplitzбай in dieser Zeit mit den gleichzeitigen zu Potsdam und Bochum, die an Stärke weit hinter der ersten zurückblieben, und sah seine schon aus theoretischen Gründen verfochtene Meinung bestätigt, daß eine magnetische Störung, wenn sie in ein selbst schon kräftiges magnetisches Feld der Erdkruste eingreift, beträchtlich verstärkt wird.

Angesichts der bedeutenden Wirkung, die von den Sonnenflecken auf irdische meteorologische Vorgänge ausgeübt zu werden scheint, ist es begreiflich, daß einzelne Forscher diese rätselvollen Gebilde zum Gegenstande ganz besonderen Studiums gemacht haben. Da dieses Studium eine möglichst intensive Beobachtung der Sonnenoberfläche erfordert, so ergänzen sich ihre Beobachtungsergebnisse in wünschenswerter Weise. In den im vorigen Jahrbuche (VI, S. 17) angeführten Resultaten teilt Herr Prof. Dr. Epstein eine Reihe von Ergänzungen und Berichtigungen mit, aus denen hervorgeht, daß die Fleckentätigkeit der Sonne in den vorhergehenden

Jahren noch weit beträchtlicher war, als dort angegeben ist. Auch einzelne Tage, die anderen Beobachtern als fleckenfrei erschienen, wie der 30. Juli 1905 und der 16. Juni 1906, zeigten noch mehrere Flecken, teils nur Kern, teils mit Hof. Der gewaltige Fleck vom 5. Juli 1906 wurde von Prof. Epstein schon am 28. Juni beobachtet, während der bis zum 29. Dezember desselben Jahres angegebene Rückgang der Sonnentätigkeit schon am 12. Dezember zu Ende war. Ein großer Fleck, der am 18. Dezember bereits den Mittelmeridian der Sonne passiert hatte, zeigte sich als immense Gruppe am 15. und 18. Januar 1907 und passierte den Zentralmeridian noch mehrerer Male, am 12. Februar, 11. März und 8. April, so daß dieselbe Gruppe also an fünf Rotationen teilgenommen hat.



Bahnen der Sonnenflecken 1907 Juli bis Dezember (nach E. Stephani).
 Der eingezeichnete Durchmesser ist der Sonnenäquator.

ker Bewegung folgte allerdings auch in der Nacht vom 11. zum 12. Aus heliospektrographischen Aufnahmen ergibt sich eine Erklärung dieses physikalischen Rätsels. Aus ihnen geht nämlich hervor, daß die Rolle der Sonnenflecken lediglich eine sekundäre, markierende ist. Ihnen voraus gehen Ausbrüche hochglühender Gase, die die eigentlichen Träger der Sonnentätigkeit sind.

Wie sehr die von der Sonnentätigkeit hervorgerufenen magnetischen Schwankungen durch den Einfluß ertlicher Induktion verstärkt werden können, gelang W. Krebs noch an einem zweiten Beispiel nachzuweisen. *) Die Ziegler-Polarerpedi-

*) Himmel und Erde, 20. Jahrg., Heft 12, 1908.

Während wir hinsichtlich der Sonnenaktivität 1907 auf die Veröffentlichungen von Stephani* und Epstein** verweisen, sei hier noch einiger hervorragender Fleckenercheinungen des Jahres 1908 gedacht. Auf gesteigerte Sonneneinflüsse der ersten Februarwoche, denen nach früheren ähnlichen Erfahrungen die ungewöhnlichen Wintergewitter im östlichen Mitteleuropa und die Unterbrechung des Telegraphenverkehrs zuschreiben sein dürften, folgte seit dem 9. Februar der Vorübergang einer Fleckengruppe, die sich aus kleinen, beim Vorübergang im Januar noch fast verschwindenden Anfängen zu stattlicher Größe entwickelt hat.

Neue Wirbelerscheinungen bei heftigerer Sonnenaktivität, ähnlich der erhöhten Tätigkeit des

ten vorliegen, bereits 15 Bände. Um das große Beobachtungsmaterial übersichtlicher zu gestalten, zeichnet Stephani den Ort der Flecken, welcher mit der Sonnendrehung fortschreitet, jeden Tag vermittle des Pantographen in einen Kreis, der den Sonnenumfang darstellt. So schrumpfen die Hunderte von Einzelbildern eines Jahres auf 50 bis 40 Figuren zusammen, die in übersichtlicher Weise Datum, Größe, ungefähre Form und scheinbare Bahn, Neentziehen und Verschwinden von je 2 bis 6 Flecken, angeben.*)

Mit Hilfe seiner Photographien hat Stephani festgestellt, daß das alle 11 Jahre stattfindende Maximum der Sonnenflecken, das bereits 1906 überschritten sein sollte, noch heute andauert.



Photographie einer Sonnenprotuberanz vom 21. Mai 1907. (Zwischen 1 und 2 liegen 50 Minuten.)

mittleren Juni 1907, stellte W. Krebs für die Zeit zwischen dem 30. Juli und 12. August 1908 fest.***) Es handelte sich jedoch nicht wie Mitte Juni 1907 nur um eine Fleckengruppe, sondern um vier riesengroßen von Flecken, von denen jedenfalls zwei noch ausgeprägtere wirbelartige Bewegungen erkennen ließen als die eine Juni-gruppe 1907. Zwei Untergruppen des südwestlichsten und größten Riesenflecks vom 6. und 7. August 1908 zeigten Bilder aufsteigender Wirbelbewegung, wie sie sich der Beobachtung durchs Auge im Fernrohr selten bieten.

E. Stephani, Besitzer einer Privatsonnenwarte in Kassel, führt seit Ende 1905 ein photographisches Tagebuch der rasch wechselnden Vorgänge auf der Sonne, indem er möglichst täglich eine oder mehrere Photographien von ihr in stets genau gleicher Vergrößerung aufnimmt. Die erhaltenen Negative werden mit meteorologischen und anderen Notizen, genauem Datum und laufender Nummer versehen, und die davon angefertigten Abbildungen füllen, da über 1500 brauchbare Plat-

zimmer noch erscheinen neue große Flecken und Fleckengruppen, von denen eine im April 1908 auftretende fast den dritten Teil des Sonnenumfanges, also über 1 Million Kilometer, umspannte und stark verschiedene Bewegungen der einzelnen Flecken zeigte. Aus den Beobachtungen Prof. Epstein***) erhellt, daß die Fleckentätigkeit der Sonne auch in 1907 eine sehr rege gewesen ist und überhaupt seit dem Maximum Mitte 1905 weder beträchtlich zu- noch abgenommen hat. Dagegen hat nach ihm seit September 1907 eine stetige Fleckenabnahme eingesetzt und bis zum Ende des ersten Quartals 1908 angehalten. Ob sie sich ungehindert fortsetzen wird?

In engem Zusammenhange mit den Sonnenflecken stehen die Protuberanzen, die jedoch im Vergleiche zum Lichte der Sonne so schwach sind, daß sie im Fernrohr unsichtbar bleiben, außer wenn bei einer totalen Sonnenfinsternis das blendende Sonnenlicht durch den Mond abgeblendet wird. Diese Feuerzungen, die mit unglaublicher Schnelligkeit an der Sonnensoberfläche emporstieben, können Höhen von Hunderttausenden von Kilometern erreichen. Eine derartige Eruption vom 17. No-

*) Mitteil. der Vereinig. von Freunden der Astron. u. f. w., 17. u. 18. Jahrg.

**) Vierteljahrschr. der Astron. Gesellschaft, 1908, Heft 5.

***) Astron. Nachr., Nr. 4270.

*) Mitteil. für Freunde u. f. w., Bd. 18, Nr. 18.

**) Vierteljahrschr. der Astr. Gesellschaft, 43. Jahrg., Heft 1.

vember 1907 hatte die enorme Höhe von 580.000 Kilometern. Mit Hilfe des Spektroskops ist es, wie Prof. S. A. Mitchell*) schildert, möglich, nicht nur ohne Schwierigkeiten den Sonnenfleck mit allen seinen Klammererscheinungen täglich zu studieren, sondern auch die Form dieser roten Klammern zu zeigen.

Es beruht dies darauf, daß die Protuberanzen aus enorm erhitzten Gasmassen bestehen, hauptsächlich aus Wasserstoff und Kalzium. Glühendes Gas gibt ein Spektrum von wenigen hellen Linien auf dunklem Grunde, im Gegensatz zu dem Sonnenspektrum, das viele feine, dunkle Linien auf hellem Grunde zeigt. Durch eine besondere Handhabung des Spektroskops kann man die Protuberanzen mit allen ihren Einzelheiten sehen, ohne daß man auf eine Sonnenfinsternis zu warten braucht. Und zwar kann man nicht nur die hervorstechenden Klammern mit bloßem Auge sehen, sondern sogar mittels der photographischen Platte eine dauernde Beobachtung derselben durchführen, obwohl das Licht der Sonnenoberfläche mehrere Hundertmal heller ist als das der Protuberanzen. Zur Herstellung dieser Photographien dient der von Prof. Geo. E. Hale erfundene Spektroheliograph, der seine höchste Vollkommenheit durch die Kombination mit dem großen 100 Zentimeter-Fernrohr der Hert-Sternwarte erreicht. Auf den mit Hilfe dieses Apparats gewonnenen Originalphotographien erscheint die Sonne, deren Durchmesser 1,391.000 Kilometer beträgt, als ein Kreis von 155 Zentimetern Durchmesser. Die Höhe der Protuberanzen läßt sich danach leicht berechnen.

Eine am Morgen des 21. Mai 1907 gemachte Aufnahme zeigte eine Protuberanz von ungewöhnlicher Größe im südwestlichen Quadranten der Sonne. Infolgedessen wurde so schnell wie möglich eine Reihe von Photographien aufgenommen, welche die Echtheit dieser Naturerscheinungen gut erkennen lassen. Sie geben eine Vorstellung von der Schnelligkeit, mit der die Protuberanzen sich verändern, besonders wenn man in Betracht zieht, daß diese mehr als 165.000 Kilometer hoch war. Der Wechsel der Erscheinungen ging bisweilen mit einer Geschwindigkeit von 85 Kilometern in der Sekunde vor sich.

Wisher nahm man an, daß die Flecken durch die eigene Tätigkeit der Sonne entstanden. Durch die Zusammensetzung des Sonnenkörpers sollen Wirbelstürme hervorgerufen werden, welche Teile des dunkleren Innern der Sonne bloßlegen; wobei zu bedenken wäre, daß die Sonne im Innern unbedingt heißer und also heller sein muß als ihre Gashülle. Nach einer zweiten Erklärung sollen mächtige Gasausbrüche stattfinden, die durch Abkühlung im kalten Welt- raume Wolken und Schlafen bilden würden. Beim Zurückfallen auf die Sonne sollten diese allmählich wieder aufgezehrt werden. Nach dieser Annahme müßten die emporgeschleuderten dunkleren Wolken beziehungsweise Schlafen hoch über der Sonne schweben (wie die Protuberanzen), während die Flecken im Fernrohr und auf Photographien sich

deutlich als Vertiefungen in der Photosphäre erkennen lassen.

Mehr Wahrscheinlichkeit als diese beiden Deutungsversuche hat die schon im vorigen Jahrbuche (VI, S. 17) kurz angedeutete neue Erklärung der Sonnenflecken, für die jedoch allem Anschein nach E. Stephani die Priorität in Anspruch nehmen kann, da er sie schon 1906 auf den Verhandlungen deutscher Naturforscher in Stuttgart vorgetragen hat.*) Stephani nimmt an, daß die Flecken durch kleine Weltkörper hervor- gebracht werden, die der Sonne so nahe kommen, daß sie auf diese stürzen müssen, analog den Meteoriten, die von Zeit zu Zeit auf unsere Erde fallen. Ein Weltkörper von nur wenigen Kilometern Durch- messer, der für unsere Fernrohre in der Nähe der Sonne unsichtbar bleibt, muß in der ungeheueren Glut der Sonne in kurzer Zeit in Dämpfe verwan- delt werden, die das ursprüngliche Volumen um mehr als das Tausendfache übertreffen. Solange diese Dämpfe sich nicht völlig mit der Sonnen- masse vereinigt haben, werden sie uns dunkler er- scheinen als die Sonnenoberfläche. Sobald die bei- den Körper einander näherkommen als auf das 244fache ihrer Halbmesser, wird die Eigenschwere auf dem kleineren aufgehoben. Der leichter flüs- sige Teil von ihm wird dann zuerst auf die Sonne stürzen, und zwar in schräger Richtung, während der Hauptteil weiter fliegt, indem er immer mehr in die Photosphäre eindringt. Nun stößt er an allen Seiten Dämpfe aus, da durch die größere Hitze allmählich auch die schwerer flüssigen Teile in den flüssigen und gasförmigen Zustand überge- führt werden. Da er nun durch seine eigene Gas- hülle geschützt ist, sind die Sonnengluten nur all- mählich im stände, ihn völlig in Gas zu ver- wandeln.

Jetzt, da seine kälteren und dunkleren Gase einen bedeutenden Teil der Photosphäre verdrän- gen, ist er für uns sichtbar als Sonnenfleck. Hat er endlich die Sonnenwärme völlig angenommen, so wird er wieder unsichtbar. Das öfter beobach- tete paarweise Erscheinen der Flecken und die Orien- tierung der Paare nach der Richtung der Flecken- bahn findet durch Ausstreuen der abgeschleuderten Teile in der Flugrichtung eine einfache Erklärung. Die starken Bewegungen innerhalb der Flecken senk- recht zu uns, die das Spektroskop anzeigt, sind die natürliche Folge der ungeheueren chemischen und physikalischen Vorgänge, die sich hier abspielen. Diese werden auch gewaltige Elektrizitätsmengen erzeugen, die genügen, um die während des Vor- überganges größerer Flecken beobachteten Nord- lichter und Erdstürme zu erklären.

Nehmen wir an, daß ein Meteoritenschwarm die Sonne umkreist, der an einer Stelle eine dichtere Anhäufung besitzt, so würde sich nicht nur das periodische Auftreten der Sonnenflecken, sondern auch vielleicht die Störungen im Laufe des Merkur erklären lassen, ohne daß wir nach einem intra- merkurialen Planeten zu suchen brauchen (s. zu letzterem Punkte auch Jahrb. VI, S. 32).

*) Die Umschau, 12. Jahrg., Nr. 21.

*) Verhandl. Stuttg. 1906, Abteil. f. Astr. u. Geo- däsie, S. 39.



Zwei Sonnenflecken des Juli 1907; ihr Verlöschen zum Sonnenrande innerhalb 67 Stunden (Photogr. E. Stephani).

Für das Vorhandensein einer verhältnismäßig niedrigen Temperatur der Sonnenflecken spricht der Umstand, daß neuerdings verschiedene Verbindungen darin nachgewiesen wurden, z. B. eine Wasserstoffverbindung des Kalziums, ein Titanoryd, ein Magnesiumhydroxyd. Wichtige Aufschlüsse über die Natur der Sonnenflecken verspricht das Studium von Sonnenaufnahmen im Lichte der roten Wasserstofflinie H α , die kürzlich auf dem Mt. Wilson in Kalifornien gemacht wurden und die Eristenz riesiger Wirbel in der Wasserstoffhülle der Sonne beweisen; diese Wirbel erwecken den Anschein, als würde das Gas durch die Sonnenflecken aus der ganzen Umgebung eingezogen.

Weltplitterchen.

Zu den auch für den Laien interessantesten Erscheinungen am abendlichen oder nächtlichen Himmel gehören die Sternschnuppen und Meteoriten. Welchen Eindruck sie auf das empfängliche Volksgemüt jederzeit gemacht haben, dürfte zur Genüge daraus erhellen, daß, wie die Volksmeinung geht, man sich beim Erscheinen eines Meteors, so lange es leuchtet, stillschweigend etwas wünschen müsse, um der Erfüllung sicher zu sein, und daß die Meteoriten den Anlaß zu mancher abergläubischen und jagenhaften Vorstellung gegeben haben, ja hier und da sogar göttlicher Verehrung teilhaftig geworden sind.

Auch in diesen scheinbar so regellos im Weltall umherstreichenden Kleinlein Weltkörperchen Gesetz und Regel aufzuspüren, muß den Forscher reizen, und diesem Anreiz verdanken wir eine Ab-

handlung Prof. G. Tschermaks „Über das Eintreffen gleichartiger Meteoriten, deren Inhalt den Leser sicherlich fesseln wird.“^{*)}

Die Zahl der jährlich auf die Erde gelangen den Meteorite wird im mindesten auf 4500, nach anderen Berechnungen jedoch auf das Hundertfache dieser Zahl angenommen. Von all diesen einzeln oder in Schwärmen die Atmosphäre durchdringenden und mit der Erde sich vereinigenden Körpern kommt nur wenig in die Sammlungen. Die meisten Meteoritenfälle entziehen sich der Wahrnehmung, und die Produkte der wahrgenommenen werden nicht immer gefunden oder erst zu spät, um den Falltag und die begleitenden Umstände noch bestimmen zu können. So beträgt denn die Zahl der Meteoritenfälle des 19. Jahrhunderts, von denen Exemplare mit Angabe des Falltages und der Beschaffenheit aufbewahrt werden, nur ungefähr 320.

Von diesen haben ungefähr 270 die Beschaffenheit der Chondrite, d. h. es sind bronzit- und olivinhaltige Steine, die gewöhnlich kleine Kugeln (Chondren) enthalten, mit der Dichte 3 bis 3.8. Leichter als sie sind die kohligten Meteoriten (Dichte 1.7 bis 2.9) und die feldspatführenden (3 bis 3.4), schwerer die silikatführenden Eisen (4.3 bis 7) und die Meteoriten (7.5 bis 7.8).

Die Geschwindigkeit, mit welcher diese Körper in die Atmosphäre eintreten, übertrifft sowohl die der in geschlossenen Bahnen einherlaufenden Planeten als auch die der Kometen, denen parabelähnliche Bahnen zukommen, um ein bedeutendes, weshalb für die Mehrzahl der Meteoritenfälle eine

^{*)} Sitzungsberichte der K. Akad. d. Wiss., (116. Band 1097, Heft 9 u. 10, Wien 1907.

hyperbolische Bahn anzunehmen ist. Dennach würden die Meteoriten, aus fernen Räumen anlangend, in das Sonnensystem eintreten und alle jene, die sich hier nicht mit der Sonne oder den Planeten vereinigen, würden diesen Raum wiederum und für immer verlassen. Da jedoch die Geschwindigkeit nicht immer amähernd bestimmt werden kann, so ist es nicht ausgeschlossen, daß es auch Meteoriten gibt, die sich ähnlich den Planeten in elliptischen Bahnen bewegen und in regelmäßiger Wiederkehr das Sonnensystem besuchen.

Den gleichen Charakter bezüglich der Bahn besitzen die unter Geräusch zerplatzenden Feuerkugeln, die im Wesen von den Meteoriten kaum verschieden sein dürften, wenngleich keine Reste oder Überbleibsel von ihnen gefunden werden. Auch die Erscheinung der Sternschnuppen, die ebenfalls als das Erglühen fester, in die Atmosphäre eindringender Körper aufgefaßt wird, ist eine ähnliche. Auch sie werden zum Teil hyperbolartige, zum Teil elliptische Bahnen wandeln.

Allgemein gilt als sicher, daß der Lichtstreif in der Atmosphäre von sehr kleinen Stücken fester Körper veranlaßt wird. Nach ihrem Auftreten zu schließen, sind sie teils unregelmäßig im Himmelsraume verteilt, zum Teil jedoch nach ihrem Eintritt in das Sonnensystem zu langgezogenen Schwärmen angeordnet. Was die Beschaffenheit dieser letzteren betrifft, so ist bemerkenswert, daß die großen Meteorströme eine gewisse innere Gleichartigkeit zeigen. E. Weiß, einer der ersten Kenner dieser Erscheinungen, bemerkt, daß die einzelnen Meteorströme ganz verschiedenen Charakter nach Farbe, Lichtschweif, scheinbarer Geschwindigkeit besitzen, daß aber die Sternschnuppen desselben Stromes der Mehrzahl nach dieselbe Leuchtkraft besitzen, woraus man den Schluß ziehen darf, daß hier ungefähr die gleiche Größe der Teilchen und die gleiche chemische Beschaffenheit vorherrscht. Eine Bestätigung dieser Wahrnehmung bieten die spektroskopischen Beobachtungen, da Brownning in dem Schweife der Augustmeteore die gelbe Natriumlinie, in jenem der Novembermeteore ein kontinuierliches Spektrum ohne die gelbe Linie erblickte, und Sechi in diesen deutlich die Magnesiumlinien erkannte.

Alle diese Beobachtungen stützen die Ansicht, daß die zahllosen, im Welttraume verteilten kleinen Körper so angeordnet sind, daß sie zum Teil große Ströme von ungefähr gleichartiger Beschaffenheit bilden, und daß die voneinander verschiedenen Ströme auch verschiedene Bahnen verfolgen.

Aber die stoffliche Beschaffenheit der Sternschnuppen wissen wir direkt nichts, können vielleicht aber mit Hilfe unserer Kenntnis der Meteoriten indirekt einige Schlüsse ziehen. Denkt man sich die seit vielen Jahrtausenden herabgefallenen Meteoriten zu einer Masse vereinigt, in der die spezifisch schwereren den Kern bilden, die übrigen nach abnehmender Dichte den Kern umgeben, so erbaut die Phantasie ein kugeliges Gebilde, das der Erde entsprechend zusammengesetzt ist, wenn man die Atmosphäre, das Wasser und die sedimentären Schichten der letzteren hinwegdenkt. Der Unterschied

würde darin bestehen, daß auf der Erde noch eine äußere Schicht jener salzartigen Verbindungen existierte, deren Elemente im Meerwasser gelöst enthalten sind. Solche Verbindungen sind in einigen kohligen Meteoriten bloß in geringer Menge nachgewiesen worden. Spezifisch leichtere Stoffe scheinen im Sonnensystem eine größere Rolle als auf der Erde zu spielen. Das gilt schon für den Mond, noch mehr für die unteren Planeten, wie Jupiter, dessen mittlere Dichte nur $\frac{1}{4}$, oder Neptun, bei dem sie $\frac{1}{2}$ beträgt, während der Erde eine solche von 56 zukommt. Daraus läßt sich der Schluß ableiten, daß die aus fernen Himmelsräumen zu uns gelangende Spreu zum großen Teil ebenfalls aus Stoffen von geringer Dichte bestehe.

Zuerst könnte man an lockere staubförmige Massen denken, die im weiten Raume Wolken bilden. Solche könnten wie die Meteoritenschwärme in die Atmosphäre treten und sich hier zerteilen. Dafür würde ein Fund in dem bei der Challenger-Expedition emporgebrachten Meereschlamm sprechen, der kleine, den eisenhaltigen Chondren vollkommen gleichende Kügelchen enthält.

ferner möchte man in den fernen Räumen auch Floken jener pulverigen, salzartigen Verbindungen annehmen. In den kohligen Meteoriten sind außer dem Steinplaub auch Kohle und Kohlenwasserstoff zugegen. Beim Auflesen der Meteoriten von Pultusk wurden als Begleiter derselben Floken von kohliger Beschaffenheit beobachtet. Für das selbständige Auftreten solcher Floken spricht auch die von N. E. Nordenskiöld erwähnte Auffindung kohligen Staubes auf frischem Eis und Schnee in menschenleeren Gegenden.

Danach gewinnt die Vermutung Raum, daß Teilchen und Floken von lockerer Beschaffenheit und scheinbar geringer Dichte, die aus verschiedenen Stoffen, wie Steinpulver, salzartigen Verbindungen, Kohle und Kohlenwasserstoffen bestehen, im Welttraume verbreitet sind und zum Teil stromweise in das Sonnensystem eintreten. Ein kleiner Teil derselben begegnet der Erde und tritt mit einer enormen Geschwindigkeit in die Atmosphäre. Die Partikel werden glühend, leuchtend und geben die Erscheinung der Sternschnuppen. Ihrer Zusammensetzung und lockeren Beschaffenheit zufolge verbrennen sie schon, bevor sie der Erde nahe kommen, und verteilen sich, indem sie Kohlendioxid, Wasserdampf und einen feinen Staub zurücklassen. Dennach wäre das Material der Sternschnuppen bezüglich des Gefüges und zum Teil auch in chemischer Hinsicht von jenem der Meteoriten verschieden.

Die Anwesenheit solches meteoritischen Staubes in den höchsten Schichten der Atmosphäre hat möglicherweise auch den überaus glänzenden Dämmerungsercheinungen, die sich Ende Juni 1908 zeigten, zu Grunde gelegen. In der Nacht vom 30. Juni zum 1. Juli zeigte die Erscheinung sich als ein langgestreckter rötlicher Lichtbogen von solcher Stärke, wie sie sonst nur ein helles nahes Feuer am Himmel zu erzeugen vermag. Dieerster, sogar zu Starva Donbassary in Bessarabien (Südrußland) wurde der Schein für ein Nordlicht gehalten. Doch war er sicherlich nicht ein solches,

da sich in seinem Innern keine merkliche Veränderung und durchaus nicht das für Nordlichter charakteristische Schießen von Strahlen und Aufzucken zeigte. Dr. Archenhold von der Trepow-Sternwarte bei Berlin*) weiß darauf hin, daß wohl hauptsächlich zwei Annahmen für die Erklärung des Phänomens in Betracht kommen. Einmal könne man annehmen, daß durch die vulkanische Ausbrüche der letzten Zeit äußerst feiner Staub und gasartige Verbrennungsprodukte in die höchsten Schichten der Atmosphäre getrieben worden sind, andernteils könne aber auch eine Begegnung der Erde mit einer kosmischen Staubwolke das intensive Leuchten hervorgerufen haben.

Letzterer Ansicht, daß nämlich die leuchtenden Teilchen vielleicht kometaryische Staubteilchen sein könnten, welche in den höheren Stuferegionen von der Sonne direkt bestrahlt werden, ist auch der Astronom Carl von Kschl von der Karina-Sternwarte in Dänemark, der darauf hinweist, daß schon im Jahre 1858 und namentlich 1859 ein ganz ähnliches Phänomen stattgefunden haben soll, wie es sich 1885 und 1884 im Erscheinen der roten Nachtwolken darbot, die damals als „Nebelglüh“ in urfällige Verbindung mit der vulkanischen Asche des Krakatau gesetzt wurden. Beide Perioden sind durch Erscheinungen von großen Kometen ausgezeichnet (Donati, Cruls). Kschl erklärt es für wünschenswert, zu erfahren, ob in letzter Zeit, wie in Dänemark, auch anderswo viele größere Meteore aufgetreten sind. Dies scheint tatsächlich der Fall gewesen zu sein.

Dr. Archenhold erwähnt noch, daß ihm am Mittag des 30. Juni eine intensiv blaue Färbung des Himmels aufgefallen ist, ein Blau, das ihn an den Himmel in Böcklins „Gefilde der Seeligen“ erinnerte und alles übertraf, was er an Himmelsbläue in unseren Breiten und in Italien beobachtet. Diese Beobachtung ist auch von anderer Seite gemacht worden. Nach dem heutigen Stande der Wissenschaft ist die blaue Farbe des Himmels die Folge eines mehr oder minder verunreinigten Mediums. Die beobachtete intensive Bläue deutet also nach Archenholds Ansicht ebenfalls darauf hin, daß Dunst, Staub oder Gasteilchen in ungewöhnlicher Zahl Ende Juni in die höchsten Schichten unserer Atmosphäre geraten sind.

Eine andere Erklärung dieser leuchtenden Abendhimmelercheinungen in Verbindung mit anderen auffallenden und seltenen Lichterscheinungen im Jahre 1908 gibt Wilh. Krebs.***) Die Dämmerungen sowie der nach Bishop genannte Lichtkranz um die Sonne erinnern an die gleichen Zustände während der Jahre 1885 bis 1885. Damals wurden sie erklärt aus Staub- und Dunstmassen, die infolge der Explosion der Insel Krakatau in der Sundastraße am 27. August 1885 in sehr hohe Schichten der Atmosphäre gelangten und durch deren reizende Strömungen auf Jahre oben festgehalten und um das Erdennut verbreitet wurden.

Eine ganz ähnliche Katastrophe, ebenfalls die Explosion einer Vulkaninsel aus verwandtem Ma-

terial, wurde im November 1907 von einem amerikanischen Jollfreuger nach Washington gemeldet. Das Schiff Jwan Boyerlof, nach anderen Nachrichten die ihr kenachbarte New- oder Perry-Insel, nicht wieder aufgefunden, während die Nachbarinseln metertief in vulkanischen Aschen begraben waren. Auf diese Katastrophe wäre wohl die vulkanische Asche, die am 6. Januar 1908 in Berlin und einigen anderen ostentischen Orten fiel, zurückzuführen. Schon im März 1908 glaubte W. Krebs daher die später wirklich eingetretenen Dämmerungsercheinungen erwarten zu können.

Diese Erscheinungen dürften um so stärker auftreten, da sie in eine Epoche treffen, die ohnehin zu seltenen Lufteescheinungen in der Höhe der Atmosphäre neigt. Die britische und die amerikanische Expedition, die zur Beobachtung der Sonnenfinsternis des 5. Januar 1908 nach der Klintoninsel im östlichen Pazifik gereist waren, hatten die Korona der verfinsterten Sonne als siebenstrahligen Stern gesehen; seit 1905 hatte er erst eine einzige Zacke verloren. Demnach scheint die schon damals ungewöhnlich gesteigerte Strahlungstätigkeit der Sonne erst wenig abgenommen zu haben. Die stets sichtbaren Folgen dieser Tätigkeit sind auf der Sonnenfläche die Fleckengebilde, in der Erdatmosphäre die ungemein fein gebauten Streifengeballen der Federwolken. Die überaus reiche Entwicklung dieser zarten Eisschleier der Hochatmosphäre in den Sommermonaten 1908 dürfte durch den vulkanischen Dunst und Staub in diesen sonst so reinen Luftschichten noch besonders gefördert worden sein. Jedenfalls sind die Bishop'schen Kränze sowie die Sonnenringe und Nebensonnen auf die ungewöhnlich reiche Entwicklung der Eisschleier zurückzuführen. Ringbögen besonderer Art, die sich erst nach Sonnenuntergang durch das brennende Rot, in dem sie schimmerten, bemerklich machten, wurden bei Hamburg schon am 5. und 27. Juni, noch stundenlang nach Sonnenuntergang, dem Gange der Sonne in nördlicher Richtung folgend, bemerkt.

Nach der Betrachtung der Sternschnuppen wendet Prof. Tschermak sich zu der Entstehung der Meteoriten, die in der Form von Bruchstücken und Splintern in die Atmosphäre gelangen, und stellt eine vulkanische Theorie der Meteoritenbildung auf. Er geht dabei von der Ansicht aus, daß die vulkanischen Erscheinungen der Erde durch die Entwicklung der in dem metallischen Erdkern absorbierten Gase und Dämpfe hervorgebracht werden, indem diese bei der allmählichen Erstarrung des glutflüssigen Innern sich entbinden, und daß dementsprechend an kleinen kosmischen Körpern bei deren Abkühlung Eruptionsercheinungen von großer Heftigkeit auftreten würden. Die Erwägung aller dieser Umstände hat ihn schon vor Jahrzehnten dazu geführt, eine Anzahl kleiner Himmelskörper, die zwar einen erheblichen Umfang hatten, aber doch so klein waren, daß sie die durch Explosionen emporgeschleuderten Trümmer nicht mehr zurückzuschießen vermochten, als die Werkstätten der Meteoriten anzusehen. Durch wiederholtes Abschleudern von Bruch-

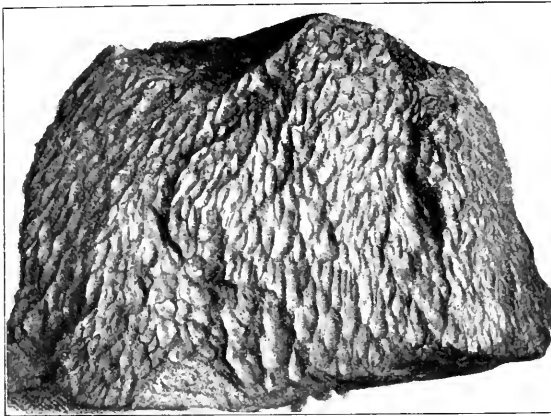
*) Das Weltall, 8. Jahrg., Heft 19. Astron. Nachr. Nr. 4262.

**) Das Weltall, 9. Jahrg., Heft 1.

stücken verloren jene Sternchen fortwährend an Masse, bis sie endlich größtenteils oder ganz in kleine Stücke aufgelöst waren, die nun in verschiedenen Bahnen den Raum durchziehen.

Diese Annahme unterscheidet sich bedeutend von der älteren Explosionshypothese, nach der die kleinen Weltkörper infolge heftiger Explosion als Ganzes zerplagen und mit einem Male zertrümmert werden sollten. Dabei hätten denn doch außer kleinen Stücken auch sehr große Blöcke nach allen Richtungen verstreut werden müssen, so daß keine Schwärme von kleinen Stücken gebildet werden wären.

Der Auflösungs- und Verteilungsprozeß der gedachten kleinen Himmelskörper vollzieht sich ge-



Meteorit mit eigentümlich genarbter Oberfläche.

mäß der vulkanischen Hypothese derart, daß immer, sobald sich eine Erstarrungsstrahle auf dem Sternchen gebildet hatte, diese durch die empordringenden heißen Gase zerklüftet, durch Stöße zerrieben, in Staub und kleine Stücke umgeformt und wieder zusammengefrüht, endlich durch stärkere Explosionen abgepresst wird, und daß dieser Vorgang sich beständig wiederholt. Die erste Kruste besteht aus spezifisch leichteren Massen, die folgenden sind aus schwererem Material, bis endlich auch Krusten von Eisen gebildet, zerpresst, abgeklüftet und zerstreut werden. Die gleichzeitig abgepressten Stücke würden, besonders in der Nähe einer solchen Strahlenermüderung, von gleichartiger Beschaffenheit sein. Die Auflösung solcher explodierenden Massen wäre in Gegenden außerhalb des Sonnensystems zu verlegen. Die abgepressten Stücke werden verschiedene, mitunter auch gelöste Bahnen an, es können mithin also regelmäßig wiederkehrende Schwärme entstehen. Alle so entstehenden, gleichzeitig gebildeten Meteoriten haben in ihrem Laufe den Explosionspunkt gemeinsam. Es könnten sich, wenn die hier angenommene Bildung der Meteoriten richtig ist, Schwärme von gleichartiger Beschaffenheit bilden, sowie sich ferner ergibt, daß Schwärme von verschiedener Beschaffenheit auch ver-

schiedene Bahnen verfolgen. Diese Erkenntnis rechtfertigt den Versuch Tschermaks, einer Gesetzmäßigkeit des Erscheinens gleichartiger Meteoriten nachzusehen.

Aus dieser Untersuchung, auf deren Einzelheiten wir hier nicht eingehen wollen, ergaben sich folgende Sätze:

Werden von den Meteoritenfällen jene ausgewählt, die gleichartige, auch von allen übrigen unterschiedene Produkte liefern, so ergeben sich Gesetzmäßigkeiten bezüglich ihrer Knotenpunkte, d. h. ihres Entstehungsortes. Das Eintreffen der kalziumreichen Meteoriten, der sogenannten Eukrite, läßt eine bestimmte Wiederkehr und zugleich eine regelmäßige Folge der Knotenpunkte erkennen, indem hier eine jährliche Verschiebung von 19 5/6' eintritt. Die Bahnberechnung für drei dieser Eukrite ergab unter Annahme von Störungen durch Himmelskörper außerhalb des Bereiches der bekannten Planeten nur die Möglichkeit einer gemeinsamen Herkunft dieser Meteoriten. Für einige Meteoriten, die sich den Eukriten anreihen, ergeben sich Gesetzmäßigkeiten in demselben Sinne, und eine Gruppe, deren Fallzeiten in die erste Hälfte des Dezember treffen, zeigt ein regelmäßiges Schwanken der Knotenstellen innerhalb bestimmter Grenzen.

Die Aneignung des letzten Teiles dieser gewiß noch recht schwankenden Ergebnisse, für deren sichere Begründung das Tatsachenmaterial viel zu gering ist, mag manchem Leser schwierig und undankbar erschienen sein. Wir kehren deshalb schleunigst auf den festen Boden der Tatsachen zurück und erzählen von einigen in dieses Kapitel gehörenden hervorragenden oder interessierenden Erscheinungen.

Über ein ungewöhnlich großes Tagesmeteoroid berichtet nach eigener Anschauung J. Tiedemann in Villa Guillermina, Prov. Santa Fé in Argentinien.*) Kurz vor Sonnenuntergang des 12. April 1908 (die Sonne stand vielleicht noch 5 bis 5 Grad über dem Horizont) fiel im Westen ein Meteor von der Größe des Mondes, so wie letzterer, 12 Tage alt, sichtbar war. Die Bahn ging ungefähr von Nordwest nach Südwest, der Ausgangspunkt lag etwa in 43, der Endpunkt in 15 bis 20 Grad Höhe. Mit fast sonnenlichtstarkem Scheine durchzog das Phänomen in etwa drei Sekunden die Bahn und schien am Endpunkte zu explodieren. Nach dem Verschwinden blieb die Bahn durch einen intensiv hellen Streifen gezeichnet, dessen Licht dem Mondscheine glich. Im dritten Stadium war der Anfangsteil des Streifens matt, der ovale Endteil ganz besonders hell. Nach Untergang der Sonne leuchtete die Bahn in weißem Mondlicht und ging allmählich in Rot und Dunkelrot über, um nach ungefähr einer Stunde

*) Mitteil der Vereinig. von Freunden der Astron., 18. Jahrg., Heft 5.

ganz zu verschwinden. Das Wetter war absolut klar, frisch und ohne merkbaren Wind.

Die Himmelerrscheinung erregte allgemeine Sensation; denn das starke Licht machte sich in allen Winkeln bemerkbar und jeder stürzte ins Freie, um zu sehen, was los sei. Für die Indianer war die Sache schnell erledigt, „se cayó una estrella“, ein Stern ist niedergefallen, und damit basta! Nur ein alter Mann spannte die Sache romantischer aus, er meinte abschließend: „Was ist's? Die Sonne erwärmt sich für den Mond und, verliebt wie sie ist, kam sie nochmals herauf, um ihn zu betrachten; und wer weiß, was das Schriftzeichen (der Lichtstreifen) dort am Himmel zu bedeuten hat! Leider war die Aufregung so groß, daß niemand an die sehr gut mögliche Aufnahme der prächtvollen Erscheinung dachte.

Über eine auffallende Lichtwolke, in der wir wahrscheinlich ein besonders geartetes Meteor zu sehen haben, berichtet Prof. K. Wilhelm in Preßburg, wo er sich mit fünf Studierenden am 14. November 1906 auf der Plattform eines Daches befand. *)

20 Minuten vor 8 Uhr erblickte plötzlich ein südlich von den Plejaden eine auffallende „Lichtwolke“, in der deutlich hellere Punkte zu unterscheiden waren, und die sich, von allen deutlich gesehen, westwärts bewegte. Ihr Flug ging südlich von den Sternen α , β und γ des Widlers vorbei durch das Sternbild der Kasse, den nördlichen Teil des Wassermannes bis zum Sternbild des Steinbockes, wo sie in der Nähe des Sternes η Capriform zu verschwinden schienen. Die Lichterscheinung hatte eine gestreckte Form, etwa von der dreifachen Länge der Plejadengruppe. Die Helligkeit der Lichtpunkte glich ungefähr der von Sternen fünfter bis sechster Größe; es waren ihrer wenigstens fünf. Während des ganzen Fluges wurde keine Veränderung weder in der Helligkeit noch in der Gestalt der Lichtwolke oder des „Meteor schwarzes“, wie man vielleicht besser sagen könnte, bemerkt. Die Dauer der Erscheinung wurde auf reichlich 8 bis 10 Sekunden geschätzt, die Geschwindigkeit der Fortbewegung glich etwa der eines sehr langsam dahinziehenden Meteors.

Ein merkwürdiges Verhalten zeigte eine von L. Birkenstock am 27. Mai 1908 ungefähr 12 $\frac{1}{2}$ Uhr nachts beobachtete Feuerkugel. **) Dieses rötlichgelbe Meteor, heller als Venus, mit gelblich leuchtendem Schweife, war 8 bis 10 Sekunden lang sichtbar. Im letzten Teile seiner Bahn erfolgte es dreimal, um nach sehr kurzer Zeit wieder aufzuleuchten. Es sprühten leuchtende Teile ab, und zuletzt zerplatzte die Kugel ohne vernehmbares Geräusch.

Eine prächtige Meteorerscheinung bot sich in den Dämmerstunden des 20. Februar 1908 den Bewohnern der Provinzen Schlesien und Posen. ***) Der scheinbare Ausstrahlungspunkt dieses großen detonierenden Meteors lag an der Grenze der (zu dieser Tageszeit noch nicht sichtbaren) Sternbilder

*) Nat. Ansdch., 21. Jahrg., Nr. 48.

**) Astron. Nachr., Nr. 4261.

**) Mitteil. der Vereinig. von Freunden der Astron., Bd. 18, Heft 8.

der Zwillinge und des Luchses, und merkwürdiger Weise befinden sich in dem Generalkatalog von Denning zwei Feuerkugeln vom 1. März 1899, deren Radianten mit demjenigen dieses Meteors wohl identisch sein dürften. Es gelangte ungefähr aus Ost unter einem Neigungswinkel von 58 $\frac{1}{2}$ Grad gegen die Erdoberfläche an, indem es über die Gegend 55 Kilometer nördlich von Breslau gegen Wohlau zog und, die Oder überschreitend, zwischen den Städten Lügitz und Lüben hindurch bei Vorhauz, nach einer 106 Kilometer langen Bahn, seinen Endpunkt erreichte. Am Bemerkungspunkte erfolgte eine spontane Auflösung des weiß bis grünlich schimmernden Meteors in mehrere Körperchen, und zwar unter gewaltiger Detonation, die mit scharfem Knall einsetzte und als starkes Donnernellen geschätzt wurde. Die Geschwindigkeit des Körpers betrug 44.8 Kilometer unter Berücksichtigung der Erdanziehung, die Bahn um die Sonne war eine Hyperbel mitarker Exzentrizität.

So langsam die Meteore auch vielfach sich bewegen, so bietet sich doch meistens nur durch reinen Zufall eine Gelegenheit, sie zu photographieren oder spectrographisch aufzunehmen. Ein solcher Unfall ereignete sich im Mai 1905 in Moskau, und am 12. August desselben Jahres gelang es Blajko in Moskau, ein zweites Meteorospektrum zu gewinnen, indem er den Spektrographen auf den Ausstrahlungsort des Perseidenstromes richtete. Diese beide Spektre sind nun untersucht *) und als voneinander durchaus verschieden befunden worden, wenn es sich auch beidemal um reine Linienpektre handelte. Es war ziemlich schwierig, die Linien mit denen bekannter Elemente zu identifizieren. Bei dem ersten Meteor konnten mit Sicherheit neben den Wasserstofflinien solche des Kalziums, Natriums und Magnesiums festgestellt werden; im Spektrum des zweiten erschienen außer den Wasserstofflinien noch eine Thallium- und fünf Heliumlinien. Die ungleiche Zusammensetzung dieser beiden Meteoromassen entspricht der durchaus verschiedenen chemischen Zusammensetzung der zur Erde gelangenden Meteore.

Beobachtungen des Meteorstromes der Perseiden sind im Jahre 1907 in Rußland und in russisch-Asien geübt. Da diese Beobachtungen an mehreren Orten gleichzeitig stattfanden, so gelang es, eine Anzahl Meteore von verschiedenen Punkten aus zu sichten und damit eine größere Sicherheit in der Angabe der Entzündungs- und Erlöschungshöhen zu erzielen. **) In Rußland wurde auf der Engellhardt Sternwarte, der Kaiserlichen Universitätssternwarte und im Dorfe Kowali, in Asien in Tschakent und Iskander gleichzeitig beobachtet.

Von den in Südrußland gesichteten 290 Meteorbahnen gehörten eine große Anzahl sehr heller Meteore am Horizont und an den Seiten allem Anscheine nach nicht zu den Perseiden; in Asien waren von der Gesamtzahl von 569 nur 65.6 Prozent Perseiden, und zwar nahm ihr Prozentsatz vom 10. bis zum 12. August zu. In Rußland,

*) Astrophysical Journal, Bd. 26 (1907), Heft 12.

**) Astron. Nachr., Nr. 4216 u. 4255.

wo am 11., 12. und 13. August beobachtet wurde, betrug die mittlere Höhe der Entzündung für die eigentlichen Perseiden 127 Kilometer und die des Erlöschens 86 Kilometer, Resultate, die denen vom Jahre 1906 entsprechen. In Indien ergaben sich als mittlere Höhe der Entzündung von 25 doppel gefächerten Meteoriten 167 Kilometer, als Erlöschungshöhe 96 Kilometer, doch ist hiezu zu bemerken, daß diese 25 Sternschuppen teils Perseiden, teils andere waren. Auch unter den Nichtperseiden traten deutlich einzelne Ausstrahlungsflächen hervor. Im einzelnen waren Entzündungs- und Erlöschungshöhen natürlich sehr verschieden. Erstere reichten in Russland von 442 bezw. 529 bezw. 285 bis zu 25 und 24 Kilometer, in Indien von 555 bezw. 452 bezw. 514 bis zu 50 und 38 Kilometer herab; die Erlöschungshöhen derselben Meteorite waren 267 bezw. 128 bezw. 440 (höher als Entzündungspunkte) — 217—55 (ebenfalls höher), in Indien 108—234—181—40 und 25 Kilometer. Helligkeit, Farbe und Geschwindigkeit der einzelnen Körper boten große Unterschiede dar. Bei zehn der russischen Beobachtungen ergaben merkwürdigerweise die anscheinend richtigen Berechnungen eine größere Höhe für den Endpunkt als für die Entflammungsstelle, bei den asiatischen stellte sich nichts dergartiges heraus.

Über einen interessanten Meteoritenfall berichtet F. Verwerth in einer Juni-sitzung (1908 der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien.*). Er erhielt im April aus Götz die Nachricht, im Bezirk Kanal gehe das Gerücht um, „am 31. März sei eine Kanonenkugel aus Italien über die nahe Reichsgrenze herübergeflogen und habe sich bei Avoë in die Erde gehohlet. Die aufgefundenen Eisenmasse, die auch ein Meteorit sein könne, sei vom Generalmerieposten in Ronzina übernommen und an das Landesgendarmierkommando in Triest gesendet worden“. Es gelang glücklicherweise, den kostbaren Fund für die kaiserliche Meteoritensammlung des naturhistorischen Hofmuseums in Wien zu erwerben und damit für die Wissenschaft zu retten.

Dieser Fall, einer der sehr seltenen wirklich beobachteten, fand am 31. März 1908, 8^{3/4} Uhr vormittags in nächster Umgebung des Dorfes Avoë statt. Ein Insasse des Dorfes verrichtete etwa 40 Meter vom Fallorte entfernt seine Feldarbeit. Er hörte um die angegebene Zeit eine Detonation in der Luft und gleich darauf ein Pfeifen und Saufen, das mehr als 2 Minuten gedauert haben soll. Dann sah er auf einmal einen 5 Zentimeter dicken Ast eines Apfelbaumes abbrechen und unter dem Baume Erde aufstehen. Erst nachmittags getraute er sich, in Gesellschaft eines anderen Dorfbewohners die betreffende Stelle aufzugraben, und fand dort etwa 50 Zentimeter tief das Stück, das dort allgemein für eine Kanonenkugel gehalten wurde. Am Himmel selbst hat er weder das Meteor noch eine Lichterscheinung gesehen.

Das Meteoriteisen von Avoë hat die Größe einer kleinen Mannesfaust und ein Gewicht von 1250 Gramm. Bis auf eine Fläche, auf der die Rhegmaglypten durch die Abschmelzung nicht weg-

gewischt sind, ist das Eisen von glatt abgeschmolzenen Flächen begrenzt, die in stark abgerundeten Kanten zusammenstoßen. Aus der Gesamtgestalt läßt sich schließen, daß hier ein oktaedrisches Eisen vorliegt, das sich von einem größeren Eisenstücke nach Oktaederflächen losgerissen hat. Die Oberfläche ist von einer papierdünnen Brandrinde bedeckt, aus der an beschädigten Stellen das Eisen silberweiß hervorglänzt. Die Abschmelzung vollzog sich wie immer am heftigsten auf der Schneide der Kanten. Von ihnen fließt die dünne Schmelze nach beiden Seiten zur Mitte der Flächen ab, auf denen sie sich in breiten matten Streifen ausbreitet, die schubweise aufeinanderfolgen und sich wellenartig übereinanderchieben. Der in der Richtung des Fließens liegende Außenrand der Schmelzbänder ist meist von zierlichen, in eine Perle auslaufenden Schmelzfäden gesäumt.

Seit 157 Jahren ist das Eisen von Avoë der zehnte beim Niederfallen beobachtete und bekannt gewordene Eisenmeteorit, für Österreich-Ungarn in diesem Zeitraum der dritte (Meteoriteisen von Agram 1751, von Brannan 1847).

Über die leuchtenden Meteororschweife, von denen einzelne, wie oben ein Fall erzählt ist, bisweilen gegen eine Stunde lang sichtbar sind, hat Trowbridge eine Untersuchung angestellt, deren Ergebnis nicht ohne Interesse ist.*) Er fand, daß die leuchtenden Streifen fast durchweg in durchschnittlich 87 Kilometer Höhe schwebten, was mit der mittleren Höhe des Erlöschens der Perseiden auffällig übereinstimmt. Die Dichtigkeit und Temperaturverhältnisse in dieser Höhe müssen also dem Auftreten der Erscheinung besonders günstig sein. Das dem Lichte einer elektrodenlosen Vakuumröhre ähnliche Leuchten ist in der Regel ein unter grüner oder gelblicher Färbung auftretendes Nachglühen der Luft, verursacht vielleicht durch die Rückkehr der Luft in ihren früheren Zustand, nachdem vorher infolge der starken Erhitzung durch das Meteor chemische oder physikalische Veränderungen stattgefunden hatten. Bisweilen mag das Leuchten auch durch Zurückwerfung des Sonnenlichtes von feinen, unvergasteten Staubeilchen des Meteors verursacht werden. Weil die leuchtenden Gase oder Staubbmassen zumest die Form einer Röhre haben, welche die Bahn des Meteors umhüllt, erscheinen die Meteororschweife vielfach im Fernrohr als Doppelseifen.

Das eigentümlich verschwommene, an Nordlichtähnlich erinnernde Leuchten, das gelegentlich bei reichen Sternschnuppenströmen in der Nähe der Ausstrahlungsfläche (des Radianten) beobachtet werden ist, führt Trowbridge auf die Bildung zahlreicher, einzeln nicht sichtbarer, ganz schwach leuchtender Schweife zurück.

In den Miniaturweltkörpern gehören außer den in diesem Abschnitte erwähnten auch noch die Teilchen, welche den Ring des Saturn bilden. Man führt auf diese winzigen Trabanten die Entstehung einer Gruppe der Planetenmonde zurück, eine Annahme, die uns im nächsten Abschnitt näher beschäftigen soll.

*) Anzeiger der K. Ak. d. W. in Wien, Jahrg. 1908, Nr. 15.

*) Astrophysical Journal, Bd. 26, Heft 9.

Die Entstehung der Monde.

Mit dem Geheimnis der Entstehung des Erdmondes sollen wir anscheinend noch nicht so bald fertig werden. Ist der Mond ein Kind der Erde, aus dieser geboren, wie es die im vorigen Jahrbuche (VI, S. 34) dargestellte Hypothese glaubhaft zu machen versucht — ist er ein in die Nähe des Erdballes verirrter und hier festgehaltener Fremdling, ähnlich den jüngsten Jupitertrabanten, die wahrscheinlich ehemals zu den Planetoiden gehörten? Entstand er als Ganzes auf einmal, oder verdankt er sein Dasein einer Umhüllung kleiner und kleinster Weltpartikelchen, die ihre offensibaren Spuren auf ihm hinterlassen haben? Das alles sind Fragen, über die vielleicht noch lange gestritten werden wird.

Auf eine exakte, durch umfassende Berechnungen gestützte Grundlage baut Prof. H. Martus seine Theorie der Mondentstehung auf.* Er geht von der Gestalt der Ringgebirge aus. Weil diese in der Mitte der Mondscheibe nahezu kreisrund erscheinen, hält man auch die in der Nähe des Scheitelpunktes gelegenen, elliptisch aussehenden für ungefähr kreisförmig und erklärt ihre Abweichungen von der scheinbaren Kreisform aus der perspektivischen Verzerrung, die den nach der Scheibenmitte gerichteten Durchmesser als den kürzesten erscheinen lasse.

Prof. Martus prüfte diese stillschweigende Voraussetzung durch genaue Messungen auf den besten Mondkarten und Reduktionsrechnungen für die dem Mondrande nahegelegenen Ringgebirge und sah sich für diese Arbeit durch die Auffindung höchst merkwürdiger Abweichungen von der Kreisform belohnt. Diese Abweichungen zeigten eine Gesetzmäßigkeit, dahingehend, daß die größten Durchmesser der Gebirge nach der Mitte der Mondscheibe hinweisen, die Ringgebirge also nicht nur scheinbar, sondern zumeist in Wirklichkeit ein Oval bilden, das zu dem durch die Perspektive erzeugten Umriss nahezu rechtwinklig orientiert ist. Wären die untersuchten Gebirge dagegen wirklich kreisförmig, oder wäre ihr in Wahrheit größter Durchmesser nicht in der Richtung nach der Scheibenmitte zu orientiert, so müßten sie uns noch weit mehr, als es der Fall ist, in die Breite gezogen erscheinen.

Diese Gesetzmäßigkeit in der Orientierung der Ovale glaubt Prof. Martus für die Ermittlung der Entstehungsweise der Ringgebirge benötigen zu können. Da die Ringgebirge — so schließt er — um so gestrecktere Ovale sind, je entfernter sie vom Mondäquator liegen, so können sie nicht durch innere, vulkanische Kräfte aus dem kugelförmigen Körper herausgetrieben sein, sondern müssen durch Einwirkung von außen entstanden sein. So kommt er, wie Althaus u. a. (s. Jahrb. V, S. 69), zu der Annahme, daß die zahllosen Ringgebirge des Mondes durch den Aufsturz fremder Körper in die noch plastische oder durch den Zusammenprall erhitzte und erweichte Mondoberfläche entstanden sind.

Abweichend von seinen Vorgängern, die ein ziemlich gleichmäßiges Aufstürzen aus allen Richtungen annehmen und deshalb die Aufsturzmassen für Meteoriten erklären, stellt Martus, gestützt auf die von ihm entdeckte Verteilung der Sturzrichtungen, die Annahme auf, daß diese kleineren Massen schon vorher zur Hauptmasse des Mondes in Beziehung gestanden sind und mit ihm seinerzeit einen die Erde umkreisenden Ring nach Art des Saturnringes gebildet haben. Die Mondkrater sind die letzten Spuren der Vereinigung der kleineren, zum anfänglichen Ringe gehörenden Körper mit der Hauptmasse, die sich durch Aufnahme aller kleineren Ringteilchen allmählich zu unserm Trabanten in seiner gegenwärtigen Gestalt entwickelt hat. Sicherlich hat diese Auffassung der kleineren Körperchen geraume Zeit beansprucht, da sich die Ringgebirde in den verschiedensten Graden des Verfalles befinden, und da vielfach die kaum noch erkennbaren Reste älterer Gebirde dieser Art von jüngeren, noch jetzt wohl erhaltenen überlagert werden. Die hellen, besonders bei Vollmond deutlich erkennbaren Streifensysteme, die sich über große Teile der Mondoberfläche erstrecken, hält Prof. Martus für die Spuren der beim Aufsturz besonders großer Körper herausgeschleuderten Strahlen verflüssigten Stoffes, die in weitem Bogen zurückfielen. Das berühmte schurigerade Quertal in den Alpen erklärt er für einen Streiflauf, den der Mond hier durch eine Kugel von mehr als 20 Kilometer Durchmesser erhalten habe. Die kreisförmig geforneten Mare, z. B. das Mare Crisium, seien Zeugnisse für den Aufsturz besonders großer Körper, die vor ihrem Sturze gewissermaßen Konturzentren des Hauptkörpers waren.

Über die Beschaffenheit des ursprünglich zur Erde gehörenden Nebelringkörpers hat Prof. Martus auf Grund seiner Berechnungen folgendes ermittelt: Alle Stoffteilchen des Nebelringes liefen mit so nahezu gleicher Geschwindigkeit um die Erde, daß erst diejenigen, welche der Erde um 1000 Meter näher waren, eine kaum mehr als ein Millimeter größere Geschwindigkeit hatten; die auf benachbarten Bahnen nebeneinander sich bewegenden Teilchen waren für ihre gegenseitigen Abstände so gut wie unbeweglich, weder näherten, noch entfernten sie sich voneinander. Darin würden sie durch die Schwerkraftanziehung der Erde gar nicht gehindert, da diese ganz zum Herumführen der Teilchen in ihren Bahnen verbraucht wurde. Deshalb konnten die in der mittleren Bahn laufenden Stoffteilchen die sie rings umgebenden durch Massenanziehung sammeln. Bei den Teilchen von größerem spezifischen Gewicht erfolgte dies schneller. Indem die entstandenen Nebelbälle im Verlaufe sehr vieler Zeit durch gegenseitige Anziehung zusammenkamen, entstand allmählich die Hauptmondmasse. Die Breite des Nebelringes wird weniger als 12 Erdbahnmessern, also etwa 40 Mondbahnmessern, betragen haben.

Kugelförmige Massen, die sich in der dem nächsten Schicht des Ringes gebildet hatten und als kleinere Körper sich früher abkühlten, liefen in dem großen Abstände von 18 Mondbahnmessern innerhalb der Bahn des Hauptmondes etwas

*) Das Weltall, 8. Jahrg., Heft 4 bis 6 und 21 bis 24.

schneller als dieser herum. Sie werden mit dem Überschuß ihrer Geschwindigkeit in großen Zwischenräumen öfter an ihm vorbeigekommen sein, wobei seine Anziehungskraft den Abstand verminderte. Endlich mußten sie aus einem Abstand von nach mehreren Mondhalbmessern, durch des Hauptmondes Anziehungskraft bestrahlt, in großem Bogen zu ihm schwenken und nahezu rechtwinklig auftreffen oder sogar noch über den mittleren Längenzirkel des Hauptkörpers hinweg zum Einfürze gelangen. So sind die Ringgebirge meist fast kreisrund geworden. Die Dicke des Nebelringes betrug gewiß nur wenige Mondhalbmesser, wenn sie auch nicht so gering geworden sein mag, wie jetzt die der Saturnringe ist, an deren Abflachung die Anziehungskraft der Sonne länger gearbeitet hat. Die Kugelmassen, welche aus den wenig über oder unter der Mondbahn befindlichen Nebelschichten erwachsen, lieferten durch schräges Einfallen in höheren Breitengraden länglichrunde Ringgebirge.

Prof. Martus gibt zwei Beispiele dafür, daß auch aus großen Abständen innerhalb der Bahn des Hauptmondes ihm zusammengeballte Massen zugeflogen sind, nachdem er darauf hingewiesen, daß das breitere Ende der eiförmigen Figur die Stelle ist, welche die einschlagende Kugel zuerst getroffen hat.

Die Kugel von 50 Kilometern Halbmesser, welche das Ringgebirge Selencus entfallen ließ, kam aus Südost. Sie gehört zu denen, die dem Hauptmonde in einer von seiner Bahn weit abstehenden Kurve mit größerer Geschwindigkeit nachließen. Die Anziehung des Mondes hatte die Geschwindigkeit noch so sehr verstärkt, daß die Kugel, als sie diesseits des Mondes von rechts her in großem Bogen um seinen Schwerpunkt herumlaufen wollte, über seinen mittleren Längenzirkel hinaus noch bis 66° West gelangen konnte und unter einem Einfallswinkel von etwa 52° einschlug.

Unter den Kugeln, die links vom Monde innerhalb seiner Bahn mit größerer Geschwindigkeit erst so weit verlangsamt werden mußten, daß er sie einholen konnte, befand sich die Kugel von 85 Kilometern Durchmesser, welche das Ringgebirge Archimedes hervorrief. Sie traf kurz vor dem mittleren Längenzirkel aus Westsüdwest unter einem Einfallswinkel von 29° ein.

Die einfürzenden Körper waren also keine Meteore, die als Fremdlinge in allen möglichen Richtungen aus dem Weltraum kommen, sondern Reste eines und desselben Ringstoffes mit dem Monde. In früherer Zeit erfolgte ihr Eintreten nur auf dem östlichen Teile der uns zugewandten Mondhalbkugel. Von den jenseits der Bahn des Hauptmondes sich bewegenden Wällen erreichte dieser die nächsten infolge seiner größeren Geschwindigkeit und sie drangen ein in die uns abgewandte Halbkugel, auch an deren Ostseite, also in das jener Eintrittsstelle entgegengesetzte Viertel der Mondoberfläche. Trotz dieses an gegenüberstehenden Seiten erfolgenden Zuwachsens behielt der Hauptmond Kugelgestalt, weil die sich vereinigenden Körper feuerflüssig waren. Von den innerhalb der

Bahn mit größerer Geschwindigkeit nach links voranklaufenden Wällen kamen viele herum zu den rechts nachlaufenden, und so mußten auf der uns sichtbaren Ostseite der Mondhälfte mehr Einfürze erfolgen als auf deren Westseite. Und in der That beträgt nach einer Abschätzung J. Schmidts die Anzahl der durch das Eindringen entstandenen Ringgebirge auf der Westseite 1080, auf der Ostseite aber 1500.

Deutliche Zeichen der Einfürze konnten erst sehen bleiben, nachdem der Hauptmond durch Abkühlung eine weiche Schale erhalten hatte. Daß diese Aufwürfe in kleinen oder großen Zwischenräumen nacheinander erfolgt sind, zeigt außer der Verwitterung mancher Ringgebirge die Umgestaltung älterer Kraterländer durch später eingetretene Wälle; eine solche ist auf einigen Photographien gewisser Mondgegenden sehr deutlich zu erkennen. So ist aus den Gestalten der Ringgebirge die Entstehungsweise des Mondes abzu lesen.

Merkwürdig erscheint es, daß auf einem Weltkörper von der Kleinheit des Mondes Erhebungen zu finden sind, die mit den höchsten der Erdoberfläche weitreifen können. In einer Arbeit über das Profil der Randpartien des Mondes*) gibt der Astronom E. Przybyllok eine Übersicht dieser Höhenverhältnisse des Randniveaus. Verfolgt man den Mondrand von Norden über Osten nach Süden, so trifft man zunächst auf eine steile Einenkung von über 2200 Metern jenseits des mittleren Mondrandes, während sich diesseits des Randes der über 5 Mill. Quadratkilometer große Oceanus Procellarum als 1000 bis 2000 Meter tiefe Senke zeigt. Dann folgt beim Mondäquator, vorwiegend jenseits des Randes gelegen, ein Bergland von 5000 Metern Marginalhöhe, wobei einzelne Bergspitzen nicht berücksichtigt sind. Dieses Hochgebiet geht unmittelbar in eine östlich an die „Kordillere“ grenzende Einenkung von 4000 Metern Tiefe über. Am mittleren Mondrande sind die Gegenfälle kaum weniger scharf. Weiter südlich erhebt sich das Dörfelgebirge von über 2000 Metern Kammhöhe bis zu 8000 Meter Gipfelhöhe, von seinem Seitenstück, dem in einzelnen Punkten noch etwas höher ansteigenden Leibnizgebirge durch das sehr tiefliegende Südpolgebiet getrennt, das ein gegen seine Umgebung 5000 Meter tiefer Kessel zu sein scheint. Bei weitem nicht so tief eingesunken ist die Fläche um den Nordpol.

Auch für einen der Monde des Mars, den ihm entfernter laufenden Deimos, hat Prof. H. Martus rechnerisch erwiesen, daß er aus einem Nebelringe des Planeten entstanden ist.***) Für den näheren Mond Phobos läßt sich das gleiche nicht annehmen. Hätte Mars an Stelle, wo jetzt Phobos als Mond herumläuft, einen Nebelring gehabt, so müßte dieser, wie die Ringe des Saturn, noch jetzt fortbestehen. Wir müßten Mars im Fernrohr wie Saturn sehen, mit einem Ringe und einem außen herumlaufenden Mond, dem Deimos.

Mars ist also aus seinem Dunstballe auch nur mit einem Monde hervorgegangen. Phobos muß

*) Mittl. der Sternw. Heidelberg, XI.

**) Das Weltall, 9. Jahrg., Heft 1.

ihm als fertiger Weltkörper zugefloßen sein. Das ließ schon der Umstand vermuten, daß er wegen seiner sehr großen Winkelgeschwindigkeit im Westen aufgeht, als einzige Ausnahme dieser Art. Phobos muß, wie der heutige Eos, dessen Bahn teilweise innerhalb der Marsbahn liegt, ein Planetoid gewesen sein; er kam, als er in seinem bisherigen Laufe in dem der Uhrzeigerbewegung entgegen gesetzten Sinne mit wenig größerer Geschwindigkeit um den Mars herumgeschwenkt wollte, diesem so nahe, daß die geringe Massenanziehungskraft des Mars ihn einfing und nötigte, fortan in elliptischer Bahn als Mond ihn bei seinem Laufe um die Sonne zu begleiten. Dem Planetoiden Eros geht es vielleicht später auch noch so.

Am Januar 1908 ist von Melotte ein achter Jupitermond entdeckt worden. Der sechste und siebente Jupitermond sind von Perrine am 5. Dezember 1904 und am 2. Januar 1905 auf photographischem Wege entdeckt, während der fünfte am 9. September 1892 von Barnard gefunden wurde. Auch von diesen vier Monden macht Prof. *Martus* es höchst wahrscheinlich, daß sie wie Phobos dereinst kleine Planetoiden gewesen

sind. Für den fünften Mond wären nach der Berechnung die Geschwindigkeitsunterschiede des ihm zu Grunde liegenden etwaigen Nebelringes so groß, daß, wie der Saturnring zeigt, eine Mondbildung nicht hätte zu Stande kommen können. Somit muß auch diese Kugel dem Jupiter als fertiger Weltkörper aus der Schar der Planetoiden zugefloßen sein.

Bei den drei anderen Monden (sechster, siebenter und achter) entscheidet für die Behauptung Prof. *Martus'* die von den vier alten Monden abweichende Größe ihrer Bahnelemente. Der Neigungswinkel ihrer Bahnebene gegen die Ebene des Erdäquators weicht von dem der vier großen Monde so erheblich ab, daß sie nicht wie diese aus Ringen des ursprünglichen Nebelballes hervorgegangen sein können. Ebenso abweichend ist die Exzentrizität ihrer Bahnen, der Abstand vom Jupitermittelpunkte, die Umlaufzeit, die beispielsweise beim vierten Monde nur $16\frac{2}{3}$ Tage, beim sechsten dagegen 251, beim achten sogar 951 Tage beträgt. So müssen also auch sie, wie der fünfte, als fremde Körper zu den vier ersten Jupitermonden getreten sein.

Vom Antlitz der Erde.

(Geologie und Geophysik.)

Der Erde Antlitz einst und heute. * Das Eiszeitphänomen und die Atlantisfrage. * Wie entstanden die Alpen. * Erdbeben und Vulkane.

Der Erde Antlitz einst und heute.

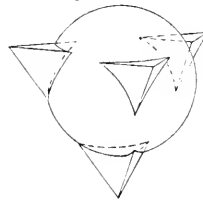
Die Erde ist eine Kugel.“ Kein Schulsaß dürfte verbreiteter und unrichtiger sein als dieser. Hieße es allgemein: Die Erde ist keine Kugel; es läge mehr Wahrheit in dieser Verneinung als in jener Versicherung. Aber was ist sie dann? Ein Geoid, ein Sphäroid, d. h. ein erdähnliches, kugelförmiges Gebilde. Ersteres besagt gar nichts, letzteres herlich wenig. Kein Wunder daher, daß bald, nachdem man die Unregelmäßigkeit des Geoids erkannt hatte, Versuche gemacht wurden, die vermutlich vorhandene Gesetzmäßigkeit in der wahren Gestalt der Erde zu erfassen. Eine Menge von Hypothesen wurden zu dem Zwecke hier aufgestellt, dort verworfen; sie gingen vorwiegend darauf aus, die Erdgestalt aus der Form eines Kristalls zu erklären. Vielleicht aber ist die Zeit, ein allgemeines Gesetz für die Erdgestalt aufzustellen, noch gar nicht gekommen, da die Arbeiten der Erdmessung, auf denen ein solches Gesetz sich erheben müßte, noch nicht abgeschlossen sind.

Die verhältnismäßig einfache und ansichtsreichste unter diesen kristallographischen Theorien, die Tetraederhypothese des Engländers *Leibman Green*, zieht neuerdings — sie erschien schon 1875 — die Aufmerksamkeit wieder auf sich. Dr. *Th. Arldt**) hat versucht, ihr durch Umde-

rungsvorschläge mehr Sicherheit und Wahrscheinlichkeit zu geben, und erläutert demgemäß zunächst kurz seines Vorgängers Gedanken.

Green vergleicht die Erde mit einem Tetraeder (regelmäßigen Vierflächner) und sucht dieses der Kugelform dadurch anzunähern, daß er

Kugel und Tetraeder
mit gleicher Oberfläch.



einmal an die Stelle der Kanten gebrochene Linien setzt und dann auf die Tetraederflächen sechsseitige Pyramiden stellt. Eine noch größere Annäherung an das Sphäroid läßt sich erzielen, wenn wir die Kanten und Flächen uns gekrümmert vorstellen, wie wir sie oft am abgeschliffenen Diamant wahrnehmen. So können wir jede beliebige Annäherung an die Kugelform erzielen. Einen solchen Körper nennt man seiner Form nach am besten ein Tetraedroid.

*) Beiträge zur Geophysik, Bd. VII Heft 5; Geogr. Zeitschrift, Bd. XII, Heft 10.

Wenn nun dieses auch nur wenig von der Sphäroidform abweicht, so müssen doch seine Flächenmitten dem Schwerpunkte näher liegen als die Ecken und Kanten. Infolgedessen wird auch die Flächen das Wasser sich sammeln, dessen Oberfläche sphäroidisch sein muß. Die Flächen werden zu Meeren, die Kanten und Ecken bilden Land. Da nun das Tetraeder der einzige regelmäßige Körper ist, bei dem jeder Fläche eine Ecke gegenüberliegt, so müssen bei einer tetraedrischen Form der Erdkruste Land und Wasser antipodisch*) verteilt sein. Das ist aber gerade einer der hervorsteckendsten Züge im Antlitz der Erde, wie es am besten und kürzesten der Blick auf eine Karte der antipodischen Erdräume lehrt. Nur wenigen Landgebieten (etwa $\frac{1}{20}$ der ganzen Landfläche) liegt Land gegenüber, so dem südlichen Südamerika das südöstliche Asien, dem Grahamsland die Cairnyrhalsinsel, dem südpolaren Vittoria und Wilkeslande die nordamerikanische polare Inselwelt mit Grönland. Arl dt führt in einer besonderen Arbeit**) aus, daß dieses antipodische Verhalten von Land und Meer nicht nur für die Gegenwart, sondern auch in der Vergangenheit Geltung besitze, wenn auch nicht stets in derselben Ausdehnung und für dieselben Gebiete. Wenn also die Erde überhaupt mit einem regelmäßigen Körper verglichen werden kann, so kann dies nur das Tetraeder sein.

Von den sechs Tetraederkanten läßt Green drei nord-südlich verlaufen; er sieht sie in den Erdteilpaaren Nord- und Südamerika, Europa-Afrika und dem bis zum Oligozän durch einen Meeresarm davon getrennten Asien-Australien. Diese drei Paare weisen untereinander viele Ähnlichkeiten auf; nach Süden sind sie zugespitzt, im ganzen wie in einzelnen Teilen, eine Zuspitzung, die bei den Süderteilen durch eine Einkerbung der Westküste noch erhöht wird; alle drei sind geteilt durch eine mittelmeerische Zone, die reich an Inseln und kreisförmigen tiefen Meeresbecken ist und ein Gebiet junger Kaltungen, häufiger Erdbeben und lebhafter vulkanischer Tätigkeit darstellt; im Norden sind die Erdteilpaare breit entwickelt und stellen hier die Nordkanten des Tetraedroids dar. Diese borealen Kanten berühren den Parallelkreis $55^{\circ}16'$ nördl. Breite, so daß nördlich vom Äquator ein Massenüberschuß vorhanden ist. Nach der Verteilung von Land und Wasser und nach der Forderung der Symmetrie zur Erdachse muß eine der Ecken des Tetraedroids mit dem Südpol zusammenfallen. Die anderen drei liegen, da Green ein reguläres Tetraeder in Betracht zieht, auf $109^{\circ}28'$ nördl. Breite, um je 120 Längengrade voneinander entfernt.

Green's Hypothese, die hier nicht weiter ausgeführt werden kann, erlaubt eine sehr vielseitige Anwendung und kann doch nicht völlig befriedigen, da sie zu viel Regelmäßigkeit auf der Erde voraussetzt. Das regelmäßige Tetraeder drückt nicht die wahre Verbreitung der Elemente des Erdreliefs aus. Bei ihm findet die Tatsache keine

Erklärung, daß das Land um den Nordpol, das Wasser um den Südpol einen fast beziehungsweise völlig geschlossenen Ring bildet. Bei einem regelmäßigen Tetraeder müßten alle Flächen und alle Ecken untereinander gleichwertig sein und die letzteren als vier große Inseln in ungefähr gleichen Abständen aus dem Meere auflauchen, wenn Land und Wasser in demselben Verhältnis wie jetzt stehen sollen. Ein regelmäßiges Tetraedroid ist auch gar nicht zu erwarten, da die Erdkruste nicht homogen ist. Daher sind vielfache Abänderungsvorschläge gemacht, denen Dr. Arl dt unter Verwertung der bisher gefundenen Resultate einen neuen hinzufügt.

Arl dt nimmt für die Ecken des Tetraeders nicht mehr Punkte, sondern Flächen an, also stark abgeflumpte Ecken, von denen er die eine im Südpolargebiete sieht. Die drei anderen sucht er zwischen 50 und 70° nördl. Breite, wo wir in ungefähr gleichen Abständen die nralten Massiv des kanadischen und skandinavischen Schildes sowie das sibirische Zentralmassiv sehen, das vom Eismeer bis zum Baikalsee, vom Jenissei bis über die Lena hinaus reicht. Diese Massivie find in ihrer Gesamtheit als Eckflächen anzusehen.

Betrachten wir auf dem durch diese vier Eckflächen markierten Tetraedroid die Verteilung von Land und Wasser, so ordnen sie sich ihrer Größe nach wie die entsprechenden Ozeane. Die gekrümmte Schnittlinie der tetraedrischen Lithosphäre (festen Erdkruste) und der sphäroidischen Hydrosphäre berührt auf der dem Mittelpunkt fernsten arktischen Fläche die Tetraederkanten nicht, wir haben hier ein rings von Land umschlossenes Wasserbecken; auf den größeren Seitenflächen dagegen kreuzt die Schnittkurve die Kanten, die Wasserbecken stehen in Verbindung und bilden um die südliche Ecke einen geschlossenen Wasserring um 60° südl. Breite, von dem die Ozeane sich nach Norden erstrecken. Dabei müssen sie sich verschmälern und in stumpfem Winkel enden, während die Kontinente sich scharf nach Süden zuspitzen. In Wirklichkeit allerdings sind die Züge des Erdreliefs viel verzwickelter, als daß sie auch durch ein ungleichseitiges Tetraeder völlig erklärt werden könnten.

Dennoch hat es viel für sich, wenn Arl dt zum Schlusse die Ansicht anspricht, daß die Tetraedertheorie, so sonderbar sie zuerst anmutet, sich den großen Zügen des Erdreliefs recht gut anpasse. Durch die tetraedrische Form der Erde ist die antipodische Lage von Land und Wasser bedingt, durch sie ist die dreiseitige Symmetrie der Erde sowie die Zuspitzung der Festland- und Ozeanflächen verursacht. In ihr haben der Land- und Wasserring ihren Grund. Sie läßt uns Regelmäßigkeiten im Zuge der Gebirge sowie in der Verteilung der alten Massivie erkennen, sie erklärt die geringere Abplattung des Südpols und andere Unregelmäßigkeiten des Erdantlitzes, an denen wir hier vorübergehen müssen.

Mit der regelmäßigen Gestaltung der Erdoberfläche beschäftigt sich auch Prof. W. Decke, der bei Betrachtung und Ausmessung der geologischen Karten ein Grundgesetz der Ge-

*) Als Antipoden (Gegenfüßler) bezeichnet man die Bewohner von Erdgegenen, die an den beiden entgegengesetzten Enden irgend eines Erdurchmessers liegen, z. B. Spanien und Neuseeländer.

**) Beiträge zu Geophysik, Bd. IX, Heft 1.

birgsbildung gefunden zu haben meint.*) Er setzt zunächst auseinander, wie der Rhythmus, der aufscheinend in der Erdkruste nachweisbar ist, sich auf diesen Karten äußert. Er nimmt an, daß die Erdoberfläche durch Zusammenziehung ähnlich wie die Basalte in eine Anzahl von großen Sechsecken zerlegt sei, die selbstverständlich nicht gewöhnliche, sondern von Kugelflächen und Kreisen begrenzte Sechsecke sein müssen, also sphärische Gebilde. Die Prüfung dieser Annahme wird an den Erscheinungen des Vulkanismus versucht, indem messend eine gewisse Regelmäßigkeit in der Verteilung der Vulkane und in ihren Abständen voneinander nachgewiesen wird.

Prof. Deekle zeigt an einer großen Anzahl von Beispielen, daß die Vulkane unter sich in regelmäßigem System angeordnet sind, und daß sie zu den Hauptküstentypen der Erdteile in ausgesprochener Beziehung stehen. Diese Beziehung kann nach seiner Ansicht nur durch ihren Ursprung erklärt werden. In einem bestimmten Gebiete sind die vulkanischen Ausbruchsstellen einander etwa in der Weise zugeordnet, daß sie durch das einfache sphärische Sechsecksystem, von einem beliebigen Vulkan ausgehend, zu fassen sind.

Eine zweite, von einem anderen Gesichtspunkte ausgehende Messungsmethode ließ erkennen, daß die regelmäßigen Winkel von 60, 120 und 90 Grad in der Verteilung der Vulkane auf der Gesamterde sicher eine wichtige Rolle spielen, ferner daß gewisse Eruptionspunkte, wie Island, Hawaii, die Galapagosinseln, eine bevorzugte Stellung einnehmen und andere auf sich beziehen lassen. Außerdem hat sich herausgestellt, daß die Vulkanzentren in auffälliger Beziehung stehen zu den Formen der Festländer, und umgekehrt, daß die Gestalt der großen Festländer Vulkane in regelmäßiger Lage zu den Küstenwinkeln ergibt.

Die Erklärung dieses Phänomens findet Deekle in der uralten sechsseitigen Herklüftung der Erdkruste. Wir hätten anzunehmen, daß eigentlich Kreisröhren, die sich gegenseitig durchschneiden, entstanden sind. Durch Spannungen in der Durchschneidungszone entstehen dann die Kontraktionspalten. Zur Erläuterung dieser Erscheinungen auf der früheren Erdoberfläche zieht Prof. Deekle den Mond heran, dessen Hunderte von Kilometern lange Wunden er für Wunden, für alte Kontraktionsrisse hält, aus denen früher große Massen von glutflüssigem Material oder von Gasen emporgestiegen sein werden. Auf der Erde seien die entsprechenden Risse durch atmosphärische Einflüsse, durch Wasser, Brandung und Aufschwemmung verweicht und ausgefüllt, bis auf die allerbreitesten.

Aber in der Tiefe muß dieses alte Herpaltnetz erhalten bleiben, ja durch weitere Abkühlung noch vertieft und erweitert werden. Diese Klüfte sind dann auch die vorgezeichneten Punkte für den Austritt des Magmas, der glutflüssigen Masse der Tiefe. Erweitern sich diese Klüfte, so sinken die Ablagerungen, welche die Risse oberflächlich zudeckten, ein, und wir erhalten Gräben

nach Art des Oberrheintales, des Roten Meeres, der ostafrikanischen Seen (der von Antafie über Cölesvrien, das Ghor, das Rote Meer und die eigentliche ostafrikanische Senke bis zum Schire reichende, etwa 6500 Kilometer lange Gräben), und in Verbindung damit natürlich vulkanische Erscheinungen. Die ganz großen Klüfte beherbergen demgemäß die Form der Kontinente, deren randliche Bogen und Vulkanketten damit ebenfalls einfach erklärt sind.

Die geographische Lage einer besonderen Art von Klüften, der in den Ozeanen verborgenen abgrundtiefen oder abyssischen Gräben, untersucht Dr. Th. Arlitt.*) Es lassen sich solcher Ozeangräben etwa acht feststellen: die Marianentiefe (9656 Meter), die Tonga-Kermadectiefe (9427), die Philippinentiefe (8900), die Jungferntiefe bei Puerto Rico (8526), die Tanskaroratie mit dem Alenten und dem Kurilengraben (8515), die Alacamatie (7675), die Nankintiefe (7000) und die Sundatiefe (7000), nebst einigen nicht so bemerkenswerten.

Diese abyssischen Gräben liegen mit einer Ausnahme, die Romanctiefe in der Nähe des südatlantischen Walfischrückens (Ascension), nicht in mitten der Ozeane, sondern an ihrem Rande, nämlich direkt an der kontinentalen Küste (Alacamatie) oder zumeist an den diesen vorgelagerten Inselzügen, die als ursprünglich kontinental aufgefaßt werden müssen oder mindestens mit dem benachbarten Kontinentalgebiete einheitlichen Ursprungs sind, wie die Marianen und der Tongainzug. Infolge dieser Randlage sind sie durchweg unsymmetrisch, indem sie auf der ozeanischen Seite nur bis zu Tiefen von 4000 bis 5000 Metern ansteigen, während ihr Abhang sich auf der kontinentalen Seite meist noch hoch über den Meeresspiegel als Gebirgsrand fortsetzt, da die ozeanischen abyssischen Gräben fast durchweg parallel mit benachbarten jungen Kaltengebirgen laufen.

Diese Nachbarschaft setzt die Gräben noch zu anderen Erscheinungen in Beziehung, nämlich zum Vulkanismus und zu den Erdbeben. Aber obwohl sie in unmittelbarer Nachbarschaft tätiger Vulkane liegen, sind doch auch sehr bedeutende Vulkangebiete (Hawaii, Island) fern von ihnen gelegen; sie dürften also nur verzwifelte Erscheinungen sein, die beide in Gebirgsbildungsvorgängen ihre Ursachen haben. Und das gleiche gilt auch wohl von den Erdbeben, die allerdings in der Nachbarschaft der abyssischen Gräben durchweg zahlreich und heftig auftreten.

Gegenwärtig stellen die abyssischen Gräben ein insonderheit pazifisches, dem Großen Ozean eigenes Element des Erdreliefs dar. Die Jungferntiefe im Atlantischen, die Sundatiefe im Indischen Ozean schließen sich ebenfalls an Küsten von pazifischem Typus an. In einer Küste von atlantischem Typus finden wir nirgends einen Graben entwickelt. Sechs von den oben angegebenen finden sich an der Westseite der Ozeane, und zwar die tieferen, längsten und breitesten; sie liegen hier in der Nachbarschaft von Ferringungsbogen der Erdrinde, verlaufen in

*) Neues Jahrb. der Mineral., Geol. u. Pal., Jahrg. 1908.

* (Globus, Bd. 95, Nr. 4.

jungen Kaltengebirgen und gehen damit Zonen starker Erdbeben- und Vulkanitätigkeit parallel; sie stehen also zu den Gesenksklinen (Erdwulden) beziehungsweise den großen Schwächezonen der Gegenwart in engen Beziehungen.

Urdit erklärt mit Emersens diese abyssischen Gräben als gewissermaßen durch Herreigen der Erdkruste infolge der Spannung zwischen dem aufsteigenden Lande und dem sinkenden Meeresgrunde entstanden, und da das Land nach diesen Senkungsstellen sozusagen abfließt, so ist es nicht wunderbar, daß die Auffaltung sich auch vom Lande her in die Gräben hinein erstreckt. Allerdings sind nicht alle Gräben als Zerrungserscheinungen infolge ostwärts strebender sinkender Schollen zu erklären. Die westamerikanischen vier Gräben und der ozeanische Typ der Romantketiefe dürften andere Ursachen haben und der letztere vielleicht im Zusammenhange mit dem seit Anfang der Tertiärzeit erfolgten Einbrechen der Landbrücke zwischen Südamerika und Afrika stehen.

Das Eiszeitphänomen und die Atlantisfrage.

Der Gesichtspunkt, unter dem sich diese beiden scheinbar so weit auseinander liegenden „Frägen“ zusammenfassen lassen, ist die Pendulationshypothese von Weibisch und Simroth. Diese Theorie, die unseren Lesern seit ihrem Erscheinen zu wiederholten Malen nahegebracht worden ist, hat von Seiten Prof. Simroths eine umfassende, alle nur möglichen Anwendungen und Einwände berücksichtigende Darstellung erfahren und ist auch von Seiten ihres geistigen Vaters, des Ingenieurs Weibisch, noch verschiedentlich wieder beleuchtet worden, zuletzt in einer kleinen Arbeit über die Eiszeit,^{*)} die uns hier beschäftigen soll.

Die Klärung des Eiszeitphänomens ist nach Weibisch wesentlich erschwert worden durch die Annahme, als sei die Eiszeit vom Pole aus nach dem Äquator vorgeedrungen. Diese Annahme wurde dann zunächst auch auf anderweit festgestellte Glazialvorkommen ausgedehnt und damit stillschweigend verallgemeinert. Wenn man von der Gegenwart ausgeht, so ergibt sich zunächst, daß die Erdoberfläche auch jetzt noch Gebiete aufweist, die sich im Zustand einer wirklichen Eiszeit befinden. Das sind einerseits die dem Nordpol zunächstliegenden Gebiete Nordamerikas, sowie Grönland, Spitzbergen, Franz Josef-Land und die Neuseeländischen Inseln, andererseits die Landmassen am Südpol. Alle diese Gebiete haben aber in früheren geologischen Perioden eine reiche Vegetation besessen, was durch zahlreiche Funde von Versteinerungen erwiesen ist. Während diese Tatsache für die arktischen Gegenden schon lange bekannt ist, hat sie für das antarctische Gebiet erst durch die Entdeckungen der schwedischen Südpolarexpedition von 1901 bis 1905 eine ausreichende Bestätigung gefunden, weshalb wir bei diesen Funden einen Moment verweilen.^{**)}

^{*)} Ein Gestaltungsprinzip der Erde. III. Mittel. des Vereines für Erdk. 1907, Heft 6.

^{**)} Weiger, fossile Pflanzenreste im antarct. Gebiete. Naturwiss. Wochenschr., Bd. VII (1908), Nr. 27.

Die schwedischen Forscher fanden, früheren vor-einzelnen Spuren nachgehend, an zwei Stellen des von ihnen erforschten Südpolargebietes zahlreiche Pflanzenabdrücke, in der Hoffnungsbucht am Antarktischland und auf der Seymourinsel (Südküste der James Ross-Insel). Die am ersteren Orte entdeckten Pflanzenreste sind nur Gymnospermen (Nacht-samige, d. i. Nadelholzgewächse und Verwandte) und Pteridophyten (Gefäßkryptogamen, Farn-gewächse), sie gehören der Juraperiode an. Auf der Seymourinsel fand W. Nordenskjöld einen pflanzenführenden Sandstein von bedeutend jüngerer, nämlich tertiärer Herkunft, in dem die Reste einer reichen Flora begraben liegen.

Diese untergegangene Pflanzenwelt der Seymourinsel weist nahe Beziehungen zu zwei gegenwärtigen Florengebieten Südamerikas auf, zur gemäßigten Flora des südlichen Chile und noch mehr zur subtropischen Pflanzenwelt Südbrasilens. Diese beiden Floren scheinen auf der Insel gleichzeitig und nebeneinander existiert zu haben, und zwar so, daß die Flora gemäßigten Charakters die Höhen, die subtropische das Tiefland bewohnte, ähnlich wie man es heute noch im südlichen Chile beobachten kann. Daß die beiderlei Formen ein gemeinsames Grab in den später zu Stein gewordenen Sandlagern gefunden haben, erklärt sich ganz ungezwungen dadurch, daß die Blätter der auf den Höhen wachsenden Bäume von Bächen nach dem Meeresufer transportiert und hier mit den Blättern der subtropischen Formen vermischt wurden. Zur Flora Australiens und Neuseelands hat die Flora der Insel so wenig Beziehungen (nur mittels einer einzigen Proteoaceenart, *Knighitia*), daß man daraus wohl den Schluß ziehen darf, daß die Landverbindung zwischen der Antarktis und dem australischen Weltteil schon frühzeitig, nämlich vor der Tertiärzeit, aufgehoben war; in der Jurazeit bestand diese Verbindung noch.

Unter den gegenwärtigen Breiten ihres Fundortes können sich derartige Floren keinesfalls entwickelt haben. Aus der jetzigen geographischen Lage dieser Gebiete ergibt sich als zweiter Gesichtspunkt die Zweipoligkeit (Bipolarität) des Eiszeitphänomens, und es liegt keinerlei Grund vor, diese Bipolarität der gleichartigen Zustände in der geologischen Vergangenheit anzuzweifeln.

Die in Europa zuerst angestellten wissenschaftlichen Untersuchungen ließen es als ausgemacht erscheinen, daß die Eiszeit ein von Norden ausgehendes Ereignis sei, ebenso wie: daß die Eiszeiten durch Vergrößerung der polaren Eiskappen zu erklären seien. In Nordamerika seit 1895 gemachte Beobachtungen verlangen jedoch eine veränderte Auffassung des ganzen Eiszeitphänomens. Hier stellte sich nämlich heraus, daß während der Diluvialzeit die Vergletscherung von West nach Ost vorgeerückt sei und daß sich später auch in demselben Sinne das Abschmelzen in den vergletscherten Gebieten vollzogen habe. Diese Beobachtung steht in geradem Gegensatz zu dem, was wir über den Verlauf der Eiszeit in Europa wissen. Wie sind diese Gegensätze in Einklang zu bringen?

Am Nordpol fällt der Kältepol gegenwärtig nicht mit dem Rotationspole zusammen; wir finden hier im Januar zwei Kältepole, einen in Nord-sibirien, Werchojansk, den anderen im nördlichen Grönland. In beiden Fällen sind es große Kontinentalmassen, die das Auftreten dieser Kältepole abseits des Rotationspols verursachen. Am Südpol dagegen, wo die Antarktis zweifellos ein Festland bildet, dürfte der Kältepol wohl mit dem Rotationspole ungefähr zusammenfallen.

Während des Diluviums müssen aber die Kältepole eine andere Lage gehabt haben, und auch diese ist im Verlaufe der Diluvialperiode nachweislich nicht immer die gleiche geblieben. In Nordamerika muß nach dem oben Gesagten ein Kältepol, von der Behringstraße etwa ausgehend, langsam längs der Nordküste Amerikas bis Grönland gewandert sein, wo er sich heute noch befindet. Für das Europa der Eiszeit ist dagegen das Vordringen eines Kältepols von Norden her anzunehmen. Bei der gegenwärtigen Gestaltung der Polarmeerküsten und der jetzigen Lage des Rotationspols wäre eine solche Lage der nördlichen Kältepole allerdings nicht denkbar, und wir müssen zur Erklärung ihres Wanderns eine allmähliche Verlegung des Rotationspols oder ein Wandern der Massen als Ursache jener Erscheinung ins Auge fassen.

Mit der Annäherung eines Kältepols wurde nicht allein Nordamerika der Vereisung entgegengeführt, sondern es trat infolge der nun tiefer verlaufenden Schneegrenze auch eine Vergletscherung der übrigen, außerhalb der nördlichen Eiskappe gelegenen europäischen Gebirge ein, der Alpen, Karpathen, Pyrenäen, der Sierra Nevada, des Kaukasus.

Kaßt man die Eiszeit als bipolare Erscheinung auf, und das war sie früher wie heute, so ist für die jüngste Eiszeit auf der Südhalbkugel ein gleichartiger Vorgang vorauszusetzen. Die in Neuseeland, Tasmanien und den australischen Alpen sichtbaren charakteristischen Glazialbildungen, wie Gletscherklüfte, gebrammte Gesteine, Kare, Moränensätze, beweisen, daß auch hier eine diluviale Eiszeit vorhanden war, und aus der tieferen Lage der Schneegrenze können wir ebenfalls auf die Annäherung eines Kältepols schließen, der in diesem Falle auf das Meer nördlich vom antarktischen Visterialand verlegt werden mußte. Die Kältepole sind aber bekanntlich an große Landmassen gebunden und wir könnten im vorliegenden Falle nur annehmen, daß entweder die Antarktis sich während der Eiszeit Australiens hier weiter nach Norden erstreckte, oder daß die Lage des Rotationspols damals eine andere war als heute.

Nach der Theorie von Weibisch hat bekanntlich eine veränderte Lage der Land- und Wassermassen zum Rotationspole stattgefunden. Außer den Rotationspolen, den Endpunkten der Nord-Südachse, besitzt die Erde nach Weibisch auch noch zwei sogenannte Schwingungspole (in Ecuador und Sumatra), um deren Verbindungslinie, die Schwingungsachse, unser Weltkörper unendlich langsam derart hin und her pendelt, daß der Nord-

und der Südpol auf dem durch die Behringstraße gehenden Meridian, dem „Schwingungskreis“, regelmäßig wandern. Wandert der Nordpol auf der einen Hemisphäre südwärts, so bewegt sich der Südpol auf der anderen Halbkugel natürlich nordwärts (nähere Ausführung und Abbild. s. Jahrbuch I, S. 50). Da das Wasser als leicht bewegliches Element die Geoidform bei den Schwingungen innehält, d. h. die Ausbauchung am Äquator beibehält, so taucht das nach dem Äquator zu geführte feste Land naturgemäß unter Wasser, während polwärts geführtes Landgebiet wachsende Höhe über dem Meerespiegel erhält. Es ist deshalb z. B. ganz klar, weshalb die Korallenriffe des nördlichen pazifischen Erdquadranten eine Bewegung, nämlich die aufsteigende, zeigen, die der untertauchenden Bewegung der im südlichen Pazifik liegenden entgegengesetzt ist. Eine Verschiebung des spätereuropas in diesem Sinne polwärts oder — was dasselbe besagt — eine Annäherung des Nordpols zu Europa in der Richtung des zehnten Grades östl. Länge (Schwingungskreis) würde zur Folge haben, daß auch das antipodisch gelegene Neuseeland sich dem Südpol näherte. Diese Lageveränderung des Nordpols aber steht dann auch in voller Übereinstimmung mit dem westöstlichen Verlaufe der jüngsten Eiszeit Nordamerikas, wie ein einziger Blick auf die Karte lehrt. Sowohl bezüglich Europas als auch Australiens und Neuseelands gilt es heute als ausgemachte Tatsache, daß diese Gebiete während der Diluvialzeit eine ungleich bedeutendere Höhe als gegenwärtig besaßen haben; und diese größere Höhe resultiert ohne weiteres aus der Polannäherung der beiden Landgebiete, wie sich aus der Abplattung der Erde ergibt. Für die ozeanischen Gebiete Europas ist ein Unterschied von rund 1200 Metern zwischen der diluvialen und der heutigen Schneegrenze anzunehmen.

Weibisch hat eine Tabelle zur Bestimmung der Polannäherung berechnet und gefunden, daß danach für unsere Breiten seit der Diluvialzeit eine Breitenveränderung von rund $5\frac{1}{2}$ Grad stattgefunden hat. Berlin würde damit unter die Breite des südlichen Schweden (Prov. Schonen), Dresden unter die gegenwärtige Breite von Rügen verlegt werden. Vertiefen wir mit dieser beträchtlichen Annäherung an den Nordpol das dadurch bedingte Emporsteigen des Landes um rund 1200 Meter, so erhalten wir erst eine Vorstellung von dem während der Eiszeit total veränderten Höhenlagen und Klimaverhältnissen. An Stelle der heutigen Nordsee erstreckte sich eine weite Hochebene, aus der die Hebrideninseln, mit Schottland und Skandinavien landfest verbunden, als Gebirgsstock emporragten. Auch Kattgat und Skagerrak waren während der Marginalvergletscherung von Eis- und Schottermassen überlagert, so daß die skandinavischen Gletscher ihr Gesteinsmaterial darüber hinweg bis nach Mitteldeutschland verfrachten konnten.

In direkter Beziehung zu diesem diluvialen Staudamm im Kattgat und Skagerrak stehen die mehrfachen Schrankungen des Ostseespiegels während der Diluvialzeit. Die im Ostseeboden statt



gehabten spätglazialen und nachweislichen sehr erheblichen Niveauschwankungen während der sogenannten Haldia- und Anceyluszeit sind in der Gegend von Christiania, also im nördlichen Skagerrak, nicht mehr festzustellen, was nur dahin zu erklären ist, daß ein solcher Staudamm von ungeheuren Dimensionen die Verbindung dahin verbinderte. Dies hatte wiederum zur Folge, daß noch während der Haldiazeit eine Verbindung der Ostsee über Ladoga- und Onegasee mit dem Weigen Meere bestand. Auf diesem Wege wird die Haldia, eine arktische Muschel, in das Ostseebecken eingedrungen sein. Zu Beginn der Eiszeit wurde diese, nach Reich'scher Ansicht vor-eiszeitliche Meeresverbindung aufgehoben; dabei geschah es, daß die damit gleichzeitige Polannäherung, die Folge der nun einsetzenden pelaren Pendulation, ein Emporsteigen auch dieses vordem als Meeresverbindung gekennzeichneten Gebietes herbeiführte. Durch diese gehobene Niederung floß aus dem gleichfalls gehobenen Ostseebecken Wasser ab, ein Zustand, der bis in die Anceyluszeit bestehen blieb und zur allmählichen

sondern das Eintreten unseres Erdviertels in südlichere Breiten, wo die Meeresoberfläche, der Geoidform nachkommend, höher steigen mußte. Das Niveau dieses Eitorinameeres, wie man die damalige Ostsee nennt, ist keineswegs höher gewesen als das heutige. Man behauptet zwar, es habe etwa 100 Meter höher gestanden als jetzt; dann müßte aber doch die mit ihr kommunizierende Nordsee mit samt dem Ocean ebenfalls um so viel höher gestanden haben. Die vom Eitorinameere hinterlassene, heute allerdings 100 Meter über dem jetzigen Ostseespiegel gelegenen Strandlinien sind erst nachträglich durch einen mechanischen Hebungsvorgang Skandinaviens und Finnlands so hoch verlegt worden; diese, auch das gesamte nördliche Rußland umfassende, heute noch andauernde Hebung ist veranlaßt durch ein großes arktisches Senkungsfeld im nördlichen Eismeer. Der auf die Randgebiete jenes arktischen Senkungsfeldes ausgeübte Druck wirkt als tangentialer Schub und erstreckt sich an der skandinavischen Küste heute noch bis über den 56. Breitengrad hinaus. Diese

Ansfügung der Ostsee führte. Als Folge dieser Ansfügung trat das Absterben der rein marinen Haldia ein, deren Stelle alsdann die Süßwasser-schnecke *Anceylus fluviatilis* einnahm, die nun geeignete Lebensbedingungen fand.

Nachdem die pelare Pendulation ihren größten Ausschlag erreicht hatte, setzte eine entgegengesetzt gerichtete äquatoriale Pendelbewegung ein, die anscheinend noch herrscht und unsere Gegenden einer neuen Tertiärzeit entgegenführt. Die Folge davon war, daß die Wassermassen des Atlantischen Ozeans in das Gebiet der heutigen, damals noch zum Festlande gehörenden Nordsee eindrangten. Hier stiegen sie in dem vielverzweigten Flugzuge, das die ehemaligen Schmelzwässer der sich zurückziehenden Gletscher ausgewaschen hatten, empor, erreichten schließlich die diluviale Barre des inzwischen abgeschmolzenen Staudammes am Kattoget und Skagerrak, überfluteten und durchbrachen sie. Nunmehr hatte das Ozeanwasser freien Eintritt in das Ostseebecken. Es brachte eine reiche Meeresfauna hinein, die ihren Ausbruch in dem diese Periode charakterisierenden Zeitfossil *Litorina litorea* fand. Nicht eine Kanosenfung in der Gegend des Orefund und der Wette brachte diese neue Verbindung zu stande,

von dem arktischen Senkungsfelde ausgehend mechanische Hebung Nordeuropas brachte auch Nordjütland über das Meeresniveau und hob Dänemark wieder bis zur gegenwärtigen Höhe; dieser Hebungsvorgang hat sich allem Anscheine nach zur Eitornazeit südwärts bis zur deutschen Ostseeküste erstreckt, da sich gehobene Eitornaablagerungen noch an der holländisch-mecklenburgischen Küste finden.

Eine andere, eng mit dem Glazialphänomen verknüpfte Erscheinung sind die Interglazialzeiten, die man sich als periodische Pausen der Eiszeit mit wärmerem Klima vorstellt. Nach Weibich's Theorie hat aber die Eiszeit ihre Ursache in einer allmählichen Polannäherung, das Schwinden der Eiszeitercheinungen seinen Grund in einer allmählich zunehmenden Polentfernung der betroffenen Gegenden; es können also auch nur allmähliche, keine sprunghaften Klimaänderungen vorgekommen sein. Schwankungen des Eismanntels, die man als Zwischeneiszeiten aufgefaßt hat, können daher, wie auch Heinich feststellt, nur an der Peripherie der Eisbedeckung und auch dort nur lokal aufgetreten sein, so daß es immerhin gewagt erscheint, wollte man solche lokale Vorkommen verallgemeinern und zu Interglazialzeiten für ein größeres Gebiet stempeln.

Gehen wir nun zur Atlantisfrage über. Sie stand bereits im Altertum zur Diskussion; denn, wie Plato in einem seiner Dialoge schreibt, erhielt schon Solon von einem ägyptischen Priester Kunde, daß im Westen vor den Säulen des Herakles eine große Insel liege, größer als Asien und Libyen zusammen, bewohnt von einem mächtigen, hochkultivierten Volke, dessen siegreichem Eroberungszuge nur die Athener entgegenzutreten vermochten. Diese Atlantis sei dann im Verlaufe weniger Stunden durch eine gewaltige Katastrophe von den Wogen des Ozeans vernichtet worden.

Gleichviel, ob hier eine rein dichterische Erfindung der Alten vorliegt, oder ob dieser Mythos die Erinnerung an eine allererste Entdeckung Amerikas, vielleicht durch verschlagene phönizische Fahrzeuge, festhält: so viel ist sicher, daß zu Lebzeiten des Menschengeschlechtes in dem Gebiete des jetzigen Atlantischen Ozeans kein Festland gelegen haben kann. Daß jedoch in entlegenen geologischen Epochen breite Landbrücken zwischen der Alten und der Neuen Welt existiert haben, ist eine gut beweisbare Annahme. Nur über das Wo dieser Verbindungen gehen die Meinungen vorläufig noch auseinander.

Dr. Arldt* ist der Meinung, daß dieses Festland nicht dort gelegen haben könne, wo die Alten ihre Atlantis sich dachten: zwischen Nordamerika einer-, Europa und Nordafrika anderseits. Er hält diesen Teil für das am längsten ozeanische Gebiet des Antlitz, zumal da es dem mittelmehrigen Gürtel angehört, der sich rings um die Erde zieht und in fast allen Erdperioden größtenteils von Meer bedeckt war.

Im übrigen wird der Atlantische Ozean von den hervorragenden Geologen als verhältnismäßig

sehr jung angesehen, wofür auch die auffällige Parallelität und der geologische Aufbau seiner Küsten sprechen. Geologie und Paläontologie führen zu der Annahme, daß es nördlich und südlich von der platonischen Atlantis einst Festland gab, so daß Arldt von einer Nordatlantis und einer Südatlantis spricht. Solche alten Kontinentalverbindungen müssen natürlich auch auf die Verbreitung der Lebewelt des festen Landes einen bestimmenden Einfluß ausüben, und Arldt findet in der eingehenden Vergleichung der amerikanischen Faunen mit den europäisch-afrikanischen eine Bestätigung seiner beiden Atlantiskontinente.

Im Tertiär trete ein Meeresarm östlich vom Aral Asien von Europa; es konnte daher nicht wie seit der Miozänzeit ein indirekter Austausch von Lebewesen zwischen Europa und Nordamerika durch Vermittlung Asiens über die Behringstraße hinüber stattfinden. Da die beiden Kontinenten gemeinsamen Säugetiergattungen im Tertiär bis zu II beziehungsweise 15 Grad der gesamten Säugetierfauna ansprechen, so muß eine direkte Verbindung über das atlantische Gebiet her bestanden haben. Mit dem Ende der Oligozänzeit scheint die Verbindung zwischen Nordamerika und Europa gelöst worden zu sein, und zwar wahrscheinlich durch Entstehung eines Meeresarmes zwischen Baffinland und Grönland, da letzteres in seiner Tierwelt enge Beziehungen zu Europa zeigt. Auch während der jüngeren Tertiarzeit scheint Grönland noch über Island und die Färöer mit Europa zusammengehangen zu haben, und die Annahme dieser Landbrücke, die erst im Pliozän und Diluvium völlig verschwunden sein mag, wird noch gestützt durch den Umstand, daß die Haupteruptionen der isländischen Vulkane nach Thoroddsens Forschungen gerade in diese beiden Perioden fallen, also bei der Zerschörung beteiligt gewesen sein beziehungsweise dieselbe Ursache gehabt haben mögen.

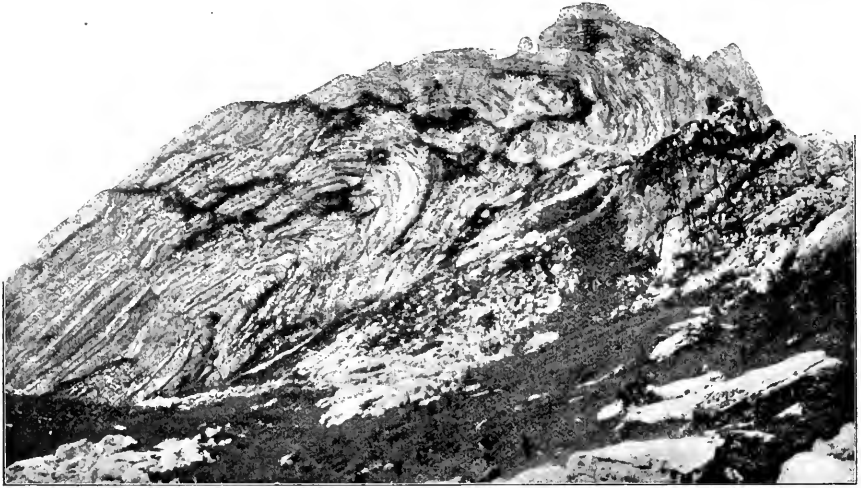
Für das Bestehen einer Südatlantis, die wegen der Breite und Tiefe des jetzigen Ozeans an dieser Stelle nicht sogleich einleuchtet, führt Dr. Arldt zahlreiche Beweise aus der Tiergeographie an, die sehr deutlich für das Vorhandensein einer mesozoischen, etwa bis ins Eozän reichenden Südatlantis sprechen. Diese Beweise beziehen sich natürlich auf die Tierwelt Südamerikas und Afrikas, die jetzt in ihrer Lebewelt allerdings weit größere Unterschiede zeigen als Nordamerika und Europa; dabei ist jedoch zu berücksichtigen, daß die beiden Süderteile im Pliozän von nördlichen Einwanderern überflutet wurden, welche die alte Fauna zurückdrängten oder vernichteten. Trotzdem sind genügend zahlreiche biogeographische Tatsachen aus den verschiedensten Klassen des Tier- und Pflanzenreiches vorhanden, die für eine alte Südatlantis sprechen, und da sich auch die Geologen mit ihr einverstanden erklärt haben, so darf sie wohl als ein gesicherter Bestand der Wissenschaft betrachtet werden, wenigstens für die Zeit des Mesozoikums. Die platonische Atlantis dagegen hat nicht bestanden und wird auch wohl nie ins Leben treten.

Gegen diese Ausführungen Arldts wendet sich vom Standpunkte der Pendulationsstheorie Prof.

*) Naturw. Wochenchr., Bd. VI, Nr. 45.

Simroth,*) indem er darauf hinweist, daß die für gleichartig erachteten Schichten der nördlichen und südlichen Halbhügel mit ihren fossilen tatsächlich nacheinander, je nachdem sie infolge der Pendulation auf- oder untertauchten, entstanden seien. Man könne also aus dem Vorhandensein gleichartiger oder ähnlicher fossiler Faunen und Floren noch keinen Beweis für Landverbindungen zu einer genau bestimmten geologischen Epoche herleiten. Simroth hält auch Arldt gegenüber an der alten eigentlichen Atlantis fest, die er im Bogen von Marokko und Spanien nach Westindien in der Richtung auf den westlichen Schwingpol

Worm liegt denn nun eigentlich die Schwierigkeit, den Bau der Alpen zu erklären? Nicht in dem allgemeinen Aufban, der schon vor etwa 50 Jahren ziemlich festgelegt erschien. Damals stellte man an Stelle der bisherigen Dreiteilung des Gebirges in Ost-, Mittel- und Westalpen eine Zweiteilung in Ost- und Westalpen fest, welche beiden Flügel durch die Linie Bodensee-Rheinthal-Splügen-Cormeret getrennt sind. Einer der wichtigsten Unterschiede zwischen ihnen ist folgender: In den Ostalpen wird eine der Länge nach verlaufende, aus granitähnlichen Massengesteinen und kristallinischen Schieferen bestehende Zentral-



Einzelgale innerhalb des Genölksteinfels der Sämsiedle; in gradvollem, nach Norden überliegenden Gewölbe ist das ganze Paket der Gesteine und feinen Schichtenfaldichten bradlos umgebogen.

Equator reichen läßt, und führt dafür ebenfalls viele gewichtige Beweise aus der Tier- und Pflanzenwelt an. Das Zerbrechen dieser Brücke sei relativ spät, jedoch noch vor dem Auftreten des Menschen erfolgt.

Wie entstanden die Alpen?

„Ein Forschungsfeld von zwar beschränkter Größe, aber von unergründlicher Tiefe“ — so bezeichnet Albrecht Penck die Alpen in einem Vortrage, der die Lösung der eingangs stehenden Frage versucht.**) Zwar ist erst reichlich ein halbes Jahrhundert verfloßen, seit die Geologen und die Geographen sich intensiv mit der Erforschung des Alpengebietes beschäftigen; aber die Reihe der Erklärungsversuche ist schon eine recht mannigfache, und es erscheint fraglich, ob die gegenwärtig siegreich vordringende Überschiebungstheorie die letzte ihrer Art bleiben wird.

*) Naturwiss. Wochenschr., Bd. VII, Nr. 26.

**) A. Penck, Die Entstehung der Alpen, Zeitschr. der Ges. f. Erdkunde 1908, Nr. 1. W. Scherfning, Neuere Anschauungen über die Entstehung der Alpen, Geogr. Anzeiger, 9. Jahrg. (1908), Heft 1 und 2.

zone im Norden und Süden von Zonen jüngerer Sedimentgesteine (durch Absatz im Wasser entstandener Gesteine) begleitet, in denen vielfach Kalkstein die vorherrschende Gesteinsart ist. Diese Schichten vom Perm bis zum Tertiär enthaltenden Begleitzone, die nördlichen und südlichen Kalkalpen, sind von der Zentralzone durch große Längstalszüge geschieden, in denen im Norden Inn, Salzach, Enns, Mur und Mürz, im Süden Elck, Rienz und Drau auf großen Strecken ihres Laufes fließen. In den Westalpen fehlt dagegen die südliche, innere Kalkzone, und der große Längstalszug, der in den Schweizer Alpen im Rhone- und Rheintal besonders deutlich auftritt, trennt nicht Gneis- und Kalkalpen, sondern zwei kristallinische Säge voneinander, zwischen denen sogar weiter südwestlich um Briançon eine Zone von Sedimentgesteinen sich einschleibt. Nach außen, auf der Nordseite, lehnen sich dann an den nördlichen kristallinischen Zug ohne scharf verlaufende Grenze die jüngeren Ablagerungen namentlich von Jura, Kreide und Tertiär an.

Vor etwa 50 Jahren noch deutete man diese Gestaltung der Alpen dahin, daß ein durch senkrechte Hebung entstandenes Gebilde vorliege: die

Zentralgesteine, Granit und Gneis, sollten gut flüssig aus der Tiefe hervorgezogen sein und, indem sie sich den Weg an die Oberfläche bahnten, die früher über ihnen befindlichen Schichten seitlich zusammengehoben haben.

Bald jedoch sagte man die Alpen als ein großes Kaltengebirge auf, das durch seitliche Zusammenpressung der Schichten entstanden sei, wobei sich dieselben in ähnlicher Weise in kalten lagten wie eine von zwei Seiten her zusammengepresste Lage von Hand oder Tischbüchern. Mit dieser Anschauung, nach der die ältesten Schichten stets unten, die jüngeren über ihnen angetroffen werden müßten,



Glarnerbefaltungen am Segnespaß, der dunklere Teil oben stellt eine Aufsiebung von dunkelgrünen älteren Versteinswetter, die hellere Partie die Überschiebungsläche des jüngeren Kalksteins dar.

lassen sich jedoch die Befunde der letzten Jahrzehnte so wenig vereinigen, daß man seitdem schon wieder zu zwei neuen Erklärungen zu greifen gezwungen war.

Im Bereiche der Glarner Alpen sieht man nämlich unten im Tal jüngere geologische Ablagerungen dicht zusammengedrückt in einzelne Falten, während die Berge aus älteren, verhältnismäßig flach gelagerten Schichten bestehen. Die Ordnung der Dinge erscheint hier völlig verkehrt, und überrascht schweift das im Erkennen des Schichtenalters geübte Auge über ein eigenartiges Bild: es sieht oben das Alte und unten das Junge. Der Geologe Heim dachte sich das ältere Gestein über das jüngere hinweggefaltet, und zwar in doppelter Faltung; über das Gebiet des heutigen Kantons Glarus sollte sich eine riesige Gesteinsfalte von Süden und eine andere von Norden her hinweg bewegt haben, bis beide mit ihren Scheiteln dicht aneinander gerieten. Dies ist die bekannte Theorie von der Glarner Doppelfalte.

Der Befund, auf den sich diese Theorie stützt, gilt jetzt in der Wissenschaft als anerkannte Tatsache und hat auch an anderen Orten Bestätigung gefunden. Es zeigte sich z. B. bei derselben des

Austrittes der Rhone aus den Alpen, daß hier ein ganzes Gebirge auf jüngeren Schichten schwimmt und über diese von Süden her hinweggehoben sein muß. Auf Grund dieser und ähnlicher Tatsachen ergab sich bei erneuter Prüfung noch eine andere einfachere Erklärung als diejenige Heim's. Der Franzose Marcel Bertrand stellte als erster die Ansicht auf, daß die Heimischen Beobachtungen auch durch eine einzige, ganz riesige Falte erklärt werden können, durch welche von Süden her die älteren Gesteine vom Aletsch bis an das Gebiet des Säntis über die jüngeren hinweggehoben sein sollten, als über eine Fläche

von mehr als 50 Kilometer Breite. So überzeugte sich auch der Geologe Lugeon, der anfangs eine der Heimischen ähnliche Erklärung vertrat, bald, daß die Auffassung von Scharf und Bertrand auch für sein Gebiet zutrefte, und daß die Alpen des Chablais gleich den Préalpes Romandes des Kantons Freiburg gewaltige Schubbmassen darstellten, die von Süden her sich über jüngere Ablagerungen hinweggehoben haben.

Albrecht Penck bestätigte bei einem Besuche der Glarner Alpen im Jahre 1899 diese Hypothese, indem er von folgenden Erwägungen ausging: Wenn ein mächtiger Gesteinskörper über einen anderen hinweggehoben wird, so muß es an der Grenze zwischen beiden charakteristische Erscheinungen geben, die es möglich machen, die Richtung des Schubes zu bestimmen. Das untere, festliegende Gestein muß von dem oberen, bewegten an der Grenze fortgeschleppt werden, seine Schichten müssen in der Richtung der stattgehabten Bewegung umgebogen sein. Es müßte z. B. bei der Glarner Doppelfalte das jüngere Gestein unter der südlichen Falte nach Norden und unter der nördlichen Falte nach Süden geschleppt werden sein. Diese Ansicht ließ sich an einer Stelle im Käpftal, das

oberhalb Glarus in das Entthal mündet, für den Nordflügel der Glarner Überschiebungen vorzüglich prüfen. Die Schutbede besteht aus dem sogenannten Verrucano, einem Gestein vom Aussehen und ungefähren Alter des deutschen Rottliegendes; unter ihm liegt ein eigenartiger Kalk, ein Vertreter jener mächtigen Jurafalkmassen, welche die Schweizer Kalkalpen aufbauen, der bei der Überschiebung durch den Verrucano ausgewalzt worden ist, der sogenannte Kochsteinkalk. Hier ließ sich nun ganz deutlich erkennen, daß auch in den nördlichen Glarner Alpen im Bereiche der Nordfalte Heim s die Massen von Süden nach Norden und nicht umgekehrt, wie es die Doppelfaltentheorie verlangt, geschoben worden sind. Diese Erscheinung wirkt hier so deutlich und überzeugend, daß bald darauf auch Heim die Theorie der Doppelfalte zu Gunsten der Anschauung Bertrand s, der einseitigen Überschiebung von Süden her, aufgegeben hat.

Die eben besprochene große Glarner Überschiebung ist nicht gleichartig mit der der Freiburger Alpen und des Chablais; letztere erstreckt sich vielmehr in ihren Ausläufern über sie hinweg und stellt eine zweite große Schutbede dar; eine dritte liegt weiter östlich von den Glarner Alpen, wo der gewaltige Gebirgsstock des Rhätikons als wurzellose Schutbede von Gestein über jüngeren Schichten gleichsam schwimmt. Es ist ganz erstaunlich und bewundernswürdig, wie an manchen Stellen die festen Gesteinschichten bruchlos gefaltet und umgebogen sind, wie z. B. innerhalb des Gewölbeschenkels der Säntisbede das ganze Paket der so harten und festen Schyrttenkalkschichten zu einem praktvollen, nach Norden überliegenden Gewölbe.

So erscheinen dem Geologen die schweizerischen Alpen als aufgebaut aus einzelnen Gesteinsdecken, die von Süden her herangewandert sind. Die gewaltigen Schichtfaltungen, die wir im Säntisgebirge, an der Aemststraße n. a. O. bewundern, sind nur die notwendigen Begleiterscheinungen der Schübe, bestehend in Windungen und Biegungen der geschobenen Massen oder in Staunungen der ihnen vorgelagerten Schichten. Wie tief ins Innere des Gebirges hinein sich diese eigenartige Struktur erstreckt, ist beim Bau des Simplontunnels sehr deutlich und förend herorgetreten: Schichten, die nach älterer Vorstellung vom Ban der Alpen hoch oben liegen sollten, fanden sich, von älteren Gneisen überschoben, in der Tiefe des Gebirges (s. Jahrb. III, S. 98).

Auch für die Ostalpen, ja sogar für die Karpathen läßt sich allem Anscheine nach beweisen, was für die Schweiz als sichergestellt gilt: daß an Stelle einfacher faltungen vielfach große, aus der ferne herbeigeschobene Gesteinsdecken zur Erklärung des Gebirgsbaues anzunehmen sind. Das Vorhandensein der Glarner Schutbede, die in der Mächtigkeit einiger hundert Meter 50 Kilometer weit gewandert ist und als eine frei bewegte Gesteinsmasse erscheint, schließt die Annahme eines Seitendruckes aus; denn unter der Einwirkung eines solchen hätte sie sich als Ganzes in große Falten legen müssen, nicht erst an ihrem Ende, wo am

Säntis die Schichten stark zusammengefallt und zusammengefaßt sind. Eher könnte man an einen Zug denken, der die Massen in Bewegung setzte, bis sie sich an einem Hindernisse stauten.

Man stellt sich deshalb jetzt vor, daß die Entstehung von Schutbeden im Zusammenhange mit der Faltenbildung durch einen Gleitvorgang zu erklären sei. Nehmen wir an, es bilde sich aus irgend einer Ursache eine riesige Falte der Erdkruste, ein breiter Streifen sinke zu sehr großer Tiefe herab und daneben erhebe sich ein Nachbarstreifen zu ansehnlicher Höhe. Verbindet sich mit dem so entstandenen Höhenunterschiede ein gewisses Maß von Steilheit, so müssen sich die erhabenen Massen in Bewegung setzen und abwärts gleiten, wie wir es bei Aufschüngen an übersteilen Talgehängen wahrnehmen. Die abgeglittene Massen werden sich an ihrem Angensaume in Wälste zusammenlegen und eine bogenförmige Anordnung zeigen, wie sie beispielsweise die Alpen des Chablais und die Freiburger Voralpen haben.

Sind nun die Schutbeden solche Gleitdecken, so müssen sie mit großen Gleitflächen in Verbindung stehen, auf denen eine ausgedehnte Bloslegung von Gestein stattfand. Tatsächlich neigen viele zu der Ansicht, daß die sedimentären Schichten in dem Schweizer Zentralalpen nicht durch die Gewässer abgetragen (denudiert), sondern durch Abgleiten entfernt worden seien. Der gleiche Gedanke ist auch für die zentralen Ostalpen anwendbar. Denkt man sich hier die in den Nordtiroler Kalkalpen stark zusammengefaßten Schichten des Wettersteinfalles wieder ansgeglättet, so bilden sie eine bis tief in die Zentralalpen reichende Decke. Die starke mechanische Veränderung, welche hier und da erhaltene Fehden der Kalkdecke zeigen, die Umwandlung des Kalkes in Marmor und andere Erscheinungen verraten, daß die Kalkalpensichten nach ihrer Ablagerung und vor ihrer Entfernung noch starke Pressungen erlitten, für die uns die Abtragungstheorie (Denudationstheorie) keine Erklärung gibt, die aber als Begleiterscheinungen des Abbrutschens verständlich werden.

Nun fehlt allerdings gegenwärtig das Gesfälle, das zu einem solchen Abgleiten erforderlich wäre; denn die Oberfläche der Zentralalpen daßt sich nach den Kalkalpen sanft ab. Aber die Gleitdecken liegen auch nicht in ihrer ursprünglichen Tiefe, sondern haben eine nachträgliche Hebung erfahren, welche die frühere Gleitbewegung ausgeglichen hat. Diese Hebung ging gleichzeitig mit einer Senkung des heutigen Alpenvorlandes (Oberbayern, Oberösterreich) vor sich. Der Gesamtmechanismus der alpinen Schichtfaltungen erscheint als das räumliche und zeitliche Fortschreiten einer gewaltigen Krupfenfalte. Sobald diese entsprechend steile Abfälle geschaffen hat, gleiten die gehobenen Massen in die vor ihr liegende Tiefe. Aber die Welle schreitet fort, ihr Scheitel oder Maximum rückt in das Gebiet der früheren Senkung hinein und hebt die dahinein gerutschten Massen empor, während vor ihnen ein neues tieferes Vorland entsteht. Bildet sich dabei abermals ein Steilabfall, so können die emporgehobenen, vorher schon einmal abgeglittenen Massen weiterwandern, indem

je in die neue Vertiefung gleiten und sich hier abermals zusammenflauen. Natürlich soll diese Auffassung keine radikale Lösung des ganzen Problems der Überschiebungen bedeuten, sondern gilt nur für den hier ins Auge gefaßten Fall.

Die starke Schichtfaltung, die uns vielfach in den Alpen begegnet, ist nach Prof. Penck nicht das Wesentliche für die Entstehung des Gebirges, sondern lediglich die Folgeerscheinung eines größeren Vorganges. Das ergibt sich vor allem daraus, daß die starken Zusammenpressungen der Schichten sich nur in der Tiefe gebildet haben können. Wenn sie nun heute hoch liegen, so muß nach ihrer Zusammenstauung noch eine Hebung stattgefunden haben. Letztere ist es, der wir das Gebirge als Aufragung verdanken, und die es ermöglicht, daß die Gewässer sich eintiefen und aus der plumpen Emporwölbung den reizenden Wechsel von Berg und Tal herauszuschneiden. Es gibt feste Anhaltspunkte dafür, daß die Erhebung noch fort-dauerte, als der Zerschneidungsprozeß schon sehr weit vorgeschritten war. Penck verweist dafür auf die pliozänen Talböden an der West- und Südseite des Gebirges, die erkennen lassen, daß seit ihrer Entstehung der ganze Westen der Alpen bis ins Erstgebirge hinein sich um Hunderte von Metern aufgewölbt haben muß. Gleichzeitig mit dieser Aufwölbung vollzog sich im Süden die Einenkung der Poebene. Die Grundform der Berge, die sich aus den breiten, hochgelegenen pliozänen Talböden erhoben, war die von Domen oder Henschelbörnern, von Rundlinggipfeln mit nicht allzu steilen Gehängen. Darans läßt sich schließen, daß die Alpen zur Pliozänzeit das Aussehen eines höheren Mittelgebirges zeigten. Die tiefeingeschnittenen Täler, die sie heute zeigen, sind eine Folge teils der nachpliozänen Hebung, teils der Wirkung der Eiszeitalterscher. Diese aber haben nicht nur die Täler, sondern auch die Gipfel umgestaltet und die für das Hochgebirge charakteristischen Grate herausgeschnitten.

Um den Grundvorgang der Alpenbildung noch einmal zu rekapitulieren, folgen wir zum Schluß einer Darstellung des Geologen Prof. Dr. A. Heim*) über den Bau der Alpen. Die Alpen bestehen danach aus einem System von Kalten, die flach von Süden nach Norden übereinandergeschoben sind, dann zum Teil noch wieder miteinander zusammengelassen und abermals gefaltet worden sind. Die Alpen sind eine Region ungeheurer Zerkümmern in der Erdkruste, Zerkümmern in allen Größen, von allen Überschiebungen, die ganze Gebirgsmassen von 50 oder 100 Kilometern übereinander verstellt haben, von den Gewölben, die himmelhohe Berge aufstürmen, bis zu Gesteinsumformungen, die uns erst das Mikroskop aufdeckt. Die früher gefundenen verschieden geformten Kalten sind in dem verwickelten Alpenbau mehr das architektonische Detail der Gewährsbeute der Decken. Viel mehr, als man früher annahm, beherrschend die liegenden Kalten die großen Säge des Alpengebändes, so daß die Glarner Kalten nicht eine merkwürdige Ausnahme bilden, sondern zur Regel gehören.

Während man vor 50 Jahren annahm, daß das Alpengebiet, in allen seinen kalten sozusagen zur Ebene wieder ausgeplättet, wenigstens doppelt so breit als heute gewesen sein müßte, erhält man, wenn die jetzigen Alpenprofile mit den Überschiebungsdecken abgerückt und die Gebirgsmassen in ihre ursprüngliche Lage zurückverlegt gedacht werden, das Vier bis Achtfache der jetzigen Breite. Das Anschujammenschieben einer Zone auf ein Viertel bis ein Achtel ihrer ursprünglichen Breite hat die Alpen geschaffen. Jetzt sind sie etwa 150 Kilometer breit, früher war an ihrer Stelle ein flacher Landstreifen von 600 bis 1200 Kilometer Breite; um den entsprechenden Differenz betrag wird wahrscheinlich der Erdumfang während der Alpenfaltung kleiner geworden sein, nämlich um kaum 5 Prozent.

„Als vor 50 Jahren,“ so schließt Prof. Heim, „Konrad Gessner auf dem Pilatus stand, verwunderte er sich, daß die Berge nicht durch ihre eigene Last in dem Grunde versinken. Sie sind versunken, sie wären sonst noch viel höher! Wir kennen die Folgen der Einenkung in der Seebildung und in dem Massendest, den die Pendelbeobachtungen in großen Gebirgen anzeigen.“*) Da ist das leichtere Rindmaterial Schuppe auf Schuppe gehäuft worden, so daß es sich eindrückte und in der Tiefe schwereres Material verdrängte, bis wieder Gleichgewicht war und die Alpen wieder vom schweren Erdkern schwimmend getragen werden konnten. Und daß das Schieben und Bücken und Biegen und Brechen immer noch in gleichem Maße fortgeht, haben uns die Erdbebenbeobachtungen bewiesen. Immer wieder taucht in meiner Erinnerung das Bild der Alpen auf, wie ich es aus etwa 6000 Meter Höhe über dem Juragebirge, im Vallon stehend, einst genossen habe. Ihre verästelten Kämme sahen aus wie die Wellen eines brandenden Meeres, die deutlich gegen uns sich zu bewegen schienen. In dem Eindruck lag Wahrheit. Die Alpen sind die Wellen einer langsamen gewaltigen Bewegung der scheinbar festen Erdkruste, die Wellen oder Kalten, die sich von Süden nach Norden überholt oder überstoßen haben und endlich brandend erhartet sind — groß für uns und unser Erfassen klein im Verhältnis zur Mutter Erde — nur wie die kleinen Ringeln ihres lieben alternden Angeichts. Sie stellen nur ein Stadium dar im Lebenslauf der Erde, ein Zeitalter, wie es ähnlich der Planet Venus, Jupiter, Saturn noch nicht begonnen, der Planet Mars schon überlebt hat. Die Erde selbst aber schwebt, ver schwindend klein und unbedeutend, zwischen Millionen ähnlicher Himmelskörper im unendlichen Weltensraum, zwischen der Ewigkeit der Vergangenheit und der Ewigkeit unbestimmter Zukunft.“

Erdbeben und Vulkane.

Von großen Erdbebenkatastrophen, an denen die vorhergehenden Jahre so reich waren, ist auch das Jahr 1908 leider nicht verschont geblieben. Dazu traten einige, teils durch ihre lange Dauer,

*) Die Umföban, 12. Jahrg., Nr. 40.

*) Siehe dazu Jahrbuch VI. S. 18 ff.

teils durch ihre Beziehungen zu benachbarten Bebengebieten merkwürdige und lehrreiche Beben auf, von denen zwei hier erwähnt seien.

Das Vogtland im Königreich Sachsen, eins der erdbebenreichsten Gebiete Europas, geriet Ende Oktober 1908 in eine Stütterbewegung, die sich mehrere Wochen hindurch fortsetzte und mehreren Nachbargebieten mitteilte. Die Bewegung wurde am Nachmittage des 21. Oktober anscheinend zuerst in Brambach im Obervogtlande gespürt und pflanzte sich in den nächsten Tagen durch die ganze Umgegend hindurch bis nach Reuß (Tanna) und Oberfranken fort, wo das Fichtelgebirge erschüttert wurde. Nachdem die Aufregung der Bewohner etwa eine Woche Zeit gehabt hatte, sich zu legen, begannen in derselben Gegend, die offenbar eine absinkende Erdscholle darstellt, aufs neue heftige Erschütterungen. Am 5. November wurden in Brambach von 11 bis 2 $\frac{1}{2}$ Uhr mittags etwa sechzig Erdbebenstöße gezählt, die von fast ununterbrochenem, donnerähnlichem Rollen begleitet wurden. Die Bewegung setzte sich nach Böhmen (Karlsbad), Oberfranken, dem größten Teil der Oberpfalz und Reuß (Greiz und Umgebung) hinein fort, Dächer und Mauern erhielten Risse und die gefährlichsten Bewohner mancher Orte hielten sich bis spät in der Nacht auf den Straßen auf. Am 4. November pflanzte die Erschütterung sich über Leipzig (2 Uhr 10 Min.), Halle (2 Uhr 15 Min.), Erfurt (2 Uhr 15 Min.) bis Göttingen (2 Uhr 50 Min., das heftigste Beben) fort. Starke Erdstöße wurden auch in Plauen geföhlt, der stärkste am 6. November früh 5 Uhr 40 Min.; er setzte die Bevölkerung des gesamten Vogtlandes in Schrecken, trieb die Bewohner aus den Betten, war von lang anhaltendem Getöse und donnerähnlichem Rollen begleitet und bewirkte außerordentlich heftige Schwankungen. Das Wasser der in der Nähe von Bad Elster gelegenen Sohler Kurquelle war seit dem Erdstoß vom 5. November um 6 Grad wärmer geworden. Auf diese beiden Bebenperioden vom 21. bis 24. Oktober und 5. bis 6. November folgte eine dritte am 12. November, die jedoch an Dauer und Stärke hinter den vorigen zurückblieb. Nun aber ereigneten sich in weiterer Entfernung Erdstöße, deren Zusammenhang mit dem vogtländischen natürlich nicht behauptet werden kann; am 15. November in der Gegend von Lüttich (Östbelgien), wo seit 21 Jahren eine derartig heftige Bewegung nicht verspürt worden ist; die Fortpflanzungsrichtung war von Ost nach West; am 15. ein heftiges Beben in Brigen (Tirol) und am 16. in Lindau am Bodensee. Die vogtländischen Beben haben sich durch den Dezember 1908 bis zum Januar 1909 fortgesetzt.

Interessante Betrachtungen knüpft W. Krebs*) an das Erdbeben, von dem am Morgen des 4. August 1908 das östliche Algerien heimgesucht wurde. Es gehörte zu den schwereren Katastrophen. Da nicht nur Häuser einstürzten, sondern sich auch Einrisse bis zu Hunderten von Metern Länge und Halbmeterbreite bildeten, so

beansprucht es den höchsten Grad des zehnstufigen Erdbebenmaßes nach Forel und de Rossé. Erschwerend war das Eintreten zur Nachtzeit, 20 Minuten nach 2 Uhr morgens.

Besondere Bedeutung hat es, daß dieser Katastrophe in dem gleichen geologischen Gebiet am wenige Tage eine andere auf Teneriffa vorausging, am 26. Juli 1908, als erstes nach langjähriger Bodenruhe; es wurden zwei anscheinend von unten kommende Stöße beobachtet, denen ein donnerähnliches Rollen vorausging und ein heftiges Ersittern folgte. Acht Stunden früher, um 4 Uhr 26 Min., war zu Shide (Japan) und Laibach ein Weltbeben registriert worden, dessen Entfernung von Laibach auf 16.000 Kilometer geschätzt wurde. Als Umkreis des Bebenherdes kam bei dieser Entfernung nur der Südwestteil des Stillen Ozeans in Betracht und in ihm wahrscheinlich eine der Tiefen der Tongarime, deren vulkanische Ausbrüche schon wiederholt solche über die ganze Erde verzeichnete Beben veranlaßt haben. Läßt schon jenes Ereignis antipodale Beziehungen des Bebens auf Teneriffa erkennen, so liegen nach Zeit und Ort noch näher die Erschütterungen, unter denen am 27. Juli das Sulz- und das Rendental im Tiroler Alpengebiet litten. Denn sie entspringen auf dieselbe Nachtstunde wie das Beben auf Teneriffa, gegen 1 Uhr mittl. Greenwich-Zeit. Noch näher liegt das ersterwähnte östliche Algerien.

Die Kanarischen Inseln gelten als westliche Fortsetzung desselben Atlasgebietes, zu dessen Osten der acht Tage später erschütterte Teil Algeriens gehört. Das gilt besonders für die beiden östlichen Hauptinseln, Kanarote und Fuerteventura, während die westlicher gelegenen Inseln dem Meere entstiegene Vulkane sind. Sie stehen darum zu diesem Westende des Atlas in gleichem Verhältnis wie die vulkanische Masse des Jebel Gessi zum Ostende. Dieser 1100 Meter hohe Vulkanberg, allerdings nur die Ruine eines vorgekühlten Vulkans der algerischen Küste, weist sehr auffallende geographische Beziehungen zu dem neuen Erbeben auf: die heimgesuchte Linie, Konstantine—Smenden—Philippeville, zieht sich nur etwa 40 Kilometer südlich von ihm hin. Auch die Vulkane der Kanaren gehören zu den alten erloschenen Feuerbergen, die nur noch Seitenausbrüche aus neugebildeten Nebentratern zu liefern vermögen (so auf Teneriffa 1450, 1505, 1704—1706, 1786 und 1798). Die Ausbrüche auf der Insel Kanarote (1750—1756 und 1824) waren sogar vulkanische Ausbrüche ohne Vulkane, indem flüssige Lavae und zum Teil auch Salzwasserströme aus Spalten des Kreidebodens hervorbrachen. Die großen, aus den Atlasgebieten bekannten Erdbebenkatastrophen sind sämtlich jüngeren Datums. Am 21. August 1856 wurde, wie jetzt wieder, der Osten Algeriens, am 2. Januar 1867 sein mittlerer, am 15./16. Januar 1891 sein westlicher Teil heimgesucht.

Am 1. Juni 1906 wurde, zur Zeit eines von europäischen Meßinstrumenten verzeichneten Weltbebens, die Stadt Fez in Marokko von einem alarmierenden, aber unschädlichen Erdbeben heimgesucht. Jene Reihenfolge schwerer Erdkatastrophen innerhalb eines halben Jahrhunderts in einem gleich-

*) Erdkatastrophen im Atlasgebiete, Zeitschr. f. prakt. Geol., 16. Jahrg., Heft 10.

artigen geologischen Gebiet läßt das neue, kräftige Anheben am 4. August 1908 im Osten einigermaßen bedenklich erscheinen. Man darf — nach Krebs — auf nachfolgende zerstörende Verrückung des mittleren und westlichen Algeriens und weiterhin auch der westlicheren Atlasgebiete gefaßt sein. Nach der gleichen Deutung das nur durch wenige Tage Zwischenraum getrennte Wüten der rätselhaften Kräfte der Tiefe im Westen und Osten des Atlasgebietes. Zwischengebiet, zu deren beiden Seiten Erdkatastrophen eingetreten sind, erweisen sich gewöhnlich als besonders gefährdet. *)

Für solche Betrachtungen hätte es vor zwei Jahrzehnten noch an auch nur einigermaßen sicheren Grundlagen gefehlt. Seitdem ist die Erdbebenforschung mächtig fortgeschritten, und bald wird der richtige Seismologe es ablehnen, sein Fach noch als einen Nebenweig der Geologie registriert zu sehen. Und das mit Recht; denn die Seismologie ist, wie sich im folgenden zeigen wird, über den Rahmen der reinen Geologie schon vielfach herausgewachsen.

Die Frage nach der Entstehung der Erdbeben ist, wenn auch noch nicht in allen Punkten geklärt, ihrer endgültigen Lösung nahe. Professor K. F. v. Kobell kommt in einer Erörterung über die Beziehung der Erdbeben zum Aufbau der Erdkrinde** zu folgenden Ergebnissen:

Die früher für eine Hauptursache der Erdbeben gehaltenen Einsturzbeben und die dem Emporquellen der Lava vorangehenden Zuckungen (Vulkanbeben) sind in ihren zerstörenden Wirkungen auf ganz enge Gebiete beschränkt und werden auch von selbstregistrierenden Instrumenten nur in geringem Umkreis verzeichnet. Ihre Erforschung fällt in den Bereich der chemischen und vulkanologischen Geologie.

Ferribeben oder Weltbeben, d. h. solche, die mit Instrumenten über einige tausend Kilometer zu verfolgen sind, zeigen sich auf die in jüngere, tertiäre Zeit aus ihrer Lage geratene (dislozierte) Gebiete beschränkt. Daß die Erdbebenherde — versinkende uralte Kontinente, alpine oder faltungsgebirge und pazifische oder Zerrungsgebirge — so verschiedenen tektonischen Aufbau haben, ist auf den eigentlichen Vorgang der seismischen Erschütterung nur von sekundärer Einwirkung. In den gebrochenen Festlandgebieten, z. B. Ostasien, sind Beben viel seltener als in versinkenden Kontinenten (Indischer und Nordatlantischer Ozean) oder in faltungsgebirgen von gleichem oder jüngerem Alter.

Ungefährte, meßbare Hebungen und Senkungen sowie Horizontalverschiebungen als unmittelbare Folgen eines Erdbebens sind bisher nur an Küsten des Großen Ozeans, in Kalifornien und Alaska, und auf pazifischen Inseln wie Zentral-

Japan und Neuseeland beobachtet worden. Als ein Beispiel aus der jüngsten Vergangenheit führt Prof. F. v. Kobell die Vorgänge an dem Nakutaijord in Alaska an. Hier fanden infolge eines Anfang September 1899 erfolgten Erdbebens ausgedehnte Hebungen im Höchstbetrage von 47 engl. Fuß und gleichzeitig in den fernwärts gelegenen Küstestrichen Senkungen von 6 bis 9 engl. Fuß statt. Diese Höhenänderungen entsprechen genau dem ziemlich geradlinigen Verlauf der Küsten, sind also auf Verschiebungen der Erdkrinde zurückzuführen, wie sich in ähnlicher Weise die Westküste Süditaliens,*) der Südpazifik des sächsischen Erzgebirges oder der Monte Rosa-Gruppe gebildet haben. Die Nakutaijor liegt etwa 10 geogr. Meilen von der höchsten Berggruppe Nordamerikas, den Eliasbergen, entfernt, deren Erhebung nicht durch vulkanische Aufschüttung, wie sonst in den Korillären, erfolgt ist, sondern ausschließlich durch tektonische Kräfte. Eine Wiederholung der fernwärts gelegenen Abbrüche und der landeinwärts erfolgenden Hebungen könnte also allmählich die gewaltigen Höhenunterschiede zwischen Gebirgen und Meerestiefen hervorbringen, welche Ostasien und die Westküsten der amerikanischen Kontinente auszeichnen.

Die anderswo, z. B. in Griechenland, häufig beobachteten Aufhebungen an den Küsten, Bergspitzen, Zertrümmerungen der aus Humus oder Lehm zusammengesetzten Oberflächengebilde gehören zu den Folgeerscheinungen der Erdbeben.

Häufigkeit und Stärke der Beben nimmt mit dem geologischen Alter der dislozierten Gebiete ab. In jüngeren faltungsgebieten und jüngeren Senkungsfeldern sind Erdbeben häufig und schwer, in jungpaläozoischen Gebirgen selten und schwach, in Gebieten altpaläozoischer Faltung ganz oder fast gänzlich erloschen. Beweis dafür ist, daß von den bis Ende des neunzehnten Jahrhunderts in Europa verzeichneten 69,515 Erdbebenstößen 80,4% dem jüngeren, in der Tertiärzeit dislozierten Gebieten angehören, während 6% in den spätpaläozoischen, aber nur 0,4% in den altpaläozoischen oder älteren Gebirgen erfolgten.

Aber die Natur der Erdbeben und ihre Beziehung zum Erdinnern äußert sich sehr eingehend der Straßburger Seismologe Prof. A. Sieberg.**) Auch er scheidet zunächst die als vulkanische und als Einsturzbeben bezeichneten Erschütterungen aus und betrachtet als Erdbeben diejenigen Erschütterungen, die aus mehr oder minder großen Erdtiefen an die Erdoberfläche emporquellen. Ihr Wesen wird hauptsächlich bestimmt durch plötzliche Verschiebungen der Gesteinschollen, die das bunte Mosaik der uns zunächst gelegenen Erdkrinde bilden. Indem an irgend einer Stelle das labile Gleichgewicht dieser Schollen gestört wird, so daß sie in eine neue Gleichgewichtslage hineinschwingen, wird schütternde (seismische) Energie frei. Namentlich infolge der

*) Es möge hier wenigstens noch anmerknngsweise erwähnt werden, daß im Geologie der entsehligen Katastrophe Reggio-Messina auch das kanarische und das Atlas-Gebiet sich weiter eregt haben. Am 3. Januar 1909 war ein nicht unbedeutliches Beben auf Teneriffa zu spüren, das sich nach 4 Tagen wiederholte, während im den 20. herum Begeben im Innern Marokkos erklährt wurden.

**) Naturw. Rundschau, 22. Jahrg., Nr. 47.

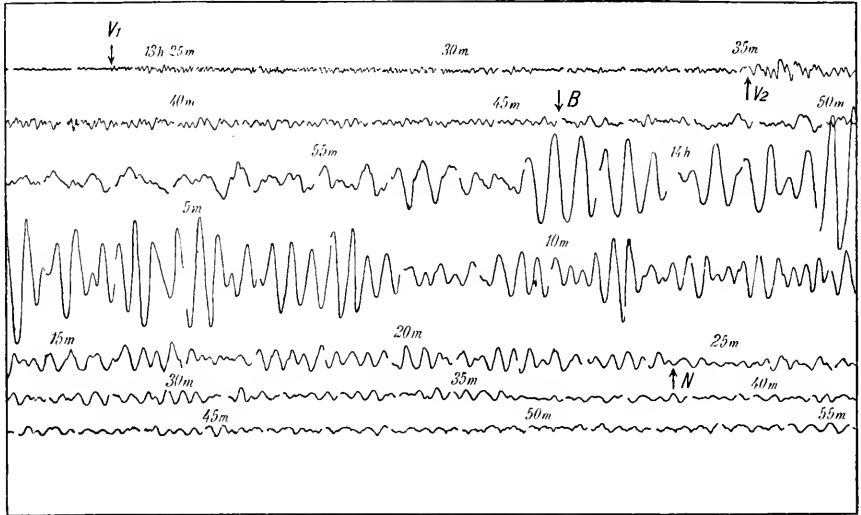
*) Um welche Beträge es sich bei solchen Verschiebungen handelt, beweisen Notizen in der Meerenge von Messina nach dem Unfall. Dabei fand Prof. Gradenigo Wien am Südeingange des Kanals eine Tiefe von 470 m, wo früher etwa 1000 m Tiefe gemessen war.

**) Naturw. Wochenschrift, Bd. VII, Nr. 50 u. 51.

gleitenden Reibung an den unebenen Schollenrändern oder an neu entstandenen Bruchflächen entstehen heftige Erschütterungen, welche die der Gleitfläche benachbarten Schollenteile in elastischen Schwingungen kurzer Periode erzittern lassen. Immer weitere Gesteinsmassen werden von diesen Schwingungen ergriffen, so daß sie bald auch an der Erdoberfläche fühlbar werden.

Da die Aufnahmefähigkeit der Erdrinde für kurzperiodische Schwingungen sehr groß ist, so werden die Erdbebenstöße in dem Gebiete, das senkrecht über dem „Hypozentrum“, dem unterirdischen

Fortleitung finden. Natürlich gehen sie alleamt nahezu gleichzeitig vom Epizentrum ab; aber ihre Geschwindigkeit ist, je nachdem sie an der Oberfläche dahinziehen oder die Erdkugel durchqueren, verschieden. Von den im Erdinneren verlaufenden besitzen die Longitudinalwellen die größte Fortpflanzungsgeschwindigkeit; sie werden durch die ersten Vorläufer V_1 vertreten, und ihre an der Erdoberfläche (auf der sie sich aber nicht bewegen) gemessene, also „scheinbare“ Geschwindigkeit beträgt 141 Kilometer in der Sekunde. Etwas mehr als halb so groß ist die Fortpflanzungsgeschwindigkeit



Seismogramm des Fernbebens zu San Francisco, registriert am 18. April 1906 zu Straßburg i. E., Epizentralentfernung 9700 km.

Webenherde, liegt, in dem sogenannten „Epizentrum“, im allgemeinen am stärksten gefühlt. Schon wenige hundert Kilometer vom Epizentrum entfernt, nehmen die menschlichen Sinnesorgane nichts mehr von diesen Schwingungen wahr. In ihre Stelle treten die seinfühligen Erdbebenmeßinstrumente oder Seismometer, die jenseits des Schüttergebiets nicht allein den Vorüberzug der Erdbebenwellen nachweisen, sondern auch die Einzelwellen nach Art und Form aufzeichnen. In einer gewissen Entfernung vom Epizentrum beginnend, zeigen die Aufzeichnungen oder Seismogramme drei Gruppen, Phasen, zusammengehöriger Wellenzüge, nämlich die ersten und zweiten Vorläufer (V_1 und V_2) und die „langen Wellen des Hauptbebens“ (B). Nur letztere behalten, unabhängig von der auf der Erdoberfläche gemessenen Entfernung der Beobachtungsstation vom Epizentrum, einen nahezu konstanten Geschwindigkeitswert, während bei den Vorläufern die Geschwindigkeit des Fortschreitens mit dem Abstände vom Epizentrum wächst. Diese Beobachtung zeigt, daß die langen Wellen an der Erdoberfläche dahinziehen, während die Vorläuferwellen in die Erdtiefe hineinsteigen, wo sie Wege schnellerer

bei den durch die zweiten Vorläufer angezeigten Transversalwellen ($V_2 = 7.5$ Kilometer). Im Epizentrum erzeugen die austretenden Kugelwellen senkrecht von unten nach oben gerichtete Stöße, und das Epizentrum entsendet dann von sich aus eigene Wellenzüge, Transversalwellen, die längs der Erdoberfläche ihre Kreise ziehen. Diese „Oberflächenwellen“, deren mittlere Geschwindigkeit nur 3.8 Kilometer in der Sekunde beträgt, veranlassen gewöhnlich in großer Entfernung vom Epizentrum die größten Schwingungen des Erdbodens und fallen deshalb auf den Seismogrammen am meisten auf, weswegen diese Phase eben als Hauptbeben (B) bezeichnet wird.

Diese Beobachtungen werfen ein bedeutungsvolles Licht auf die Beschaffenheit des Erdkörpers. Auf Grund von physikalisch-mathematischen Berechnungen läßt sich folgendes behaupten: Im Erdmittelpunkt erreicht die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Erdbebenwellen ihren Höhepunkt und nimmt von da nach der Erdoberfläche ständig wieder ab; bei etwa $\frac{1}{3}$ des Erdradius tritt ein Stillstand in der Abnahme, eventuell sogar eine kleine Zunahme ein, bis bei etwa $\frac{19}{20}$ des Erdradius

ein rapides Absinken bis zur Oberfläche stattfindet. Dieses Verhalten läßt sich dahin deuten, daß erdinnere die Erde aus einem Eisenkern und einem Gesteinsmantel besteht, und daß zweitens die Schalendicke dieses Mantels etwa $\frac{1}{20}$ des Erddurchmessers beträgt.

Verschiedene, meist im Van der Erdrinde begründete Umstände bewirken nun, daß sich die Wellen im Seismogramm meist nicht so rein zeigen, wie man nach dem bisher Gesagten annehmen möchte. Namentlich, wenn eine Reihe von Stößen durch die erste Bewegung im Hypozentrum ausgelöst wird, werden den Wellen der normalen Phasen, namentlich aber den „langen Wellen“ sekundäre Wellenzüge verschiedener Periode überlagert, welche mitunter die Normalwelle kaum noch erkennen lassen.

Nach ihrer Ausbildungsweise kann man die folgenden drei Typen von infrarimentellen Erdbeben aufzeichnungen unterscheiden:

1. **Ortsbeben**, die im Epizentralgebiet liegen. Infolge des kurzen Weges tritt im Seismogramm eine Unterscheidung der einzelnen Wellenarten nicht ein. Jeder der einzelnen, in Perioden von 0,5 bis 5 Sekunden eintreffenden Stöße macht sich als solcher im Seismogramm bemerkbar, worauf die Nachbeben (N) das allmähliche Ausklingen der Eigenbewegungen der Scholle anzeigen.

2. **Nachbeben** mit einer Epizentralentfernung bis zu 1000 Kilometer lassen nur eine Vorphase (V_1) mit Wellenperioden von 1 bis 6 Sekunden erkennen. Dann treten zugleich die langen Wellen des Hauptbebens mit Perioden von etwa 10 Sekunden auf, woran sich die Nachläufer reihen.

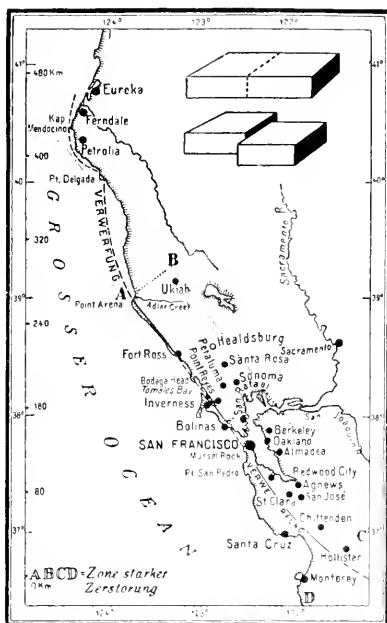
3. **Kernbeben** mit mehr als 1000 Kilometer Epizentrumsabstand zeigen zunächst die bei den Vorläufer und dann die langen Erdoberflächenwellen (Hauptbeben B), deren Periode je nach der Entfernung des Epizentrums zwischen 10 und 20 Sekunden schwankt. Das Hauptbeben läßt sich in drei Unterabteilungen zerlegen, die meist bezüglich des Höchstamplituden und der Weite der Schwingungen unterschieden sind: zuerst lange Perioden und kleine Schwingungsweiten (Amplituden), dann nimmt gewöhnlich die Amplitude stark zu, während die Periode zurückgeht, und schließlich werden beide kleiner. Das Nachbeben (N) befolgt die Registrierung (siehe das Seismogramm des Erdbebens von San Francisco, registriert zu Strawberry).

Sehr wichtig ist es, die Tiefe des Erdbebens herdes, den Ort des Hypozentrums, zu ermitteln. Durch ein besonderes Rechnungsungsverfahren ist man zu nachstehenden wichtigen Tatsachen gekommen:

Die Herdtiefe schwankt zwischen sehr weiten Grenzen. Manchmal liegt der Erregungsherd der Erdoberfläche ganz nahe, manchmal in beträchtlicher Tiefe, die jedenfalls bis 200 Kilometer, viel leicht auch noch mehr betragen kann. Jedoch gehören Herdtiefen von 102 beziehungsweise 170 Kilometer bereits zu den zerstörenden Erdbeben mit sehr großem Schüttergebiet; denn die Größe des Schüttergebietes nimmt mit wachsender Herdtiefe zu,

während die Hebenstärke in keinem Zusammenhang mit ihr steht. So zeigten z. B. die folgenden den Erdbeben nachstehende Stärke, Herdtiefe und Schüttergebiete:

Charleston,	31. Aug. 1886	10 $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{10}$	102 km	796.000 km $\frac{2}{2}$
Indien,	12. Juni 1897	10 $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{10}$	170 "	5.970.000 "
Erdely,	5. Okt. 1880	9 $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{10}$	10 "	62.400 "
José,	10. Jan. 1906	9 $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{10}$	6-11 "	20.840 "
Eger,	26. Juni 1903	9 $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{10}$	5 "	8800 "



Überblickskarte des Erdbebens in Kalifornien am 18. April 1906.

Im Brennpunkte des Interesses steht selbstverständlich die Frage nach den Ursachen der Erdbeben. Vulkanische Ausbrüche, desgleichen Einstürze ausgewasener Hohlräume können wohl von Erdstößen begleitet sein, jedoch bleiben diese räumlich auf die allernächste Umgebung beschränkt und kommen als eigentliche Erdbeben nicht in Betracht. Beim letzten Vesuviusbruch im April 1906 z. B. waren nur die härtesten Erdstöße noch in Neapel fühlbar, und bei den Ausbrüchen des Ätna vom 29. April bis 6. Mai 1908 ist stets nur von lokalen, wenn auch heftigen Erdstößen, nie von ausgedehnteren Erdbeben die Rede.

Letztere, die Erdbeben von weiter Erstreckung, langer Dauer und anhaltender Heftigkeit, sind das äußerlich fühlbare Zeichen der Auslösung von Spannungszuständen in der festen Erdrinde; diese Auslösung hat Lageränderungen der Gesteinsblöcke, „Dislokationen“, im Gefolge, Kaltungen, Zerreißen, Senkungen, Hebungen und Verschiebungen der Felsmassen. Diese Bewegungsvorgänge in der festen Erdrinde beruhen auf der Abkühlung



Stufenförmiges Abfluten des Alluvialbodens, Kalifornien 18. April 1906, nahe bei Salinas.

des ehemals glutflüssigen Erdballs. Der Schrumpfung des Erdinnern paßt sich die bereits erkaltete Erdrinde dadurch an, daß ihre Schollen sich zusammendrängen und übereinanderschoben. Daß unter dem Einflusse übergewaltiger Schubkräfte in der Erdrinde Spannungen zwischen und in den Schollen entstehen, ist sicher; sie sind die Ursachen der eigentlichen, der tektonischen oder Dislokations-Erdbeben.

Wie bedeutend diese Spannungen schon in der Nähe der Oberfläche sind, beweist die Erscheinung des Bergschlages oder fallenden Gebirges, die plötzliche, ohne vorhergängiges Anzeichen eintretende und von heftigen Detonationen begleitete Ablösung großer Gesteinsplatten in Bergwerken und Tunnels (siehe Jahrb. V, S. 64). Dabei können sich sogar an der Erdoberfläche erdbebenartige Erscheinungen und ihre Begleitumstände, wie Schwanken der Gegenstände, Risse in Gebäuden und im Erdhoden, zeigen.

Das typische Beispiel eines tektonischen Erdbebens ist das von San Francisco am 18. April 1906. Es erstreckte sich nordwärts über Oregon bis zur Coos-Bay und südwärts bis nach Los Angeles; nach Osten wurde es in dem größeren Teil von Mittelfalifornien und Ost-Nevada gefühlt, besonders deutlich am Pfahhhang der Sierra Nevada. Die Zone starker Zerstörung liegt beiderseits einer großen, nordwestlich ziehenden Verwerfung, die sich von der Mündung des Alder Creek bis Hellister auf 600 Kilometer Länge verfolgen läßt. Die Bodenbewegung bei diesem Erdbeben bestand in einer horizontalen Verschiebung längs einer fast vertikalen Bruchfläche der Erdrinde, wobei der Boden auf dem östlichen Flügel

um 2 bis 7 Meter nach Südöstost vorrückte; zugleich senkte sich dieser Ostflügel im Betrage von etwas mehr als 1 Meter im Maximum. Durch diese Bewegung entstand im Boden eine Furche, welche infolge der scherenden Wirkung von zahlreichen Querspalten gekrenzt wurde. Durch den Umstand, daß die Verwerfung die Licht- und Wasserleitungen von San Francisco durchschneidete und zerriß, wurde die Katastrophe noch verschlimmert: das ausströmende Gas und elektrische Kurzschlüsse verursachten die Feuersbrunst, zu deren Löschung dann das Wasser fehlte.

Von den bisher berührten Schollenbewegungen und Erdbeben tektonischer Art unterscheidet Prof. Sieberg Erdbeben einer zweiten Art, bei denen die Entbindung der schütternden Energie, der Stoß, durch die Kristallisationsvorgänge im eigentlichen Erdinnern hervorgerufen wird. Diese Vorgänge verursachen erst eine Schollenbewegung größeren oder geringeren Umfangs. Allerdings dürfte es in der Praxis ziemlich schwer sein, irgend ein Erdbeben mit Sicherheit dieser Klasse zuzuweisen. Daß solche Veränderungen der tieferen Erdmassen die darüber ruhende Erdbaut zu Bewegungen anregen, hat O. Ampferer bereits dargelegt (siehe Jahrb. VI, S. 52). Im übrigen hant Sieberg seine Ansicht über die Entstehung schütternder Energie im eigentlichen Erdkern auf den Forschungen des Physikers G. Tammann auf, mit denen wir uns ebenfalls schon bekannt gemacht haben (siehe Jahrb. V, S. 60). Die spontanen Umwandlungen, welche infolge der Kristallisations- und Schmelzungs Vorgänge im Erdinnern stattfinden, können auch nach Tammanns Ansicht Tiefenbeben von großer Gewalt hervorrufen.

Stoffe und Erscheinungen.

(Physik, Chemie und Mineralogie.)

Neue Elemente und Urelemente. * Flamme, Licht und Spektrum. * Atmosphärische Licht und Farbenspiele.

Neue Elemente und Urelemente.

Während die Forschung infolge der Entdeckung der Radioaktivität und der anscheinend noch nicht unmöglichlich sichergestellten Verwandelung eines Elements in ein anderes in weiter ferne die Möglichkeit der Entdeckung des Urelements schimmern sieht, tauchen in der Gegenwart immer neue dieser kleinen Plagegeister auf; die meisten treten jedoch in so minimalen Mengen auf, daß ein gewöhnlicher Sterblicher sich von ihnen nur erzählen lassen kann, ohne sie jemals mit leiblichen Augen zu schauen. Nächst ist es dem Erfinder der Gasglühlichtstrümpfe Auer v. Welsbach gelungen, das bis jetzt für ein Element gehaltene Ytterbium zu spalten und damit zwei neue chemische Elemente aufzufinden. Die Entdeckung ist der Spektralanalyse zu verdanken, und nachdem diese den ersten Fingerzeig gegeben, gelang es mit unendlicher Mühe, durch hundertfaches Umkrystallisieren, die beiden Stoffe voneinander zu trennen. Sie sollen Midebaranium und Cassiopeium heißen, nach zweien unserer hervorragenden Sternbilder. Da eine weitere Spaltung durch unsere heutigen Hilfsmittel nicht möglich erscheint, sind sie vorläufig als Elemente anzusehen, während das Ytterbium aus der Liste der letzteren zu streichen ist. Die Funkenspektren der neuen Elemente sind verhältnismäßig linienarm, zählen aber zu den glänzendsten, die man kennt, namentlich das des Cassiopeiums. Das Spektrum des Ytterbiums kann als die Summe der Spektren seiner beiden Bestandteile angesehen werden.

Ein anderes Element ist in einem auf Ceylon vorkommenden Mineral, dem Thorianit, gefunden worden. Es ist ein Metall von dunkelgrauer Farbe, das bei heller Rotglut schmilzt und von dem bisher, wie von den beiden obigen, nur ganz geringe Mengen isoliert werden konnten. Nach mühevoller Arbeit von mehreren Monaten gelang es dem Entdecker, 0,05 Gramm von dem Oxyd des Metalls zu erhalten. Etwa 1,500,000 Kilogramm des Thorianits müßten verarbeitet werden, um 1 Kilogramm des neuentdeckten Minerals abzufcheiden.

Zu den ältesten auf der Erde vorkommenden Elementen zählt bisher das Scandium, von dem zurzeit nur wenige Gramm eines nicht einmal ganz reinen Oxyds hatten dargestellt werden können. Es ist dies um so wunderbarer, als Scandium außerhalb der Erde in den anderen Himmelskörpern in offenbar reichlicher Menge vorkommt. Im Sonnenspektrum hat man alle Linien dieses Elements, bis auf die schwächsten, mit völliger Sicherheit wiedergefunden, und die Beobachtungen des Spektrums der Sonnenatmosphäre bei

Sonnenfinsternissen lassen sogar keinen Zweifel daran, daß Scandium in der Sonne relativ reichlich vorhanden ist. Das gleiche gilt von den Sternen, in deren Spektren die Scandiumlinien stark auftreten, und zwar nicht bloß in den der Sonne ähnlichen.

Aus diesen Beobachtungen schöpfte Professor Dr. G. Eberhard *) die Vermutung, daß das Element auch auf der Erde reichlich, wenn schon vielleicht in großer Verdünnung vorkomme, und daß man entweder noch nicht genügend nach ihm gesucht oder es bei den Mineralanalysen übersehen habe, wie es ähnlich bei dem Helium geschehen war. Er unternahm es deshalb, das Scandium spektrographisch auf der Erde zu suchen, eine zwar erfolgreiche, aber durchaus nicht leichte Methode; denn die Mineralien der seltenen Erden, besonders die Titanite, Niobate u. s. w., geben ein so außerordentlich linienreiches Spektrum, daß sie zur Aufnahme chemisch vorbereitet, d. h. in ihre hauptsächlichsten Bestandteile zerlegt werden mußten. Prof. Eberhard untersuchte 566 Mineralproben aller Art aus den verschiedensten Gegenden der Erde, Erze und Gesteine, und das Hauptergebnis der langen und mühevollen Arbeit war die überraschende Tatsache des allgemeinen Vorkommens des Scandiums auf der Erde. Daher ist es auch natürlich, daß Scandium überall in den Sternen und der Sonne zu finden ist. Der Meteorstein von Pultusk, der gewissermaßen einen Übergang von der Erde zu den Gestirnen herstellt, hatte einen kleineren Scandiumgehalt als die meisten untersuchten Gesteine der Erde. Dagegen ist ein eigentliches Scandiumerz, d. h. ein Mineral, das Scandium als wesentlichen, nicht bloß gelegentlichen Bestandteil führt, von Prof. Eberhard nicht gefunden worden. Jergend eine Gesetzmäßigkeit über das Vorkommen des Scandium in den Mineralien ließ sich nicht feststellen, wenigstens nicht in geologischer Hinsicht; denn es kommt in Gesteinen aus den aller verschiedensten geologischen Zeitaltern vor. So scheint ja auch die Verbreitung der seltenen Erden eine durchaus allgemeine zu sein. Die Mineralien, in denen Scandium am häufigsten anzutreffen ist, sind die Zirkonminerale, Berylle, die Titanate, Niobate und Titanominate der seltenen Erden, der Zinnstein, die Wolframerze und die Stimmer.

Auch vom Radium, dieser alle Welt interessierenden zauberhaften Substanz, ist immer erst eine sehr geringfügige, für größere wissenschaftliche Bearbeitung unzulängliche Menge vorhanden. Das größte Quantum ist bisher vom physikalischen Institut der Universität Wien gewonnen worden, nachdem der Staat der Wiener Akademie der

*) Sitzungsber. der kgl. Preuss. Akad. d. Wiss. 1908, Heft 37. 58.

Wissenschaften 10,000 Kilogramm Joachimsthaler Uranpechblende zur Verfügung gestellt hatte. Die Verarbeitung derselben ergab eine Ausbeute von 5 Gramm Radiumverbindungen und 1 Gramm reines Radonchlorid. Die Kosten der Anschaffung und Verarbeitung beliefen sich auf 25,500 Mark, so daß also ein Gramm ziemlich reines Radium für die verhältnismäßig geringe Summe von 5000 Mark hergestellt wurde. Die in Quarzgefäßen untergebrachten Präparate sollen zunächst dazu dienen, die grundlegenden physikalischen Eigenschaften zu bestimmen, in erster Linie die spontane Wärmeentwicklung durch das Radium.

Wisher war es immer noch zweifelhaft, aus welcher Substanz das Radium letzten Endes denn hervorgehe. Von den bekannten Elementen kamen als Ursprung des Radiums nur das Thorium und das Uran in Betracht; denn sie sind die einzigen Elemente mit einem höheren Atomgewicht als Radium, und ein höheres Atomgewicht ist erforderlich, da ja beim Zerfall des betreffenden Elements das Radium übrig bleiben soll. Da nun Radium in der seltenen Erdkruste sich stets mit dem Uran vergesellschaftet findet, so war letzteres als die gesuchte Ursprungsubstanz anzusprechen. Aber dieser Annahme stellte sich bald eine große Schwierigkeit in den Weg, als man versuchte, aus einer großen Menge radiumfreien Uransalzes die allmähliche Bildung von Radium nachzuweisen. Da man nämlich die ungefähre Zerfalls- und damit auch die Entleerungsperiode des Radiums kennt, so ließ sich leicht berechnen, wieviel Radium sich nach einer bestimmten Zeit aus 1 Kilogramm Uran gebildet haben müßte, zumal die Gegenwart von Radium in den kleinsten Mengen leicht nachzuweisen ist. Ein solcher Nachweis der Entleerung von Radium aus Uran ist jedoch nicht gelungen.

Man war also gezwungen, die unmittelbare Abstammung aufzugeben und anzunehmen, daß zwischen Uran und Radium noch ein oder mehrere Zwischenglieder liegen, mit einer vergleichsweise hohen Lebensdauer, die allmählich aus dem Uran entstehen und dann ihrerseits die Bildung des Radiums bewirken.

Ende 1906 glaubte der Amerikaner Voltwood in dem schon längst bekannten Actinium die direkte Muttersubstanz des Radiums entdeckt zu haben. Kurz darauf wies Rutherford nach, daß nicht das Actinium selbst, sondern ein mit ihm verknüpftes unbekanntes Produkt der Erzeuger des Radiums sei. Nimmehr haben Voltwood*) und unabhängig von ihm Dr. Otto Hahn**) diese vermutete Zwischensubstanz in dem Radium nachgewiesen. Das so benannte neue radioaktive Element ähnelt in seinen chemischen Eigenschaften dem Thorium, entsendet sogenannte α -Strahlen, die in Luft eine Reichweite von etwa 28 Zentimeter haben, und wahrscheinlich auch β -Strahlen. Die Zunahme des Radiums in Radiumlösungen weist darauf hin, daß es die Substanz ist, von der unmittelbar Radium gebildet wird. Es ist zweifellos ein Zerfallsprodukt des Uraniums, das zwischen dem Uranium-X und dem Radium steht.

*) Amer. Journ. of Science, IV, ser. vol. XXV.

**) Die Umschau, 12. Jahrg., Nr. 5.

Bei den wohlcharakterisierten chemischen Eigenschaften des „Radiums“ ist zu hoffen, daß es sich aus thoriumfreien oder thoriumarmen Uransalzen ohne große Schwierigkeit darstellen lassen wird. Ob die Lücke zwischen dem Uran und dem Radium mit diesem neuen Körper völlig ausgefüllt ist, oder ob noch andere bis heute unbekannte Zerfallsprodukte des Uran die genetische Beziehung des Radiums zu jenem schwersten aller Elemente vermitteln helfen, muß die nächste Zukunft lehren. Das Atomgewicht des Radiums ist kürzlich von Frau Curie und T. S. Thorpe von neuem bestimmt worden, es beträgt danach $226,45$ beziehungsweise $226,7$.

Das merkwürdige Verhalten der radioaktiven Stoffe läßt bisher nur eine befriedigende Erklärung zu, nämlich die, daß in den also sich betätigenden Stoffen ein Zerfall der Einzelatome stattfindet, ein Vorgang, der sich jedoch nicht auf diese Stoffe beschränkt, sondern in vielen, vielleicht in allen Elementen vor sich geht. Dieser Prozeß scheint vollkommen spontan, von keiner äußeren Einwirkung beeinflusst zu sein; denn es ist trotz vielfachen Bemühungen bisher nicht gelungen, die Geschwindigkeit des Atomzerfalls zu beeinflussen und eine Abänderung der Energieausbeute zu beobachten. Es wäre von hohem Interesse, ein Verfahren zu ermitteln, durch das diese Ausgabe von Atomenergie beliebig angeregt oder verzögert werden könnte. Da die radioaktiven Körper, die dauernd eine große Energiemenge ausstrahlen, für diesen Zweck zu schwierig zu behandeln sind, wandte man sich der einfacheren Art von Atomzerfall zu, die durch das Auftreffen von Röntgenstrahlen auf eine Metallfläche bewirkt wird. Aus dieser werden dann außer den „sekundären“ Röntgenstrahlen negativ geladene Partikel ausgesandt, die das elektrische und magnetische Feld abzulenken vermag. Diese Partikel, die Kathodenstrahlen, weisen auf einen Atomzerfall hin, der dem der radioaktiven Elemente ähnelt; die Kathodenstrahlen wären dann Körperchen, die von den Atomen des Elements ausgeschiedert würden. Da ferner nach den neuesten Theorien der Elektrizitätsleitung in den Leitern eine große Zahl freier Korpuskeln (Körperchen) vorhanden sind, die zu den Atomen in keiner Beziehung stehen, so könnten es auch diese Elektronen sein, die beim Aufprall der Röntgenstrahlen herausgeschleudert würden.

Die Entscheidung, welche von diesen beiden Annahmen richtig sei, wird durch die Messung der Geschwindigkeit der ausgesandten Korpuskeln ermöglicht. Nühren sie von dem Atomzerfall her, so wird ihre Geschwindigkeit, unbeeinflusst von der Energie der Röntgenstrahlen, die von der Energie der Explosion des Atoms bedingte sein. Die Zahl der ausgesandten Zerfallskörper kann eine verschiedene sein; ihre Geschwindigkeit wird aber nur bei verschiedenen Elementen verschieden sein wegen des Unterschiedes der inneren Atomstruktur, die eine verschiedene Energiemenge zum Eintritt der Explosion sowie eine verschiedene Heftigkeit der Explosion bedingen wird. Sind es aber freie Korpuskeln, die durch den Aufprall der Röntgenstrahlen herausgeschleudert werden, so wird mit

der wechselnden Intensität dieser Strahlen auch eine Änderung ihrer Geschwindigkeit eintreten. Diesen Überlegungen folgend, hat P. D. Junes Messungen über die Geschwindigkeit angestellt, welche bei der Einwirkung von Röntgenstrahlen auf Metalle die von den Metallen ausgehenden Körperchen zeigen.*)

Besonders unterscheidet man harte Röntgenstrahlen, d. h. solche, die in nahezu luftleeren (sehr hoch evakuierten) Röhren entstehen und selbst dicke Eisenplatten durchdringen können, und weiche, die in weniger evakuierten Röhren erzeugt werden und kaum die Fleischmasse einer Hand durchdringen. Die Versuche Junes wurden mit beiden Strahlenarten an verschiedenen Metallen, Blei, Silber, Zinn, Platin und Gold, angestellt, indem er zur Bestimmung der Geschwindigkeit die magnetische Ablenkung der von dem getroffenen Metall ausgehenden Röntgenstrahlen benutzte. Die Kathodenstrahlen fielen im Vakuum (luftleeren Raum) auf eine photographische Platte und erzeugten da scharfe Bilder der unter Einwirkung eines Magnetfeldes entstandenen Ablenkung, die dann bequem gemessen werden konnten. Es erwies sich, daß durchweg die Geschwindigkeit der von jedem Metall ausgehenden schnellen Elektronen** völlig unabhängig von der Intensität der Primär-Röntgenstrahlen ist, aber mit der Härte der Röhre wächst. Die wahrscheinlichste Theorie zur Erklärung sämtlicher beobachteter Erscheinungen ist die Theorie des Atomzerfalls. Es wird gezeigt, daß die Geschwindigkeit des emittierten Elektrons zu groß ist, um von der Einwirkung der elektrischen Kraft in dem Impuls der Röntgenstrahlen erzeugt zu sein. Zu demselben Ergebnis ist übrigens auf Grund seiner allerdings nur mit einem Metall angestellten Untersuchungen unabhängig von Junes und früher als er Herr Westermeyer gekommen.

Der Zerfall der Atome sowie der Umstand, daß ein Element in ein anderes von geringerem Atomgewicht übergehen vermag, beides bringt uns den Gedanken an das Vorhandensein eines oder einiger Ur-elemente wieder nahe. Zwar ist neuerdings von berufener Seite die Transmutation der Elemente auf Grund der Nachprüfung von Raimys überraschenden Versuchen (s. Jahrb. VI, S. 78) angezweifelt. Andererseits berichtet jedoch S. Soddy***, daß seine Experimente über die Erzeugung von Helium aus Uranium und Thorium, obwohl noch nicht abgeschlossen, diese Umwandlung in beständigen schein, und Rutherford vermutet, daß das Helium und der Wasserstoff, die leichtesten zurzeit bekannten Gase, als solche „Elemente“ in Betracht kämen. Daß die Tatsachen der Radioaktivität und Atomzerpaltung auch noch andersgerichtete Vermutungen über die Urnatur

der Materie begünstigen, wird einer der folgenden Abschnitte zeigen.

Die oben berührten Anschaulicherungen mini-maler Korpuskeln aus den Atomen der Elemente legen den Schluss nahe, daß sich im Laufe der Zeit ein Gewichtsverlust einstellen müsse, und dieser Schluss führt durch Untersuchungen, die Professor Landolt seit 1895 angestellt, für zwei Fälle derartiger Reaktionen bestätigt zu werden, obwohl dies einem Grundgesetz der Chemie widersprochen hätte, wonach die Masse eines von der Außenwelt abgeschlossenen Systems konstant ist, gleichviel welche Umgehungen innerhalb des Systems vor sich gehen mögen. Aber die betreffenden Fälle, in denen eine allerdings äußerst geringe Abnahme des Gewichts eingetreten war, ist früher berichtet worden (s. Jahrb. V, S. 96). Die Gewissenhaftigkeit des Forschers beruhte sich jedoch nicht hierbei, sondern er setzte seine Arbeit, ein Muster von Genauigkeit in jeder Hinsicht, in der physikalisch-technischen Reichhaltigkeit fort, um festzustellen, ob die beobachtete Gewichtsabnahme eine reale Tatsache sei oder auf einer bisher unbeachteten oder unbeachteten Fehlerquelle beruhe. Das Ergebnis dieser neuen Untersuchungen*) war, daß letzteres der Fall sei; die Gewichtsabnahme rührte daher, daß die bei den Experimenten erwärmten und ausgebluteten Gefäße bei der Nachprüfung mit der Waage nach drei Tagen ihr ursprüngliches Volumen noch nicht wieder erreicht hatten. Erst nach zehn bis zwanzig Tagen nahmen sie dasselbe wieder an, und der durch diese Erscheinung verursachte Fehler hatte die Gewichtsabnahme bei den Reaktionen ver-tuscht.

Nicht um Gewichts-, aber um merkwürdige Zustandsänderungen handelt es sich bei Versuchen, die eine Anzahl Forscher mit Eis und verschiedenen Metallen vorgenommen haben**). Diese Versuche zeigen, daß die anscheinend festen Grenzen zwischen flüssigen und gasförmigen sowie zwischen festen und flüssigen Körpern in Wirklichkeit nicht existieren und daß genaue Grenzen für diese Zustandsformen sich oft bei einem und demselben Körper nicht angeben lassen oder wechseln, je nachdem der Körper in amorphem festen oder im kristallinen Zustande sich befindet.

Gefrorenes Wasser z. B. hat kristallinisches Gefüge, wenn auf gewöhnliche Art entstanden; fühlt man es aber unter zwei- bis dreitausend Atmosphären Druck ab, so wird es in einen neuartigen Körper verandelt, der dichter ist als gewöhnliches Eis und in diesem Zustande auch bei gewöhnlicher Gefrieretemperatur verharrt, wenn der Druck bis auf 10.000 Atmosphären gesteigert wird. Mit anderen festen Körpern hat man ähnliche Erfahrungen gemacht. Kahlbaum hat Probefläche von verschiedenen Metallen hydrostatischen Drücken bis zu 20.000 Atmosphären unterworfen und dabei gleichfalls Veränderungen ihres Zustandes, Verminderungen der Dichte, festgestellt. Dabei veränderten die Stäbe auch ihre Abmessungen, verlängerten oder verkürzten sich je nach den Um-

*) Proceedings of the R. Society, ser. A., vol. 70, p. 442; Referat in Nat. Rundsch., XXIII. Jahrg., Nr. 4.

**) Als Elektron ist die kleinste bei der Elektrolyse auftretende Menge von Elektrizität anzufassen, die mit einem neutralen Atom verbunden ein Ion ergibt. Die Ionen sind also chemische Verbindungen eines oder mehrerer Elektronen mit einem Atom.

***) London, Edinb. and Dubl. Phil. Magaz., vol. 16 (1908), Nr. 94.

*) Sitzungsber. der K. Preuss. Ak. der Wiss., 1908, S. 126.

**) Engineering 1908, 24. Juli.

ständen und verlieren ihre Politur. Spring fand diese Ergebnisse bei Sieberfischen bestätigt. Die durch ein Ziehen hindurchgezogenen Metallstäbe büßten infolge des großen Drucks von ihrer Dichte ein, ausgenommen Wismut, das, im allgemeinen sehr zerbrechlich, im gezogenen Zustande so biegsam wird, daß man es zum Knoten schlingen kann.

Es können also feste Körper durch außerordentlich hohe Drücke in einen amorphen Zustand übergeführt werden, für den es eine feste Grenze zwischen den drei Aggregatzuständen fest, flüssig und luftförmig nicht gibt. Das läßt interessante Schlüsse auf den Zustand der Materie im Erdinnern zu, die den gewöhnlichen Anschauungen über diese Frage teilweise widersprechen. G. Tammann hatte auf Grund seiner Versuche geschlossen, daß die Materie des Erdballs infolge der Druck- und Temperaturverhältnisse im Innern sich in amorphen Zustände befinde, während mehr gegen die Oberfläche der kristallinische Zustand herrsche, und die Forschungen von E. Wiechert und K. Zoepflich*) über Erdbebenwellen führten zu dem auch von früheren Forschern angenommenen Schluß, daß die Erde im Innern nicht nur fest, sondern auch zweigeteilt sei, u. zw. so, daß sie aus einem spezifisch schwereren Metallkern bestehe, der von einem Steinmantel umgeben sei. Bei den hohen Drücken, die schon wenige Kilometer unterhalb der Erdoberfläche herrschen, müssen die Gesteine und Mineralien ohne weiteres als flüssig angenommen werden. Dabei braucht ihre Festigkeit keineswegs geringer zu sein als die des Stahles. Aber ihr flüssiger Zustand bewirkt, daß sie der leisesten Störung im Gleichgewichte der auf sie einwirkenden Kräfte nachgeben, wenn auch erst im Verlauf beträchtlicher Zeiträume. Vielleicht sind diese Zustände des Erdinnern auch der Anlaß zur Bildung radioaktiver Stoffe auf synthetischem Wege, die Ursache des Uranvorkommens, eine Annahme, die jedoch erst der Bestätigung bedarf.

Flamme, Licht und Spektrum.

Die Flamme in ihren verschiedenen Formen ist dem Menschen etwas so Alltägliches, Selbstverständliches, daß den meisten wohl Zeit ihres Lebens die Frage, was denn die Flamme eigentlich sei, keine Minute des Nachdenkens kostet. Und auch die Wissenschaft ist hinsichtlich der Flamme lange die Wege des Alltagsmenschen gegangen. Das Thema von der Flamme hat, so beginnt A. Smithells**) eine gehaltvolle Rede über ihre Eigenschaften, nach langer Ruhepause während der letzten Jahre viel Interesse erregt, es sind erhebliche Fortschritte zur Aufklärung des Themas gemacht, obwohl hier, wie überall in der Wissenschaft, bei weiterem Vorrücken und Aufstellen die Menge des noch Unerforschten eher zu wachsen als abzunehmen scheint. Hören wir deshalb, was Smithells, der gerade diesen Gegenstand zu seinem besonderen Forschungsfelde erkoren hat, uns darüber mitzuteilen vermag.

Eine große Klärung der Ansichten hat stattgefunden über die Frage, bei welcher Temperatur denn in irgendeinem gegebenen Falle das Phänomen der Flamme sichtbar werde. Die alte Vorstellung, daß die Flammenbildung bei einer bestimmten Temperatur plötzlich eintrete, läßt sich nicht mehr aufrechterhalten, und der Ausdruck „Entzündungstemperatur“ hat eine andere Bedeutung bekommen. Man weiß gegenwärtig, daß in sehr vielen Fällen eine Mischung zweier flammenbildender Gase, wenn ihre Temperatur langsam erhöht wird, ganz allmählich Helligkeit entwickelt, schritt haltend mit der chemischen Verbindung, die erzeugt wird. Dieses Phänomen ist nur beim Phosphor allgemein bekannt, wenig bei anderen brennbaren Stoffen, so daß meistens der Eindruck entsteht, die Phosphoreszenz des Phosphors sei etwas einzig Dastehendes. Allerdings bietet auch diese längst bekannte Erscheinung noch Rätsel, deren Lösung jetzt erst allmählich zu gelingen scheint.*)

Schon lange ist bekannt, daß die sogenannte „Phosphorluft“, die in der Nähe von feuchtem, unter Leuchterscheinungen oxydierenden Phosphor entsteht, ein ziemlich beträchtliches elektrisches Leitungsvermögen besitzt, weshalb man schon lange einen Zusammenhang zwischen der Oxydation, der Phosphoreszenz und der Leitfähigkeit annahm. Nun ist es endlich A. Schenk und einigen seiner Schüler gelungen, zu zeigen, daß die Leitfähigkeit der Phosphorluft ebenso wie die Leuchterscheinungen auf die Anwesenheit des Phosphortrioxyds (P_4O_6) zurückzuführen sind, eines durch Oxydation des Phosphors bei unzureichender Luftzufuhr entstehenden, wachsartige weiße Kristalle bildenden, bei 22 Grad schmelzenden, sehr flüchtigen Stoffes. Dieses Trioxyd zeigt die für das Phosphorleuchten charakteristischen Phänomene in voller Deutlichkeit. Das Leuchten dieses Stoffes ist wie das des Phosphors an dieselben bestimmten Partialdrücke des Sauerstoffes gebunden; oberhalb und unterhalb dieser Drücke tritt das Leuchten nicht auf. Begünstigt man mit einem oberhalb der Leuchtgrenze gelegenen Druck und erniedrigt diesen bei gleichbleibender Temperatur allmählich, so tritt zunächst intermittierendes (in Zwischenräumen aussetzendes) Leuchten auf, dessen Periode sich immer mehr verkürzt, bis schließlich das zusammenhängende, ununterbrochene Leuchten da ist. Auf umgekehrtem Wege läßt sich die Erscheinung in gleicher Weise wieder zurückbilden. Beim Phosphortrioxyd läßt sich außer den für das Leuchten erforderlichen Druckverhältnissen und der Untermittung noch eine dritte für die Phosphoreszenz des Phosphors bezeichnende Erscheinung beobachten: die Dämpfe vieler organischer Stoffe (von Terpentinen, Benzol, Äther, Schwefelkohlenstoff u. a.) über einen mehr oder weniger stark hemmenden Einfluß auf das Phosphoreszieren aus, während doch bekanntlich die Gegenwart geringer Mengen von Wasser für das Eintreten des Leuchtphänomens notwendig ist. Der eigentliche Mechanismus der Ionenbildung, die das Leitvermögen der Phosphorluft bedingt, ist noch unbekannt.

*) Nachr. der K. Gesellsch. d. Wiss. Götting. 1907. math.-physik. Kl.

**) Nature, vol. 70, Nr. 1971.

*) Zeitschr. f. physik. Chemie, Bd. 62 (1908), 179. Berichte der D. Chem. Gesellsch., Bd. 30, S. 1506.

Smithells zeigt nun, daß die Phosphoreszenz des Phosphors durchaus nicht vereinzelt daſteht. Schwefel, Arſenik, Schwefelkohlenſtoff, Alkohol, Äther, Paraffin und eine ganze Schar anderer Verbindungen, anorganischer und organiſcher, phosphoreſzieren ebenſo echt wie der Phosphor; phosphoreſzierende Verbrennung iſt tatſächlich das normale Phänomen, das dem, was wir gewöhnlich Flamme nennen, vorangeht.

Das ſteht auch in Übereinstimmung mit der allgemeinen Wahrheit, daß chemiſche Verbindung zwiſchen zwei Gasen nicht plötzlich einſetzt, ſondern ganz allmählich in die Erſcheinung tritt, wenn die Temperatur über einen beſtimmten Punkt erhöht wird. Die Zunahme in der Geſchwindigkeit der Verbindung iſt, verglichen mit der Temperaturzunahme, meiſt eine ſehr ſchnelle, das Intervall zwiſchen dem Beginn der Phosphoreszenz und der Erzeugung kräftiger Flammen kann daher ſehr kurz ſein. Beim Phosphor umſchließt dieſes Intervall, das von 7 bis 60 Grad reicht, die gewöhnlichen atmöſphäriſchen Temperaturen. Käme die irdiſche Temperatur hauptſächlich unter 70° C, wo unter normaler Entſtand die Phosphoreszenz des Phosphors aufhört, ſo hätte dieſes Element möglicherweiſe niemals ſeinen beſonderen Ruf erlangt. Im Dunkeln hätte es nicht geleuchtet, und beim Anzünden mittels eines Wachsſtöckes wäre das phosphoreſzierende Intervall ebenſo ſchnell überſchritten worden, wie es bei der Entzündung von Schwefel, Paraffin u. a. gewöhnlich der Fall iſt. Um die Phosphoreszenz bei dieſen Stoffen ſichtbar zu machen, muß unter beſonderen Vorſichtsmaßregeln eine Miſchung des brennbaren Gases und der Luſt langſam erhöht und bei einer Temperatur erhalten werden, die ſich der Entzündungstemperatur nähert, ohne ſie ganz zu erreichen. Der einfachſte Weg dazu iſt, die brennbare Subſtanz nahe an oder in Verührung mit einer maſſiven Metallkugel zu bringen, die vorher bis auf die erforderliche Temperatur erhöht worden iſt.

Der Übergang von der Phosphoreszenz zur gewöhnlichen Flamme geſchieht nicht plötzlich, ſondern das Auftreten der letzteren bildet den Endpunkt einer ununterbrochenen, wenn auch ſchnellen Entwicklung. Dieſer Endpunkt iſt die Temperatur der Entzündung. Eine klare Vorſtellung von der Bedeutung der Entzündungstemperatur können wir durch folgende Überlegung erhalten: Denken wir uns ein brennbares Gasgemisch, z. B. von Luſt und Schwefelkohlenſtoſſdampf, durch eine Öffnung in eine indifferentere Atmoſphäre eintretend. Umgeben wir die Öffnung mit einem Platindrathring, der allmählich durch einen elektriſchen Strom erhitzt wird, ſo wird allmählich eine Flamme zum Vorſchein kommen. Wird dann ſofort das Erhitzen des Drahtes durch den Strom unterbrochen, ſo wird die Flamme verſchwinden: ſie erhält ſich nicht ſelbſt, ſondern iſt abhängig von der Wärmezufuhr durch den elektriſch erhitzten Draht. Wenn wir nun den Ring ſtärker erhitzen, ſo wird eine hellere Flamme entſtehen, die auf einen erhöhten Grad chemiſcher Thätigkeit zurückzuführen iſt, und ſchließlich werden wir einen Punkt erreichen, wo der elektriſche Strom

unterbrochen werden kann, während die Flamme weiterbrennt. Das iſt dann die wahre Entzündungstemperatur, die Temperatur, bei der die Reaktionen in einem Grade anhält, der genügt, um durch Strahlung, Leitung und Konvektion*) von der brennenden Gaſſchicht den Wärmeverluſt zu überwiegen, ſo daß die nächſte Gaſſchicht in gleichen Zuſtand gerät und die Verbrennung andauernd wird.

So einfach danach die Vorſtellung von der „Entzündungstemperatur“ hienach erſcheint, ſo gibt es doch noch viele dunkle Taſſachen, die mit der Entzündung von Gasen verknüpft ſind. Die Entzündbarkeit eines Gasgemisches iſt nicht notwendigerweiſe am größten, wenn die Beſtandteile in dem Verhältnis gemiſcht ſind, das für eine vollkommene Verbindung theoretisch, nach chemiſcher Berechnung, erforderlich iſt. Der Einfluß fremder Gaſe ſcheint keinem einfachen Geſetz zu folgen; die Gegenwart einer ſehr kleinen Menge eines fremden Gases kann einen großen Einfluß auf die Entzündungstemperatur ausüben, z. B. wenn dem Waſſerſtoſſ, der ſich mit einem anderen Gaſe unter Entzündung verbinden ſoll, Äthylen (C_2H_4) zugeſetzt iſt. Iſt eine Miſchung von Methan (Sumpfgas, Gumbengas, CH_4) und Luſt auf ihre Entzündungstemperatur gebracht, ſo verſtreicht eine merkbare Frikt (etwa 10 Sekunden), bis Entzündung erfolgt. Ähnliche Taſſachen ergeben ſich beim Studium des Einfluſſes, den die Feuchtigkeith auf chemiſche Veränderungen ausübt, und inbeſondere das Studium der Oxydation des Phosphors führt zwiſchen Klippen und Untiefen.

Des weiteren wendete ſich Smithells der Frage nach der Struktur der Flamme zu. Den inneren Bau der Flamme hat man ſtets als abhängig von den chemiſchen Veränderungen angeſehen, die in den verſchiedenen Regionen der Flamme ſtattfinden. In einer Flamme wie der des Waſſerſtoſſs oder Kohlenoxyds, wo wahrſcheinlich dieſelbe Art chemiſcher Umwandlung in der ganzen Verbrennungsregion ſtattfindet, iſt deſhalb keine Verſchiedenheit der Struktur zu finden. Irrtümer ſind allerdings entſtanden durch Verſügung unreiner Gaſe. So wird Waſſerſtoſſ noch immer als mit blaßblauer Flamme brennend beſchrieben, obgleich längſt feſtgeſtellt iſt, daß man bei Verwendung ſehr reinen Gases in ſtaubfreier Luſt die Flamme ſelbſt in einem Dunkelzimmer nur durch das Geſicht entdecken kann, eine Taſſache, die ſich daraus ergibt, daß das Emissionſpektrum des Waſſerſtoſſs ganz in Ultraviolett liegt. Reines Kohlenoxyd verbrennt in einſchaltiger blauer Flamme, aber ſchon die Gegenwart einer ſehr kleinen Menge freien Sauerſtoſſs zerſtört die vollkommene Einfachheit dieſer Schale. In anderen Flammen verurſachen kleine Mengen gasiger Verunreinigungen oder atmöſphäriſchen Staubes Strukturformen und Höfe, die häufig als Hühner der Flamme der ſich verbindenden Gaſe angeſehen werden. Der Rand einer Flamme in der Luſt wird oft durch die Gegenwart von Stickſtoſſoxyden gefärbt.

*) Unter Konvektion von Wärme in Gasen oder flüſſigkeiten verſteht man die Wärmeleitung durch Strömung inſolge der durch die Erhitzung bedingten lokalen Verminderung der Dichte.

Gegenstand der häufigsten Untersuchungen sind die Flammen der Kohlenwasserstoffe gewesen. Zweierlei galt es hier zu ermitteln: erstens, die Stufen in der Oxydation des Kohlenwasserstoffs zu verfolgen; zweitens, die glänzenden gelben Lichtflächen zu erklären. Letzteres, das Leuchten, ist nach Smithells hauptsächlich der Abscheidung von Heinen feinsten Theilchen dessen, was wirkliche Kohlenstoff ist, inmitten der Flamme zuzuschreiben. Die Abscheidung scheint am besten erklärt zu werden durch die hohe Temperatur der blau brennenden Wände der Flamme, die den unverbrannten Kohlenwasserstoff im Innern erstet. In gleicher Weise werden Arsenik, Schwefel und Phosphor frei innerhalb ihrer Hydride (Wasserstoffverbindungen); doch erscheinen diese Elemente, da sie flüchtig sind, nicht als feste Körper, falls nicht ein kalter Gegenstand in die Flamme gehalten wird.

Der Verlauf der Oxydation von Kohlenwasserstoffen ist sehr sorgfältig und erfolgreich studiert worden. Die Ansicht, daß dabei vorzugsweise eine Oxydation des Wasserstoffs stattfindet, daß bei beschränkter Sauerstoffzufuhr der Wasserstoff oxydirt und der Kohlenstoff frei würde, läßt sich nicht mehr aufrecht erhalten; das Gegenteil ist vielmehr der Fall: explodiert z. B. Äthylen mit seinem eigenen Volum Sauerstoff, so wird der ganze Kohlenstoff oxydirt und der Wasserstoff bleibt frei zurück. Diese und andere dementsprechende Tatsachen rechtfertigen es, von einer bevorzugten Oxydation des Kohlenstoffs, nicht des Wasserstoffs zu sprechen. Die Art der Verbrennung von Kohlenstoff, ob in freiem Zustande oder als Teil einer Verbindung, ist durchaus nicht leicht zu bestimmen, so daß die so einfach erscheinende Frage, ob Kohlenstoff Kohlenoxyd bildet durch direkte Verbindung mit Sauerstoff oder nur durch Reduktion von Kohlendioxyd, noch immer unentschieden ist.

Sehr fortgeschritten sind unsere Kenntnisse hinsichtlich der *Flammtemperaturen*. Früher schwankten die Angaben über die Hitze des in einem Bunsenbrenner verbrennenden Leuchtgas zwischen 1250 und 2550° C. Jetzt ist durch den Gebrauch des für Flammen entsprechend konstruirten Thermoelements die Maximaltemperatur für die Bunsenflamme auf 1770, 1780, beziehungsweise 1850 Grad festgestellt. Die Aethylen-Sauerstoffflamme, in der eine Temperatur von etwa 5500 Grad herrscht, nicht sehr verschieden von der des elektrischen Bogens, ist die heißeste unter den Kohlenwasserstoffflammen und wichtiger praktischer Anwendung fähig.

Der Mechanismus des Leuchtens, die Entwicklung von Helligkeit in den Flammen, hat die verschiedensten Erklärungen gefunden. Gegenwärtig bringt man das Leuchten mit der Elektronentheorie in Zusammenhang. Arrhenius ist jüngst zu der Ansicht gekommen, daß die elektrische Leitfähigkeit der Salzdämpfe enthaltenden Flammen auf die Ionisation des Salzes innerhalb des ganzen Volumens der Flamme zurückzuführen sei. Vielleicht könnte das Leuchten ebenso dem im ionisirten Zustande abgetriebenen Metall zugeschrieben werden. Doch so manche Hypothese schon aufgestellt ist und so manches Experiment zu deren

Erhärtung schon ausgeführt ist, die Frage nach dem Zustand des leuchtenden Gases ist von der endgültigen Lösung noch weit entfernt.

Daß in der Flamme elektrische Vorgänge sich abspielen, ist seit den interessantesten und wichtigsten Untersuchungen Lenards sicher. Er hat gezeigt, daß der von einem Natriumsalz in einer Bunsenflamme erzeugte leuchtende Dampf in einem elektrischen Felde derart abgelenkt wird, daß man annehmen muß, der Dampf sei positiv geladen; doch wechselt nach ihm der geladene Zustand mit dem ungeladenen (neutralen) ab. Die von Lenard begonnene, von Prof. J. Stark und E. Jannicki fortgesetzten Untersuchungen der Spectra erklären diesen Wechsel vollkommen (s. Jahrb. V, S. 106), und wir brauchen uns zum Zweck des vollen Verständnisses dieser für den Bau der Atome wichtigen Erscheinung nur noch den Begriff der „Serien“ im Spectrum zu vergegenwärtigen.

Auf den ersten Anblick findet man bei Betrachtung der Spectra der Elemente wenig, was an Gesetzmäßigkeit erinnern könnte. Gewöhnlich scheinen die Linien, starke und schwache, gänzlich nach dem Zufall verteilt zu sein; nur ist es sehr auffällig, daß die Zahl der Linien in dem blauen und violetten Teil des Spectrums meistens viel größer ist als im roten und gelben Teile. Bei genauerer Betrachtung ergeben sich aber doch gewisse Gesetzmäßigkeiten. So folgen z. B. beim Wasserstoff die Linien von Rot beginnend nach Violetts ganz regelmäßig in immer kürzeren Abständen, bis sie schließlich im Ultraviolett, ganz dicht zusammenliegend, plötzlich aufhören. Manche Elemente besitzen auffallende zwei- oder dreifache Liniengruppen, die in allen Theilen des Spectrums immer wiederkehren. Auch einfache Elemente, wie Sauerstoff und Wasserstoff, liefern Bänder, in denen die Linienverticellen zweifellos eine gesetzmäßige ist.

Für die Wasserstofflinien wurde schon 1885 eine einfache mathematische Formel der Aufeinanderfolge entdeckt. So einfache Verhältnisse wie hier existieren bei den Linien anderer Elemente nicht. Aber auch bei diesen anderen Elementen ist es schließlich gelungen, ähnliche, wenn auch beträchtlich kompliziertere Beziehungen aufzufinden, und zwar sämtlich von derselben Form. Diese Gesetzmäßigkeit erfüllt, wie schon die Balmer'sche Formel, die Bedingung, daß die Linien nach dem Violetts zu immer enger zusammenstehen. Bezeichnet man die der Formel Balmer's sich einordnenden Linien als die Hauptserie des Elements, so erhalten wir für die übrigen Spectrallinien desselben eine oder zwei Nebenserien. Die Linien der Hauptserie sind alle scharf und erscheinen leicht umgekehrt, d. h. bei der Verdampfung des betreffenden Elements im elektrischen Lichtbogen findet leicht Absorption (Verschluckung gewisser Strahlengattungen) in den kälteren äußeren Theilen des Bogens statt und die helle Emissionslinie zeigt eine dunkle Linie in ihrer Mitte. Die Linien der ersten Hilfsserie sind kräftig und verwaschen, außerdem ebenfalls leicht umkehrbar, die der zweiten sind schwach, scharf oder nur einseitig verwaschen und erscheinen niemals umgekehrt.

Lenard nimmt nun an, daß die Hauptserie von elektrisch neutralen Atomen ausgesandt wird, die Linien der ersten, zweiten, dritten Nebenserie von Atomen, die durch Verlust von einem, zwei oder drei Elektronen verschiedenartig positiv geladen sind.

Eine merkwürdige Beobachtung an den Spektrallinien hat man ferner bei Betrachtung des sogenannten Zeemann Phänomens gemacht. Dieses Phänomen äußert sich darin, daß die von einer Zündflamme erzeugten Natriumlinien eine gewisse Verbreiterung erfahren, sobald ein kräftiges magnetisches Feld auf die Flamme einwirkt. Es findet hier eine unmittelbare Einwirkung der magnetischen Kräfte auf die Schwingungen der Ionen oder die Lichtschwingungen statt. Wird nun diese so beeinflusste Flamme durch ein Spektroskop betrachtet, so erscheint, wenn die Beobachtung senkrecht zur Richtung der magnetischen Kraftlinien stattfindet, jede Spektrallinie in zwei (ein Duplet) aufgelöst, bei Betrachtung in der Richtung der Kraftlinien dagegen in drei (ein Triplet). Man kann also sagen, das Zeemannsche Phänomen besteht darin, daß die Spektrallinien eines Elements durch magnetische Kräfte in mehrere aufgespalten werden. Die Wirkung des Magneten auf die Spektrallinie ist allerdings sehr schwach, und es bedarf sehr feiner Hilfsmittel, besonders der sogenannten Stufengitter (als Ersatz der Prismen und Gittersprismen), um diese Wirkung zu beobachten. Das Zeemannsche Phänomen liefert den Beweis, daß die Schwingungen leuchtender Gase durch negative Elektronen hervorgerufen werden.

An der Hand dieser Begriffe wenden wir uns einigen neueren Ergebnissen der Spektralanalyse zu.

In einer Arbeit über die Spektra des Sauerstoffes und den Dopplereffekt bei Kanalstrahlen kommt Stark*) zu einigen bemerkenswerten Ergebnissen.

Kassen wir, sagt Stark, die Serienlinien, ferner die im Lichtbogen und Funken erscheinenden Linien, die bis jetzt noch nicht in Serien geordnet

sind, unter der Bezeichnung „Linienpektra“ zusammen, so können wir auf Grund der untenstehenden Tabelle folgenden allgemeinen Satz aussprechen, der bis jetzt allen Prüfungen standgehalten hat: Die Träger der Linienpektra der chemischen Elemente sind ihre positiven Ionen. Dazu tritt als weiteres spezielles Resultat der Satz: Wie die spektralanalytische Untersuchung zeigt, kann ein Atom desselben chemischen Elements positive Atomionen von verschiedener Wertigkeit bilden, also durch die elektrische Dissoziation (Zerlegung des Atoms) eins oder mehrere negative Elektronen verlieren.

Während die zwei vorstehenden Sätze experimentell gut begründet erscheinen, hält Stark einen früher von ihm aufgestellten Satz für nicht genügend durch das Experiment gestützt, nämlich die Folgerung, daß Dupletserien von einwertigen, Tripletserien von zweiwertigen positiven Atomionen ausgesandt werden. Es scheint ihm jetzt durch die bisherigen Beobachtungen nicht ausgeschlossen, daß daselbst positive Atomion sowohl Duplet- als auch Tripletserien emittieren kann.

Noch ein anderes wichtiges Ergebnis ist aus der unten wiedergegebenen Tabelle zu entnehmen. Obwohl in der Chemie Helium und Argon keine Valenzen betätigen*, vermögen sie doch unter dem Stoß der Kanal- und Kathodenstrahlen ebenso wie die übrigen Elemente negative Elektronen abzugeben und positive Atomionen in den Kanalstrahlen zu bilden. Hieraus dürfte zu folgern sein, daß die Zahl der Stufen der elektrischen Dissoziationen, welche wir mit der in den genannten Strahlen konzentrierten Energie erzielen können, nicht zu beschränken ist auf die Zahl der Valenzen, welche die Chemie den einzelnen Elementen für die Erklärung der Struktur der Moleküle zukreibt. In der chemischen Wechselwirkung der Stoffe betätigen sich

*) Unter Valenz (Wertigkeit) versteht man diejenige Zahl der Atome des Wasserstoffes, die im Höchstmaß sich mit einem Atom eines anderen Elements verbinden können. Die Valenz 1 besitzen diejenigen Elemente, deren Atome nur ein Wasserstoffatom binden; die höchste bisher beobachtete Valenzzahl ist 7. Da Bismut, Argon und die übrigen Edelgase überhaupt keine chemische Verbindung eingehen, so ist ihre Valenz = 0.

*) Annalen d. Phys., Bd. 26 (1908), Heft 4.

Beobachtungen verschiedener Forscher über den Dopplereffekt bei Kanalstrahlen.

Element	Spektrallinien	Intensität		Vermutlicher Träger
		ruhende	bewegte	
Wasserstoff	1. Nebenserie von Duplets	klein	groß	einwertiges Atom Ion
Erbium	Hauptserie von Duplets	beob.	beob.	
Natrium	Hauptserie von Duplets	beob.	beob.	
Kalium	Hauptserie von Duplets	sehr groß	groß	" "
Quecksilber	1 u. 2. Nebenserie von Triplets	groß	mäßig	
		sehr groß	sehr klein	
Aluminium	2. Nebenserie von Duplets	sehr groß	klein	ein oder mehrwertige Atom-Ionen
		klein	groß	
Kohlenstoff	Funkenlinien	klein	groß	mehrwertige Atom-Ionen
		mäßig	groß	
Stickstoff	1. Nebenserie v. Dupl. u. Tripl.	sehr groß	mäßig	ein- oder mehrwertige Atom-Ionen
		sehr groß	mäßig	
Sauerstoff	scharfe Funkenlinien	sehr groß	sehr klein	ein- oder mehrwertige Atom-Ionen
		groß	groß	
Helium	diffuse Funkenlinien	mäßig	müßiger	mehrwertige Atom-Ionen
		groß	klein	
Argon	einfache und Dupletserien	groß	klein	ein- oder mehrwertige Atom-Ionen
		beob.	beob.	
	Linien des „blauen“ Spektrums	beob.	beob.	Atom-Ionen.

nach Stark's Meinung beim Aufbau der Moleküle nur die an der Oberfläche der Atome liegenden negativen Elektronen, die man deshalb Valenzelektronen nennen kann. Die Wirkung der Kathoden- und Kanalstrahlen dagegen beschränkt sich nicht auf die an der Oberfläche der Atome liegenden negativen Elektronen; dank ihrer Energie, die gewaltig groß ist, verglichen mit ihrer Masse, vermögen diese Strahlen auch aus dem Innern der Atome negative Elektronen heranzutreiben. Die Erfahrung der Spektralanalyse reicht weiter als diejenige der Chemie: sie erschließt uns nicht nur Erscheinungen an der Oberfläche, sondern auch Vorgänge im Innern der chemischen Atome.

Verknüpfen wir endlich die Tatsache, daß die neutralen Atome vieler Elemente im zugänglichen Gebiet des Spektrums keine Linien besitzen, mit der ziemlich gesicherten Tatsache, daß sie im zugänglichen Spektrum dann gewisse Linien ausstrahlen, wenn sie ein negatives Elektron verloren haben, und wieder ein davon verschiedenes Spektrum, wenn sie mehr negative Elektronen verloren haben, so liegt folgender Gedankengang nahe: Die Emissionsspektren der Serien- oder auch Funkenlinien sind gemäß dem Zeemann-Effekt ebenfalls negative Elektronen, sie müssen auch schon im neutralen Atom vorhanden sein, nur scheinen die Frequenzen ihrer Schwingungen so groß zu sein, daß sie in dem der Beobachtung unzugänglichen Violett liegen. Wenn aber ein negatives Elektron, das im neutralen Atom die Aufgabe hat, eine positive Ladung zu neutralisieren, aus diesem Atom fortgenommen wird, so werden die Schwingungshäufigkeiten jener Elektronen kleiner, sie rücken in das zugängliche Spektrum, analog dem Vorgange, daß durch Zurückdrehung der Schrauben, welche die Saiten eines Musikinstrumentes spannen, dessen Töne erniedrigt werden.

Wenn diese Folgerung einigermaßen der Wirklichkeit entspricht, dann müssen sich uns sofort folgende Fragen aufdrängen. Gibt es unter den zahlreichen Elementen nicht einige, deren Atome schon im neutralen Zustande im zugänglichen Spektrum solche Frequenzen besitzen, welche durch die Ionisierung in die Frequenzen der Funkenlinien übergehen? Sind vielleicht die seltenen Erden solche Elemente? Ferner müssen wir annehmen, daß die Bindung der Valenzelektronen an die eigenen Atome dadurch mehr oder weniger geändert werden kann, daß mehrere dieser Atome zu einem Molekül zusammentreten; ist dies der Fall, führt dann nicht auch schon diese Änderung der Bindung abtrennbarer negativer Elektronen solche Frequenzen des Atoms in den der Beobachtung zugänglichen Teil des Spektrums, welche bei vollständiger Ionisierung des Atoms als Funken- oder Serienlinien erscheinen? Oder mit anderen Worten: Bestehen manche Verbindungen neben den Bandenspektren der Valenzelektronen nicht auch Spektren, welche nichtabtrennbaren Elektronen des Atominnern eigen sind? Stark erhofft die Beantwortung dieser Fragen nicht von menschlicher Spekulation und Phantasie, sondern von einer ausdauernden experimentellen Forschung.

Eine Tatsache von großer Bedeutung, das Vorhandensein zweifacher Linienpektren eines und desselben Elements, ist neuerdings von E. Goldstein entdeckt worden*). Goldstein fand, daß Kalium, Rubidium und Cäsium je zwei Linienpektren besitzen, die keine einzige Linie gemeinsam haben. Das eine dieser Spektren ist das gewöhnliche, im elektrischen Lichtbogen erzeugte Serienpektrum, das auch durch schwache elektrische Entladungen hervorgerufen werden kann. Steigert man nun die Entladungsdichte, bezogen auf die Masseneinheit des Metall dampfes, erheblich über die bisher innegehaltenen Grenzen, so verschwinden die altbekannten Spektrallinien mehr und mehr, und es treten in großer Zahl neue, helle Linien auf, deren keine mit einer Bogenlinie zusammenfällt. Dieser Übergang von einem Spektrum zum anderen macht sich auch durch eine vollkommene Veränderung der Farbe der Entladung bemerkbar: so geht z. B. das Rosenrot des Rubidiums in prachtvolles Himmelblau über. Je niedriger das Atomgewicht des Metalls ist, desto größerer Entladungshärten bedarf es zur Erzeugung der neuen Spektren. Beim Natrium, das wie das Lithium zu derselben Gruppe wie die drei obigen Elemente gehört, konnte bisher auf diese Weise nur eine beträchtliche Schwächung der Serienlinien, beim Lithium überhaupt kein Resultat erzielt werden.

Mehrfache Linienpektren sind bisher nur bei einigen Edelgasen, nämlich drei beim Argon und je zwei beim Krypton und Xenon beobachtet worden. Ähnungen ihrer Existenz finden sich noch bei manchen Metallen, bei denen ein Unterschied zwischen dem Funken- und dem Bogenpektrum festgestellt ist. Besonders wichtig ist es aber, daß es Goldstein gelungen ist, auch bei den Halogenen (Elementen, die mit Metallen salzartige Verbindungen bilden), also bei Elementen, die nach ihrem chemischen Verhalten als die Antipoden der Alkalimetalle bezeichnet werden können, Doppelspektren zu finden.

Eine nähere Untersuchung des Bandenspektrums des Broms in elektrodenlosen Spektrallampen zeigte, daß diesem Bandenspektrum ein Linienpektrum aufgelagert ist. Sendet man nun durch die Bromröhre starke Flaschenentladungen, so wird über die Hälfte der Linien ausgelöscht, andere Linien werden heller, ja es treten sogar zahlreiche neue Linien auf, und nur ein kleiner Teil der Linien scheint sich nicht zu ändern. Ähnliche Beobachtungen wurden am Chlor und am Jod gemacht.

In der Erklärung dieser Erscheinungen weicht Goldstein von Lenard und Stark (s. oben) ab. Er nimmt an, daß die verschiedenen Ausstrahlungszentren der verschiedenen Spektren unterschiedene isomere oder polymere Aggregate darstellen. Nach seiner Anschauung sind derartige Aggregate oder Komplexe vielleicht die Vorbedingung für das Auftreten der gewöhnlichen Linien- und Bandenspektren. Werden nun durch übermäßig starke Kräfte (größere Entladungshärten) diese Aggregate in ihre Einzelteilchen zersprengt, so sollen die serienfreien Spektren auftreten; diese würden also

*) Naturwissenschaftliche Wochenschrift VII, Nr. 4.

den eigentlich freien, beziehungsweise isolierten Gasteilchen entsprechen und werden deshalb von Goldstein als „Grundspektra“ bezeichnet.

Vielleicht ist im Anschluß an Goldsteins Experimente noch die Entdeckung einer großen Reihe solcher neuen Spektra zu erwarten. Vielleicht ist auch die merkwürdige Tatsache, daß Kalium, Natrium und Cäsium bisher auf ihre Grundspektra vertreten sind, unter denen man sie, da man die Grundspektra bisher nicht kannte, natürlich nicht suchte. Diese äußerst interessante und wichtige Frage wird Goldstein durch experimentelle Prüfung zu entscheiden suchen.

Eine andere Veränderung zeigt sich bei den Bogenemissionspektren, wenn sie einem hohen Atmosphärendruck ausgesetzt werden. Humphreys hat mit Hilfe eines neuen Apparats diese Veränderungen bis zu einem Druck von 101 Atmosphären verfolgt, und seine photographischen Aufnahmen der so gewonnenen Spektra zeigen, daß mit gesteigertem Druck eine Verschiebung der Hauptstärke der Linien nach dem roten Ende des Spektrums eintritt, also eine Vergrößerung der Wellenlänge des die Linien erzeugenden Lichtes. Für verschiedene Elemente und für verschiedene Linien eines und desselben Elements ist jedoch diese Veränderung von sehr ungleicher Größe. Am stärksten verschoben wurden diejenigen Linien, die im magnetischen Felde den stärksten Zeemann-Effekt zeigen. Außer der Verschiebung zeigen die Linien auch die seit lange bekannte starke Verbreiterung, viele von ihnen zeigen auch sehr kräftige Umkehrung (Verwandlung der hellen Linien in dunkle, beziehungsweise umgekehrt). Merkwürdigerweise zeigen die Kohlenstofflinien selbst bei stärkstem Druck keinerlei Verschiebungen, sondern nur eine Verbreiterung.

Eine Untersuchung derselben Art, die Wirkung des Druckes auf die Bogenpektren des Eisens betreffend, hat W. Geoffrey Duffield ausgeführt.*) Die Experimente unter Drücken von 1 bis 101 Atmosphären bestätigen die Tatsachen der Verbreiterung, Verschiebung und Umkehrung der Spektrallinien für das Eisen.

Zum Schluß dieses Abschnitts sei noch kurz über einige das Helium betreffende Untersuchungen berichtet. Es gehört zu den wenigen Gasen, deren Überführung in die feste Form noch nicht gelungen ist. Vor kurzem glaubte ein holländischer Physiker, Kamerlingh Onnes, dies Ziel erreicht zu haben. Durch starke Zusammenpressung großer Heliummengen auf 100 Atmosphären, Abkühlung derselben mittels flüssigen Wasserstoffs bis auf -259 Grad und darauffolgende Ausdehnung

im luftleeren Raum wurde eine feste flockige Substanz gewonnen, die allerdings schnell wieder verdampfte, aber doch festes Helium darzustellen schien. Eine Nachprüfung hat es jedoch höchstwahrscheinlich gemacht, daß diese Flocken auf eine Verunreinigung des Heliums durch Wasserstoff zurückzuführen sind; die Verflüssigung des Heliums steht also noch aus.

Erfolgreicher war eine Untersuchung des Zeemannschen Phänomens beim Helium*). Bei der gleichen magnetischen Feldstärke zeigten sämtliche Heliumlinien gleiche Trennungen in Triplets; bei verschiedenen Feldstärken sind die Trennungen den Feldstärken proportional. Dieses von Zeemann und Lorenz schon vorausgesagte einfache Verhalten der Heliumlinien dient dazu, die Annahme zu verstärken, daß Helium unter den Ele-



Zodiakallicht mit drei Seitenstrahlen (nach Pechuel-Loesche).

menten eine Ausnahmestellung einnimmt. Die Heliumatome dürften Gebilde sein, die den normalsten, vielleicht einfachsten Bau unter den lichtausstrahlenden Atomen aller Elemente besitzen.

Atmosphärische Licht- und Farbenspiele.

Über eine merkwürdige, bisher anscheinend noch nicht beschriebene Erscheinung, Strahlen neben dem Zodiakallicht, berichtet Prof. Pechuel-Loesche.***) Schon vor mehr als vier Jahrzehnten, da er begann, allerlei Himmelercheinungen regelmäßig zu beobachten und ungewöhnliche farbig zu skizzieren, erregten in den Wundekreisgebieten des Atlantischen und Stillen Ozeans selten vorkommende, matt schimmernde Strahlen neben dem Zodiakallicht seine Aufmerksamkeit. Sie fanden, natürlich erst nach Eintritt voller Dunkelheit, zu zweien oder dreien säberförmig jenseit an der Südseite des Hauptlichtes und verblieben etwa nach einer Stunde. Wie mittelgroße und scharf gezeichnete geradlinige Kometen schweifartig ragten sie vom Sonnenorte auf, noch besser vergleichbar mit Lichtbündeln, die ins Dämmer-

*) Proceed. of the Royal Soc. ser. A., vol. 70.

*) Lohmann in Phys. Zeitf., IX (1908) Nr. 7.

**) Naturw. Wochenschr., VII, Nr. 50.

licht einer großen Halle einfallen. Niemals zeigten die Bewegung oder raschen Lichtwechsel.

Am auffälligsten im Auftreten dieser Erscheinung blieb das Ungleichmäßige in der Gestalt und der Lichtstärke. Bisweilen, selbst nach ganz nördlichen Sonnenuntergängen, war die Lichtstärke recht bedeutend und übertraf in den inneren Teilen merklich das Licht der hellsten Stellen der Milchstraße. Selbst der Vollmond vermochte ihr keinen Abbruch zu tun. Dann wieder fehlte fast jegliche Spur des Glanzes an Abenden, wo Purpurlicht und Dämmerungsbogen der Sonne sich in all ihrer Pracht entfaltet hatten.

Die erste Reihe dieser Beobachtungen Dr. Pechuel-Loelches fiel in die Sechzigerjahre. Nachher, bei Durchsicht der Literatur, erregte es seine Verwunderung, daß diese Strahlen, selbst in wärmeren Schilderungen der betreffenden Gegenden, nirgends erwähnt wurden, obwohl sie doch jedem Beobachter viel mehr in die Augen fallen mußten als Brücke und Gegenchein des Jodiakallichtes. So nahm der Beobachter während langer Dampferfahrten in den folgenden Jahrzehnten sowie in Westafrika die Suche nach den Strahlen wieder auf und fand sie nicht nur häufiger auftretend, sondern anscheinend auch deutlicher und höher aufragend und vielfach länger sichtbar. Einmal, am 20. Februar 1875, waren trotz sehr hellem Vollmondschein drei Strahlen bis zu 45 Grad Höhe gut erkennbar (s. Abb.) bis 9 Uhr 10 Min. Bei dem um diese Stunde bereits so großen Tiefstande der Sonne schien die Abnahme ausgeschlossen, daß die Lichtsäulen etwa ein Nachleuchten vorstellen könnten, zumal sie wie gewöhnlich nur einseitig lagen. Wobei nicht zu vergessen ist, daß Dämmerungsstrahlen eigentlich Schattenstrahlen sind, die die leuchtenden Farben des Himmels auslöschen. So ist denn diese merkwürdige Erscheinung immer noch unerklärt.

Unter den vielfachen merkwürdigen und gewaltigen elektrischen Entladungen, die sich im Gefolge der gegenwärtigen magnetischen Störungen in der Atmosphäre bemerklich machen, nehmen die seltenen Kugelblitze das Interesse vor allem in Anspruch, weshalb auch hier einige Erscheinungen dieser Art verzeichnet werden mögen.

Einen ungerschulichen Kugelblitz beschreibt Jsidora Bay*) aus einem kleinen Ort im Rhone-Departement folgendermaßen: Am 20. Mai 1907 um 11 Uhr abends, folgten sich drei heftige Donnerschläge in etwa 1 Sekunde Abstand. Hierauf sahen wir eine glühende Kugel von leicht rosaweißer Farbe und etwa 15 Zentimeter Durchmesser ungewöhnlich an der Wand eines Zimmers schweben, scheinbar an den Leitungsdraht der elektrischen Klingel 0.50 Meter über dem Knopf angehängt. So verblieb sie etwa fünf Minuten und verschwand dann, indem sie in der Wand ein Loch von 1 Zentimeter Durchmesser machte. In einem anderen Zimmer des Hauses, das mit dem ersten durch die elektrische Klingel verbunden war, hörte man eine Explosion, auch wurde in diesem Zimmer eine brennende Petroleumlampe ausgelöscht. Von da ging der Blitz in die Klosetts, wobei er in der Mauer ein Loch

machte, und erreichte den Boden durch die Wasserleitung. Ein starker Geruch nach Ozon verbreitete sich in dem Zimmer. Der Blitz war durch die Stange der Windfahne in das Haus getreten und hatte die Leitung der Klingel erreicht, indem er eine Mauer durchbohrte. Die Explosion in dem zweiten Zimmer fand statt, ohne daß draußen ein neuer Donnererschlag hörbar wurde.

Merkwürdigerweise berichtet das „W. N. Tagbl.“ genau vom selben Tage, dem 26. Mai 1907, aber aus einer ganz anderen Gegend, über eine Kugelblitzerscheinung folgendes:

Am 26. Mai, nachmittags gegen 1/5 Uhr, bemerkten Arbeiter bei einer Ventilation, die wegen der drückenden Luft unter freiem Himmel stattfand, eine Feuerkugel, die mit mittlerer Geschwindigkeit in der Richtung von Tustanowice auf Boryslaw wagrecht dahinschwebte. Die Kugel hatte den Umfang eines Meters. Bei einer Biegung des Weges, der von Wolanka nach Boryslaw führt, stieß die Feuerkugel an eine Kilometerlange, die auf einer Bauernhütte angebracht war, und zerfiel in drei Teile. Im selben Augenblicke erfolgte ein fürchterlicher Knall. Die Stange zerfiel in Splitter und aus der Kugel fuhren fünfzehn bis zwanzig Blitze nach allen Richtungen dicht über den Erdboden dahin, welche im Umkreise eines Kilometers einschlugen und zwölf Schächte gleichzeitig in Brand steckten. Ein Blitz fuhr neben der Bauernhütte, die unversehrt blieb, in die Erde und verglaste den Sand. Der Knall und der Feuerchein der angezündeten Naphthoschächte, der weithin sichtbar war, rief in Boryslaw und Drohobycz Entsetzen hervor. Die Brände wurden sämtlich in kurzer Zeit gelöscht. Immerhin ist der verursachte Schaden bedeutend. Verluste von Menschenleben sind nur deshalb nicht zu beklagen, weil Sonntags niemand bei den Schächten beschäftigt ist. Sonst wären die Folgen unabsehbar gewesen.

Vom 29. Mai 1908 meldeten die Tageszeitungen aus der Umgegend Berlins eine ähnliche Erscheinung. Während eines Gewitters senkte sich gegen 7/4 Uhr abends auf eine Jille, einen großen Segelfahn, die bei Heiligensee angelegt hatte, ein Kugelblitz nieder und bewegte sich in Kreiswindungen um den oberen Teil des Mastes, während gleichzeitig die Mastspitze von einem feurigen Strahlenfranz, einer Art Elmsfeuer, umgeben war. Die Erscheinung war etwa eine halbe Minute lang sichtbar; dann explodierte die Feuerkugel mit einem heftigen Knall und fast gleichzeitig verschwand das Strahlenbündel von der Mastspitze. Merkwürdigerweise hatte die eigenartige elektrische Entladung weder dem Mast noch der Jille Schaden zugefügt.

Aberhaupt scheint der Mai für derartige Erscheinungen prädestiniert zu sein. Am 21. Mai beobachtete die Mutter des Prof. Mensberger in Brigen gegen 9/2 Uhr abends nach heftigem Nachmittagsgewitter ebenfalls kugelblitzartige Lichter. Durch eine eigentümliche Helle im äußersten südlichen Winkel des Horizonts, wo die Berge zusammenzufließen scheinen, ans Fenster geleckt, gewahrt die Dame sehr rasch kommende und verschwindende Lichterscheinungen. Es zeigten sich große, helle

*) Compt. rend. 1908, Bd. 146.

Kugeln, größer als der Vollmond sich beim Aufgange über den Bergen präsentiert, dazwischen raketenähnliche Feuerstrahlen, die vom Kamm des Gebirges anzugehen schienen und sich nach oben garben- oder fächerförmig auseinanderbreiteten. Einmal sah es aus, als ob plötzlich ein feuriger Berg emporschosse; er war wie ein rötlicher Eisberg anzusehen und zeigte scharfe Grenzen. Alle diese Erscheinungen verbreiteten in ziemlich weitem Umkreise eine blutartige Helle, so daß die Formen der Berge deutlich zu sehen waren. Zwischen den einzelnen Erscheinungen war die Zeit sehr kurz, die Beobachterin konnte oft nur bis 8 oder 10 zählen, einigemal bis 16 oder 19 und nur einmal bis 24. Während der Erscheinungen selbst, die alle mehr rötlich als gelb waren, zählte sie bis höchstens drei.

Sonnenähnliche Kugeln, die ganz frei in der Luft schwoben, dürften sechs bis acht erschienen sein; die erste von ihnen war am schärfsten abgegrenzt, die letzten nicht mehr so deutlich. Gegen 10 Uhr beschränkte sich das Schauspiel auf heftiges Wetterleuchten.

Das Rätsel der Kugelblitz scheint von physikalischer Seite aus eine Lösung erwarten zu dürfen. Nachdem der italienische Physiker Professor Nighi mit Hilfe einer großen Elektrifiziermaschine und besonderer Vorrichtungen festgestellt, daß elektrische Entladungen solche leuchtenden Massen mit langsamer Fortbewegung bilden können, hat Prof. Trowbridge an der Harvard-Universität diese Experimente unter Benützung des Stromes einer gewaltigen Akkumulatorenbatterie von 20.000 Zellen wiederholt. Auch ihm gelang es, die leuchtende elektrische Masse zu erzeugen. Diese bewegte sich langsam zwischen den beiden Polen, und zwar bei zunehmender Stromstärke von der Anode nach der Kathode, bei abnehmender Stromstärke in umgekehrter Richtung. Als elektrischer Widerstand wurde fließendes Wasser benützt. Die künstlichen Kugelblitze wurden auch photographiert. Die Abbildungen zeigen, daß diese sonderbaren elektrischen Entladungen nicht einfach runde Kugeln sind, sondern eine etwas längliche, an einem Ende verdickte Gestalt besitzen. Trowbridge hält nach seinen Versuchen den Kugelblitz für eine Ionisation, die während eines Gewitters in verdünnten Teilen der Atmosphäre eintritt. Bei einer plötzlichen Zunahme des Luftdrucks gehen bei den Versuchen leuchtende Wellen von der Anode aus und gleiten langsam nach dem anderen Pol hin.

Aber eine andere eigenartige Lichterscheinung berichtet ein Offizier des Dampfers Senegambia, P. v. Döhren.*) Das Schiff befand sich auf der Reise von Hongkong nach Singapore, als der Wind am 21. nachmittags aus seiner bis-

herigen Richtung, NO N, plötzlich mit heftigem Regenfall nach W überging. Als der Berichtende um 12 Uhr nachts die Wache übernahm, war der Himmel bezogen, sonst aber sichtiges, trockenes Wetter. Zeitweise zeigte sich allmählich an Leuchstärke zunehmendes heftiges Wüten im südwestlichen Horizont.

(Um 1 Uhr 20 Min. erhob sich plötzlich zu beiden Seiten des Schiffes ein langer grauer Streifen, der wie leichter Nebel ansah, über das Wasser — Höhe etwa bis zur Höhe und Breite jederseits etwa 15 Meter — und sah so hell aus, als ob er durch darauffallendes Licht beleuchtet würde. Der Streifen war weit voraus von der Wache aus zu sehen, auch hinter dem Heck von Deck aus noch weit sichtbar. Das Auslösen der Lampen ergab, daß der Lichteffekt jedenfalls nicht vom Scheitern irgend welcher Lampen herrührte. Nach 20 Min. wurde die Erscheinung allmählich schwächer, bis nach 2 Uhr eigentlich nur noch hie und da eine Art helle Lichtflecken auf dem Wasser zu erkennen war. Um 2 Uhr 15 Min. war alles vorüber und nur noch für kurze Zeit ein flimmerndes Flackern der Luft zu beiden Seiten des Schiffes zu bemerken. Während der sehr imponanten Erscheinung stand eine Kumulus-Wolk von WSW nach SO.

Eine seltsame Erscheinung, das Feuer- oder Gespensterschiff, wird in der Bay Chaleur oder Baie des Chaleurs beobachtet, einer Meeresbucht, die von Osten her tief in die Halbinsel Neu-Braunschweig einschneidet. In diesem Meeres-teile, der in den großen Golf von St. Lorenz mündet, ist nicht selten eine höchst sonderbare Lichterscheinung wahrgenommen worden, die für Schiffer insofern gefährlich werden kann, als sie von ihnen für ein Feuerschiff oder ein anderes Seefahrzeichen gehalten werden kann. Da aber solche Feuer für die Schifffahrt in jener Gegend überhaupt nicht angebracht sind, kann es sich nur um eine Naturerscheinung handeln. Prof. Hanon, der sich mit diesem Phänomen eingehend befaßt und darüber an die Naturhistorische Gesellschaft von Neu-Braunschweig Bericht erstattet hat, kommt auch zu einer einleuchtenden natürlichen Erklärung. Er stellt fest, daß das Licht über den Wassern von Bay Chaleur zu allen Jahreszeiten auftritt, daß seine Erscheinung gewöhnlich einem Sturm vorausgeht und daß es am häufigsten in Form einer Halbkugel auftritt, deren ebene Fläche nach dem Wasser zu gerichtet sei. Zuweilen glühe das Licht einfach ohne viele Veränderungen der Form, während es zu anderen Zeiten sich zu schlanken, fortwandernden Säulen erhebt, deren zitternde und tanzende Bewegungen die Erscheinung noch wunderbarer und gespenstischer machen. Prof. Hanon hält das Naturschauspiel für ein St. Elmsfeuer, fügt aber hinzu, daß ein ähnliches von solcher Häufigkeit und Stärke aus keiner anderen Gegend der Erde bekannt geworden sei.

*) Annal. der Hydrogr. u. Marit. Meteorol., 55. Jahrg. 1907, Heft 4.

Das Lebensrätsel.

Allgemeine Biologie, Entwicklungslehre, Paläontologie.

Urzeugung, Leben und Tod. * Ausgestorbene Geschlechter * Mimikry und Schutzfärbung.

Urzeugung, Leben und Tod.

Zu den anziehendsten, aber auch am schwersten löslichen Rätseln des Lebens gehört die Frage nach seiner ersten Selbstzeugung, nach der Urzeugung. Mit dieser Frage streben wir hinab in die Abgründtiefen unseres Daseins; schon mancher glaubte die kostbare Perle der höchsten Erkenntnis vom Grunde geholt zu haben; aber bei Lichte besehen, erwies sie sich immer wieder als unecht, minderwertig, als verführerische Täuschung. Dennoch müssen wir jeden ernten Versuch, dieses kostbare Kleinod der Erkenntnis zu bergen, mit Aufmerksamkeit verfolgen: vielleicht daß doch einmal der rechte Taucher erscheint!

Diesmal hat es Dr. Friedrich Strecker unternommen, eine Lösung der Frage zu versuchen, u. zw. auf einem bisher nicht begangenen Wege.*) Hatte der große Botaniker Nägeli gesagt: „Die Urzeugung leugnen, heißt das Wunder verkündigen“, so lehrt Strecker den Spieß um, indem er ebenso apodiktisch, wie Nägeli die Urzeugung des Lebens behauptete, dieselbe in Abrede stellt, nicht dadurch, daß er lauter Wunder verkündet, sondern indem er in Verfolgung bisheriger entwicklungstheoretischer Gedankengänge fortschreitet. Alles deutet darauf hin, daß gleichzeitig mit dem allmählichen Entwicklungsgang unserer Mutter Erde auch das Leben bis zu seiner gegenwärtigen Form allmählich entstanden, aus den ursprünglich in den Planeten gelegten Faktoren hervorgegangen ist. Bezüglich der Entstehungszeit und Entstehungsform lassen sich zweierlei Anschauungen aufrecht erhalten.

Die erste Theorie verlegt den Anfang des Lebens in jene Erdpepe, in der sich der Wasserdampf der Atmosphäre allmählich abzukühlen und tropfbarflüssig immer reichlicher auf die Erdoberfläche niederzulassen begann. Wenn Leben in einer plasmatisch weichen Substanz entstehen sollte, so müßte, wie man meint, eine gewisse Verdichtung der Materie vorliegen und damit Lebensbedingungen für dieses Plasma. In einer Zeit, da die Erde in Aufruhr begriffen war und durch siedend heiße Temperatur fortwährend die gebildeten Verbindungen gewaltsam wieder getrennt wurden, konnte unmöglich Leben existieren oder sich bilden. Dieses plasmatische Leben konnte nur in einem Urmeere oder Urschlamm sich erzeugen, unter ähnlichen Bedingungen, wie sie noch heute für die Urschleimtiere bestehen.

Dieser Richtung der Wissenschaft kommt es also darauf an, die Urzeugung des plasmatischen Lebens zu finden. Diese Ur-

zeugungstheorie ist gewiß richtig. Aber ist damit die Frage nach der Urzeugung des Lebens überhaupt beantwortet? Keinesfalls! Das Leben muß viel tiefer liegen; denn jenes Plasma hat Vorstufen, hoch komplizierte Verbindungen, wahrscheinlich Eiweißverbindungen von recht verwickeltem Bau, die sonst nirgends in der Welt des Anorganischen sich finden und für das Lebende kennzeichnend sind. Auch diese Eiweißsubstanzen hatten wiederum Vorstufen, ebenfalls spezifischer Art, nur nicht so hoher Struktur und Komplikation. Sie waren einfacher, aber auch unterschiedlich von allem Anorganischen.

Mit wirklichen Entstehungshypothesen beschäftigt sich daher nur die zweite Gruppe von Forschern, die das erste Leben in eine sehr viel frühere Zeit verlegen und es an eine noch viel einfachere Form binden, als sie selbst die primitivsten heutigen Plasmaorganismen zeigen. Sie behaupten geradezu, daß ein glühender Erdoberflächenzustand zur Entstehung des Lebens unbedingt notwendig war (s. hiezu Jahrb. I, S. 152). Es gibt gewisse komplizierte Verbindungen, die Cyanverbindungen, die sich durch leichte Zersetzbarkeit auszeichnen und mancherlei Ähnlichkeiten mit der lebenden Substanz besitzen. Diese Verbindungen entstehen nur in der Glühhitze. Und so könnten sich eben auch die spezifischen Vorstufen der Lebenssubstanz nur gebildet haben, als die Erdoberfläche noch unerlöschene Gluten besaß. Bei der großen Zersetzbarkeit und Wandlungsfähigkeit ihrer Verbindungen konnten diese Vorstufen ausgedehnte Wechselwirkungen unterhalten, es konnten vielleicht bestimmte Verdichtungen und — durch Zusammenlagerungen — immer kompliziertere Strukturen aus ihnen hervorgehen.

Aber auch damit ist die Sache nur verschoben; von einer Urzeugungstheorie des Plasmas gelangen wir zu einer ebenso gerechtfertigten Urzeugungstheorie der Kohlenstoffverbindungen. Aber ist damit die Urzeugung des Lebens erschlossen? Plasma, Kohlenstoffverbindungen sind nur bestimmte Lebensstufen, bestimmte spezifisch-chemische Vorbedingungen; sollten nicht auch diese ihre Vorstufen haben? Und welches sind diese Vorstufen?

Das ist jetzt, so sagt man, das Gebiet des Anorganischen. Die Vorstufen sind so einfach geworden, daß man sie nur gleichstellen kann der einfachsten anorganischen Materie. Eben aus diesem Anorganischen hat sich das Organische, das Leben in immer steigender Kompliziertheit herausgebildet.

Gegen diese Annahme nun wendet sich Dr. Strecker mit aller Entschiedenheit. Lebende Substanz entsteht heutzutage nie und nimmer aus leblos, sondern stets nur wiederum aus leben-

*) Archiv f. Hydrobiologie u. Pflanzenkunde, Bd. 4 (1908), Heft 1.

der Substanz. Wenn Lebewesen, insbesondere Pflanzen anorganische Stoffe aufnehmen und durch zerlegende und zusammensetzende Tätigkeit verarbeiten und für ihren Aufbau verwenden, so hat dies mit der Entstehung der lebenden Substanz selber, mit der Kenntnis von den eigentlichen Lebensvorgängen nicht das geringste zu tun.

Wenn wir, fährt Streckert fort, jetzt einmal jene vermeintlichen Vorstufen der lebenden Substanzen ins Auge fassen und uns an die vorher erwähnten Cyanverbindungen erinnern, so sind deren Grundbestandteile die Elemente Kohlenstoff und Stickstoff (C und N). Wer sagt uns jetzt, daß diese Elemente anorganisch sind?

Nur der fonderbare Kohlenstoff ist es, der das Organische, das Lebende als Grundbestandteil charakterisiert. Und gerade er nimmt in dem periodischen System der Elemente eine ganz besondere Stellung ein, eine Mittel- und Gleichgewichtstellung, die er wie jedes Lebewesen zu wahren sucht. Schon diese Analogie gibt zu denken. Und die Elemente selbst allesamt, wann sind sie denn anorganisch, leblos? Offenbar nur, wenn ich sie alle wohl verschlossen nebeneinander in Retorten halte; nicht aber, wenn sie sich frei miteinander paaren können.

Durch Zersplücken der Lebewesen und Lebensvorgänge ist das Leben nicht zu ergreifen. Leben ist nicht eine Auflösung, Analyse, Zergliederung, sondern Leben ist eine Synthese, ein sich kombinierender Prozeß. Niemals wird die Wissenschaft dem Rätsel des Lebens auf die Spur kommen, wenn sie sagt, das Leben ist aus dem Anorganischen entstanden. Die Lebenssubstanz ist zwar aus den einfachen Elementen aufgebaut; aber am Anfang waren nicht die einfachen Elemente unabhängig voneinander da, sondern ein Prozeß war da, ein unaußerbliches Vernichten und Zusammentreten, ein Zerstören und Bleiben, ein Untergehenmüssen und ein Erhaltungstun. In diesem Erhaltungstun verbarb sich schon das Lebende, und es barg sich in all diesen regen Prozessen längst, bevor eine Cyanverbindung auftrat, längst, bevor ein Kohlenstoff oder ein anderes Element in seiner heutigen Ausprägung vorhanden war. Dem sicherlich waren auch die Elemente nicht immer so, wie wir sie heute vor uns sehen, alle Elemente haben ihre Entstehung, ihre Entwicklung durchgemacht.

Wohin ist also der Anfang des Lebens zu sehen? Nicht in die Urzeugung des Plasmas, nicht in die Urzeugung der ersten organischen Kohlenstoffverbindungen, sondern an den Anfang aller Entwicklungsprozesse überhaupt, an den Anfang der Welt. In jenen Urnebeln, die wir auch heute noch im Weltraum beobachten können, herrscht das Leben genau so wie in jenem Urnebel, aus dem unser Sonnensystem mit der Erde hervorging. Und hier herrschte nicht das Leben in der Substanzform, die wir immer mechanisch analysieren, zersplücken wollen, sondern das Lebensprinzip, das Bestreben, sich im Gleichgewicht zu erhalten bei dem Wandel der Welt und ihrer Prozesse.

Leben ist das Bestreben, eine absolut primäre, d. h. nicht erst irgend wie nachträglich erlangte Bewegungsfähigkeit

zu erhalten. Eine Urzeugung des Lebens feststellen zu wollen, ist ein voller Irrtum; das Lebende hat vielmehr genau in demselben Augenblick angefangen wie das Anorganische, und mit demselben Rechte wie nach seiner Urzeugung könnte man nach der Urzeugung des Anorganischen forschen.

Auch Prof. O. Lehmann kommt in einer neueren Darstellung seiner Untersuchungen über „scheinbar lebende Kristalle, Pseudopodien, Eilien und Muskeln“ zum Schluß noch auf die Frage nach der Entstehung der Lebewesen.*) Er hält es für wahrscheinlich, daß die Bewegungsercheinungen bei Organismen, die bisher allerdings physikalisch nicht zu deuten sind, vielleicht doch noch einmal eine vollkommene Erklärung, etwa auf Grund der Wirkung von Gestaltungs- und Umwandlungskraft, erfahren können.

Die Probe auf die Richtigkeit der Erklärung wäre in der Weise zu machen, daß man künstlich einen Motor herstellt, der in gleicher Weise wie der Muskelmechanismus eines Lebewesens chemische Energie direkt in mechanische verwandelt. In wirtschaftlicher Hinsicht wäre ein solcher Motor von der größten Bedeutung, da er in bezug auf Wirkungsgrad und geringes Gewicht voransichtlich alle bekannten und möglichen thermodynamischen Motoren übertreffen würde.

Ob es nach Lösung dieser Aufgabe gelingen könnte, künstlich ein Lebewesen herzustellen, ist eine andere Frage. Diese Frage erscheint unlöslich, solange man den Satz von der Unmöglichkeit der Urzeugung als Axiom betrachtet.**) Der Umstand jedoch, daß auf der Erde nicht immer dieselben Lebewesen vorhanden waren wie heute, sondern eine „Entwicklung“ stattgefunden hat, spricht durchaus nicht für jenes Axiom. Daß heute Urzeugung nicht mehr stattfindet, kann darin seinen Grund haben, daß früher die Bedingungen andere waren. Die Temperatur der Sonnenoberfläche ist heute etwa 6000 Grad, demgemäß liegt das Energiemaximum im gelbgrünen Teile des Sonnenspektrums. Früher, als die Temperatur der Sonne, die seitdem ungebener viel Energie eingebüßt hat, außerordentlich viel höher war, lag das Energiemaximum im ultravioletten Teile des Spektrums, die Sonne produzierte hauptsächlich chemisch wirkende Strahlen, vielleicht sogar Radiumstrahlen, eine Wirkung, über welche wir gar nicht Bescheid wissen können, da die Temperatur eines Körpers künstlich nicht über 4000 Grad gesteigert werden kann.

Man hat wohl die Unmöglichkeit der Urzeugung darauf zurückgeführt, daß sich die festlichen Erscheinungen nicht mechanisch erklären lassen, daß außer Stoff und Kraft noch ein weiterer Faktor zu einem Lebewesen gehöre, eine „Seele“, welche Lenke und eingreifen kann. Doch besteht diese Schwierigkeit nur für die dualistische Theorie, nicht für die monistische, den Hylozoismus (Lehre von der Beselung des Alls), der jedem einzelnen Atom eine von ihm untrennbare Seele zuschreibt und die psychischen Fähigkeiten der Lebewesen durch

*) Biolog. Centrabl., Bd. 28 (1908), Nr. 15 u. 16.

**) Ein Axiom ist ein Satz von so einleuchtender Gewißheit, daß er eines Beweises weder bedarf noch fähig ist.

das Zusammenwirken der Atomseelen erklärt. Im Kristall, in welchem jedes Atom ein den Naturgesetzen folgendes Ganzes darstellt, ist ein solches Zusammenwirken ausgeschloffen, der Kristall ist kein Lebewesen. Im Organismus können sich die Atome wegen der angenehmen Seelenverbindung anders verhalten, als physikalische und chemische Gesetze vorschreiben, so lang e diese Verbindung besteht, solange der Organismus lebt. Tod bedeutet Aufhebung der Verbindungen zwischen den Atomseelen. Urzeugung ist unmöglich, weil Atomseelen-Verbindungen nicht von selbst eintreten können. Vielleicht hängt dies damit zusammen, daß nicht die chemischen Atome in Betracht kommen, sondern die weitaus kleineren Urteilchen, zu deren Kenntnis die Erscheinungen der Radioaktivität geführt haben. Der Beweis derartigen Hypothesen kann aber natürlich nur in der Weise erbracht werden, daß wirklich künstlich ein Lebewesen hergestellt wird, wenn auch nur ein solches einfacher Art. Diesen Beweis, oder eventuell den Beweis des Gegenteils, wird man aber nur erbringen können, falls zunächst die Kräfte und Stoffe, welche in Organismen in Aktion treten, mit aller Präzision erforscht sind. Die Untersuchung der flüssigen Kristalle dürfte solche Forschung wesentlich fördern.

Im Anschluß an diese Betrachtungen ist die Frage von Interesse, bis zu welcher Größe her ab man Organismen erwarten könne. Bekanntlich können mittels einer neuerdings besonders von Siedentopf und Szigmondy ausgebildeten Methode Körperchen, die im Mikroskop nicht mehr sichtbar sind, zur Sichtbarkeit gebracht werden. Man nennt solche Teilchen ultramikroskopisch, jenseits der mikroskopischen Wahrnehmung stehend (s. Jahrb. II, S. 179), und nimmt an, daß sie kleiner als $\frac{1}{4} \mu$ sein müssen. Organismen, deren Größe unterhalb dieser Grenze läge, wären also Ultramikroorganismen. Die Frage, ob es solche Lebewesen gibt, wird von H. Molisch untersucht und vorläufig mit nein beantwortet.* Es ist nach seiner Ansicht bisher kein einziger Organismus mit Sicherheit nachgewiesen, der ultramikroskopischer Natur wäre. Wenn auch die Möglichkeit, daß es ultramikroskopische Lebewesen gibt, nicht bestritten werden soll, so wird doch die künftige Forschung wohl zeigen, daß dieselben, falls sie überhaupt existieren sollten, keineswegs häufig, sondern relativ selten sind.

Die im Ultramikroskope wegen der Kontrastwirkung zwischen Hell und Dunkel so deutlich und leicht wahrnehmbaren Mikroben sind nach Molisch' Untersuchungen nicht von ultramikroskopischer Größe; denn sie können bei genauer Beobachtung auch mit dem gewöhnlichen Mikroskope stärker Leistungsfähigkeit bei gewöhnlicher Beleuchtung gesehen werden und entpuppen sich in der Regel als Bakterien. Sogar das anscheinend kleinste dieser Wesen, der von NoCARD und Roux entdeckte Erreger der Lungenseuche der Rinder, gibt sich bei sehr starken mikroskopischen Vergrößerungen in beweglichen, lichtbrechenden Pünkt-

chen zu erkennen, die allerdings von solcher Winzigkeit sind, daß es selbst nach durchgeführter Färbung schwer ist, ihre Form zu bestimmen.

Im Abereinflimmung damit steht die Tatsache, daß alle bekannten Bakterien, welche auf festen Nährböden Kolonien bilden, stets mikroskopisch auflösbar sind. Kämen ultramikroskopische häufig vor, wie von anderer Seite behauptet ist, so ließe sich erwarten, daß doch wenigstens hier und da Kolonien von solchen Lebewesen auf festen Nährböden auftreten und dadurch auch für das freie Auge sichtbar werden. Das hat aber bisher kein Bakterienforscher feststellen können; alle Bakterienkolonien erwiesen sich unter dem gewöhnlichen Mikroskop als aus mikroskopischen Bakterien zusammengesetzt, die im äußersten Falle noch als winzige Pünktchen erschienen.

Im ehesten wäre bei der Maul- und Klauen-seuche, bei der Mosaikkrankheit des Tabaks und gewissen anderen Krankheiten, deren Erreger noch unbekannt sind, an einen ultramikroskopischen Organismus als Krankheitserreger zu denken; es könnte aber auch sein, daß es sich hier und in entsprechenden Fällen gar nicht um ein krankheitserzeugendes Lebewesen, sondern um eine Stoffwechselkrankheit handelt, das heißt um ein im Organismus erzeugtes Gift, das die Bildung von neuen Gifte nach sich zieht.

E. Errera hat in einer Abhandlung über die Kleinheitsgrenze der Organismen die Frage aufgeworfen, ob es berechtigt sei, die Existenz von Organismen anzunehmen, die im Verhältnis zu den gewöhnlichen Mikroben ebenso äußerst klein sind, wie letztere im Verhältnis zu den großen Tieren und Pflanzen.

Bacterium Termo mißt 1,5 bis 2μ in der Länge, ist also linear 1,000.000mal kleiner als der Mensch, 100.000.000mal kleiner als die höchsten Gewächse, die australischen Mangummis oder die amerikanischen Mammutbäume (Eucalyptus und Sequoia). Gibt es nun Lebewesen, die wiederum 1,000.000mal oder auch nur 100.000mal oder 10.000mal kleiner sind als die gewöhnlichen Bakterien? Errera berechnet aus der Größe und dem Gewicht der Moleküle, daß ein Mikrokokkus von $0,1 \mu$ Durchmesser höchstens 10.000, ein solcher von $0,05 \mu$ Durchmesser nur 1000 Eiweißmoleküle und ein solcher von $0,01 \mu$ nur 10 Eiweißmoleküle enthalten würde. Ist die Molekulartheorie der Materie richtig, so ist es ebenso wahrscheinlich, daß es keine Organismen geben kann, die sich in der Größe zu den gewöhnlichen Bakterien verhalten wie diese zu den höheren Organismen. Wesen aus so wenig Eiweißmolekülen wären wohl kaum lebensfähig. Ja, es kam nach Erreras Berechnungen nicht einmal Lebewesen geben, die einige hundertmal kleiner sind als die bekantesten, während die unsichtbaren Mikroben, die die Klauen-seuche, die Rinderpneumonie, die Schafblattern, die Tabakmosaikkrankheit u. a. erregen, wahrscheinlich nicht viel kleiner sind als die kleinsten sichtbaren Mikroben.

Der Botaniker Nägeli hat gelegentlich der Besprechung des Problems der Urzeugung den Gedanken ausgesprochen, daß wir nicht annehmen

*) Botan. Zeitung, 1. Abt., 66. Jahrg. (1908), Heft 7.

dürfen, die zuerst durch Urzeugung entstandenen Lebewesen seien die uns heute bekannten niedersten Organismen gewesen. Bakterien, Chroococcyen, selbst Haeckels Moneren können es nicht gewesen sein, da sie schon eine viel zu hohe Organisation besitzen. „Die Wesen, die einer spontanen Entstehung fähig sind, kennen wir also nicht. Sie müssen eine noch einfachere Beschaffenheit haben als die niedrigsten Organismen, welche uns das Mikroskop zeigt; darin liegt auch der Grund, daß sie noch nicht entdeckt sind. Je einfacher die Organismen, um so kleiner sind sie auch. Da nun die Größe der bekannten niedrigsten Pflanzen und Tiere schon an der Grenze der Sichtbarkeit sich befindet, und da es so keine Spaltpilze gibt, daß sie kaum gesehen und bloß durch ihre ferngehenden Wirkungen sicher erkannt werden, so können, wenn es noch einfachere Wesen gibt, dieselben unter der mikroskopisch erkennbaren Größe sich befinden.“ Das durch Urzeugung entstehende Lebewesen muß nach Nägeli vollkommen einfach gewesen sein, es konnte nur aus einem Tröpfchen in sich gleichartigen, aus Eiweißkörpern aufgebauten Plasmas bestehen.

Zeigt uns nun das Ultramikroskop irgendwo Ultramikroben der geschilderten Art? Lassen sich solche ultramikroskopische Verlusten des Lebendigen, „Probiot“, Vorlebewesen, nennt sie Nägeli, heute nachweisen? Nach Molesch's Ansicht ist das bisher nicht gelungen. Die lebende Substanz scheint in Form des individuellen Lebens zum mindesten in der Regel über eine untere Grenze, die mit der mikroskopischen Wahrnehmung unserer besten Immersionssysteme so ziemlich zusammenfällt, nicht hinauszugehen, vielleicht, weil das Lebendige eine so komplizierte chemische Zusammensetzung und Organisation aufweist, daß diese nur innerhalb eines gewissen Volumens möglich ist, welche schon an die Grenzwerte der mikroskopischen Wahrnehmung knapp heranrückt oder mit ihnen zusammenfällt.

Der Annahme, daß Lebenskeime von anderen Weltkörpern auf die hinreichend abgekühlte Erde gelangt seien, schien die Kälte des Weltraumes bisher im Wege zu stehen. Die Verflüssigung der Luft hat es neuerdings möglich gemacht, die Frage nach den Kältengrenzen des Lebens weit schärfer zu beantworten als bisher. Ganz besonders widerstandsfähig zeigten sich dabei die niedersten Organismen. Pestbazillen, mehrere Monate auf -51 Grad abgekühlt, blieben lebend, während Diptheriebazillen bis -60 Grad aushielten. Tuberkelbazillen verlieren ihre Lebensfähigkeit nach einstündigem Verweilen in einer Temperatur von -100 Grad durchaus nicht, starben vielmehr erst bei 100 Grad Kälte ab. Am hartnäckigsten zeigten sich die Eiterkokken, die bei 220 Grad die Lebensfähigkeit behielten; selbst nach Eintauchen in eine Kälte von 252 Grad besaßen einige noch ihre Vitalität. Bemerkenswert ist, daß auch Pflanzenamen ähnliche Widerstandsfähigkeit zeigten, was vielleicht auf ihren geringen Wassergehalt zurückzuführen ist; sie sind infolgedessen auch sehr langlebige.

Die Langlebigkeit der Pflanzensamen ist der Gegenstand einer Untersuchung des

französischen Botanikers P. Baccuerel.*) Während man früher auf Grund irtümlicher Berichte über das Keimen von Mumienweizen und Sämereien aus Prähauten eine fast unbegrenzte Erhaltung des schlummernden Samenlebens annahm, ist man heute auf den entgegengegesetzten Standpunkt gekommen und neigt zu einer Unterschätzung der latenten Lebensdauer. Baccuerel führte nicht nur die Versuche seiner Vorgänger an, sondern teilt auch seine eigenen, sehr interessanten Erfahrungen, die er in Gemeinschaft mit Alphons de Candolle gemacht hat, mit. Im naturgeschichtlichen Museum zu Paris erhielten die Forscher eine große Anzahl alter Sämereien, deren Ankunftsdatum im Laboratorium genau vermerkt war. So verfügten sie über nahezu 500 Arten aus den 50 wichtigsten Familien der Monokotyledonen und Dikotyledonen von einem zwischen 25 und 155 Jahren schwanfenden Alter.

Diese Samen, gewöhnlich zehn von jeder Art, wurden sorgfältig mehrmals in destilliertem Wasser gewaschen, alsdann, wenn die Samenhaut undurchlässig erschien, zum Teil entrindet und auf feuchter Baumwolle in mit Glaszylinder bedeckten Gefäße während mehr als einem Monat der ständigen Temperatur von 28 Grad ausgesetzt. Das Ergebnis war überraschend.

Unter den Monokotyledonen oder Einjammlappigen, den Gräsern und Winjen, Palmen und Liliengewächsen, gelangte nicht ein einziger Same zum Keimen. Unter den Dikotyledonen lieferten vier Familien, Schmetterlingsblütler, Nolumbien, Malvengewächse und Lippenblütler, Keim-erfolge. Von 90 Arten Schmetterlingsblütler lieferten 18 ein Ergebnis, darunter *Cassia bicapsularis*, von deren 87 Jahre alten Samen noch drei keimten, *Cytisus bilorus* mit 84 Jahren, *Acea* von 68, *Eisen* von 65 Jahren bis zu Samen von 57 und 28 Jahren herab. Aus der Familie der Nolumbien keimten aus drei Arten im Alter von 56, 48 und 18 Jahren fast alle Exemplare. Die einzige noch keimfähige Malvacee, *Lavatera pseudo-Olbia*, war 64, der einzige noch keimende Lippenblütler, *Stachys nepetaefolia*, 77 Jahre alt. Dagegen lieferten die Knöteriche, Chenopodiaceen oder Meliden, Hahnenfußgewächse, Wasserrosen, Wolfsmilcharten, Kreuzblütler, Nohngewächse, Nelken, Rosaceen, Steinbreche, Wegeriche u. a. auch aus ihren jüngsten Jahrgängen keinen einzigen Keimerfolg.

Baccuerel hat eine Reihe von Untersuchungen über den Gasaustausch der in schlummerndem Zustand befindlichen Samen, über ihr Verhalten zur Dunkelheit, zum Licht, zum Wassergehalt und andere bei solchen Experimenten in Frage kommenden Punkte angestellt. Wir brauchen auf diese Einzelheiten hier nicht näher einzugehen, denn sie lehren uns über die Frage, wie lange latentes Leben dauern könne, wenig oder gar nichts. Aber auch die Versuche Baccuerels sind zur Entscheidung dieser so interessanten und wichtigen Frage durchaus ungeeignet, da sie sich unter durchweg unnatürlichen Bedingungen abspielten. Die

*1) Annales des Sciences Nat., 85. Jahrg., Tome V. Nr. 4. u. 5.

Natur bewahrt die ruhige Samen nicht jahrhundertlang im Laboratorium. Latent wird das Leben nur, wenn der Same, der zum Keimen nach mehrwöchiger oder etwas längerer Samenruhe bestimmt ist, in eine Lage kommt, die das Keim verhindern würde, ans Tageslicht zu bringen, also in größere Erdtiefe oder auf den Grund und in den Schlamm von Gewässern. Hier müssen wir es schon als eine wunderbar zweckmäßige Einrichtung betrachten, daß ein solcher Same nicht zum Keimen schreitet, sondern Jahre und Jahrzehnte hindurch der Auferstehung harret. Ganz abgesehen davon aber, daß Becquerels Versuche mit sozusagen untanglichen, sondern ganz unzweckmäßigen und unnatürlichen Bedingungen aufbewahrt Material gemacht wurden, gestaltete sich die Ausführung des Versuchs ebenso unnatürlich. Nicht in feuchter Matte, dem Licht ausgesetzt und bei 28 Grad Wärme pflegen Samen zu keimen, sondern in kühler Erde, unter einer mehr oder minder schwachen Erdschicht, die sie dem Licht entzieht. Wer weiß, ob nicht mehr und ob nicht noch ältere Samen gekeimt wären, wenn die Versuchsbedingungen weniger laboratorienmäßig gestaltet worden wären. Immerhin aber bleibt es erstaunlich, daß unter so unnatürlichen Bedingungen selbst 80 bis 90 Jahre alte Samen wieder zum Leben erwachen. Wären sie vorzüglich im Erdboden zum Keimen gebracht, so hätte sich vielleicht auch noch beobachten lassen, ob sie zur Blatt- und Stengel- oder gar zur Blüten- und Fruchtbildung fähig waren.

Muß nun einerseits die Möglichkeit der Verlängerung des Lebens, auch des menschlichen, beträchtlich über die ihm nach dem gewöhnlichen Lauf der Dinge gesteckten Grenzen zugegeben werden, so steht andererseits doch das endliche Erlöschen jedes organischen Daseins fest, und die Frage drängt sich auch dem Gedankenlosen auf, warum denn, was besteht, auch wert sei, daß es zu Grunde geht. Eine Antwort darauf versucht Prof. H. Ribbert*) in seiner Arbeit über den Tod aus Altersschwäche zu geben.

Wie der Krankheitstod auf anatomische Veränderungen in den Zellen zurückzuführen ist, so muß auch für den Alterstod, den natürlichen Tod, eine anatomische Ursache vorhanden sein. Die Lebensdauer der Zellen muß von Bedingungen abhängen, die in ihnen selbst, in ihrer Entwicklung gegeben sind; Veränderungen, die im Protoplasma und Zellkern allmählich eintreten, sich aus dem gesamten biologischen Verhalten notwendig ergeben, müssen schließlich der weiteren Fortdauer des Lebensprozesses ein Ziel setzen.

Welches sind nun diese Veränderungen, und wo finden sie statt? Der Krankheitstod ist beinahe stets ein Herztod, denn auch Erkrankungen der Lungen, Nieren, Arterien, Infektionskrankheiten u. a. führen zum Stillstand des Herzens. Aber er kann auch vom Gehirn ausgehen und durch Vermittlung der Nerven erst den Stillstand des Herzens herbeiführen. Jedoch auch bei dem eigentlichen Herzstod stirbt nach Prof. Ribbert zuerst das Ge-

hirn. Seine geringe Widerstandsfähigkeit geht schon daraus hervor, daß die Gangliennervenzellen nicht die Fähigkeit der Regeneration (Selbsterneuerung) besitzen. Verjüngte, angeschnittene Teile eines lebenden Gehirns durch Verpflanzung auf ein anderes zum Weiterleben zu bringen, sind immer erfolglos geblieben. Das Herz dagegen besitzt eine außerordentliche Widerstandskraft; noch 24 Stunden nach dem Eintritt des Todes kann es zum Schlagen gebracht werden. Beginnt das Herz aus einer Krankheitsursache zu erlahmen, so erhält das Gehirn nicht mehr die genügende Blutmenge und stirbt, und nun muß auch das Herz stillstehen.

Da nun beim Krankheitstode das Gehirn immer zuerst stirbt, so wird, nach Prof. Ribbert, dies auch bei dem natürlichen Tode der Fall sein; eine Bestätigung dafür bildet die Art und Weise, wie der natürliche Tod eintritt, nämlich in Form zunehmender geistiger Schwäche und allmählichen Einschlafens. Ist aber der natürliche Tod ein Gehirntod, so muß es sich bei ihm vor allem um Veränderungen in den Ganglienzellen handeln. Nach Metschnikoff ist das Greisenalter auch eine Krankheitserscheinung, für die er vor allem die Darmgänge verantwortlich macht. Prof. Ribbert teilt diese Ansicht nicht; denn der natürliche Tod komme tatsächlich, wenn auch nicht häufig vor, nachdem der Lebenstrieb vorher völlig erloschen sei. Bei den Zellveränderungen der aus Altersschwäche Gestorbenen handelt es sich stets um eine Atrophie (Ernährungsangel) der Organe und ihrer Gewebe. Die Arterien verlieren ihre Elastizität, ohne jedoch verkalft zu sein, das Bindegewebe wird zäher, verdichtet, also weniger geeignet, seine Dienste zu verrichten, und diese funktionelle Beeinträchtigung der nicht zellulären Teile muß die hoch differenzierten Zellen der wichtigsten Organe, besonders des Gehirns, in Mitleidenschaft ziehen. Die Veränderungen in den einzelnen Organen machen sich vor allem am Herzen und an den Arterien bemerkbar, aber durch diese gegenseitige Beeinflussung kann der Tod noch nicht zu stande kommen: das Herz tut seinen Dienst bis ins höchste Alter.

Was beim Altern im Gehirn vorgeht, beschränkt nach Ribbert in folgendem: In den Ganglienzellen häufen sich immer stärker die Pigmentkörner, und Hand in Hand mit der immer intensiver werdenden Pigmentierung vollzieht sich die Verkleinerung, die Atrophie dieser Zellen. Die Pigmentkörner sind langsam sich anhäufende Stoffwechselprodukte, Schlacken, die ein Ergebnis der Verbrennungsvorgänge des Protoplasmas bilden und aus der Zelle nicht ausgeschieden werden. Sie beeinträchtigen das Leben der Zelle, schädigen die Assimilation und lassen die Zellen allmählich der Atrophie verfallen. Da diese Pigmentierung (auch bei den Herzmuskeln) schon beim jugendlichen Individuum in geringer Ausdehnung angetroffen wird, so müssen die Pigmente wohl primäre Erzeugnisse des Stoffwechsels sein, an welche sich die Atrophie erst anschließt. Daß die Ganglienzellen am stärksten von der Altersatrophie betroffen werden, erklärt sich daraus, daß sie wegen ihrer feinen Organisation und ihres verwickelten Baues

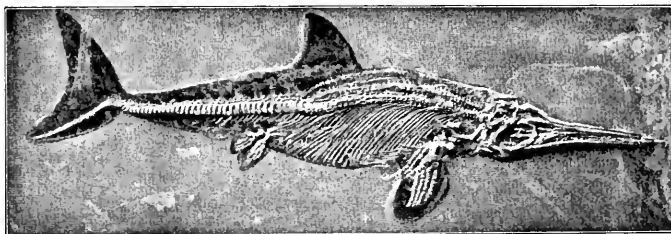
*) Vom 1908; f. auch Gaea 1908, Heft 11.

am stärksten unter dem Zurückbleiben der Stoffwechselprodukte leiden müssen. Letztere können in den Ganglien und Muskelzellen durch Teilung der selben nicht reduziert, eingeschrankt werden, häufen sich deshalb in ihnen unangefasst und untergraben ihre Existenz. Daraus ergibt sich, daß der Tod im Greisenalter aus charakteristischen Änderungen an den hoch differenzierten Zellen, insbesondere den Ganglienzellen, und an den Zwischenstoffen abgeleitet werden muß.

Der endliche Tod alles Lebenden erklärt sich also völlig aus den anatomischen und physiologischen Bedingungen. Diese wiederum finden eine durchaus genügende Erklärung in dem chemisch-physikalischen Ablauf der Lebenserscheinungen, die mit Notwendigkeit zu Störungen im Bau und damit auch in der Funktion aller Organe und insbesondere der Ganglienzellen führen müssen. Da bei allen Menschen die chemisch-physikalischen Prozesse in der Hauptsache in gleicher Weise verlaufen, so ergibt sich damit auch ein gleichmäßiges Fortschreiten der

ten Widerpruch erweckt haben, so hat es doch auch für einzelne Punkte nicht an Zustimmung gefehlt, und es steht zu erwarten, daß viele seiner Ansichten den Anstoß zur Prüfung und Revision altgebrachter Lehren geben werden. Deshalb dürfen wir an ihnen nicht vorübergehen.

Nach Steinmann ist der Baum des Lebens von der Natur selbst immer nur in sehr beschränktem Maße beschnitten worden. Erst der Mensch hat als Jäger vornehmlich in den Westland der Lebewesen eingegriffen, das natürliche Gleichgewicht gestört und die verschwindenden Wälder der letzten Erdperioden in Europa, Nord- und Südamerika sowie Australien vernichtet. Im übrigen aber gehen die meisten Stammbäume der heutigen Geschlechter geradlinig bis zu den Wurzeln herab. So haben z. B. die Gruppen der höchsten Pflanzen, der Diktyledonen, vorher die Stufen der Sporenpflanzen, der Nacktsamigen und der Monokotyledonen durchlaufen. Die scheinbar ausgestorbenen Lebensformen sind in Wirklichkeit gar nicht ausgestorben,



Ichthyosaurus communis aus den Schieferbrüchen von Holzmaden.

greisenhaften Veränderungen und eine ungefähre gleiche Lebensdauer. Warum aber der natürliche Tod schon bei etwa 100 und nicht erst bei 200 und 300 Jahren eintritt, wissen wir nicht.

Da nun Krankheiten dem Greisenalter als solchen nicht angehören, so ist es nach Prof. Ribberts Meinung falsch, diesem Lebensabschnitt mit Furcht entgegenzusehen. Das Nachlassen der physischen Kräfte sorgt dafür, daß das physiologische Ende ein schmerzloses wird. Der Greis empfindet das Nachlassen der Körperkräfte kaum, er vermag seinen Zustand nicht mehr richtig einzuschätzen und schläft schließlich einschlafen ein.

Ausgestorbene Geschlechter.

Die gewöhnliche Anschauung von der Entwicklung der Lebewelt geht dahin, daß im Laufe der vergangenen geologischen Perioden ganze große Tier- und Pflanzengruppen durch den Kampf ums Dasein ausgemerzt und die gegenwärtig lebenden die Nachkommen verhältnismäßig weniger Stammformen sind, aus denen sie sich säberförmig verzweigt entwickelt haben. Gegen diese Annahme wendet sich mit teilweise ganz revolutionärem Anschauungen G. Steinmann,*¹) und wenn seine Ausführungen auch großen und vielfach berechtig-

sondern leben umgebildet in den heutigen weiter an die Schuppenbäume oder Lepidodendren der Steinkohlenzeit, die allgemein für ausgestorben gelten, schließen sich nach Steinmann die meisten heutigen Nadelbäume an, die Kaktaceen der Gegenwart sollen aus den gleichfalls den Steinkohlewäldern angehörigen Siegelbäumen hervorgegangen sein, und die Gräser nebst den Kaurinaren Australiens führt er auf schachtelbalmartige Kalamiten zurück.

Noch viel gewagter sind die zoologischen Stammbäume Steinmanns. Am Ende der Kreidezeit verschwinden plötzlich die Ammonoiten, nachdem sie sich kurz zuvor zu einem großartigen Artenreichtum entwickelt haben. Nach Steinmann haben sie jedoch nur ihre Schale abgeworfen und leben als achtarmige Tintenfische, Oktopoden, weiter. Die Charakterformen des älteren Paläozoikums, die Trilobiten, sollen ihre Nachkommenschaft in den Asseln, den zehnfußigen Krebsen, den Rankenfüßern, den Spinnen, Insekten und Fischen besitzen, die Nesselstrebhe (Gigantostrom) des Silur und Doren in den Skorpionen. Die Panzerfische dieser Epochen finden wir in den Stören und Panzerwelsen wieder, die Stämme der Schmelzkupper in denen der Knochenfische.

Aus den Stegokelchalen oder Panzerlurchen, einer aussterbenden Ordnung der Amphibien, sollen sich in breiter Linie die Landwirbeltiere

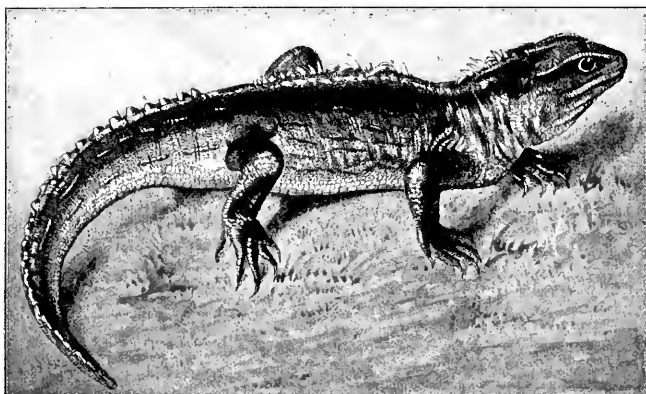
*¹) Die geologischen Grundlagen der Abstammungslehre, Leipzig 1908.

entwickelt haben. Die älteste Gruppe unter ihnen, die der Archäosaurier, führt zu den Krokodilen; die Branchiosaurier leben in den Kröschchen weiter, die Keimen, in der Steinkohlenzeit besonders häufigen Mesosaurier in den Salamandern und Eidechsen, die Mastropoden in den Schlangen. Einige andere für ausgestorben geltende Reptilgruppen (Metareptilien Steinmanns) waren beweglicher als die typischen Kriechtiere und erlangten dadurch wahrscheinlich die Warmblütigkeit; aus ihnen leiten sich, und zwar in mehreren Stämmen, die Vögel und Säugetiere her. Verschiedene Gruppen der Dinosaurier wie die Theropoden, Ornithopoden, Stegosauriden und Diplodocens gehören zu den Stammformen der Vö-

dere unserer systematischen Einheiten mehrstämmig sein, was ja auch für einige schon allgemein anerkannt ist.

Unter den fossilen Reptilien, deren verwirrende Fülle durch neue Funde unablässig vermehrt wird, nehmen naturgemäß die als Stammväter der Säugetiere betrachteten Theromorphen (Säugetierähnlichen) das größte Interesse für sich in Anspruch. Th. Arldt*) gibt eine Übersicht über diesen Zweig des Reptilienreichs nach den neueren Forschungen, die sich besonders auf Funde in den Permischen Südafrikas und Nordamerikas stützen.

Die Theromorphen reichen ihrer Entstehung nach jedenfalls vor die Permzeit zurück und stehen in mancher Beziehung der Wurzel sämtlicher Reptilien nahe; andererseits sind sie aber wiederum hoch spezialisiert, namentlich hinsichtlich der Zahnung. Wir finden bei ihnen nicht die gleichmäßigen, einwurzeligen, kegelförmigen Reptilzähne, es sind vielmehr wie bei den Säugetieren Schneidezähne, Eck- und Backenzähne unterschieden, zuweilen treffen wir auf ein richtiges Raubtiergebiß und mehrwurzelige Zähne. Auch im Bau des Beckens und des Schultergürtels, der Wirbelsäule und des Schädels tritt eine auffällige Ähnlichkeit zu Tage,



Neuseeländische Tuatara.

gel, die Sauropoden, Homöopoden, Flugsaurier, Ichthyosaurier, Plesiosaurier u. a. zu den Stammeltern der Säugetiere. Sogar spezielle Beziehungen sind nach Steinmann noch nachzufinden. So gehen die Tauben auf den bekannten Archäopteryx (s. Jahrb. I, S. 159), die Möven und Setaucher auf die zur Kreidezeit lebenden Vögel Ichthyornis und Hesperornis zurück; von Dinosauriern sollen die Laufvögel, von Ceratosaurus die Pinguine abstammen.

Gehen wir zu den Säugetieren über, so finden wir auch die Giraffen direkt von im Sumpf lebenden riesigen Reptilien abgeleitet, die Delsphine von den Ichthyosauriern, die Pottwale von Plesiosauriern und die Wartenmale von den Thalassosauriern oder Maasechsen. Die riesigen alttertiären Kusttiere sind ebenfalls in verschiedenen modernen oder vom Menschen erst ausgerichteten Gattungen erhalten, so Coryphodon im Klüppferd, Dimoceras im Walross, die Titanotherien in den Nashörnern, das Pyrotherium Südamerikas im australischen Diprotodon. Aus den Urraubtieren, den Kreodonten, die in der älteren Tertiärzeit am zahlreichsten waren, gingen in mehreren Linien die heutigen Raubtiere hervor, und schließlich hat sich in der Oligozänzeit der Mensch in mehreren Zweigen entwickelt. So dürften auch noch manche an-

die den Gedanken nahelegt, daß wir unter den Theromorphen die Ähnen der Säugetiere oder wenigstens deren nächste Verwandte zu suchen haben. Bei den jüngeren Theromorphen aus der Trias ist die Zugehörigkeit zu der säugetierähnlichen Gruppe zweifellos, während sie bei den permischen Tieren oft noch zweifelhaft erscheint.

Gegenwärtig hat diese interessante Ordnung infolge neuerer Entdeckungen in ihrer systematischen Einteilung eine völlige Umwälzung erfahren. Die Reptilien haben sich nach den neueren Anschauungen sehr früh in zwei Linien geschieden, von denen die eine, die Diapsiden, in eidechsenähnlichen Formen gipfelt, die andere, die Synopsiden, in den Säugetieren. Lassen wir die ersteren hier außer Betracht, so finden wir unter den Synopsiden die meisten der Gruppen wieder, die man zu den alten Säugetierähnlichen rechnete. Wir treffen ihre Vertreter im Perm von Nordamerika, Afrika, Deutschland. Manche von den neuentdeckten sind sehr primitiver Natur, so der Galechirus Scholtzi, ein kleines Tier, das Beziehungen zu den verschiedensten Gruppen zeigt, in der Gesichtsbildung zu den ältesten nordischen Myndhoccephalen (deren einziger noch lebender Vertreter, die neuseeländische

*) Naturwiss. Rundsch., XXIII, Nr. 45 u. 46.

Kammeideckje [Hatteria], durch Fischwirbel und an deren Eigentümlichkeiten des Baues ausgezeichnet ist), im Unterkiefer und im Schultergürtel zu zwei anderen Gruppen, während es zugleich wie die typischen Reptilien Wandrippen und ein flaches Becken besitzt. Es gehört somit zu den ältesten und frühesten Formen der Theromorphen. Seine Eckzähne sind noch wenig entwickelt. Ein anderes neu entdecktes Mitglied der Gruppe, der *Mopocodon*, besitzt dagegen mit 8 Schneide-, 2 Eck- und 8 Backzähnen eine sehr kräftige Bezahnung.

Den Gipfelpunkt in der Entwicklung der Theromorphen bilden die bis zur Trias lebenden beiden Ordnungen der *Lynodontier* (Hundszahnigen) und der *Anomodontier*. Die ersteren finden sich nur in den oberen Triasschichten Südafrikas. Sie weichen besonders in der Gaumenbildung von den anderen Reptilien ab und stimmen darin mit den Säugetieren überein, denen sie auch sonst, z. B. im Bau des Unterkiefers, ähnlich sind, so daß *Broom* die Säger von ihnen herleiten möchte. Einzelne Gattungen, die man zu ihnen rechnet, sind möglicherweise schon Säugetiere, wie andererseits gewisse zu den Säugetieren gestellte Reife (*Baroosom*, *Tritylodon*) vielleicht Reptilien sind. Jedenfalls läßt sich zwischen den *Lynodontiern* und Säugetieren keine scharfe Grenze ziehen, so daß die Ansicht *Brooms*, letztere hätten sich aus hoch spezialisierten Theromorphen entwickelt, viel für sich hat.

Während Südamerika für die Vorkläufer der Säugetierwelt, die gerade hier doch so eigenartig erscheint, wenig in Betracht kommt, bergen seine Schichten, besonders der Boden Argentiniens, eine so reich entfaltete fossile Säugetierfauna, daß man hier eine Art Schöpfungszentrum vermuten möchte. Zusammen mit reichen Säugetierresten kommen *Dinosaurier* vor, die riesigen, im Norden mit dem Abschluß der Kreidezeit ausgestorbenen Reptilien, und zwar lebten diese mit schon ziemlich weit differenzierten Säugern zusammen. Entweder muß also das Alter der letzteren höher angesehen werden, als man es gewöhnlich tut, oder man muß ein Überleben der *Dinosaurier* bis ins Tertiär hinein annehmen. Eine sichere Entscheidung läßt sich zurzeit kaum fällen. *)

Nach dem Paläontologen *H. Ameghino*, dank dessen unermüdlicher Arbeit der Boden Argentiniens so reiche Funde gespendet hat, liegt die Heimat sämtlicher uns bekannten Säugetiere in Südamerika. Von hier sollen sie in mehreren, bis zum Miozän herabreichenden Wanderungen über Afrika nach Eurasien (Europa und Asien als ein Erdteil) und von da nach Nordamerika gelangt sein, außerdem direkt von Südamerika nach Australien. Der außerordentliche Reichtum der fossilen dortigen Säugetierwelt, 70 Familien mit 617 Gattungen und 1480 Arten gegen 51, bezw. 158, bezw. 1150 heute dort lebende, läßt sie zunächst, die gleich der oben geschilderten *Steinmanns* noch viel Widerspruch findend, er-

klärtlich scheinen. Die Entwicklung deutet Ameghino sich folgendermaßen:

Aus den *Mitrobisteriden*, den primitivsten, den Ventrakten nahestehenden fossilen Formen, entwickelten sich drei Hauptäste: die Fleischfresser, die Vagertartigen und die Hustiere mit ihren Verwandten. Von den ersteren behält ein Teil die ursprüngliche Lebensweise und Körperbildung unverändert bei, die Ventrakten, und spaltet nur einen australischen Zweig ab, die fleischfressenden *Venteltiere* (*Ventel marder*, *Dasyurus*). Ein zweiter Zweig wird zu den Insektenfressern; den dritten teilen die rein südamerikanischen *Sparassodontier* ein, raubtierartige Säuger, die man meist an die *Venteltiere* anschließt. Aus ihnen gingen in mehreren Linien die *Urraubtiere* (*Kreodontier*) und aus diesen wiederum die *Robben* und die ersten *Raubtiere* hervor, bei denen wenigstens für die *Wachbären*, *Bären* und *Hunde* ein südamerikanischer Ursprung als wahrscheinlich bezeichnet wird.

Aus dem zweiten, dem *Vagertauptaste*, gehen zunächst die im Mesozoikum verbreiteten *Vielförderzähler* (*Multituberculata*, *Mitrolestiden* und *Plagiaulaciden*) hervor, andererseits aber auch die *Wenighörderzähler* (*Paucituberculata*) Südamerikas, die nur noch eine einzige in ganz beschränktem Gebiet lebende Gattung besitzen. Aus letzteren, die man gewöhnlich als *Bindeglied* zwischen den beiden lebenden *Venteltierordnungen* betrachtet, gingen die pflanzenfressenden *Venteltiere Australiens* hervor, daneben aber auch eine Anzahl Familien, die man zu den *Vielförderzählern* zu stellen pflegt. Aus diesen sollen wieder in zwei getrennten Linien die *Vager* mit einem, bezw. mit zwei oberen Schneidezähnen hervorgegangen sind. Dabei glaubt *Ameghino* nicht nur für die zweifelhafte in Südamerika alleinheimische *Stachelschweinmager*, sondern auch für alle anderen Gruppen südamerikanischen Ursprungs beweisen zu können, z. B. für die *Biber*, die *Schuppenhörnchen*, *Springbasen*, *Springmäuse*, *Mausnager*, *Hasenmager* u. a.

Der dritte Ast endlich umfaßt die reich verzweigten *Hustiere*, die *Rüsseltiere*, *Schliefer*, *Pferde*, *Plumphuser* und die rein südamerikanischen *Sitopternen*, deren Stammbäume *Ameghino* entworfen hat. Auch bei ihnen sollen die Wurzeln sämtlich in Südamerika liegen. Bemerkenswert ist die Herleitung der *Pferde* von den *Schliefern*, wodurch sie von den anderen *Hupaarkhufen* getrennt erscheinen. Zu den *Hustieren* werden auch eine Reihe Formen gestellt, die man sonst anderweit einreicht, z. B. die *Pelzflatterer* (*Galeopithecidae*), die meist als *Insektenfresser*, aber auch als *Halbaffen* oder *Fledermäuse* angesehen werden, und endlich auch die *Halbaffen* und *Affen*, die eine sehr früh sich abzweigende Nebenlinie darstellen. Daß schließlich auch der *Mensch* in Südamerika aus bestimmten Vorfahren, den südamerikanischen *Hominthaliden*, entwickelt haben soll, wird in einem der folgenden Abschnitte noch näher berührt werden. Alle anderen Gruppen der *Primates* (hier also die *Affenfamilien*) sind Seitenzweige, die sich ins Tierische entwickelt haben.

Eine isolierte Stellung unter allen genannten Ordnungen nehmen die *Sabnarmen* ein, aus deren

*) *Urd:* Die älteste Säugetierfauna Südamerikas (*Archiv f. Naturgesch.*, 73. Jahrg., Bd. I, Heft 2); Südamerika als Entwicklungszentrum der Säugetiere (*Nat. Rundsch.* XXIII, Nr. 36).

Stammformen auch die australischen Kloakentiere (Monotremata) und die Wale hervorgegangen sein sollen, letztere allerdings mit Ausnahme der zu den fleischfreieren gestellten alten Schwanzwale oder Sengledenten. Diese Stammesgeschichtliche Anordnung ist von der gewöhnlich angenommenen also grundverschieden, ja ihr teilweise direkt entgegengesetzt, weshalb dem Ameghino auch die systematische Ordnung teilweise ändert, wie das ja auch Steinmann tut.

Ameghinos System der Säugetiere steht und fällt mit dem Alter der Formation, aus der er die Hauptmenge seiner Kunde erhalten hat, der Guarani-formation. Gehört diese, wie er annimmt, wirklich der Kreide an, so mag sein System nicht unbedingt richtig sein, dafür ist es zu

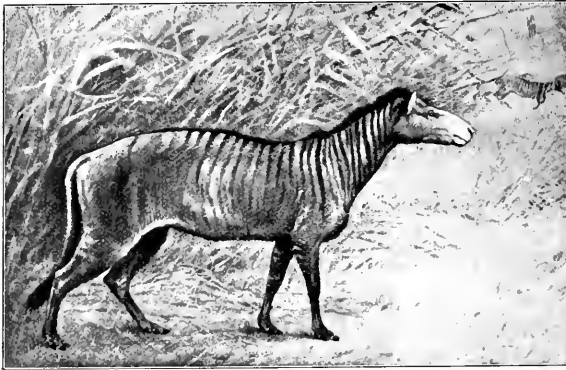


Bild des amerikanischen vierbeinigen Urfierdes.

einfach, aber es ist dann höchst beachtenswert. Ist das Guarani dagegen wesentlich jünger, tertiär, so sind seine Stammabäume auf keinen Fall zu halten. Alles und jedes aus einem Gebiet herleiten zu wollen, ist sicherlich verfehlt. Jedes größere Landgebiet, betont Dr. Arlt, ist zweifellos eine Heilung ein Entwicklungsgebiet und Ausbreitungszentrum für bestimmte Säugetiergruppen gewesen, wie das von Europa, Nord- und Südamerika schon nachgewiesen ist, bei anderen Kontinenten mit der wachsenden Kenntnis ihrer Formationen und der darin enthaltenen Fossilien vielleicht noch erwiesen werden wird.

Mimikry und Schutzfärbung.

Die immer noch unentschiedene, und doch so wichtige und interessante Frage, wie die Entstehung der schützenden Ähnlichkeit im Tierreich zu erklären sei, wird der Lösung durch die Erörterungen zweier gewiegter Beobachter und scharfsinniger Denker, S. Doflein und Franz Werner, ein wenig näher geführt.*)

Doflein erzählt ein sehr instruktives Beispiel von Schutzfärbung einiger auf den Abhängen des berühmten Mt. Pelée lebenden Eidechsenarten

(Anolis). Auf den jetzt durch die Eruption zerstörten Tuffsteinen in der Nähe des Meeres befanden sich im Jahre 1898 zwischen kleinen Bäumen zerstreute Rasenbüschel und andere, großenteils dürre Gewächse. Hier lebten drei durch ihre Färbung — grün, bräunlich, hellgrau mit dunkleren Flecken marmoriert — gut voneinander unterscheidene Eidechsen, die vielfach sehr lebhaft an denselben Orten nach Insekten jagten, wobei besonders die grüne und die braune Form miteinander wetteiferten. Wenn Doflein durch Näherkommen ihre Jagd störte, so erfolgte eine plötzliche Klucht, die jedoch die verschiedenen Individuen nicht in die Weite führte. Aber obwohl in nächster Nähe befindlich, waren sie dem Auge zunächst doch entschwunden, und erst nach einiger Gewöhnung erkannte der Beobachter, daß eine eigenartige Sortierung der Individuen nach Arten erfolgt war. Die grüne Art hatte die grünen Rasenbüschel aufgesucht, die braune die dürren, und die marmorierte Form endlich hatte die hellen Baumstammchen aufgesucht, deren sonnenbeschienene Rinde mit dem Blätterabwurf ihrer Färbung vollkommen entsprach. Im Schutz der umgebenden verbergenden Farben hielten sich die Tiere ganz ruhig, so daß man den Eindruck erhielt, als handelten sie mit des Bewußtsein, dort gesichert zu sein.

Nachdenken und Beobachten haben Professor Doflein auf seltsame Gedankengänge geführt:

Alle Tiere, die im Stande sind, einen überlegenen Feind oder eine sonstige Gefahr wahrzunehmen und eine Rettung zu versuchen, handeln bei dem Rettungsversuch in einer speziell für ihre Art charakteristischen Weise. Es lassen sich unter diesem Gesichtspunkte diese Tiere in zwei große Gruppen einteilen:

1. Die flinken, raschen, mit einer gewissen Plastizität der psychischen Vorgänge ausgestatteten Formen;

2. Die trägen, langsamen, mit vielfach hochdifferenzierten, aber einseitig ausgebildeten, wenig modifizierbaren Instinkten ausgerüsteten Formen.

Bei der ersten Gruppe handelt es sich um Tiere mit guten Sinnesorganen und ausgezeichneten Bewegungswerkzeugen, wie gewisse Hautflügler und Tagfalterlinge, manche Fische, viele Vögel und Säugetiere. Sie pflegen, soweit sie nicht eine aktive Verteidigung veruchen, die Klucht ins Weite zu unternehmen und erst Halt zu machen, wenn sie eine große Strecke zurückgelegt haben.

Die Formen der zweiten Gruppe, die Instinkt-tiere, fliehen niemals in die Weite, ihre Bewegungen sind langsam und vorsichtig. Sie suchen bei drohender Gefahr vielfach ein Versteck in ihrer unmittelbaren Umgebung auf, eine Höhle, Erdspalte oder Felsschneise; andere verhalten sich bewegungslos an Ort und Stelle, ducken sich oder stellen sich gar tot. In dieser Gruppe handelt es sich vielfach um Tiere mit gering entwickelten

*) Biol. Zentralbl., Bd. 38 (1908) Nr. 7, 17, 18.

Sinnes-, besonders Sehorganen und langsamer Bewegung, und ihre Künste bedeuten Anpassungen, die auf die Sehorgane ihrer Verfolger berechnet sind.

In entsprechender Weise sind die Tiere mit Schutzfärbung und Mimikry angepaßt an eine Lebensweise, welche sie der Verfolgung durch sehende Feinde aussetzt. Und da ihre Verfolger, wie die meisten Tiere, mit Augen versehen sind, die sich besonders zur Wahrnehmung von Bewegungen eignen, so müssen sie, damit die schützende Ähnlichkeit mit der Umgebung in Wirkung trete, zur zweiten der obigen Gruppen gehören, d. h. sich vorübergehend oder dauernd in der schützenden Umgebung ruhig verhalten.

Prof. Doflein meint nun, es müsse in Fällen wie dem obigen mit den Eidechsen und in vielen ähnlichen bei Krebstieren, Spinnentieren, Insekten, Fischen, Reptilien, Vögeln und Säugtieren ein psychischer Vorgang in weiterem Sinne, ein Reflex oder Instinkt, die Tiere veranlassen, die zu ihrem Schutz zweckmäßige Handlung vorzunehmen. Daneben komme ein weiterer psychischer Vorgang zur Geltung, nämlich die Unterscheidung der schützenden Umgebung.

Daß eine solche Unterscheidung bei vielen Tieren stattfindet, ist durch Beobachtungen sichergestellt. Einwandfreie Beweise sind die Fälle sympathischen Farbenwechsels, z. B. beim Chamäleon, bei den Schellen, bei einer Garnelen (*Virbina varians*). Besonders bei letzterer ist eine erstaunliche Farbenanpassung an die Umgebung nachgewiesen, und diese ist bedingt durch die Wahrnehmung der umgebenden Gegenstände mit Hilfe der Augen. Wie in manchen Fällen das Tier bestrebt ist, einen gestörten Gleichgewichtszustand irgend welcher Art wiederherzustellen, indem es sein eigenes Aussehen entsprechend der Umgebung aktiv ändert, so in anderen Fällen, indem es eine ihm selbst ähnliche Umgebung durch Ortsbewegung wieder anfücht (vergl. die Beobachtung Dofleins aus seiner „Ostasienfahrt“, Abschnitt Zoologie).

Es veranlaßt also die durch ihre äußere Erscheinung geschützten Tiere die Wirksamkeit dieses Schutzes erstens der Funktion ihrer eigenen Sinnesorgane, zweitens gewissen psychischen Vorgängen, die der Kürze halber „Instinkte“ genannt werden. Beide, Sinnesorgane und Instinkte, sind am höchsten in den Stämmen der Gliederfüßler (Arthropoden) und der Wirbeltiere ausgebildet, und bei ihnen finden sich auch alle wirklich überzeugenden Beispiele von Schutzfärbung und Mimikry. Bei höheren Tieren mit Schutzanpassung durch Ähnlichkeit können wir annehmen, daß die Ähnlichkeit in Form oder Färbung mit bestimmten Gegenständen zunächst ohne jeden Zusammenhang mit dem Schutzbedürfnis entstanden ist und erst später von dem Tier zu Schutzzwecken ausgenützt wurde. Die sehr verschiedenartigen Ähnlichkeitsanpassungen könnten also auf ganz verschiedenen Wegen entstanden sein.

Auch die Instinkte, welche die geschützten Tiere zu ihren zweckmäßigen Handlungen veranlassen, sind dem Verständnis nicht völlig unzugänglich. Wie bei einem stehenden Tier nach Erreichen des Ver-

stecks, so tritt auch für das durch Ähnlichkeit geschützte in dem Moment, in dem es die ähnliche Umgebung erreicht, ein Zustand der Verhütung ein, während es in der fremden Umgebung unruhig und reizbar war. Möglicherweise liegen also zum Teil hier reine Reflexvorgänge vor, und es ist nicht nötig, komplizierte Bewußtseinsakte anzunehmen. Die psychischen Vorgänge beim Aufsuchen der den Tieren ähnlichen Umgebung, besonders das Wahrnehmungsvormögen für geeignete Objekte, müssen mit den Vorgängen bei der Erkennung der eigenen Artgenossen eng zusammenhängen. Darauf weisen vor allem die biologischen Erscheinungen hin, die mit den sogenannten „Lockfarben“ in Zusammenhang stehen.

Sicherlich bietet für die Entleerung der schützenden Ähnlichkeit die natürliche Auslese aus minimalen Variationen nicht die einzige Erklärungsmöglichkeit. Vielmehr ergibt sich, daß die so überraschend zweckmäßige Erscheinung auch dadurch zustande kommen kann, daß vorhandene Formen, Färbungen und Zeichnungen sich mit schon vorhandenen Instinkten der Tiere kombinieren. Zahlreiche Forscher haben hervorgehoben, daß es schwer zu verstehen sei, wie eine Art durch natürliche Auslese zur Schutzanpassung gelangen könne, da doch die ersten Anpassungsschritte noch gar nicht nützlich gewesen sein könnten. Nehmen wir aber an, daß das Aussehen eines Tieres ohne Zusammenhang mit der Nützlichkeit entstanden ist und erst nachträglich durch den Instinkt, durch die Fähigkeiten des Tieres ausgenützt wird, so schwindet diese Schwierigkeit. Sind aber einmal erst bedeutungsvolle Vorbereitungen zur Ähnlichkeit mit Naturgegenständen gegeben, so erscheint Doflein eine züchtende Einwirkung der Auslese durchaus möglich.

So hat z. B. eine in Eevlen sehr häufige Schmetterlingsart, *Praes ipsita*, auf der Rückseite der dunklen Flügel einen Diagonalfleck, ähnlich wie er bei den sogenannten Blattschmetterlingen vorkommt. Sonst hat das Tier weiter keine Blattähnlichkeit. Aber es hat den auffallenden Instinkt, verfolgt, nicht davenzufliegen, sondern in die Tiefen eines Gebüsches zu tauchen und sich dort an den Ästen zwischen dünnen Blättern niederzusetzen: ein wirkender Blattschmetterling, der deutlich zeigt, wie der Instinkt das Wesentliche ist und der Blattähnlichwerdung vorangehen muß.

Gut sehende Feinde solcher Tiere besorgen eine sehr intensive Auslese, bei der die schützende Ähnlichkeit für die betreffende Art tatsächlich vorzüglich ist, da die minder geschützten Individuen den Verfolgern zunächst zum Opfer fallen werden, während die besser geschützten und deshalb überlebenden Auslicht haben, sich fortzupflanzen und ihre Schutzvorurteile auf die Nachkommenchaft zu übertragen. So kann also die natürliche Auslese die Schutzanpassung zwar nicht erzeugen, wohl aber sie erhalten, befestigen, vervollkommen.

Auch Dr. Franz Werner teilt die Meinung Prof. Dofleins, daß die natürliche Auslese die Ausnützung von Ähnlichkeiten betreibt, die auf anderem Wege entstanden sind. Dagegen vertritt er die Überzeugung, daß Mimikry und Schutzfärbung in ihrer schützenden Wirkung überschätzt werden,

und belegt dies durch seine mehr als 20jährigen Beobachtungen in der freien Natur, Beobachtungen und Erfahrungen sehr interessanter Art, von denen hier leider nur wenige mitgeteilt werden können.

Werner zeigt zunächst, daß die auf physiologische Vorgänge zurückzuführenden, ursprünglich mit dem Schutz in keinerlei Verbindung stehenden Anpassungsfärbungen nur einen bedingten Wert haben und gewöhnlich durch andere Schutzrichtungen ergänzt werden, wie große Schnelligkeit, Fähigkeit sich zu verstecken oder tot zu stellen, sich einzugraben, Panzer, Stacheln oder Dornen, endlich aktive Verteidigungsmittel (Zähne, Hörner, Krallen, scharfe Säfte u. s. w.). Wäre durch diese Schutzrichtungen ein absoluter Schutz gewährt, so müßten die natürlichen Feinde einer so geschützten Tierart an Hunger zu Grunde gehen, eine Todesart, die wohl in der freien Natur unter normalen Umständen kaum vorkommt. Der Tod durch ein anderes Tier, dem es zur Nahrung dient, ist für die weitaus größte Zahl aller Tiere die normale Todesart. Wietet sich einer Art durch besonders gute Schutzfärbung die Möglichkeit, sich dem natürlichen, auf sie besonders angewiesenen Feinde zu entziehen, so muß dieser durch bessere Ausbildung seiner Sinnesorgane baldigt den Vorsprung einzuholen vermögen, wenn er nicht zu Grunde gehen soll. Es ist dieselbe Geschichte wie mit der schätzbarsten Erfindung von Schiffspanzern, die so stark gemacht werden, daß kein Geschloß hindurchdringt, und von Geschützen, die dann doch im Grunde sind, die Panzer zu durchschlagen. Auch in den schönsten Fällen von Mimikry bei tropischen Schmetterlingen ist der wichtigste Schutz nicht die übereinstimmende Färbung, sondern die geringe Zahl der Individuen im Verhältnis zur Anzahl der „Modelle“, wodurch die Wahrscheinlichkeit, daß gerade die nachahmende, durch ihre Säfte nicht geschützte Art gefressen wird, eine minimale ist.

Es kann kein Zweifel daran bestehen, daß Schutzfärbungen für ihre Träger von Nutzen sind, z. B. gegenüber dem mäßig gesättigten Feind, der nicht mehr alle seine Sinne zur Erlangung der Beute anspannt, gegenüber dem gelegentlichen Feinde, der seine normale Nahrung vielleicht eher sieht; von Nutzen ferner dem Raubtier beim Beschleichen einer schlecht witternden, schlecht sehenden Beute. Aber die Schutzfärbungen, in welcher Art und Höhe der Ausbildung sie auch auftreten, sind noch immer zu unvollkommen, um den Gedanken zu rechtfertigen, daß sie selbst das Endziel ihrer Entstehung gewesen seien. Sie müssen ein sehr nützliches und willkommenes Nebenprodukt eines physiologischen Vorganges sein.

Man bezeichnet die grellen Farben mancher mit widrigen, scharfen oder übelriechenden, beziehungsweise giftigen Ausscheidungen versehenen Tiere als *Schreck-* oder *Warnfarben*. Aber auch diese Färbungen, die ja sicherlich im Zusammenhang mit den Ausscheidungen stehen, gewähren nur Schutz gegenüber gelegentlichen Feinden; die natürlichen, auf jene ausscheidenden Tiere angewiesenen Feinde der Kröten, Erdjalamanter, stinkenden Käfer u. s. w. verzehren sie unbedenklich und die Sekrete und Warnfarben.

Die Nützlichkeit als Faktor bei der Entstehung der Schutzfarben ist nach Dr. Werner unbedingt auszusprechen. Zur Erklärung der Entstehung trägt schon erheblich bei, was Dörfle annimmt: daß eine Fähigkeit der Pigmentanordnung unter dem Einflusse der Augen und des Zentralnervensystems für die Tierwelt im allgemeinen bestehe.

Irreführend bei Betrachtungen über den Wert der Mimikry wirkt vielfach der Umstand, daß mit großer Sorgfalt Formen zusammengestellt werden, von denen eine als Modell, die andere als Nachahmer fungiert, daß aber niemand daran denkt, daß unter gleichen Lebensbedingungen auch verschiedene Formen weitgehende Übereinstimmung zeigen, von denen die einen ebenso oder ebenso wenig geschützt erscheinen wie die anderen. Diese aber werden mit keinem Worte erwähnt, obgleich ihre Ähnlichkeit oft noch weit größer ist als die der berühmtesten Mimikrybeispiele. Es wird z. B. wenig Zoologen geben, welche die unter gleichen Umständen auf Neu-Guinea und in der Nachbarschaft lebenden Baumfchlangen *Python amethystinus* und *Dipsosaurus irregularis* ohne weiteres zu unterscheiden vermögen, obwohl sie zu ganz verschiedenen Familien gehören; niemand wird aber im Ernst daran denken können, daß eine die andere imitiert. Wozu auch? Beide leben von denselben Tierarten, sind ihnen gleich gefährlich und haben außer dem Menschen kaum Feinde. Werner führt noch eine Anzahl von Beispielen an, bei denen man entweder nicht weiß, wozu die Nachahmung dienen könnte, oder nicht angeben kann, wer denn nun eigentlich das Modell, wer der Nachahmer ist. Ferner wird nachgewiesen, daß die bei manchen Tieren vorausgesetzte und immer wieder als Beispiel angeführte Schutzfärbung gar nicht oder nur in höchst mangelhafter Ausbildung existiert.

Ein solches Schulbeispiel ist der *Laubfrosch*. „Die Farbänderung des Laubfrosches“, heißt es, „speziell der Unterlage, daß er auf glatter Unterlage eine grüne, auf rauher eine dunkle Farbe annimmt, widerspricht der Lehre von den Schutzfarben durchaus nicht. Denn die Laubblätter sind ja mehr oder weniger glatt, während die Borke der Bäume rauh ist. Wenn also der Frosch durch die glatte Unterlage dazu bewogen wird, grün zu werden, bekommt er dadurch eine Schutzfarbe, denn die Laubblätter, auf denen er zu sitzen pflegt, sind nicht nur glatt, sondern auch grün.“ u. s. w. Diese Beweisführung ist nach Dr. Werner eine völlig verunglückte. Sie geht erstens von der Voraussetzung aus, daß die Sache mit der Unterlage richtig sei, was nicht im entferntesten stimmt, da die inneren Zustände des Tieres (Hunger, Sättigung u. a.) sowie die Wirkung von Temperatur, Licht und Feuchtigkeit nicht in Betracht gezogen sind, und da Laubfrosche auf genau derselben Unterlage alle Färbungen, deren sie überhaupt fähig sind, annehmen können. Zweitens ist dieser Frosch in einem beträchtlichen Teil seines Lebens, nämlich in der Jugend und dann, wenn er bei Tage der Ruhe pflegt, bedeutend heller als seine Unterlage, und zwar sehr auffällig. Endlich sind die Ausdrücke grün und dunkel so un-

stimmt, daß sich mit ihnen alles und nichts beweisen läßt. Wie wird der Laubfrosch auf einem dunkelgrünen glatten Blatt? Hellgrün? so ist das keine Schattfärbung; dunkel? so stimmt es nicht mit der glatten Unterlage.

Auch die Zeichnung, in erster Linie ein stammesgeschichtlich wichtiger, konstanter Modus der Ablagerung des im Körper erzeugten und überflüssig gewordenen Pigments, hat mit der Schattfärbung nichts zu tun. Auf derselben Unterlage können die verschiedenst gezeichneten Tiere beisammen leben, wenn sie nur dieselbe Färbung besitzen; und dies ist, wie Werner an einem Beispiel aus der Sahara erläutert, auch der Fall.

Bei der Entstehung der schützenden Ähnlichkeit — dies betont Dr. Werner nochmals zum Schluss — ist also die Wirkung der Selektion völlig auszuscheiden; da waren andere Einflüsse, entweder im Tiere selbst liegende oder Einwirkungen der Umwelt, tätig. Erst zu einer Zeit, wenn durch physiolegische Ursachen sozusagen ein Substrat, ein Nährboden dafür geschaffen ist, kann die Selektion, die natürliche Auslese, in Wirkung treten. Diese Annahme hilft über alle Schwierigkeiten hinweg, die sich aus der immer wiederkehrenden Frage ergeben: ob denn die ersten überaus geringen Ähnlichkeiten schon nützlich gewesen sein können?

Am Anschlusse an diese Ausführungen mögen einige interessante Fälle von schützender Ähnlichkeit angeführt werden.

Über einen merkwürdigen Mimikryfall aus der Vogelwelt berichtet E. Worcester von den Philippinen.*) Der Beobachter kam Ende Mai durch eine spärlich bewachsene Gegend, als sein Pferd plötzlich stehen blieb. Es zeigte sich, daß es einen Vogel aus der Gattung der Siegenmehker (*Caprimulgus griseatus* Wald.) erblickt hatte, der brütend auf seinen zwei Eiern saß und erst aufstieg, als die Gefahr des Zertretenwerdens unmittelbar drohte. Jedoch blieb er schon 60 Zentimeter weiter mit ausgebreiteten Flügeln wieder ruhig liegen, offenbar um die Aufmerksamkeit des Reiters von den Eiern ab auf sich zu lenken. Worcester ritt ein wenig weiter, stieg dann ab und kehrte zu weiterer Beobachtung des Tieres zurück. Der Vogel saß schon wieder auf den Eiern und ließ den Forscher auf etwa zwei Meter heran kommen; dann erst flatterte er unmittelbar über der Erdoberfläche davon, und zwar in einer so auffallenden Weise, daß es zweifellos schien, daß er die Aufmerksamkeit des Störers auf sich richten wollte, ein Verfahren, das dem Jäger von unseren Nebbüchern her wohl bekannt ist.

Worcester folgte dem Vogel, der dann in einiger Entfernung vom Brutplatze lebhafter zu fliegen begann und besonders vor dem jedesmaligen Niederlassen sichackbewegungen ausführte, so daß der Beobachter ihn oft aus den Augen verlor und nur mit Mühe wieder zu entdecken vermochte, auch wenn er ganz in der Nähe war. Die scheckige Farbe dieses Siegenmehkers ist nämlich genau aus den Farbennuancen zusammengesetzt, die dem Sande, den größeren Steinen und den

Kieseln der Umgebung eigen sind. Auf dem Boden war er daher fast unsichtbar.

Am nächsten Tage kehrte der Forscher mit einem photographischen Apparate zurück und machte drei Aufnahmen aus 5-5 Meter, 1-0 Meter und 0-6 Meter Entfernung. Auf der ersten ist das brütende Weibchen schwer zu erkennen, erst ein Blick auf das zweite Bild verrät dem Beobachter die Stelle, wo das Tier auf dem ersten sitzt. Das glänzende Vogelauge, das den Verräter spielen würde, ist geschloffen. Selbst als Worcester zu einer vierten Aufnahme von oben das Stativ unmittelbar über das Nest stellte, rührte sich das brütende Tier nicht und flog erst davon, als das schwarze Tuch der Kamera geschwungen wurde. So sehen wir denn auf dem vierten Bilde die zwei schattiggrünen, mit einigen rötlichen Linien und Flecken gezeichneten Eier inmitten kleinerer und größerer Steine, zwischen denen sie bei ihrer ähnlichen Färbung wenig auffallen. Da gerade in der unmittelbaren Nachbarschaft keine solchen Steine vorhanden waren, so meint der Forscher, daß der Vogel sie aus größerer Entfernung herbeigebracht habe, um die Eier unmittelbar zu maskieren: eine wohl etwas gewagte Annahme!

Es ist allerdings eine Eigentümlichkeit des europäischen Siegenmehkers, Junge und Eier nach Störungen manchmal im Schnabel auf eine andere Stelle zu verschleppen, und da er auch in seinen sonstigen Lebensgewohnheiten sowie in der auffallenden Übereinstimmung seines Federkleides mit der Umgebung dem Vetter von den Philippinen gleicht, so wäre es wohl möglich, daß letzterer auch die Steine herbeigebracht habe. Ob aber behauptet werden darf, daß er dies sehr fraglich. Eher wäre noch anzunehmen, daß er die Eier an eine Stelle gelegt hat, wo zufällig schon die maskierenden Steine lagen.

Ein gutes Beispiel von Mimikry bilden die Nester der Laubfänger, von denen der „Katalog der Schweizerischen Vögel“ folgendes berichtet:*) Das kassettenscheibförmige Nest des Weidenlaubvogels wird gewöhnlich auf den Boden oder einige Zentimeter über denselben in Gras, Eisenkraut, Tamendisch, Reißigbaufen, zwischen Wurzeln ins Brombeergebüsch, in Dornengebüsch aus Moos, Grashalmen, dünnen Blättern gebaut; Haare, Federn, Pflanzenwolle bilden die Unterlage für die Eier; stets ist die äußere Bekleidung des Nestes der Umgebung angepasst, wie das auch bei den Verwandten der Fall ist. Sie sind deshalb stets schwer aufzufinden.

Die Nester der Waldlaubfänger sind wie und da auf der Außenseite stark mit Moosen besetzt und bestehen in den Hauptbestandteilen aus Moos und Grashalmen, welche meist mit Subtilenahme von allerlei Haaren und wie und da auch Geweben, Spinnfäden und Gespinnnten der fadenbildenden Raupen gefügt sind. Auch die feinen fadenförmigen Moose dienen diesem Zwecke, ebenso die meist in geringer Zahl vorhandenen dünnen Blätter. Es, das von Burg fand, war in einen dünnen,

*) K. d. Schw. v. von Th. Sander u. D. Gatio, be arbeitet von G. von Burg, 5. Kief. Goldbühnen. Laubfänger. Bern 1908.

*) Philippine Journ. of Science 1907, Oktob.; Prometheus Nr. 975.

noch belaubten Buchenast gebaut und der Umgebung angepasst, indem es hauptsächlich mit dürrem Laube und Moos umflochten war. Soll man nun darin eine verhandesmäßige Handlung des Tierchens sehen, daß es hier nicht hauptsächlich Grashalme, sondern dürre Blätter, die das Nest in dem Gewirre des trockenen Buchenlaubes am besten verbergen, verwendete? Meines Erachtens ist eine

solche Annahme in diesem Falle viel zu weit hergeholt; es erscheint nicht einmal ein besonderer Schutzinstinkt vonnöten. Der Vogel baut eben im wesentlichen mit dem, was die Umgebung ihm dazu liefert, so daß das Nest nach Material und Färbung ohne weiteres der Umgebung gleicht und in ihr aufgeht. Da kann man dann von Mimikry und mimetischen Künsten reden.

Aus der Pflanzenwelt.

(Botanik.)

Neuland, Tropenmoor und Inselflora. * Blütenbiologisches. * Bestimmung und Vererbung des Geschlechts. * Aus der Praxis.

Neuland, Tropenmoor und Inselflora.

Als im Jahre 1885 die in der Sundastraße gelegene Insel Krakatau durch einen Vulkanausbruch größtenteils zerstört und die stehengebliebene Ruine ihrer Vegetation gänzlich beraubt wurde, dachte noch niemand daran, daß das verlassene, von den nächsten Küsten Sumatras und Javas ungefähr 40 Kilometer entfernte Eiland in kommenden Jahrzehnten den Pflanzengeographen ein so lehrreiches Studienfeld bieten würde. Krakatau war durch meterhohe Überschlüttung mit Asche ebenso wie seine Nachbarinseln Verlaten Eiland und Lang Eiland völliges Neuland geworden, dessen Neubesiedlung mit Pflanzen nur von auswärts her erfolgen konnte. Man glaubte, daß diese Besiedlung denselben Gang wie auf frischen Koralleninseln nehmen würde, welche die ersten lebenden Keime von Landpflanzen durch die Meeresströmungen erhalten, weitere sozahn durch die fruchtfressenden Vögel, die in ihrem Auswurf mancherlei Samen dorthin schleppen. Erst später scheinen Wind und andere Faktoren den Koralleilanden auch Sporen und Samen anderer Pflanzen zuzuführen.

Auf Krakatau fand der berühmte Leiter des botanischen Instituts von Wittenberg auf Java, Melchior Treub, der drei Jahre nach dem Ausbruche die Insel zuerst besuchte, ein ganz anderes Bild. Schon waren überall, vom Strande bis zum Gipfel der ehemals völlig mit Urwald bedeckten Insel, Anfänge einer neuen Pflanzendecke vorhanden. Die Besiedlung des Strandes und des Innern sowie der Abhänge des Vulkankegels Rakata war gleichzeitig, aber in verschiedener Weise und in der Hauptsache auch mit verschiedenen Pflanzen erfolgt. Die ersten pflanzlichen Ansiedler auf den Vinsstein- und Aschenlagen waren blaugrüne Algen, denen wohl Diatomeen und Bakterien Gesellschaft waren. Ihre Keime mußte der Wind herbeigetragen haben. Die Algen, eine schwarzgrüne, gallertig-schleimige Schicht, bildeten die geeignete nährstoffhaltige Unterlage für die Keimung von Moos- und Farnsporen und Samen einiger Blütenpflanzen, von denen erlere wiederum der Wind transportiert hatte. Vorherrschend waren die

Farne, elf im indomalaischen Gebiete weitverbreitete Arten, unter denen aber nur zwei eigentliche Strandpflanzen sind.

In der Driftzone des Strandes fand Treub Keimlinge von neun Arten Blütenpflanzen, deren Samen die Meeresströmung herbeigetragen hatte, ferner Früchte und Samen von sieben weiteren Blütenpflanzen, gleich den ersten Angehörige der typischen Strandvegetation des malaischen Archipels. Im Innern und an den Abhängen des Rakata waren acht Phanerogamen, Pflanzen mit leichten, teilweise mit Flugapparaten ausgerüsteten Samen, die also der Wind ebenfalls aus der umgebenden Inselwelt herbeigetragen hatte. Durch tierische oder menschliche Vermittlung eingeschleppte Pflanzen waren auf der unbewohnten und nur schwer zugänglichen Insel noch nicht vorhanden.

Gut zehn Jahre später, im März 1897, stellten Treub und sein Begleiter O. Penzig eine beträchtliche Vermehrung der Arten in der Küsten- wie der Binnenlandflora fest. 62 Arten, nämlich 50 Phanerogamen und 12 Gefäßkryptogamen, bedeckten die drei Nachbarinseln in dichterem, teilweise geschlossenen Beständen. Auch hatte die Bildung charakteristischer Pflanzengesellschaften, sogenannter Formationen, begonnen. Am Strande herrschte die nach einer Trichterwinde (*Ipomoea pes caprae*) benannte *Pes Caprae*-Formation, im Innern hatte sich eine Art Grassteppe mit zum Teil übermannshohen Gräsern gebildet, die vielerorts in dichten Dschungel überging. Sträucher waren selten und Bäume fehlten noch ganz.

Wieder zehn Jahre später, im April 1906, hat Prof. Dr. A. Ernst aus Zürich die Inselgruppe besucht, um ihre Pflanzenwelt zu studieren.* Die Vegetation hatte, wie schon vom Schiffe aus ersichtlich war, stamenswerte Fortschritte gemacht. Am Strande fand man am oberen Rande der von der Flut überpülten Zone Früchte und Samen von Landpflanzen in großer Zahl und Mannigfaltigkeit den Auswürfen des Meeres beigemischt, manche mit den Spuren einer langen, bewegten Reise, zersezt und abgerieben, andere frisch, wie vom Baume gefallen: Kokosnüsse, die bis 10 Zentimeter groß

*) Vierteljahrschrift der Naturf.-Gesellsch. in Zürich, 52. Jahrg. (1907), Heft 3 und 4.

igen Steinfrüchte von *Cerbera Odollam*, die gerippten Früchte der Strandpalme *Nipa fruticans*, Früchte und Teile des Fruchtstandes von *Pandanus*, die steinfruchtartigen Samen von *Cycas* und zahl reiche andere kleine und große Früchte und Samen. Sie stammen alle von sehr weit verbreiteten Strandpflanzen und sind dieselben, welche die ersten Besiedler der jungen Koralleninseln liefern. Luftführende Hohlräume in Früchten oder Samenschale, besondere umfangreiche, aber leichte Schwimmgewebe bedingen ihr geringes spezifisches Gewicht und verleihen ihnen Schwimmfähigkeit, während der Keimling durch eine innere harte und undurchdringliche Schale vor der schädlichen Wirkung des Meerwassers geschützt bleibt. Diesen Eigenschaften ihrer Samen und Früchte verdanken die Strandpflanzen ihre großen Verbreitungsbereiche, durch sie werden sie zu Pionieren der Vegetation, die zuerst vom Neuland im Meere Besitz ergreift.

Die Inselflora besteht gegenwärtig aus Vertretern aller Abteilungen des Pflanzenreiches, Schleimpilzen, Bakterien, Algen, Pilzen, Laub- und Lebermoosen, Kernen, Gymnospermen und Angiospermen. Die Zahl der bei allen drei Besuchen gesammelten Arten beträgt 157. Die größte Zahl der seit 1897 eingewanderten Arten entfällt auf die Blütenpflanzen, die jetzt 92 betragen. Die Strandflora besteht zu zwei Dritteln aus Allerweltspflanzen der tropischen Küsten und auch die Pflanzen des Binnenlandes zeichnen sich meistens durch weite Verbreitung aus, dank der günstigen Anpassung ihrer Samen oder Früchte an den Ferntransport.

Im der Strandflora lassen sich zwei Formationen unterscheiden, die schon genannte *Pes Caprae*-Formation mit den langen, überall wuchernden Stengeln und den großen blauvioioletten Blüten der Trichterwinde, mit den Ausläufern von *Spinifex squarrosus*, einigen gelbblühenden, ebenfalls dem Boden angehängelten Schmetterlingsblütlern u. a., und dahinter der junge, noch von Eichtungen durchzogene Strandwald, die *Barringtonia*-Formation, wie er nach der Myrtazee *Barringtonia speciosa*, „dem schönsten Baum der tropischen Strandwälder“, heißt. Den größten geschlossenen Bestand dieses Waldes bilden 12—15 Meter hohe *Kauarimen*.

Große, reichlich fruchttragende Feigenbäume, die jetzt in sechs Arten auf Krakatau und Verlaten Eiland vertreten sind, gehören nebst einer Schlingpflanze aus der Familie der Kürbisgewächse zu denjenigen Ansiedlern, deren Samen im Leibe fruchtfressender Vögel auf die Inseln gelangt sein dürfen. Etwas weiter landeinwärts ragt eine Gruppe Kokospalmen empor, reich mit Früchten beladen. Die Fruchtbildung hat offenbar schon vor mehreren Jahren begonnen, denn von den auf dem Boden liegenden reifen Nüssen haben viele schon gekeimt und Pflanzen bis zu 1 Meter Höhe erzeugt.

Im Innern arbeiten vielfach auch Algen und Laubmoose der weiteren Besiedlung vor, mehr als sie vielleicht noch die Bakterien, unter denen die stickstoffbindenden, welche die Wurzelknöllchen der Leguminosen bilden, nicht fehlen. Insekten sind

die Leguminosen für die Neubesiedlung der Insel von großer Bedeutung geworden; sie sind in 14 Gattungen mit 16 Arten vertreten und übertreffen an Individuenzahl fast alle anderen baum- und strauchartigen Blütenpflanzen. Im Innern der Insel zeigte sich eine von der Strandflora völlig verschiedene Vegetation, eine Art *Grasssteppe*. Sprossgräser und echte Gräser, letztere zum Teil durch ungewöhnliche Größe auffallend, herrschen daselbst, neben ihnen treten Karne und seltener einige hohe, grasartig entwickelte Erderdbeiden und gelbblühende Vereinsblütler (Kompositen) auf.

Nebenbei sei bemerkt, daß auch die Tierwelt schon Einzug gehalten hatte, nicht nur einige Vögel, sondern auch Stechmücken und kleine Wespen, rote und schwarze, an den Verhängen angeheftete Ameisen und sogar ein gelbbrauner feister Leguan (*Calotes*) von fast 1 Meter Länge. Sie sind wohl größtenteils auf Treibholz oder Korallenstämmern gelangt.

Der Anteil, den die verschiedenen Verbreitungsmittel der Pflanzen an der Besiedlung eines solchen Neulandes, wie es Krakatau 1885 wurde, nehmen, läßt sich ziffermäßig nicht sehr genau angeben, da die Art der Verbreitung bei manchen Pflanzen verschieden sein kann. Je nach der Art der Berechnung sind von den Phanerogamen 59 bis 72 Prozent durch Meeresströmung, 10 bis 19 durch Vögel und 16 bis 50 durch Luftströmungen eingeführt worden. Die letztgenannte Verbreitungsart gewinnt aber an Bedeutung durch die Tatsache, daß auch 16 Karnaroten und fast sämtliche niederen Kryptogamen durch den Wind befördert worden sind.

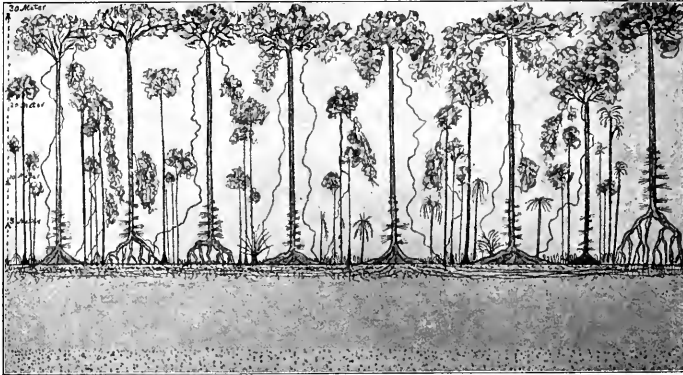
Man möchte zunächst glauben, daß ein aus Nische und Winstein bestehender Boden, wie ihn das Inselneuland den Ansiedlern aus dem Pflanzenreiche bot, der Besiedlung sehr ungünstig gewesen sein müsse. Das ist jedoch nicht der Fall. Die Bodenanalysen zeigten, daß der Boden fast alle für die Pflanzen nötigen Nährsalze, außer Stickstoff- und Phosphorverbindungen, enthielt, zum Teil in wasserlöslicher Form. Die wasserlöslichen Stoffe entstammen größtenteils dem Meerwasser, das bis zum Lavaresevoir des Vulkans durchgeschickt oder beim Einsturze der Insel von oben her in den Krater eingeerdungen ist. Die etwa fehlenden Stoffe können in Form von Staub durch Wind und Wasser auf die Inseln geführt sein. Für die Strandpflanzen kommen die Mengen von Sealgallen und Meertieren in Betracht, welche durch die Flut und bei Stürmen an den Strand geworfen werden; durch ihre Verwesung werden dem porösen Boden fortgesetzt organische und anorganische Verbindungen zugeführt. Für die Herstellung günstiger Ernährungsbedingungen im Innern der Insel kommt außer den durch lokale Winde vom Strande her oder durch die Passate von weither getragenen Staub- und Erdschichten als Hauptquelle stickstoffhaltiger Nahrung wohl die Zuführung von Salpetersäure und salpetriger Säure aus der Luft durch den Regen in Betracht.

Nicht so leicht wie diese Ansiedler auf dem anscheinend so sterilen Boden der Inseln und Laven des Vulkans haben es die Pflanzen, die in Tropen-

gegenden auf Moorboden wachsen. Dr. Koorders hat ein solches Tropenmoor durchquert, und die Mitteilungen, welche Prof. Dr. H. Potonié*) über diese Vegetation und ihre Eigenart macht, sind so reich an biologischen Momenten, daß der Leser ihnen mit Vergnügen folgen wird.

Das von Dr. Koorders durchquerte, mit immergrünem Süßwald bestandene Tropenmoor befindet sich in einer heißen Ebene des flachen östlichen Teiles der Insel Sumatra, am linken Ufer des Kamparflusses, mehr als 90 Kilometer von der Küste entfernt. Die von den Reisenden durchquerte Breite dieses Süßwasser-Sumpfwaldes betrug 12 Kilometer, die vermutliche Ober-

fläche später knieförmig oben umbiegen, erheben sich $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$ Meter über die stagnierende Wasseroberfläche. Sie besaßen 2—4 Zentimeter, selten stärkeren Durchmesser und waren, in Übereinstimmung mit ihrer Atemfunktion, ohne Ausnahme dicht mit großen, kräftig funktionierenden, durch ihre weiße Farbe auffallenden Lentizellen (Korkwarzen) besetzt. Solche Pneumatophoren oder Atemwurzeln waren bei den Mangrovenwaldbäumen des malaiischen Archipels, auch bei einigen anderen Baumarten wohl bekannt, traten hier aber bei ganz anderen Gattungen, nämlich Calophyllum, Eugenia, Clissocheton, Canarium und Myristica auf, während alle für die Mangrovenwälder charakteristischen Bäume hier fehlten.



Süßwald-Süßmoor im Innern Sumatras.

fläche etwa 80.000 Hektar. Zum Überschreiten der kurzen Strecke waren drei außergewöhnlich anstrengende Marschtage erforderlich, wobei zwei Nächte hindurch inmitten des Moores hinielert wurde. In diesen Wäldern fand Dr. Koorders mittels eines mehr als 6 Meter langen, am unteren Ende mit dem Messer eingeschliffenen Stockes, daß dort der Boden bis über 6 Meter frei war von anorganischen (mineralischen) Bestandteilen und nur aus einem schwarzbraunen, aus organischen Resten bestehenden Schlamm, also aus echtem Humus, bestand, der möglicherweise noch viel stärker gewesen sein kann. Beim Genuß des stagnierenden, dunkelbraunen Süßwassers von der Oberfläche zeigten sich, selbst wenn es ungekocht benützt wurde, bei keiner der mehr als 250 Personen starken Expeditionskolonnen auch nur die geringsten Nachteile.

Das Betreten dieses Moores wurde nur dadurch möglich, daß die Wurzeln des Waldes, mit dem es überall besanden war, die ganze Oberfläche mit einem dichten Netz bedeckten. Große Schwierigkeiten verursachte den Marschierenden der Umstand, daß die meisten Baumarten von zahllosen aufrecht wachsenden Atemwurzeln umgeben waren. Diese entweder dünnkegelförmigen, geraden oder dünnzylindrischen Atemwurzeln, die

Der Süßwald besteht vorwiegend aus sehr eng zusammenstehenden, 25—55 Meter hohen immergrünen Wäldern, deren glatte, auffallend gerade Stämme erst sehr weit oben unregelmäßig verzweigt sind und eine ziemlich dichte, aber nur wenig breite Krone tragen. Aus Kerkengeraden Bäumchen derselben Arten aus den Familien der Guttiferen, Burseraceen, Meliaceen, Myristikaceen, Myrtaceen und Euphorbiaceen besteht auch das Unterholz. Infolge des Halbdunkels, in dem sie vermutlich jahrzehntelang ihr Leben fristen müssen, tragen sie nur an ihrer äußersten Spitze eine auffallend kleine, schlecht belaubte Krone.

Unter den höchsten Bäumen dieses Süßwaldes fehlen Gymnospermen und Monokotyledonen*) völlig; der Hauptbestand war ausschließlich aus Dikotylen zusammengesetzt, Vertretern solcher Familien, die im malaiischen Archipel das Hauptkontingent in den häufig 500 bis 600 Arten umfassenden immergrünen Süßwaldern bilden. Doch waren die Arten dieses Sumpfwaldes von den Baumarten derselben Gattungen in den umliegenden Wäldungen mit nicht stagnierendem Wasser

*) Gymnospermen (Nacktsamige, deren Samenhüllen nicht in einem Fruchtknoten eingeschlossen sind) sind außer den Fikadazien und Gnetaceen die Adalholzgewächse; Monokotylen (Spelzkeimer od. Einkeimblättrige) sind die Getreide, Liliaceen, Palmen u. a., Dikotylen die mit zwei Keimblättern aus dem Samen hervortretenden Blütenpflanzen.

*) Naturwiss. Wochenschr., Bd. VI, Nr. 42.

spezifisch verschieden. Unter den kleineren Bäumen und Sträuchern waren spärlich auch die Monokotyledonen vertreten, einige Palmen, Pandanus, Baumfarn, während Nadelholzartige ganz fehlten. Die Kräutervegetation des Moores war sehr spärlich, Gräser und Cypergewächse fehlten so gut wie vollständig, ebenso die Torfmoose, während andere Moose sowie Lebermoose, Flechten und Farne nur sehr vereinzelt auftraten. Meist war der Boden pflanzenleer und zwischen den Atemwurzeln nur mit dicken Schichten abgefallener, in Zersetzung begriffener Blätter der Waldbäume bedeckt.

Die meisten Stämme zeigten neben den erwähnten spargelartigen und knieförmigen Atemwurzeln noch drei erwähnenswerte Charaktere, nämlich Stelzwurzeln, Brettwurzeln und horizontal wachsende besenartige Luftwurzeln.

Die Stelzwurzeln und die Brettwurzeln zeigen sich so üppig entwickelt, daß dadurch der Pflanzenphysiognomie ein ganz besonderer Charakter aufgedrückt wird. Zuweilen gehen beide Formen ineinander über, im allgemeinen aber treten Baumarten mit ausgeprägten, viele Meter über der Erde ausgedehnten und gegen 5 bis 4 Meter hoch an den Stamm hinaufreichenden Brettwurzeln auf und daneben andere, bei denen der 25 bis 50 Meter hohe Stamm auf einem Gerüst von 2 bis 5 Meter hohen Stelzwurzeln ruht. Diese beiden Wurzelarten sind auf dem weichen schlammigen Boden als Befestigungsmittel zweifellos sehr nützliche Einrichtungen, und außerdem noch dadurch von Wert, daß sie die an den unteren Stammteilen auffallend zahlreichen Atmungsorgane der Leitzellen in besonders reichlicher und schöner Ausbildung tragen.

Auch die „besenartigen Luftwurzeln“ scheinen, nach ihrem Bau und nach der Äppigkeit ihrer Entwicklung und der außergewöhnlichen Häufigkeit ihres Vorkommens zu urteilen, bestimmt, dem Luft hunger der in so sauerstoffarmen Wäldern wachsenden Bäume abzuhelfen. Die Besenluftwurzeln wachsen in Büscheln bis zu einer Länge von 1 bis 1½ Metern horizontal vom Stamme fort. Sie zeigen weder im Anfange ihrer Entwicklung noch später eine Krümmung nach dem Erdboden zu wie gewöhnliche Ernährungswurzeln (positiv-geotropische Krümmung), noch eine solche nach oben (negativ-geotropisch) wie die Pneumatophoren. In Übereinstimmung mit ihrer Atmungsfunktion sind die Spitzen dieser Besenwurzeln über eine große Strecke entweder gar nicht oder nur sehr wenig mit Rinde versehen, infolgedessen schön weiß gefärbt oder mit zahlreichen Leitzellen versehen. Es finden sich jedoch derartige Besenwurzeln auch außerhalb des Moores und auf Standorten ohne ausgeprägte Sauerstoffarmut des Bodens.

Etwas Ähnliches wie diese Luftwurzeln hat schon vor 20 Jahren Prof. Post an zwei europäischen Baumarten, der Esche und der Erle, beobachtet. Beide, besonders die letztere, zeigen, wenn sie in Sumpfboden stehen, nicht nur eine große Menge von stammbürtigen Adventiwurzeln, die fast gar nicht in den sauerstofflosen Boden eindringen, sondern in einiger Höhe über dem Boden horizontal verlaufen; nein, auch von dem in der

Erde befindlichen Wurzelwert treten Auszweigungen wieder zu Tage, um sich verzweigend auf dem Erdboden hinzukriechen. Vielleicht sind es gerade diese „aerotropischen“ Wurzeln, die dem Baume den Luftentzug im Moorboden ermöglichen; an trockeneren Standorten fehlten sie.

Die an der Oberfläche bleibenden, zu einem ausgedehnten Gitterwerk entwickelten Wurzeln der Bäume des tropischen Laubwaldmoores verdanken ihre Entwicklung der Sauerstoffarmut und der durch die Humusäuren hervorgerufenen „physiologischen“ Trockenheit des Moorbodens. Sobald am Rande des Sumpfes das ans rein anorganischen Mineralstoffen bestehende trockene, sich ein paar Meter über den Wasserspiegel erhebende Gelände erreicht wurde, waren alle Charakterpflanzen des geschilderten Moorwaldes gänzlich verschwunden.

Zum Verständnis der Eigentümlichkeit der Steinkohlenszeitmoore, die wir fossil als Steinkohlenslager kennen, mit ihrer Vegetation von tropischem Habitus, trägt, wie Prof. Potonié bemerkt, die Kenntnis des geschilderten Moores wesentlich bei. Die Moore der Gegenwart, die man bisher gern zum Vergleich mit den Karbonmooren heranzog, z. B. die gut bekannten großen Moore im atlantischen Flachland des mittleren Nordamerica, wie der Great Dismal Swamp, taugen hiesu weniger, denn sie liegen nicht innerhalb der Tropen und haben im Winter sogar fröste mit Eisbildung.

Ein Produkt geographischer Isolierung und der Verpflanzung in ein wesentlich wärmeres Klima ist die Flora der Kanarischen Inseln, mit der Prof. H. Schenk*) uns in einem Bande der wissenschaftlichen Ergebnisse der deutschen Tiefsee-Expedition auf dem Dampfer „Valdivia“ bekannt macht. Diese Flora stellt zum größeren Teil ein Geschlecht urwüchsiger Pflanzen dar, die dem Menschen den Boden streitig machen, auch gegen Tiere gewaffnet sind oder sich doch, von ihnen beschädigt, wiederherstellen vermögen, mit ausländischen Eindringlingen, den Infräutern, einen erfolgreichen Kampf um das Bestehen führen und sie sogar durch ihre viel vollkommeneren Anpassung von manchen ausgedehnten Standorten ganz fernhalten. Nach Abzug der mit dem Menschen eingewanderten Fremdlinge setzt die Kanarische Flora sich aus 806 Arten Gefäßpflanzen zusammen, von denen 444 endemisch (nur dort zu Hause) sind. Eine Anzahl davon, wenn auch nur wenige, sind nicht wirklich autochthon oder uralte, sondern uralte Einwanderer, deren Vertreter in der ursprünglichen Heimat ausgestorben sind. Die übrigen sind unter den eigentümlichen Daseinsbedingungen der Kanaren entstandene Neubildungen.

Diesen Inseln müssen also die Bedingungen für die Erzeugung neuer Formen in besonderem Maße zukommen. Sie haben zwar ihre Flora aus dem Mittelmeergebiete empfangen, liegen selbst aber außerhalb desselben, geographisch sowohl wie vor allem klimatisch. Das Klima ist viel wärmer und gleichmäßiger und im Küsten-

*) Beiträge zur Kenntnis der Vegetation der kanarischen Inseln, Jena 1907. (Wissenschaftl. Ergebnisse etc. II. Bd. I. Teil, 2. Lieferung.)

gürtel noch regenärmer als im Heimatlande der Pflanzen. Der wirksamste Faktor bei der Entstehung der endemischen Gewächse war jedoch die insulare Isolierung. Die Kanaren enthielten von vornherein nur Typen, die über das Meer kommen konnten, und diese bildeten sich hier noch in ganz besonderer Weise fort. Entsprechende Beziehungen und ähnliche Umwandlungen zeigen sich auch in der Tierwelt. Die Menge der fliegenden Insekten ist geringer als auf den Festländern und die Flügel sind vielfach verkümmert. Das er-



Stamm des großen Drachenbaumes bei Icod auf Teneriffa.

Härt auch manche Eigentümlichkeiten der Wälder dieser Flora. Während die Insekten sich durch Verkümmern ihrer Flugwerkzeuge der Ungunst des Klimas unterwarfen oder ihr, wenn ihre Existenz von den Flügeln abhing, durch deren Vergrößerung Trost boten, entstand in der Wälderwelt ein auffälliger Gegensatz zwischen geringer Größe und Unscheinbarkeit einerseits, außergewöhnlicher Prachtentfaltung andererseits, je nachdem die betreffenden Pflanzen ohne Insektenbestäubung fortkommen oder dieselbe durchaus nicht entbehren konnten, in letzterem Falle also starker Lockmittel bedurften.

In der Vegetation der Kanaren lassen sich vier Regionen unterscheiden. Die erste, die basale Region, reicht vom Meeresspiegel bis 700 Meter auf der Nord-, 800 Meter auf der Südseite der Inseln. Eigenartige Gewächse dieser Region sind die auf den Kanaren heimische Dattelpalme (*Phoenix jubae*), die einzeln oder in kleinen Beständen auftritt, die in kandelaberartigen

übermannshohen Büschen aus allen Felspalten hervorzuschüßende kanarische Wolfsmilch (*Euphorbia canariensis*) sowie Natterkopf und Immergrün (*Sempervivum*), dessen Arten auf den Kanaren und Madeira besonders zahlreich sind. Das größte Interesse des Reisenden erregt jedoch der „Dickhäuter“ der kanarischen Flora, der Drachenbaum (*Dracaena draco*), dessen ältestes, seitdem völlig vernichtetes Exemplar zu Orotava schon A. von Humboldt beschrieb. Sein Stammumfang, der von seiner Höhe nur wenig übertroffen wurde, betrug 18 Meter, sein Alter wurde auf vier- bis sechshundert Jahre geschätzt. Schon die Ureinwohner der Inseln, die Guanchen, sollen ihn wegen seines hohen Alters verehrt haben. Bereits im 15. Jahrhundert war sein Stamm hohl, so daß die Eroberer der Insel, die Spanier, ihn als Kapselle benutzen konnten. Als er 1867 einem Orkan zum Opfer gefallen war, trat an seine Stelle als ältester Kanarier der Drachenbaum von Icos de los Vinos, dessen Höhe 25 Meter und dessen Umfang 3 Meter über dem Boden 12,5 Meter beträgt. Sein Alter wird von Prof. Schenk nur auf 300 Jahre geschätzt, während andere 2000, sogar 4000 bis 6000 Jahre annehmen. Ein würdiger Nachfolger dieses zweiten Riesen wird dereinst der verhältnismäßig schlankere, aber schon jetzt 25 Meter hohe Drago auf dem Kirchhofe von Realejo el Alto im Taorotal bei Orotava sein, der vermöge der hohen Lage dieses Ortes die ganze Gegend beherrsicht.

An die basale Region schließt sich die untere Vergregion, die auf der Nordseite bis 1600, auf der Südseite bis 1500 Meter reicht. Sie birgt an den geschützten, dem Regen mehr ausgesetzten Abhängen und in den feuchten Schluchten die eigenartigste und interessanteste Pflanzenformation der atlantischen Inseln, den Lorbeerwald. Er ist ein Produkt des feuchten makroonesischen Klimas, fehlt daher auf den östlichen Kanaren und auf den Kapverden. Infolge der Herzförmigkeit der Einwohner hat sein Areal sehr abgenommen. Offene, windige und weniger feuchte Stellen bebohrt der Hartlaubbusch.

In der oberen Vergregion, dem Pinar, herrscht als einzige Baumart die kanarische Kiefer (*Pinus canariensis*), die vereinzelt auch bis zur Basis gelegentlich hinabsteigt. Durch rasches Wachstum ausgezeichnet, erreicht sie eine Höhe von 30 und mehr Metern. Die Äste beginnen bei freiem Stand des Baumes am Boden und werden nach der Spitze zu kürzer, so daß die Bäume an unsere Eekanne erinnern. Eine zweite endemische Koniferenart ist der buschartige Wacholder (*Juniperus cedrus*), der infolge seines wertvollen Holzes schon nahezu ausgerottet ist.

Über 2000 Meter im Norden, 2600 auf der Südseite liegt die alpine Region der Kanaren, die eigentlich nur auf Teneriffa mit dem 3700 Meter hohen Pico de Teide in größerem Umfange besteht. Sie ist das Gebiet der Retama blanca (*Spartocytisus supranubius*), eines übermannshohen, fugeligen Ginsterbusches. Im ganzen beherbergt diese Region noch ein halbes Hundert Gefäßpflanzen, teils kontinentale Arten aus dem

Mittelmeergebiete, teils endemische, unter denen sich alle kanarische Pflanzentypen finden.

Blütenbiologisches.

Ein unerschöpfliches, jeden Naturfreund immer wieder aufs neue anziehendes Feld der Forschung und Beobachtung bieten die Beziehungen der Insekten und Blüten. So groß die Masse der auf diesem Felde gesammelten Tatsachen auch sein mag — Hände sind bereits gefüllt damit —, erschöpft sind sie nicht im mindesten, und jeder schöne Sommertag kann unsere Einsicht in diese „garten Verhältnisse“ zwischen zwei von der Natur so wunderbar ausgestatteten Arten von Wesen vermehren und unsere Freude daran neu beleben.

In einer Arbeit „Zur Kenntnis einiger Blütensekrete nebst Bemerkungen über neuere blütenbiologische Arbeiten“ gibt Dr. Josef Fahringer*) eine seiner eigenen Beobachtungen. Die erste derselben bezieht sich auf eine nahe Verwandte unserer Schwarzweurz (*Symphytum officinale*), auf die knollige Schwarzweurz (*S. tuberosum*), die von Fahringer genau untersucht ist. Die glockenförmige Blumenkrone dieser Pflanze trägt am Grunde einen gelblich aussehenden Wulst, der einen Ring um den Fruchtknoten bildet. Dieser Wulst besteht nach mikroskopischer Untersuchung aus zahlreichen ein- bis zweizelligen Haargebilden (Trichomen), die eine dicke oberhautartige Membran besitzen.

Diese Haarzellen enthalten Zucker und sondern den Honig ab. Der Blütenhonig enthält etwa 77 Prozent Wasser und 23 Prozent Zucker, und da eine Einzelblüte ungefähr 6 bis 8 Milligramm Zucker liefert, so müssen von der Hummel zu einem einzigen Gramm Zucker rund 120 Blüten abgesucht werden, und zu einem Kilogramm sind etwa 119.000 Blüten erforderlich. Diese Zahlen, meint Fahringer, erklären zur Genüge das ungemein häufige Vorkommen der *Symphytum*-arten, die zu den beliebtesten Besuchsobjekten für blütenbesübende Insekten gehören. Die große Zahl der reichlich Honig absondernden Trichome gestattet überdies einen mehrmaligen Besuch durch Insekten, und zwar so, daß die fremdbesübung ziemlich gut gesichert erscheint. Aberdies sind die Trichome selbst durch die dicke, ziemlich harte Zellhaut so gut geschützt, daß man sie selbst an alten, von Stacheln angebohrten Blüten noch unverletzt findet, die Bienen sich also mit dem außen abgehobenen Honig begnügen müssen. Wir haben es hier also mit einem Falle ganz besonderer Anpassung an die Insektenbefruchtung mittels Honigabsondernder Trichome zu tun.

Außer dem Blütenhonig ist nur noch der Pollen als ein allgemein verbreitetes Anlockungsmittel der Blumen zu nennen, bei manchen Pflanzen ist sogar ein Teil der Staubblätter direkt in sogenannte Beißigungsantheren umgewandelt, jedoch meist nur dann, wenn keine Honigabsonderung stattfindet. In den meisten Fällen kommt es zur Ausbildung von zahlreichen Staubblättern, von denen dann einzelne

ohne Schädigung der Befruchtungsmöglichkeit abgeweidet werden können, wie bei den Hahnenfußgewächsen und Rosazeen, oder es stehen die Einzelblüten in dichten Blütenständen beisammen und es werden dann nur wenige Antheren ausgebildet, wie bei den Vereins- oder Korbbliättern und den Doldenblütigen. Die große Zahl besonders solcher Pflanzen, die den Insekten Pollen oder Honig liefern, darf uns nicht wundernehmen, wenn wir beachten, von wie hervorragender Bedeutung für die Lebensverhältnisse der meisten Insekten gerade diese Anlockungsmittel sind.

Fahringer gibt eine Tabelle, die das Verhältnis der Blütenauscheidungen zu den Lebensmitteln der Bienen klarlegt. Aus ihr geht zunächst hervor, daß der Blütenhonig sehr wässrig ist und verhältnismäßig wenig Zucker enthält, die Bienen also gezwungen sind, ziemlich viele Blüten abzuschöpfen, um einigermäßen Honig zu bekommen. Nach besteht der Blütenhonig fast zu gleichen Teilen aus Glukose und Saccharose, während im Bienenhonig nur wenig von letzterer vorhanden ist; offenbar wird sie im Bienenleibe durch geeignete Fermente in Glukose verwandelt. Der wässrige, fett- und einweicigige Futterbrei wird fast ausschließlich aus dem Pollen erzeugt und nur wenig mit Honig vermischt; hier dürfte wohl auch das überschüssige Wasser des Blütenhonigs Verwendung finden. Es läßt sich also behaupten, daß Honig und Pollen für die Lebensbedürfnisse der meisten Insekten vollkommen ausreichen, denn bei fast allen nicht räuberisch lebenden Insekten verhält es sich bezüglich der Ernährung ähnlich wie bei den Bienen. Die sonst noch vorkommenden Anlockungsmittel, wie Futterhaare, Blütenwachs n. a., die ja nicht allgemein vorkommen, heißen dagegen eine untergeordnete, nur aus den besonderen Lebensverhältnissen solcher Pflanzen erklärliche Bedeutung.

Bei Orchideen, namentlich tropischen, und auch bei anderen einheimischen Pflanzen bilden die als Futterhaare bezeichneten Einweic- und fett-drüsen ein Anlockungsmittel, dessen Bedeutung, abgesehen davon, daß sie ein wichtiges Nahrungsmittel für gewisse Insekten abgeben, auch darin besteht, daß sie den nur in einem einzigen Staubblatte erzeugten und in seiner Ganzheit für die Befruchtung notwendigen Pollen vor den Angriffs-pollenfressender Insekten schützen; denn diese Futterhaare produzieren gerade diejenigen Stoffe, die sonst den Staubbeuteln entnommen werden müßten. Auf diese Weise erklärt sich auch, warum speziell bei den Orchideen Futterhaare als Anlockungsmittel vorkommen, wie überhaupt anzunehmen ist, daß diese Organe ausschließlich bei pollenarmen Blüten vorkommen, d. h. solchen, deren Pollen, er mag an Masse gar nicht so gering sein, doch ganz und gar für die Befruchtung notwendig ist.

Das Blütenwachs, das bei verschiedenen Pflanzen vorkommt, ist von Fahringer bei der Orchidee *Orchidium divaricatum* untersucht worden. Die Lippe (das Labellum) dieser Blüte ist auf der Oberseite gegen die Spitze zu tief braunrot gefärbt und trägt an dieser Stelle einen weißen, flockig aussehenden Überzug von Blütenwachs; ein

*) Beilage zum Bot. Zentralblatt, Bd. 23 (1908), Heft 5.

zweites Wachsklumpchen befindet sich weiter oben gerade der Warbe gegenüber. Das Ornithidiumwachs ist ein mit Harz und ätherischen Ölen gemengtes fettreiches Glycerin und stimmt mit den bisher untersuchten pflanzlichen Wachsorten sowohl chemisch wie physikalisch fast vollkommen überein. Die Behauptung, daß hier die Blüte denjenigen Stoff, den sich die Insekten zu ihrem Zellenbau sonst selbst bereiten müssen, als Anlockungsmittel für und fertig darbiete, bestreitet Fahringer. Das Bienenwachs ist ein Umwandlungsprodukt des Honigs oder anderer Nahrungssäfte. Das Blütenwachs dagegen liefert lediglich sogenanntes Klebewachs zum Verstopfen von Rissen, Fugen u. dgl., zu welchem Zwecke die Bienen ja auch klebrige Überzüge von Knospen, Wachsabsonderungen von Wältern und Früchten einsammeln. Bei unserer Orchidee bildet nun das Blütenwachs zugleich durch die Farbe ein Anlockungsmittel, durch die Lage ein Sicherungsmittel der Fremdbestäubung und durch seine Klebrigkeit ein Abwehrmittel gegen kleine kriechende Insekten.

Häufige Beobachtungen über Orchideen in der Trierer Gegend teilt ein rheinischer Botaniker, P. J. Busch, mit.* Es gibt dort wohl keine Pflanzenfamilie, die sich bei alt und jung einer solchen Beliebtheit erfreut, wie die Knabenkräuter oder Orchideen. Sogar die seltenen Arten belegen der Trierer mit volkstümlichen Namen. *Aceras anthropophora* ist ihm der „gehockte Mensch“, *Ophrys apifera* die „Bie“, *O. muscifera* die „Mück“, *O. arachnites* die „Spinn“, *Neottia nidus avis* das „Vogelnest“, *Himantoglossum hircinum* der „stinkende Bock“. Letztere, die Bockriemenzunge, trägt ihren Namen ganz mit Recht. Ihr Duft zieht hinter dem eines überreichlichen Gegenbockes nicht zurück. Stellt man ein Exemplar der Pflanze im Glase Wasser ins Zimmer, so ist bald der ganze Raum von dem unangenehmen Dufte erfüllt.

Die Orchideen werden sehr fleißig von Insekten besucht. In einem Dorfe klagte dem Erzähler eines Tages ein Bienenzüchter, seine Bienen seien krank, sie hätten eigentümliche Gewächse am Kopfe. Mithinwend zum Bienenstande sah Busch, wie fast jede heimkehrende Biene am Kopfe mit einem oder zwei Pollenpäckchen von Orchideen behaftet war. Dieselbe Erscheinung zeigte sich bei den Bienen der sämtlichen neun Bienenstände des Ortes. Die Pollinarien stammten aus den Blüten der grünen Orchis (*Platanthera viridis*), die in großen Mengen auf den das Dorf umgebenden Wiesen blühte.

Leider ist es bis heute noch nicht gelungen, Orchideen auf die Dauer in unseren Gärten anzusiedeln. Selbst in der Muttererde mit großen Ballen dorthin verpflanzt, verschwinden sie nach einigen Jahren für immer. Abgeschnittene Orchideen dagegen halten sich im Wasserglase wochenlang, selbst wenn man sie welk nach Hause gebracht hat. Man beachte beim Einstellen ins Wasser nur, daß man den untergetauchten Stengel im Wasser, etwa 1 bis 2 Zentimeter unter dem Wasserspiegel, ab-

schneidet. Sie erschließen dann ihre Knospen und bringen nicht selten sogar die Fruchtknoten beinahe zur Reife.

Der Nektar scheint bei den Orchideen im allgemeinen eine minder hervorragende Rolle als in anderen Pflanzenfamilien zu spielen, da er in ihrer Blütenökonomie vielfach durch andere Stoffe, wie Wachs und Futterhaare, ersetzt wird. Dies erklärt sich vielleicht dadurch, daß dem Blütenhonig, wie schon ältere Untersuchungen von Sprengel, Darwin u. a. gezeigt haben, neben seiner Bedeutung für die Bestäubung noch andere Verrichtungen zufallen, daß er solche anderweitige Funktionen in der Orchideenblüte jedoch nicht zu erfüllen hat, hier also nicht so nötig ist. Eine dieser Funktionen besteht nach M. W. Burck*) darin, das Aufspringen der Antheren zu erleichtern. Dem Aufspringen der Staubbeutel pflügt ein Wasserverlust voranzugehen, der in einzelnen Fällen, z. B. bei der Kaiserkrone, bis zu 90 Prozent des ganzen Staubbeutelgewichtes betragen kann. Da nun bei vielen Pflanzen, z. B. bei Vereinsblättern, Schmetterlingsblättern, Erdrauchgewächsen u. a., das Öffnen der Antheren noch bei geschlossener Blüte vor sich geht, die Transpiration also für die Wasserentledigung nicht in Betracht kommen kann, so kam Burck auf die Vermutung, daß das Wasser der Antheren auf osmotischem Wege, d. h. mittels Durchtritt durch die Gefäßwände, durch die Nektarien oder andere zuckerhaltige Absonderungen aufgesogen werde. An der Hand von Experimenten sucht er zu beweisen, daß bei der Weigelle (Diervilla), dem Fingerhut, der Nachtkerze u. a. der stark zuckerhaltige Staubfaden das Aufspringen veranlasse, bei der Vogelmiere, vielen Schmetterlingsblütlern, dem Hirtentäschelkraut u. a. die am Grunde der Staubblätter befindlichen Nektardrüsen.

Merkwürdigerweise treten gegenwärtig auch andere Stimmen dafür ein, daß die Nektarabsonderung wahrscheinlich schon lange eine beständige Eigenschaft der Pflanzen gewesen ist, bevor von einer Anpassung an Insekten die Rede war, daß also die Nektarien zu den Organisationsmerkmalen der Blüte zu rechnen sind. Daß sie außerhalb der Blüte eine andere Rolle spielen, als man bisher annahm, ist ja erst kürzlich von verschiedenen Seiten nachgewiesen worden (s. Jahrb. VI, S. 127, Ameisenfreundschaft und Pflanzenschutz).

Die Einrichtungen der Blüte sind bisher allzu einseitig auf die Anpassung an die Kreuzungsmittel, die Insekten, bezogen worden — so behauptet W. Burck in einer hochinteressanten Arbeit über „Darwins Kreuzungsgeseh und die Grundlagen der Blütenbiologie“**) in welcher er versucht, die herrschende Theorie von dem Nutzen der Kreuzbefruchtung und der Blütenanpassungen, die letztere begünstigen, zu widerlegen.

Die Stützpunkte, von denen aus Burck die alte Lehre aus den Angeln zu heben versucht, sind die Mutationslehre seines berühmten Landmannes de Vries und die neueren Anschauun-

*) Revue gén. de Botanique, Bd. 19, (1907) S. 104.

**) Extrait du Recueil des Travaux bot. Néerlandais vol. 4 (1907), S. 102. Naturw. Rundsch., 25. Jahrg. Nr. 15.

*) Verhandl. des Naturhist. Vereins der preuß. Rheinlande und Westfalens, 64. Jahrg., 1. Hälfte, Bonn 1908.

gen über die Konstitution des Zellkernes. Nach der Mutationsstheorie, welche die sprunghafte Entstehung neuer beständiger Arten lehrt, ist eine allmähliche Anpassung der Befruchtungsvorgänge an neue Blütenmerkmale und die allmähliche stärkere Ausbildung nützlicher Merkmale durch natürliche Selektion seitens der Insekten schwer zu begreifen.

Die neuere Zellernlehre hat gezeigt, daß die zur Entstehung des neuen Lebewesens notwendige Vereinigung der Elternkerne nur dann vollkommen normal verläuft, wenn die männlichen und die weiblichen Chromosome, welche die Vorkerne des Keimkerns bilden, dieselbe Anzahl von Eigenschaftsträgern enthalten. Stimmt die Zahl der erblichen Anlagen der beiden Vorkerne nicht genau überein, so entstehen Störungen, die besonders bei der Bildung der Geschlechtszellen des Tochterindividuum hervortreten werden. Für die völlige Fruchtbarkeit und die Entfaltung aller Eigenschaften der Nachkommen wäre also eine gleiche Konstitution der Spermakerne erforderlich, und diese Bedingung wird bei den Pflanzen, die sich von altersher durch Selbstbefruchtung fortgepflanzt haben, am vollkommensten gewährleistet.

Die Unmöglichkeit der Fremdbestäubung ist nur bei solchen Pflanzen vorhanden, deren Blüten stets geschlossen bleiben (Kleistogame Blüten, Kleistogamie); sie finden sich namentlich in der Familie der Anonaceen oder Klasienhäute, deren Mitglieder sich durch ihre großen, ängstlich beschuppten oder faszettierten, zum Teil sehr wohlriechenden Früchte auszeichnen. Zwei Kleistogame Gattungen unter ihnen, *Goniothalamus* und *Urta-hotrys*, sind über einen großen Teil der Erde verbreitet und lassen annehmen, daß die Kleistogamie bei ihnen ein ererbtes Merkmal von uraltem Datum sei. Die Kleistogamen erklärt Burck daher für die gametenreinsten aller Pflanzen, da bei ihnen der Zellkern „äonenlang“ von aller Vermischung mit fremden Elementen freigeblichen ist und der eine Vorkern keine Abweichung erhalten konnte, die nicht auch dem anderen zu teil wurde. Nach für diejenigen Kleistogamen, die nebenbei sich öffnende, mit Blumenblättern versehene Blüten (Chasmogame Bl.) tragen, z. B. die stengelumfassende Taubnessel, der Saure Klee, das Märzweiden, hat Burck an einer Anzahl von Beispielen gezeigt, daß die Chasmogamen Blüten für die Kreuzung keine Bedeutung haben, da sie meistens selbstbefruchtete Samen hervorbringen, und daß außerdem Pflanzen aus gekreuzten Samen solchen aus Kleistogamen Samen keineswegs überlegen sind, was man bisher allerdings annimmt.

Darwins Kreuzungsgesetz*) besagt, „daß sowohl bei Tieren als bei Pflanzen eine Kreuzung zwischen verschiedenen Varietäten oder zwischen Individuen derselben Varietät, aber von verschiedenen Unterarietäten, den Nachkommen Kraft und Fruchtbarkeit verleiht. In zweiter Linie beweisen diese Tatsachen und Versuche (Darwins und der Viehzüchter und Gärtner), daß eine Kreuzung zwischen naherwandten Wesen, zwischen

sogenannten Blutsverwandten, die Kraft und Fruchtbarkeit der Nachkommen vermindert. Dies alles nun bringt mich zu dem Glauben, daß kein organisches Wesen sich selbst befruchtet für eine Ewigkeit von Generationen, sondern daß eine Kreuzung mit einem anderen Individuum von Zeit zu Zeit — vielleicht nach langen Fristenräumen — durchaus erforderlich ist.“

Burck hält dieses Gesetz nicht für richtig. Es gründe sich nicht auf Versuche mit reinen Arten, sondern mit Gartenvarietäten und anderen Pflanzen, die durch Kreuzung verschiedener Arten oder Varietäten entstanden sind, sogenannten Hybriden. Alle diese Versuchspflanzen waren nach Burcks Ansicht durch die Bastardierung an Fruchtbarkeit, Stärke und Wachstums zurückgegangen, und wenn die Kreuzung bei ihnen günstig wirkte, so entspricht das den Erfahrungen, die man an Bastarden gemacht hat; denn deren Nachkommen zeigen sich, wenn sie durch Kreuzung zu stande gekommen sind, an Kraft und Fruchtbarkeit den durch Selbstbefruchtung entstandenen überlegen, was sich wieder aus der Befruchtung der zusammentreffenden Spermakerne erkläre. Also nur für hybride, nicht für reine Arten sei mit der Kreuzbefruchtung ein Vorteil verbunden.

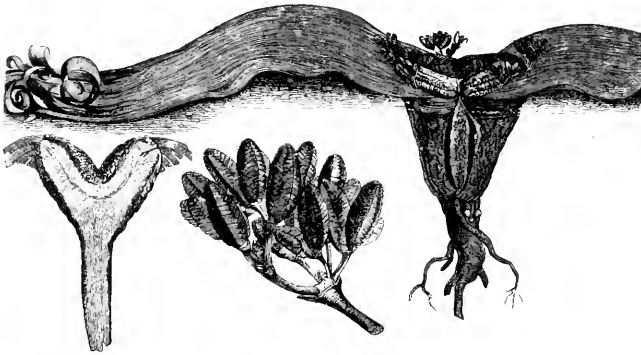
Erregnet nun Burck, daß in der Natur Blüteneinrichtungen auftreten, die als Anpassungen zur Sicherung der Kreuzbefruchtung gedeutet werden, also die Einrichtungen, daß die Geschlechtsorgane auf einer Pflanze örtlich getrennt oder auf zwei Pflanzen verteilt auftreten (Monöcie beim Mais, Diöcie beim Hanf, Gynödiöcie wie beim Quendel), oder daß die gegenseitige Lage der Narben und Staubbeutel die Selbstbestäubung verhindert (Herkogamie), oder daß sie durch Reiferwerden der Narben und Staubbeutel zu verschiedener Zeit (Dichogamie) verbunden wird? Die Einrichtungen kann er natürlich nicht leugnen, aber er erklärt sie konsequenterweise nicht für nützlich, sondern für schädlich.

Den angeblichen Nutzen der Diklinie (d. h. der Ein- und Zweihäufigkeit der Pflanzen) habe schon Darwin in späteren Jahren in Abrede gestellt. Sie sei das Ergebnis einer sprunghaften Variation (Mutation). Ebenso sei die Gynödiöcie, die Einrichtung, daß dieselbe Art auf einem Stocke rein zwitterige Blüten, auf anderen nur weibliche besitze, ohne Nutzen. Daß sich solche unzuweckmäßige Einrichtungen erhalten haben, lehre uns, daß wir uns die Wirkung des Kampfes ums Dasein im allgemeinen falsch vorstellen und einzelne richtige Beobachtungen zu sehr verallgemeinert haben.

Das bekannteste Beispiel für die Herkogamie, die Verhinderung der Selbstbefruchtung durch die Lage der Blütenteile, bilden seit Darwins berühmten Untersuchungen (Kreuz- und Selbstbefruchtung der Pflanzen) die Orchideen. Er selbst hat aber schon gezeigt, daß die Selbstbefruchtung auch bei den Orchideen recht häufig ist. DePino und Hildebrandt, die zahlreiche herkogame und dichogame Blüten untersuchten, fanden, daß bei beiden Gruppen die Kreuzung im allgemeinen zwischen zwei Blüten desselben Stockes statt findet, und daß bei Herkogamen in sehr vielen Fällen die Insekten zwar eingreifen, aber keine

*) Entstehung der Arten, Ausg. Hensel, Halle a. S., Seite 102.

fremd, sondern eine Eigenbestäubung bewirken. Beide Forscher glaubten, wie Darwin selbst damals noch, daß die Befruchtung einer Blüte mit dem Pollen einer Nachbarblüte desselben Stockes zwar vielleicht nicht so vorteilhaft wie die Kreuzung mit einem anderen Individuum sei, aber doch einen gewissen Vorteil vor der Selbstbefruchtung habe; Darwin fand aber einige Zeit später bei Versuchen mit dem roten Fingerhut, der Gartenwinde (*Ipomoea purpurea*), der gelben Maskenblume (*Mimulus*), einem Pelargonium und dem gemeinen Doften, daß das nicht der Fall war. Damit ist nach Burck's Ansicht die Voraussetzung, daß der Bau der Blumen, besonders bei den Dichogamen und Herkogamen, auf eine Sicherung der Kreuzung hinweise, hinfällig geworden. Das sei



Welwitschia mirabilis.

auch Darwins Meinung gewesen, aber die Blütenbiologie sei ihm darin nicht gefolgt, sondern ihre eigenen Wege gegangen.

Die meisten dichogamen Pflanzen können Insektenbesuch völlig entbehren, da sie zur Selbstbefruchtung befähigt sind. Entweder springen die Staubbeutel zuerst auf, dann haben die Blüten den Pollen immer noch nicht ganz verloren, wenn die Narben zur Reife kommen, und bei den meisten Pflanzen, deren Narbe zuerst reift, bleibt sie auch lange frisch genug, um einige Tage später noch von dem dann hervorquellenden Pollen befruchtet zu werden.

Demnach kann die Dichogamie keine nützliche Signaleinrichtung genannt werden. Sie ist nicht durch natürliche Juchtwahl oder sonstige Nützlichkeitsgründe, sondern aus der Entwicklungsgeschichte der betreffenden Pflanzen zu erklären. In gewissen Fällen ist die Protandrie, d. h. Reifen der Staubblätter vor den Narben, so stark ausgebildet, daß die Narben erst zum Vorschein kommen, wenn die Staubbeutel schon entleert und abgefallen sind. Dann ist natürlich eine Selbstbefruchtung unmöglich. Diese Formen sind aber durch alle Zwischenstufen mit solchen verbunden, die sich von homogamen, Staubbeutel und Narben gleichzeitig zur Reife bringenden, nicht mehr unterscheiden lassen und sich regelmäßig selbst befruchten. Wie sich

die Blüten in dieser Hinsicht verhalten, das hängt nach Burck einfach von der verschiedenen Schnelligkeit ab, mit der die zentripetale Entwicklung der Blütenwirtel (Kelch, Krone, Staub- und Fruchtblätter) vor sich geht. Unter diesem Gesichtspunkte erscheint die Protandrie als eine ganz normale Erscheinung und die Homogamie als eine Protandrie mit schnell aufeinander folgender Entwicklung der Geschlechtsorgane.

Viel schädlicher als die Dichogamie ist die Herkogamie, d. h. die der Selbstbefruchtung hinderliche Stellung der Blütenteile, da die herkogamen Pflanzen noch viel abhängiger von den Insekten sind als die dichogamen. Burck ist der Überzeugung, daß die Herkogamen durch Mutation aus Pflanzen, die sich unabhängig von allem Insektenbesuch selbst befruchteten, hervorgegangen sind. Durch eine sprungweise Variation habe sich die Lage der Staubblätter und Narben zueinander so abgeändert, daß der Pollen nicht mehr auf die Narbe ausgestreut wird. Die große Schädlichkeit der Herkogamie (Abwehr der Selbstbefruchtung) ergibt sich daraus, daß (nach Darwin und Fris Müller) eine gewaltige Zahl von Orchideen ausgestorben sein müsse. Daß der wundervolle Bau der Orchideenblüten ausschließlich durch Mutation entstanden sei, glaubt Burck allerdings

selbst nicht; es habe die natürliche Auslese eine Rolle dabei gespielt und sie werde auch jetzt noch von den Insekten zur Erhaltung der verschiedenen Eigenschaften der Blüten ausgeübt.

Nach diesen Ausführungen wären die Insekten, besonders im Beginn ihrer Beziehungen zur Blütenwelt, nichts weiter gewesen als lästige Schnaroker, die sich gewisser Stoffe bemächtigten, welche die Pflanze zu ganz anderen Zwecken hervorgebracht hatte. Jetzt haben sich gegenseitige Dienstleistungen daraus entwickelt, aber selbst diese sind seitens der Insekten, soweit sie Kreuzbefruchtung herbeiführen, nicht von dem Nutzen, den man bisher darin gesehen hatte. Weitere Untersuchungen müssen lehren, ob diese Anschauungen Burck's richtig sind. Bis zu diesem Erweise dürfen wir den blütenbiologischen Forschungen auch weiterhin mit dem Interesse folgen, das sie in reichem Maße verdienen, und wenden uns zu dem Zwecke zuerst nach Afrika, dessen botanische Schätze trotz fleißigster Arbeit der europäischen Gelehrten noch lange nicht gehoben sind.

Eine der merkwürdigsten Pflanzen der Erde dürfte die südafrikanische, nach ihrem Entdecker benannte Welwitschie (*Welwitschia mirabilis* Hook.) sein, über deren Bestäubungsverhältnisse Dr. Rudolf Pösch bei seinem Aufenthalte in Deutsch-Südwest Näheres zu ermitteln ver-

fuchte.*) Man denke sich holzige, oft kaum handbreit aus dem Sandboden hervorschauende runde Stämme, von denen nach zwei gegenüberliegenden Seiten je ein langes, überaus festes und steifes Blatt ausgeht und sich dem Boden anschmiegt. Man vermag an diesen mit ihrer Wurzel tief in den felsboden verankerten Pflanzenruinen kaum eine Spur von Lebensfähigkeit zu entdecken, ausgenommen zur Blütezeit, wenn die auf verschiedenen Exemplaren gefondert stehenden männlichen und weiblichen Blütenstände hervorbrechen.

Die Station Welwitsch an der Bahnstrecke Swakopmund-Karibib, deren Name sich auf das Vorhandensein der seltsamen Pflanze gründet, bot dem Forscher Gelegenheit, ihnen nahezu kommen, und zwar traf er sie gerade in der Blütezeit, im Dezember, was für die Beobachtungen sehr günstig war. Etwa $1\frac{1}{2}$ Stunden südwestlich von der Station stehen auf einer etwas muldenförmigen Fläche, den Regenrinnen folgend, gegen 100 Welwitschien, zum Teil von den Heuschrecken so hart mitgenommen, daß sie keine Blüten angefaßt hatten. Es ist stannenswert zu sehen, bis wie weit die überaus festen und steifen Blätter dieser Pflanzen von den Zerstörern abgefressen waren. Die Größenerstreckungen der meisten Pflanzen waren: Durchmesser des von oben gesehenen elliptischen Stammes 0,75 bis 1 Meter, von einem Blattende zum anderen $1\frac{1}{2}$ bis 2 Meter. Das größte Exemplar hatte 1,50 Meter als Stammdurchmesser und maß von einer Blattspitze zur anderen (quer über die ganze Pflanze) 2,40 Meter. Ganz alte Stämme sehen wie eine aus mehreren Einzelstämmen zusammengesetzte Wiesenwucherung aus.

Die Pflanze ragt höchstens mit dem obersten Teile des Stammes pilzhutförmig aus dem Boden hervor, oft ist sie aber fast ganz vom Sande verweht. Die Blätter waren meist nicht mit Sand bedeckt, sondern lagen flach auf dem Boden mit vertrockneten und zerflossenen Blattenden. Das Ausgraben der ganzen Pflanze ist mit großer Schwierigkeit verbunden, weil sie eine sehr tief eindringende, sich verjüngende und sehr krüchtige Wurzel hat. In den verletzten Stellen sondert sich ein klebriger Saft ab.

Die Pflanzen stehen weit zerstreut, männliche und weibliche durcheinander. Fast an allen fand sich eine langröhrlige, lebhaft gefärbte Wanze, die nicht nur zahlreich unter den Blättern saß, sondern auch auf den männlichen und weiblichen Blüten herumkletterte. Außer ihr kämen als Bestäubungsvermittler nur noch eine viel kleinere rote Wanze und eine mit Vorliebe auf den Staubblättern der männlichen Blüten verweilende Fliege in Betracht. Dr. Pösch erhielt jedoch aus seinen Beobachtungen den Eindruck, daß die Insekten nur gelegentlich die Übertragung des Pollens besorgen; er vermutet, daß die Welwitschie für die Übertragung des Blütenstaubes durch den Wind eingerichtet ist. Während der Zeit seines Aufenthaltes kam täglich um die Mittagszeit eine mäßige südwestliche Brise auf. Leider erfahren wir darüber, ob der Pollen dabei säubte, ob er überhaupt zur Übertragung

durch den Wind eingerichtet ist, nichts. In der warmen Tageszeit waren die weiblichen Blüten häufig mit Harztropfen besetzt. Überreife oder schon vertrocknete Zapfen auf der Erde verrieten das häufige Gelingen der Befruchtung.

Im Anschlusse daran seien noch einige biologische Beobachtungen S. Hildebrands mitgeteilt, die zum Teil auf das Kapitel „Sweckmäßigkeit in der Natur“ ein seltsames Licht werfen.*)

Das Bingelkraut ist eine windblütige zweihäufige Pflanze, bei der die männlichen Stöcke



Kleeleide (*Cassuta trifoliata*). a Kleeleide von der Kleeleide befallen, b Blütenhäufel der Kleeleide, vergrößert.

einen ziemlich kräftigen Duft ausströmen. Infolge sorgfamer Beobachtung an acht Tagen stellte Prof. Hildebrand fest, daß nur die männlichen Blüten des Bingelkrautes von Insekten, Bienen, behufs Pollensammelns besucht werden, die weiblichen dagegen nie, ungeachtet der von Weiß in ihnen entdeckten Staminodien (verklärten Staubblättern), welche nach ihm an ihrer Spitze Zuckersaft anscheiden sollen. Dieser scheint gar keine Anziehungskraft auf die Insekten auszuüben, also vollständig nutzlos zu sein. Ob die weiblichen Blüten einen Duft ausströmen, ist sehr zweifelhaft, jedenfalls ist er nicht so stark, um die Bienen anzulocken, da diese sich nach Hildebrands Beobachtungen nur zu den männlichen Blüten wenden. Und an diesen ist der Duft nur für die Bienen von Wert, indem er ihnen den Pollen anzeigt. Für die Bestäubung der weiblichen Blüten ist dagegen dieser Duft und seine Folge, das Besuchtwerden der männlichen Stöcke, ganz nutzlos; ihre Bestäubung wird allem Anscheine nach allein durch den Wind bewirkt. Allerdings sind die Pollentörner der Pflanze nicht wie die der sonstigen Windblütler vollständig glatt, sondern schwach

*) Anzeiger der K. Akad. d. Wiss. Wien, Jahrg. 1908, Nr. 6.

*) Beihfte z. Bot. Zentrabl., Bd. 25, 1. Abt., Heft 1.

rauh, und dies sowie die Staminodien der weiblichen Blüten mag ein Nachklang früherer Insektenblütigkeit der *Mercurialis annua* sein, der heute bedeutungslos geworden ist.

Dieselbe Beobachtung wie beim Vinkelkraut — Besuch der männlichen Blüten, besonders so lange es noch an sonstigen frühlingblüten fehlte, und Verschmähen der weiblichen Blüten — machte Prof. Hildebrand bei der Erbe und beim Haselstrauche. Auch der männliche Hanf wurde im Sommer vielfach von Bienen und Hummeln besucht, während keines dieser Insekten an die Blüten der zwischen den männlichen Pflanzen stehenden weiblichen Stöcke ging.

Es gibt also, so schließt Hildebrand, eine Reihe von Windblütlern, an deren männlichen Blüten der Pollen von Insekten gesammelt wird, ohne daß sie ihn auf die weiblichen Blüten befördern; etwaige Insektenmittel, die sich an den männlichen Blüten befinden, sind also nur noch für die Insekten von Nutzen, für die Befruchtung der weiblichen Blüten aber durchaus nicht mehr.

Dieselbe Arbeit Prof. Hildebrands enthält interessante Beobachtungen über die Wirtspflanzen der Flachseide (*Cuscuta europaea*) und der ihr sehr nahestehenden, gleichfalls schmarogenden *Cuscuta lupuliformis*. Bekanntlich lösen sich die Flachseiden nach einem eigenartigen Jugendstadium völlig von der mütterlichen Erde los, indem sie ihre Nährpflanzen umwinden und ihnen vermittels kurzer Saugwarzen die Nahrung entnehmen. *Cuscuta europaea* ist in dieser Hinsicht sehr vielseitig. Hildebrand fand sie auf Pflanzen der verschiedensten Familien schmarogend, auf den meisten recht üppig, auf einigen allerdings auch in einem Zustande, der andeutete, daß es sich nur um einen Nothbehelf handle und die Säfte des Wirtes dem Gaste wenig zusetzten.

Am meisten scheint die europäische Flachseide auf Nesselfblütigen zu schmarogeln (zweihäufige Nessel, Hopfen, *Parietaria officinalis*), wobei sie merkwürdigerweise die kleine Nessel (*Urtica urens*) streng vermeidet. Unter den Vereinblütigen (Kompositen) fand sie sich auf der Schafgarbe, der Glockenblume und dem Rainfarn üppig gedeihend, ferner auf zwei Artenisijaarten (*vulgaris* und *Absinthium*). Unter den Glockenblumen wurde *Campanula rapunculoides* trotz ihres Milchsaftes nicht verschmäht, und selbst bei den Raubblütlerigen (Borraginazeen) waren die stehenden Haare kein Hindernis für die Saugwarzen gewesen, sich festzusetzen: mehrere Blütenstände des doch so stark behaarten Natterkopfes (*Echium vulgare*) waren ganz von der mit massenhaften fruchtsnäueln besetzten Flachseide überwuchert. Die Säfte des zu den Krappgewächsen (*Rubiaceen*) gehörenden Labkrautes (*Galium Mollugo*) schienen der Schmaroglerin, nach dem spärlichen fruchtsnäuel zu schließen, nicht zu behagen; vielleicht bietet ihr aber auch hier wie beim Kälberkopf (*Chaerophyllum temulum*) der schmächliche Wuchs der Wirtin nicht Nahrung genug. Unter den Silenazeen war besonders das Seifenkraut (*Saponaria officinalis*) von der Flachseide heimgesucht; ferner zeigten sich mehr vereinzelt die Brombeere (*Rubus caesius*),

das Johanniskraut (*Hypericum perforatum*), der orientalische Mohr und einige andere von ihr heimgesucht.

Gräser scheint weder die europäische noch die hopfenförmige Flachseide recht bewältigen zu können; wahrscheinlich können die zartwandigen Zellen ihrer Saugwarzen die harte kieselige Oberhaut der Gräser nicht durchdringen. *Cuscuta lupuliformis* ging, an einer Weidenart ausgefat, von dieser bald auf andere, benachbarte Salzigarten über, in deren Ästen sie sich wohl bis über 5 Meter in die Höhe zog, und wucherte ferner auch auf den am Grunde der Weiden stehenden Pflanzen, z. B. der *Miere Stellaria nemorum*. Sehr üppig gedieh sie auf der großen Nessel, von der sie auf die benachbarten Büsche der gefleckten Taubnessel (*Lamium maculatum*) überging. Ob letztere, bemerkt Hildebrand humorvoll, von der Flachseide für Brennesseln gehalten wurden, können die Anhänger der Mimikry näher untersuchen. Vielleicht werden sie sagen, daß ebenso, wie einerseits die gefleckte Nessel die Ähnlichkeit mit der Brennessel als ein Schutzmittel angenommen habe, andererseits die Flachseide die gefleckte Nessel wegen ihrer Ähnlichkeit mit der Brennessel anjauge. Merkwürdigerweise behagte auch das scharfästige Schöllkraut bis zu seinen früchten hinauf dieser Flachseideart ungemein.

Bestimmung und Vererbung des Geschlechts.

Bekanntlich bringen gewisse Pflanzen ohne Befruchtung reife und keimfähige Samen hervor, eine Eigentümlichkeit, die als (echte oder unechte) Parthenogenese bezeichnet wird und zuerst wohl 1833 von Ramiſch in Prag am Vinkelkraut festgestellt ist. Ähnliche Versuche hat neuerdings W. Krüger*) angestellt, und zwar mit einer bemerkenswerten Erweiterung des Ergebnisses: die unbefruchteten weiblichen Vinkelkrautpflanzen — *Mercurialis annua* ist zweihäufig — liefern nicht nur reife Samen, sondern aus letzteren gingen nur oder fast nur weibliche Individuen hervor.

Einen ähnlichen Erfolg hatten die Versuche Krügers mit dem (gleichfalls zweihäufigen) Hanf und der roten Lichtnelke (*Melandryum rubrum*). In den Hanfkulturen wurden die männlichen Pflanzen vor der Reife des Blütenstaubes entfernt; die zurückgelassenen weiblichen Pflanzen blühten ziemlich reichlich und lieferten bei der Ernte wohlausgebildete, wenn auch nicht sehr zahlreiche Samen, deren Inhalt sich bei der Schnittprobe als normal erwies. Von 25 dieser Samen ging etwa die Hälfte auf, und alle entstehenden Pflanzen waren weiblich. Bei der roten Lichtnelke (gleichfalls didyisch) entwickelten die unbefruchteten weiblichen Stöcke gleichfalls wohlausgebildete Früchte, welche Samen von anscheinend ganz normaler Art enthielten. Ob auch diese Samen nur weibliche Pflanzen ergeben, muß noch untersucht werden. Auffällig ist, daß nur ein geringer Prozentsatz der Blüten zur fruchtbildung gelangte, während die meisten bald vertrockneten und abfielen. Man könnte das Ver-

*) Berichte der Deutsch. Bot. Ges., Bd. 26^a (1908), S. 353.

halten der Pflanze als einen Notbehelf bezeichnen.

Daß alle Eizellen gleiche Geschlechtstendenz, und zwar die weibliche, besitzen, ergaben auch die Versuche, welche C. Correns anstellte, um experimentell zu entscheiden, ob die Keimzellen schon eine bestimmte Geschlechtstendenz haben und wie der Befruchtungsvorgang auf die Geschlechtsbestimmung einwirkt.*)

Correns ging bei seiner Versuchsanordnung von folgender Überlegung aus: Bei der Vereinigung der Geschlechtszellen höherer zweihäufiger Pflanzen ist zwar das jeweilige Geschlecht der Nachkommen scharf und eindeutig bestimmt, nicht aber die zu diesem Ergebnis führende Geschlechtstendenz der Keimzellen. Diese bilden nach ihrer Tendenz zwei Unbekannte. Gelänge es nun, die eine Keimzelle mit ihrer unbekanntem Tendenz durch eine fremde mit bekannter Tendenz zu erzeugen, so müßte sich die Tendenz der anderen bestimmen lassen. Dieser Versuch kann so ausgeführt werden, daß statt des Pollens der männlichen Pflanze der zweihäufigen Art Pollen einer verwandten, jedoch einhäufigen oder zwittrigen Art zur Befäugung benützt wird. Letzterer Pollen hat, wie alle Keimzellen monözischer oder zwittriger Pflanzen, die Tendenz, einhäufige oder zwittrige Nachkommen zu erzeugen. Man könnte nun weiter annehmen, daß diese Geschlechtstendenz der männlichen Keimzelle die (unbekannte) Tendenz der weiblichen Zelle nicht beeinflusse, sondern daß die männliche Keimzelle nur die Anregung zur Entwicklung gebe. Das ist aber nach den Versuchen nicht immer der Fall.

Correns benützte zu den Bastardierungen die *Jaunrübe*, und zwar die einhäufige *Bryonia alba* und die zweihäufige *Br. dioeca*. Wurde die weibliche Blüte der letzteren mit Pollen der einhäufigen Pflanze bestäubt, so entstanden lauter entschieden weibliche Individuen. Das Merkmal der Dizie dominiert also über das Merkmal der Einhäufigkeit, und, was vor allem bemerkenswert: die Keimzellen der weiblichen Pflanze haben alle die gleiche weibliche Tendenz. Zweitens wurde *Bryonia dioeca* weiblich mit dem Pollen derselben Art von einem männlichen Stocke belegt: Die Hälfte der aus den erzielten Samen gezogenen Pflanzen war männlich, die Hälfte weiblich. Es ergibt sich also, daß die männlichen Keimzellen eine Bedeutung für die Geschlechtsbestimmung haben; welcher Art diese ist, ergibt sich aus dem dritten Versuche.

Hier wurde *Bryonia alba* weiblich mit *Bryonia dioeca* männlich gekreuzt, und zwar mit dem Resultat, daß zur Hälfte männliche, zur Hälfte weibliche Individuen entstanden, nicht wie im ersten Falle nur weibliche. Die männlichen Keimzellen der zweihäufigen Pflanze können also nicht alle die gleiche männliche Tendenz besitzen, sonst hätten hier, analog dem ersten Versuche, alle Bastarde männlich sein müssen. Es zeigt sich vielmehr unzweideutig, daß die männlichen Keimzellen der zweihäufigen *Jaunrübe* mit verschiedenen Geschlechtstendenzen begabt sein müssen, die eine Hälfte mit

männlicher, die andere mit weiblicher Tendenz. Das Geschlecht der Nachkommen wird also vom Vater beziehungsweise von dem Umfange bedingt, daß der Vater zweierlei Geschlechtszellen produziert, die bei der Befruchtung der einseitig zur weiblichen Tendenz beanlagten Eizellen über das Geschlecht der Nachkommen entscheiden. Diese überraschende Tatsache hat sich nicht nur bei den *Bryonien* und anderen zweihäufigen Pflanzen feststellen lassen, sondern auch mit solchen, bei denen getrenntgeschlechtliche, zwittrige und vermittelnde Individuen nebeneinander vorkommen.

Einen dritten Beitrag zur Entscheidung der Frage, wodurch das Geschlecht bei zweihäufigen Pflanzen bestimmt werde, hat Fritz Noll*) geliefert. Noll versuchte zunächst zu ermitteln, ob vielleicht an der weiblichen Staude diözischer Pflanzen verschiedene Stellen für männlich und für weiblich vorausbestimmte Eier in Betracht kommen. Der Annahme, daß dies der Fall sei, schien eine Beobachtung am *Vingelkraut* sehr günstig. Von dieser Pflanze findet man nicht selten zwei Stämmchen so dicht nebeneinander, daß sie dem flüchtigen Blicke wie eine einzige erscheinen, und die in der Umgegend von Bonn beobachteten Paare derart bestanden ausnahmslos aus einem Männchen und einem Weibchen. Da an der Pflanze die einsamigen Früchte paarweise beisammenstehen, so lag die Vermutung sehr nahe, daß die Geschlechter schon an der Mutterpflanze in dieser Weise zusammengeordnet auftreten. Dennoch beruhte diese Annahme auf Täuschung; denn bei weiterem Nachforschen im freien Lande fanden sich auch zahlreiche Paarlinge mit gleichartigem Geschlechte, und die Nutzungsarten von paarweise beisammenstehenden Fruchtknoten liegen ebenfalls keinen Zweifel darüber, daß jenes zuerst beobachtete Zusammenstehen rein zufällig war. Es ließen sich überhaupt weder beim *Vingelkraut* noch bei Hanf, Spinat und Lichtnelke Beziehungen zwischen Entstehungsort an der Mutterpflanze und Geschlecht des Samens nachweisen.

Es wird zwar angenommen, daß die Zahl der männlichen Individuen zu der der weiblichen einer Art innerhalb einer großen Pflanzenschar ein bestimmtes feststehendes Verhältnis zeige. Doch scheint diese Annahme auf sehr schwachen Füßen zu stehen. Bei Halle a. S. z. B. zählte man beim Hanf unter 40.000 Pflanzen auf 100 männliche je 115 weibliche; in Österreich war das Verhältnis 100 zu 120, in Erlangen (66.000 Exemplare) 100 zu 154. Vielleicht kommen in diesen abweichenden Zahlen Rassenunterschieden zum Ausdruck. Noll stellte durch Beobachtung der Nachkommenschaft einer einzigen Hanfpflanze fest, daß unter den Abkömmlingen einer Mutterpflanze keine korrelative Regelung stattfindet. Er fand dabei das Geschlechtsverhältnis 100 zu 96, also eine erhebliche Abweichung von obigen Zahlen. Durch Untersuchung der Nachkommenschaft von Zwergpflanzen stellte er sogar Abweichungen, wie 100 männliche zu 10 weiblichen und anderseits 100 männliche zu 900 weiblichen fest, und sieht darin einen weiteren Beleg für die Behauptung, daß die Regelung des

*) Archiv f. Rassen- und Gesellschaftsbiol., Bd. 4 (1907). Als Buch: Die Bestimmung und Vererbung des Geschlechts. Berlin, Vornträger, 1907.

*) Sitzungsber. der Niederb. Gesellsch. für Natur und Heilkunde zu Bonn, 1907.

Geschlechtsverhältnisses nicht vom Weibchen ausgeht.

Falls nun also, wie anzunehmen, das Geschlecht seitens des Männchens bestimmt wird, so muß in den Nachkommen einer männlichen Pflanze das typische Geschlechtsverhältnis jedesmal klar zu Tage treten; und das war bei Fortsetzung der Noll'schen Versuche, bei denen zahlreiche weibliche Pflanzen mit dem Pollen einer einzigen männlichen unter Anschluß anderen Blütenstaubes künstlich bestäubt wurden, ersichtlich der Fall. Die betreffenden Verhältniszahlen, 100 zu 17 und 100 zu 121, kommen der sogenannten „typischen Konstante“, die nach dem oben Gesagten ja recht weit herzig aufzufassen ist, sehr nahe.

Mithin erfolgt, was auch die Versuche von Correns dartaten, die Geschlechtsbestimmung durch den Vater, der zweierlei Geschlechtszellen hervorbringen muß: solche, die Männchen, und andere, die Weibchen erzeugen. Theoretische Erwägungen führten Noll zu der Annahme, daß man von zweierlei männlichen Geschlechtszellen nur insofern reden könne, als die einen in ihrer männlichen Tendenz gegenüber der schwächeren weiblichen Tendenz im Ei die Herrschaft gewinnen, während andere männliche schwächer sind und die weibliche Tendenz der Eizelle zur Geltung kommen lassen.

Zur Begründung dieser Ansicht führt Noll folgendes aus: Bei den Zweihäufigen (auch Mensch und Tier sind ja, letztere mit Ausnahme der Zwitter, Disjuncten) ist der Geschlechtscharakter bis in die einzelnen Zellen hinein ausgeprägt. Darauf beruht jedenfalls die Erscheinung der sogenannten sekundären Geschlechtsmerkmale, die schon lange vor Ausbildung der Geschlechtsorgane das Geschlecht verraten können. Darauf beruht es ferner, daß jeder noch so kleine Steckling, jede Brutknospe oder Brutzelle einer weiblichen Pflanze wieder eine weibliche, jeder Steckling, jede Brutknospe oder Brutzelle einer männlichen Staude wieder eine männliche Pflanze ergibt. Da die Eizelle auch nichts anderes ist als ein regenerationsfähiger Teil der Mutterpflanze, so wird man ihr auch keine andere Geschlechtstendenz beilegen dürfen als allen anderen Zellen des mütterlichen Organismus, um so mehr, als die Eizelle der parthenogenetisch Samen bildenden Pflanzen wieder reine weibliche Pflanzen erzeugt, wie aus den eingangs erwähnten Versuchen Krügers hervorgeht; auch die „Eier“ der apogamischen Gewächse bringen wieder Pflanzen mit genau denselben Geschlechtsbildungen hervor wie die Mutterpflanze. Die gleichen Überlegungen gelten für die männlichen Geschlechtszellen. Die experimentell festgestellte Tatsache, daß das Geschlecht der Nachkommen vom Vater bestimmt wird, läßt sich also mit großer Wahrscheinlichkeit durch die Annahme ergänzen, daß die männliche Tendenz in den väterlichen Geschlechtszellen verschiedenes stark zum Ausdruck kommt und bei der Befruchtung entweder die weibliche Tendenz der Eizelle unterdrückt oder von ihr unterdrückt wird.

Bemerkenswertes Ergebnisse haben die von C. Correns angestellten Untersuchungen über die

Geschlechtsformen polygamer Blütenpflanzen und ihre Beeinflussbarkeit gebracht.*) Die besonders mit *Satureja hortensis* (Gartenquendel) angestellten Versuche zeigten, daß jede geschlechtliche Form einer Pflanze wieder sich selbst hervorbringt. Was die mehr oder weniger zwitterige (gynomonojische) Form jener Pflanzenart anbetrifft, so waren 453 in Töpfen gezogene und wiederholt rendierte Nachkommen solcher Form alle etwa in gleichem Grade gynomonojisch, und unter 3100 im freien ausgefäeten und nur einmal untersuchten Pflanzen gleicher Abstammung fanden sich bis zum 31. Juli 1909 mehr oder weniger zwitterige und eine „weibliche“, die aber vielleicht ebenfalls gynomonojisch war und nur zufällig gerade keine zwitterigen Blüten besaß. Unter 544 Nachkommen weiblicher Pflanzen, die in Töpfe pikiert und wiederholt rendiert waren, fanden sich neben 542 rein weiblichen nur zwei mehr oder weniger zwitterige, während die 552 ins Freiland ausgefäeten alle weiblich waren.

Mit dieser außerordentlich getrennen Überlieferung stehen die Geschlechtsformen der *Satureja hortensis* nicht vereinigt da; insbesondere *Silene diochotoma* hat ganz entsprechende Ergebnisse geliefert.

Das völlige Versagen der Blütenstaubbildung, das man besonders bei Bastardpflanzen vielfach beobachtet, hat G. Tischler**) durch das Studium der Geschlechtszellen solcher Pflanzen zu erklären versucht. Er fand, daß die zur Pollenbildung führenden Kernteilungen zwar normal verlaufen, daß aber am Protoplasma starke Abweichungen vorkommen. Bei dem total sterilen Bastard zweier *Mirabilis*arten (*Jalapa* × *inbiliflora*) blieben die Ursprungszellen (Archisporzellen) der Pollenkörner, ehe sie sich teilten, an Größe auffallend zurück, so daß abnorm große Zwischenzellräume zwischen ihnen entstehen, während die eine solche Zellgruppe umschließenden Tapetenzellen stärker wachsen und den Raum erweitern. Die Kernteilungen der Archisporzellen verlaufen normal, sobald sich aber die typischen Tetraden, d. h. die vier aus einer Zelle entstehenden Pollenkörner zu differenzieren beginnen, stellt sich Plasmamangel ein. Kern und Plasma vertrocknen und nur die ängere Zellhaut wächst noch weiter. Ähnlich verläuft das Fehlschlagen der weiblichen Organe. Tischler sieht diese Störungen dadurch bedingt, daß zwei Spermazellen in den Elternpflanzen zusammengetreten sind, die eine nicht gleichgehende Entwicklungsrichtung besitzen. Daher Harmoniestörungen, die sich in der generativen Phase des Bastards auch äußerlich, z. B. als Plasmamangel, äußern.

Aus der Praxis.

Seit gerammer Zeit geht das Bestreben der Männer der Wissenschaft und der Praxis dahin, Mittel zu entdecken, durch welche die besonders dem

*) Jahrb. f. wiss. Botanik, Bd. 44, Heft 1, Bd. 45, Heft 4.

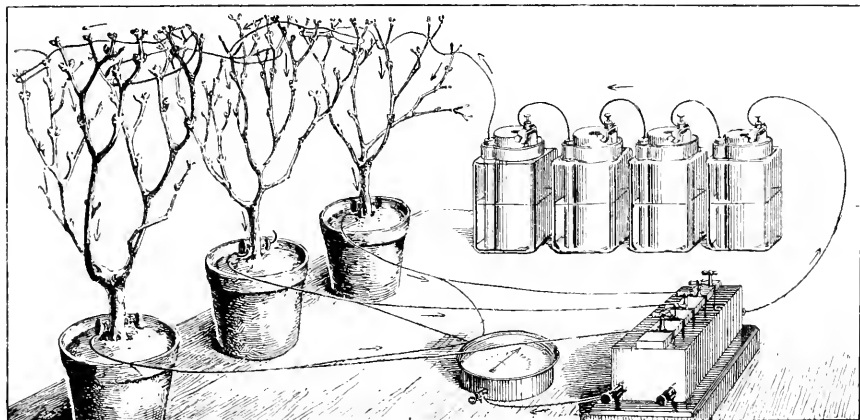
**) Archiv für Zellforschung, I (1908).

Gärtner so unwillkommene Winterruhe der Pflanzen möglichst gekürzt werden könne. Als ein solches Mittel erschien die Elektrizität, über deren Wirkung auf das Austreiben der Pflanzen sich Dr. H. Vos geäußert hat. *)

Dr. Vos arbeitete zunächst mit Gliedersträuchern, welche für die Treiberei von größter Wichtigkeit sind, auch mit anderen Treibhaussträuchern, ferner mit Mumienweibern und abgekümmerten Zweigen. Er führte einen Strom von drei, später von sechs Leclanchéelementen (Totalspannung 4 bis 8 Volt) durch die Zweige des Gliederstrauches. Der Zinkstab (negativer Pol) wurde mit dem unteren Stammende, die Kohle (positiver Pol) hinter ein

2. November starke Knospenschwellung, und dann schritt die Entwicklung so gut weiter, daß am 15. schon Trauben von 1 bis 1 1/2, Zentimeter Länge, am 15. schon einzelne geöffnete lila Blüten sichtbar waren. Die Vollblüte trat am 25. November, also 55 Tage nach Beginn der Warmhauspflege ein. Nicht alle Knospen entwickelten sich, die, welche oberhalb des Drahtausganges sich befanden, waren abgestorben. Beim Kontrollereemplar kam erst am 10. Dezember eine kleine gedrängene Traube zum Vorschein.

Auch bei weiteren Versuchen stellten sich neben einzelnen Fehlschlägen gute Erfolge heraus, so daß sich der Schluß ziehen ließ, daß in gewissen Fällen



Umschau

ander mit verschiedenen Gipfelenden der Zweige verbunden. Für die Befestigung des Drahtes an den Zweigenden erwies es sich als vorteilhaft, ihn nicht unmittelbar durch ein kleines Loch am Zweige zu ziehen, sondern Nähnadeln von Stahl in die Zweigenden gerade zwischen die beiden Endknospen zu stecken und durch deren Ohr den Messingdraht zu ziehen.

Der Widerstand erwies sich als sehr groß, es waren nur Ströme von einigen (4 bis 10) hundertstel Milliampère zu erreichen. Doch erwiesen sie sich als völlig ausreichend und es war gar nicht nötig, die Pflanzen ihrer Wirkung vier bis fünf Tage anzusetzen.

Beim ersten Versuche wurde durch eine Gliedervarietät vom 15. bis 20. Oktober, fast fünf Tage lang, ein Strom von durchschnittlich 0.04 Milliampère geleitet. Am 20. wurde der Strauch nebst einem Kontrollereemplar in ein Warmhaus gesetzt, leider kein eigentliches Treibhaus, da seine Temperatur nur 17 bis 18° C betrug, während man sonst für das Treiben von Glieder vor Januar eine Temperatur von 25 bis 30° C braucht; und auch dann geht es sehr langsam. Dagegen zeigte sich an dem elektrifizierten Exemplar schon am

die Durchleitung von schwachen galvanischen Strömen im stande ist, das Entwicklungsvermögen einer ruhenden Pflanze hervorzurufen respective das Austreiben zu beschleunigen. Ob die gärtnerische Praxis sich dieses Treibverfahrens mit Vorteil bedienen können wird, bleibt abzuwarten.

Während in den von Dr. Vos dargestellten Fällen die Elektrizität in Form eines schwachen Gleichstromes unmittelbar durch die Pflanze geleitet wird, lassen sich auch noch andere Formen der Anwendung von Elektrizität bei der Kultur von Nutzpflanzen denken. Dr. J. Schiller *) weist darauf hin, daß jeder Gleichstrom, der eine bestimmte Stärke überschreitet, direkt schädlich auf die Pflanze wirkt, was auch die Versuche von Dr. Vos bestätigen. Anders verhält es sich hinsichtlich der Wechselströme, da bekanntlich ein elektrischer Strom um so unschädlicher ist, je öfter er in der gleichen Zeit seine Richtung ändert. Zwar ist eine günstige Wirkung des Wechselstromes auf das Pflanzenwachstum ausgeblieben; dagegen hat sich herausgestellt, daß bei Versuchen mit Pflanzen, die in großen, mit Erde gefüllten Holzkästen standen, durch Einwirkung des Wechselstromes alle an den Wurzeln befindlichen Schädlinge, Engerlinge, selbst

*) Die Umschau, XII, Nr. 12.

*) Die Umschau, XII, Nr. 25.

die so zählbaren Regenwürmer, getötet waren. Wenn diese Erfahrung in der Praxis, z. B. zur Vernichtung der Wurzelparasiten des Weinstockes, der so schädlichen Reblaus, Anwendung finden könnte, würde sie dem Gärtner und Landmann in manchen Fällen gute Dienste leisten.

Eine wirklich verwendbare Form der Elektrizität im Dienste des Gärtners scheint die Influenzelektrizität zu sein, mit der sich leicht folgender Versuch machen läßt. Je sechs mit guter Erde gefüllte Töpfe werden in zwei Reihen aufgestellt, jeder mit einer bestimmten Zahl von Gersten-



Häselnuss (Corylus Avellana). Rechte Hälfte gebadet, linke nicht, 6 Tage nach dem Bade sieht die gebadete Hälfte in Blüte, die andre erscheint unentwickelt.

körnern besät und dann zur Hälfte der Einwirkung der Influenzelektrizität ausgesetzt. Das geschieht in der Weise, daß man in verschiedenen Entfernungen oberhalb der Töpfe je eine an einem Glasstabe isoliert hängende Nadel anbringt. Die Töpfe werden mit der Erde leitend verbunden. Dann verbindet man den positiven Pol einer Influenzmaschine mit den Nadeln, den negativen mit der Erde. Wird hierauf die Influenzmaschine in Tätigkeit gesetzt, so strömt von den Nadeln Elektrizität auf die Pflanzen in den Töpfen über, von wo sie in die Erde abfließt. Schon nach wenigen Tagen zeigen die mit Elektrizität behandelten Keimlinge einen bedeutenden Vorsprung im Wachstum gegenüber den nicht elektrifizierten, und dieser Vorsprung hält weiterhin an. Die Elektrifizierung braucht nur etwa 10 Stunden täglich stattzufinden. Die Pflanzen erhalten größere Blätter, werden höher und kräftiger und bekommen zahlreichere, größere Früchte. Das gilt allerdings nicht von allen Pflanzen; am meisten scheinen die Getreidepflanzen durch die Influenzelektrizität gefördert zu werden.

Ein sehr erfolgreiches Verfahren, Pflanzen zu frühzeitigem Treiben zu veranlassen, schildert Prof. H. Molisch unter dem Namen der „Warmbadmethode“. *) Er lernte diese Methode bei seinem Bruder, einem praktischen Gärtner, kennen und empfiehlt sie, da sie billiger ist und noch schneller zum Ziele führt als das sogenannte Ätherverfahren und andere Methoden. Da er sie in zahlreichen Versuchen mit verschiedenen Pflanzen nachgeprüft hat, so haben seine Ausführungen nicht nur praktisches, sondern auch wissenschaftliches Interesse.

Das Verfahren beruht im wesentlichen darauf, daß man die in der Ruheperiode befindlichen Holzpflanzen einige Zeit einem Warmwasserbade aussetzt und hierdurch zum Austreiben veranlaßt. Taucht man solche Zweige oder auch bewurzelte Gewächse in Wasser von 30 bis 40 Grad, die bewurzelten nur mit der Krone, und läßt sie 9 bis 12 Stunden darin, um sie darauf bei mäßiger Temperatur weiter zu kultivieren, so wird hierdurch in vielen Fällen die Ruheperiode abgekürzt und das Austreiben der Knospen in hohem Grade beschleunigt. Zur richtigen Zeit angewandt, bringt die „Warmwasserbade“ bei der Hasel, dem gemeinen Glieder, der Forsythie (F. suspensa), der Stachelbeere, der Lärche, dem Faulbaum, der Rosskastanie, verschiedenen Weidenarten, der Esche, Kornelkirsche und anderen Pflanzen ausgezeichnete Resultate. Prof. Molisch bezeichnet als Bedingung für das Gelingen der Versuche folgende Umstände (abgesehen von der Natur der Pflanze und der Jahreszeit):

Für die Dauer des Bades genügen 6 bis 12 Stunden, bei längerem Untertauchen kann Behinderung der normalen Atmung, Schädigung oder sogar Absterben der Knospen eintreten. Ein in mehrstündigen Zwischenräumen gegebenes zwei- oder dreimaliges Bad gewährt keine Vorteile. Die Temperatur des Bades ist für verschiedene Pflanzen verschieden zu bemessen, die für jedes Gewächs geeignetste Temperatur muß von Fall zu Fall ausprobiert werden. Während z. B. bei der Hasel, der Forsythie, der Stachelbeere und dem Glieder ein Bad von 30 Grad sehr stark anstachelnd auf das Austreiben wirkt, ist für die Kornelkirsche, den Faulbaum, die Birke ein Bad von 35 bis 40 Grad notwendig oder für gewisse Pflanzen (Rosskastanien) entschieden besser.

Da die Tiefe der Ruheperiode bei den Pflanzen verschieden ist, so treiben gewisse Gewächse schon unmittelbar nach dem herblichen Laubfall, andere erst später. So treiben Kastanien- und Eschenzweige im Vorherbst nicht, im Dezember und Januar aber schon sehr gut. Je mehr die Ruheperiode ausklingt, desto geringer sind dann die Unterschiede im Treiben der gebadeten und der nicht gebadeten Pflanzen.

Das Bad wirkt ganz lokal, d. h. nur die untergetauchten Knospen treiben früher. Badet man bei einem Zweigsystem nur die rechte oder linke Hälfte, so zeigen sich nur die gebadeten Zweige im Treiben gefördert. Gliederstücke z. B., bei denen

*) Sitzungsber. d. K. Akad. d. Wiss., Wien 1908, Heft 1.

im November nur die Hälfte der Krone dem Warmbade ausgesetzt wurde und die dann bei mäßiger Wärme im Lichte getrieben werden, bieten einen eigenartigen Anblick: die gebadete Hälfte erscheint nach einiger Zeit in voller Blüte, ein Bild des Lenzes, während die nicht gebadete Hälfte zur selben Zeit noch häufig in Ruhe verharrt und das Bild des Winters bietet.

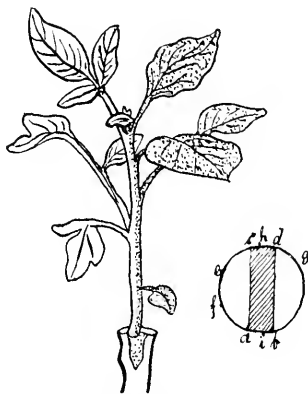
Die Einwirkung des Bades bleibt, wenn die gebadeten Zweige oder Pflanzen nicht gleich angetrieben, sondern wieder an ihren natürlichen Standort ins Freie gestellt werden, wo sie der Temperatur des Herbstes oder Winters ausgesetzt bleiben, latent (schlummernd). Ins Warmhaus gebracht, verhalten sie sich dann genau wie solche Zweige, die unmittelbar nach dem Bade warmgestellt werden. Es ist zu bemerken, daß der Gärtner die zu treibenden Pflanzen nach dem Warmbade zwei bis drei Wochen in einen Treibkeller oder einen finsternen Kasten setzt, dessen Luft mit Wasserdampf gesättigt ist und eine Temperatur von etwa 25° C aufweist. Dann kommen sie, deren Blütenrispen und Knospen sich inzwischen ansehnlich entwickelt haben, in das Gewächshaus ans Licht, wo sie ergrünen und die Blüten in ihrer natürlichen Farbe sich entwickeln.

Nach Prof. Moench fand, daß ein feuchtes mehrstündiges Luftbad von höherer Temperatur bei vielen Pflanzen einen ähnlichen Einfluß auf das Treiben ausübt wie ein ebenso temperiertes Wasserbad. Ja in manchen Fällen erscheint das feuchte Luftbad noch vorteilhafter. Es ist daher wohl in erster Linie die höhere Temperatur, die in den Knospen die zum früheren Austreiben führende Veränderung hervorruft. Ob das auch bei sehr fest ruhenden Knospen gilt, ist noch zu untersuchen.

Jedenfalls leistet das Warmbadverfahren in vielen Fällen für die Treiberei daselbst oder noch Besseres als das Atherverfahren und dürfte dem letzteren wegen seiner Einfachheit, Billigkeit und Gefährlosigkeit in der Praxis bald vorgezogen werden.

Für die Erzeugung neuer pflanzlicher Wesen hat Prof. H. Winkler*) neben den vielen schon bestehenden Wegen einen neuen gewiesen, der zur Entstehung pflanzlicher Chimären (oder Zentauren, wie man auch sagen könnte) führt. Anlaß zu diesen Versuchen gaben die berühmten Pfropfbastarde, z. B. der *Cytisus Adami* und der *Crataegomespilus* von Brownau (s. Jahrb. V, S. 155). Die Zweifel an der Bastardnatur solcher Gewächse können nur durch Versuche beseitigt werden, und dankbare, ja ideale Objekte für derartige Versuche sind Pflanzen, bei denen der Experimentierende nach Belieben aus jedem Punkte des Stengels Adventivsprosse hervorlocken, also auch die Sproßbildung auf die Verwachsungsstelle der beiden kopulierten Pflanzen beschränken kann. Solche Pflanzen sind sehr selten, Winkler fand sie nur unter den Solanaceen (Nachtschattengewächsen) und den krautigen Kapparidaceen (zu denen der Kapernstrauch gehört). Die mit solchen Gewächsen ausgeführten Versuche haben endlich zu einem höchst bemerkenswerten Ergebnis geführt.

Prof. Winkler köpfte kräftige Keimlinge und entfernte alle Achselknospen und die neu erscheinenden Knospen in den Blattachseln. Infolge dieser Behandlung erscheinen auf der Schnittfläche des Stengels zahlreiche Adventivsprosse, die dem Callus (schwammigen Wundgewebe) entspringen, der bald nach dem Abschneiden der Spitze die Schnittfläche als gleichmäßige Kappe überzieht. Diese Fähigkeit der Solanumkeimlinge, aus der Schnittfläche Sprosse zu bilden, benützte Winkler nun dazu, auf den geköpften Keimling der einen Art durch Kopulation, Sattel- oder Keilpfropfung den Trieb einer anderen Art zu setzen. Letzterer wurde, wenn nach einigen Wochen eine möglichst innige Verwachsung eingetreten war, mit samt dem obersten Ende der Grundlage wiederum geköpft, so daß die Scheitelschnittfläche zum Teil



Chimäre aus Tomate und Nachtschatten (die punktierte Hälfte).
a auf dem Durchschnitt ist der Sproßpunkt.

aus Gewebe der Unterlage, zum Teil aus Gewebe des Pfropfreises bestand.

Lief man es nun wieder zur Sproßbildung kommen, so entstanden natürlich an den Rändern der Schnittflächen Sprosse, die je nach ihrem Hervorkommen aus der Unterlage oder dem Pfropfstück reine Pflänzchen der einen oder der anderen Art waren. Bei einer Pfropfung von schwarzem Nachtschatten (*Solanum nigrum*) auf eine Tomatenstange (*Solanum lycopersicum* „Gloire de Charpinnes“) entstanden also an den Punkten e, f und g der Schnittfläche Adventivsprosse, die reine Tomate waren, an den Punkten h und i reine Nachtschattensprosse. Nun wurde aber die Sproßbildung rein auf die Punkte a, b, c und d lokalisiert, so daß die Sprosse genau aus den Stellen herauskommen mußten, wo die Gewebe von Unterlage und Pfropfreis unmittelbar aneinanderstießen.

Dabei entwickelte sich nun am Punkte a ein Trieb, der von Anfang an zwar völlig einheitlich wuchs, aber auf der einen, dem Tomatengewebe der Mutterpflanze zugekehrten Seite Blätter von Tomatencharakter, auf der anderen, dem Nachtschattenteil zugewandten, solche von Nachtschatten

*) Berichte der Deutsch. bot. Gesellsch. XXV, S. 568.

Charakter erzeugte. Das achte, neunte und elfte Blatt entstanden so, daß die den Sproß halbierende Trennungslinie zwischen den Geweben der beiden Teilhälften gerade durch die Blattanlage hindurchging, so daß beide Gewebearten nebeneinander, nicht etwa durcheinander gewirfelt lagen. Diese Pflanze stellt also kein direktes Analogon zu *Cytisus Adami* und den Bronnau-Bastarden dar; denn bei diesen finden sich zum Teil ja die Charaktere der beiden Stammarten gemischt, kombiniert, gewissermaßen übereinander vor, während sie hier völlig unvermischt, nebeneinander vorkommen. Anknüpfend an das griechische Sagenungeheuer Chimäre, welches vorn Löwe, in der Mitte Ziege, hinten Schlange



Eine der dem Waldbrand 1608 zum Opfer gefallenen Mammut-Niesern im Calaveras-Bain in Kalifornien.

war, schlägt Winkler vor, solche Gebilde kurzweg pflanzliche Chimären zu nennen.

Über die Entstehungsweise solcher Chimären kann kaum ein Zweifel bestehen. Es müssen aus dem Kallus, der die aus Tomaten- und Nachtschattengewebe bestehende Schnittfläche überzog, und der ein so einheitliches Gebilde darstellt, daß auch unter dem Mikroskop die Grenzen zwischen den beiden artfremden Gewebearten durchaus nicht zu erkennen waren, mindestens zwei nebeneinander liegende Zellen, eine Nachtschatten- und eine Tomatenzelle, zusammen einen Adventivsproß-Vegetationspunkt gebildet haben. Die Annahme, daß

zwei getrennt angelegte Vegetationspunkte sehr frühzeitig verschmolzen seien, wird durch nichts bestätigt. Dagegen können an der Konstituierung des Vegetationspunktes auch mehr als zwei Zellen beteiligt gewesen sein.

Damit ist zum erstenmal in einwandfreier Weise die theoretisch bedeutsame Tatsache festgestellt, daß auf anderem als sexuellem Wege die Zellen zweier wesentlich verschiedener Arten zusammen treten können, um als gemeinsamer Ausgangspunkt für einen Organismus zu dienen, der bei völlig einheitlichem Gesamtwachstum die Eigenschaften beider Stammarten gleichzeitig zur Schau trägt.

Als Jungfernfrüchtigkeit oder Partheno-

karpie der Obstbäume bezeichnet man eine Erscheinung, die für den Züchter von Bedeutung werden kann, nämlich die Fruchtbildung ohne vorhergehende Befruchtung. Ewert, der diese Erscheinung zum Gegenstand seines Studiums gemacht hat, wendet, um die Bestäubung der Blüten zu verhindern, eine besondere Flüssigkeit an, welche die Narben unempfindlich macht.*) Die sich entwickelnden Jungfernfrüchte, bei denen der Fruchtsatz schon zeitig durch die aufrechtwerdende Stellung der Kelchblätter angezeigt wird, sind an ihrer schlanken Form zu erkennen. Mit der Apfelsorte Cellini hat Ewert bis 96 Prozent kernlose, bis zu 125 Gramm wiegende Jungfernfrüchte erzielt. Von der Birnsorte Clairgeau wurden lauter Jungfernfrüchte mit durchweg verkümmerten Kernen geerntet; hier betrug das Durchschnittsgewicht 140

Gramm. Weitere erfolgreiche Versuche sind mit dem Apfel Charlamowski und den Birnen Rina, König Karl von Württemberg, holzfarbige Butterbirne und Gute Luise von Avranches angestellt. Im allgemeinen zeigten sich diejenigen Sorten jungfernfrüchtig, deren Blüten besonders kräftig gebaute, die Staubbeutel überragende Griffel besitzen. Ewert hegt die Hoffnung, bei den Birnen wenigstens noch das Kerngehäuse wegzuzüchten.

*) Nat. Rundsch. XXIII, Nr. 31. Auch als besondere kleine Schrift: Die P. oder Jungfernfrüchtigkeit der Obstbäume. Berlin, Parey.

Aus der Tierwelt.

(Zoologie.)

Sänger, Kriecher und Turche. • Unsere geflügelten Freunde. • Leben der Tiefsee. • Aus der Insektenwelt.

Sänger, Kriecher und Turche.

Die Anthropomorphenaffen sind schon von jeher meine Lieblinge gewesen — so beginnt der alte treuherzige Karl Hagenbeck in seinem an wundervollen Erlebnissen und Erfahrungen überreichen Lebensbuche „Von Tieren und Menschen“ den Abschnitt über die Menschenaffen. *) Wessen Lieblinge wären sie aber nicht, und wer hörte nicht immer wieder gern von ihren tollen Streichen und ihrem intelligenten Benehmen! Aber nicht jeder weiß so gut mit ihnen umzugehen und so fesseln von ihnen zu plandern wie der Besitzer des Tierparks von Stellingen. Lassen wir ihn deshalb einen Augenblick von seinen Lieblingen erzählen!

Drei seiner Anthropomorphen, das Orangpaar Jakob und Rosa und der Schimpanse Moritz, sind in einem mit Turngeräten ausgestatteten Räume des Giraffenhauses untergebracht. „Ihr Benehmen gab denn auch zu recht interessanten Beobachtungen Anlaß, über die ich hiermit berichten will. Dabei möchte ich ausdrücklich hervorheben, daß meines Erachtens den Anthropomorphen eine außerordentlich hohe Begabung innewohnt, die erst durch den intimen Umgang mit den Menschen aufgelöst wird und so recht zur Geltung kommt. Bei allen lösen Streichen, welche diese drei Affen ausführten, war der Schimpanse Moritz stets der Tonangebende. Er ist immer der Rädelsführer, der die Gutmütigkeit der Orang-Utans benützt, um bei seinen Dummheiten zum Ziele zu gelangen.“

„Da das Giraffenhaus, in dessen abgetrennter Abteilung die drei Affen untergebracht sind, sehr hoch ist, so hatte man die trennende Holzwand nicht bis zur Decke hinaufgeführt, da man annahm, daß es für die Affen unmöglich wäre, bis auf die freie Kante dieser Holzwand und somit ins Freie zu gelangen. Moritz aber war anderer Ansicht. Er simulierte hin und her, wie er die Freiheit erreichen könnte. Es spricht man für die tatsächlich sehr weitgehende Verständigung dieser Affen unter sich, daß Moritz seine Freundin, den weiblichen Orang Rosa, so zu beeinflussen wußte, daß sie mit ihm vereint einen Befreiungsversuch ausführte, bei dem aber nur Moritz, nicht Rosa profitierte. In dem Käfig der Affen befand sich schon seit längerer Zeit eine große hohle Blechkugel. Moritz veranlaßte seine Freundin nun eines Tages, mit ihm zusammen diese große Kugel auf die in der Ecke befindliche große Schlafkiste der Affen hinaufzupraktizieren. Sodann mußte sich Rosa auf diese Kugel stellen und sich an der Wand des

Käfigs aufrichten. Moritz sprang nun auf Rosas Rücken — und mit einem tüchtigen Satz und geschicktem Griff hatte er das Freie erreicht. Einmal auf diese Weise aus dem Käfig gelangt, dauerte es nicht lange, und Moritz befand sich mit ein paar gewandten Sprüngen zwischen den Giraffen.



Menschenaffe oder Affenmensch?

Diese nahmen merkwürdigerweise so gut wie gar keine Notiz von dem Schimpanse. Kamen sie Moritz zu nahe, so erhielten sie einen wohlgezielten Schlag von ihm. Als der Wärter in das Haus trat und den Affen in Freiheit sah, konnte er sich zuerst keinen Begriff davon machen, wie dieser aus seinem Käfig gekommen war. Nicht lange danach konnte er Moritz und Rosa bei einem zweiten Versuche dieser Art überführen und die Folge davon war, daß die Trennungswand erhöht wurde.

„Der erspürterische Moritz wußte aber dennoch Rat. Nicht unversehrt hing ein dickes Tau im Käfig auf den Boden herab. Moritz wußte es, indem er daran turnte, so in Schwingungen zu verfehen, daß es nur eines geschickten Sprunges zur rechten Zeit bedurfte, um wiederum die Höhe der Wand

*) Vita, Deutsches Verlagshaus, Berlin 1908.

und damit das freie zu erreichen. Schließlich wurde ihm aber durch Schließung sämtlicher offenen Stellen seines Behälters die Möglichkeit genommen, sich auf solche Weise zu befreien. Nun hatte Moritz schon lange den Wärter beobachtet, wenn dieser mit den Schlüsseln im Schloße umherhantierte, auch von ihm manchmal die Schlüssel scheinbar zum Spielen erhalten. Eines Tages überraschte Moritz nun den Wärter damit, daß er, als ihm die Schlüssel gegeben wurden, den Versuch machte, die Schlüssel der Reihe nach durchzuprobieren, welcher wohl zum Öffnen des Schloßes der geeignetste sein möge. Schließlich hatte das Tier den richtigen gefunden, und es gelang ihm auch mit einiger Anstrengung, die Tür des Käfigs aufzuschließen. Als ich zufällig hinzatam und mir dies erzählt wurde, fragte ich unwillkürlich: Moritz! Wie hast du das fertig gebracht? Und als ob der Affe den Sinn meiner Worte begriffe, glitt über sein Gesicht ein schlaues Lächeln und er wies mir den Schlüssel, als ob er sagen wollte: Mit dem da habe ich es ausgeführt!

„Für die hohe Intelligenz der Tiere spricht auch die Tatsache, daß Jakob ein Stück Eisenstab als Hebel zu verwenden wußte, um das Hängeschloß durch Einsetzen dieses Hebels in den Hebel zu sprengen. Die Tiere hatten ein Stück Eisen von ihren Turngeräten losgebrochen und benützten mit vereinter Kraft tatsächlich dieses Eisen als Werkzeug, die geschliffene Manipulation auszuführen, so daß die Tür ihres Käfigs aufging und sie alle drei ins Freie gelangten. Gewiß ein Beweis von der Denkfraft dieser Tiere!

„Eine geradezu einzige Szene war es, als im Juni dieses Jahres (1908) Herr Oberleutnant Heinicke von der Schutztruppe in Kamerun einen jungen Gorilla mitgebracht hatte und dieser den beiden Orangs und dem Schimpanse vorgestellt wurde. Dem Gorilla, der sich die drei Kumpane nur genau ansah, konnte man äußerlich nicht viel Aufregung anmerken, wohl aber den anderen drei Affen. Der Schimpanse drückte zunächst sein Erstaunen durch laute Rufe aus und versuchte dann durch Ausstrecken der Arme durch das Drahtnetz des Gitters den Gorilla an sich heranzuziehen. Als ihm dies nicht gelang, wurde er unwillig und bewarf ihn mit Sand und Steinen. Auch die Orangs zeigten das größte Interesse für den neuen Ankömmling und gaben sich Mühe, seiner durch die Drahtwand des Gitters habhaft zu werden. Der Orang Jakob ahmte dem Schimpanse das Bewerfen mit Steinen nach, während Nosa in der Erregung zu speien anfing, was geradezu spaghast ausfiel. Überhaupt war es ein seltener, einzig in der Welt daführender Anblick, die drei Vertreter der Anthropomorphengeschlechter versammelt zu sehen!“

Auch in den Zirkussen der Großstädte sind die Menschenaffen gegenwärtig häufig gesehene Gäste. Der hier abgebildete Schimpanse, Tizi Vamboula mit Namen, der augenblicklich im Zirkus Busch auftritt und vorher in Paris gastierte, soll sich dadurch auszeichnen, daß er gänzlich unbehaart ist. Das seltsame Aussehen hat wohl zu der Sage Veranlassung gegeben, er sei aus einer Kreuzung von Mensch (Negerweib) und Affe entstanden; daß solche

Kreuzungen zu Stande kommen, ist eine den Schwarzen Afrikas sehr geläufige Meinung, zu deren Bestätigung durch genaue Nachforschung und Experimente sich gegenwärtig sogar ein namhafter europäischer Gelehrter an Ort und Stelle begeben haben soll.

Wenden wir uns nun von den Affen zu den minder begabten Vierfüßlern. Nach einer Zeitungsnotiz, die der Dersifigkeit entrißten zu werden verdient, erlegte am 30. August 1908, vormittags 10 Uhr, der Jagdhüter des Barons von Reinach in den Südbogen bei Hinzbach einen starken Wolfseiden, der ohne Aufbruch 85 Pfund wog. Er ist also doch nicht gänzlich ausgerottet, der alte Jegerin, und Rottäppchen dürfte auch heute noch auf der Hut sein! Ob man ihn nicht durch rechtzeitige Domestikation vor seinem gänzligen Untergange hätte bewahren können?

Mit Rücksicht darauf ist eine Mitteilung von Prof. O. N. Witt*) über die Züchtung des Wolfes von Interesse; man könnte danach durch mehrere Generationen fortgesetzte Bemühungen aus dem Wolfe einen ebenso treuen und anhänglichen Begleiter des Menschen machen, wie es der Hund ist. Ein von O. Mösch in Teufen (Schweiz) behandeltes, im Alter von drei Monaten in einer Menagerie gekauftes, leider dann fahriges Versuchstier folgt heute seinem Herrn frei, eilt auf dessen Ruf herbei, sucht ihn und läuft, obwohl immer frei, nie vom Hause weg. Selbst durch die Straßen des Dorfes und der Stadt kann man den Wolf frei laufen lassen. Gegen seinen Herrn ist er anhänglich und treu; feige, wie Vrchm und Tschudi angeben, ist er nicht, wohl aber sehr furchtbar und vorsichtig. Er nimmt die Speisen anständig aus der Hand und versucht nur zu beißen, wenn man ihn prügelt; sonst läßt er sich viel gefallen, spielt gern mit jungen Hunden und Katzen und benimmt sich ihnen gegenüber niemals bissig. Alte Hunde weichen ihm aus. Bei seinem scharfen Geruche würde er einen leidenschaftlichen Jagdhund darstellen, der besonders dem Geflügel nachgehen würde.

Ähnlich intelligent, treu und anhänglich zeigt sich ein dem Dr. Paterson in Odda (Norwegen) gehöriger, aus Grönland stammender Halbwolf, das Produkt einer Kreuzung von Polarwolf und Eskimohund. Das im Sommer gelbliche, im Winter schneeweiße Tier ist von der Größe eines Neufundländers. Es folgt seinem Herrn auf Schritt und Tritt und nimmt von Fremden keine Notiz. Es ist auch ganz gutartig, obwohl gelegentlich die Wolfsnatur zum Durchbruch kommt, z. B. im Reizen von Schafen u. dgl. Sehr merkwürdig ist das Verhalten wirklicher Hunde ihm gegenüber. Sie kommen oft herangelaufen, um mit ihm zu spielen, bleiben dann aber in gewisser Entfernung, offenbar sobald sie „wütern“, plötzlich stehen und laufen dann heulend und mit allen Zeichen der Angst davon. Panik, so heißt der Grönländer, nimmt von anderen Hunden keine Notiz und ignoriert auch ihr beleidigendes Verhalten völlig.

*) Prometheus, Nr. 984 (1908).

Weiben wir noch einen Moment in der Heimat dieses Mißlings, um von den Beobachtungen Dr. N. Sokolowskys über die Lebensweise der Walrosse zu hören.*)

Das Walross ist ein hochnordisches Tier, das sich nirgends weit von den Küsten des Eisgürtels entfernt, der den Norden unserer Erde umgibt. Die hohe See und steile Küsten meiden es, da es schon durch seine Organisation nur befähigt ist, in flachen Gewässern zur Nahrung zu gelangen. Früher war die Verbreitung der Walrosse eine viel ausgedehntere; aber der Vernichtungskampf, den der Mensch gegen sie unternahm, hat sie in die höchsten Breiten hinausgetrieben. Noch im Mittelalter scheinen sie an den Küsten Schottlands zu Hause gewesen zu sein.

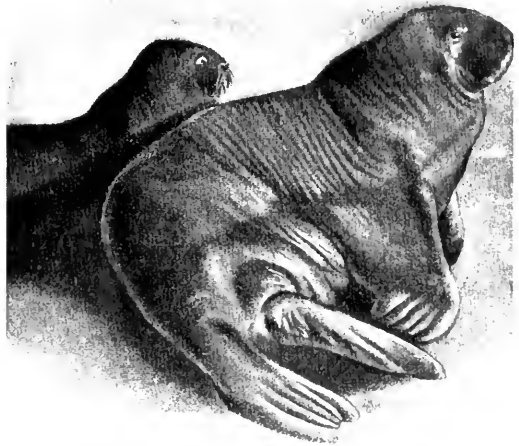
Ihre Plumpheit und Schwere sowie die dadurch verursachte schwierige Fortbewegungsart ist für die Tiere ein Hindernis, größere Landreisen zu unternehmen; auch hält die Nahrung sie an den Uferändern fest. Merkwürdigerweise ist die forschung hinsichtlich ihrer Ernährung noch zu keinem endgültigen Resultat gelangt. Früher hielt man Seetang für ihre ausschließliche Nahrung; sie scheinen jedoch ausgeprägte Fleischfresser zu sein und sich hauptsächlich von zwei Muschelarten, einer Klappmuschel (*Mya truncata*) und einer Steinbohrmuschel (*Saxicava rugosa*) zu ernähren. Für die Muschelnahrung spricht auch die eigenartige Bezahnung der Walrosse. Wären sie Pflanzenfresser, so müßten die Schneidezähne zum Abschneiden der Tange besser entwickelt und im Alter nicht reduziert sein. Die breiten Mahlfächen der Backenzähne müssen zum Zermalmen der Muschelschalen dienen; denn weiche Fleischnahrung schlucken sie bei der Fütterung ohne zu faulen herunter, ebenso wie wahrscheinlich das in der Muschel befindliche Weichtier.

Außer den Muscheln, bei deren Kostbrecken ihnen die Hauer gute Dienste leisten mögen, während die außerordentlich dicken und steifen Borsten der Schnauze zur Reinigung der schmutzigen, schlammbedeckten Schalen dienen, sollen die Walrosse in der Freiheit auch Fische und sogar das Fleisch größerer Meeresäugetiere zu sich nehmen. Sicher ist, daß man dem Magen erlegter Walrosse Fisch- und Seehundreste sowie das Fleisch junger Wale entnommen hat. Die Frostleutungen ausgewachsener Exemplare müssen, nach dem Appetit der Jungen zu schließen, gewaltig sein.

Sehr ausgeprägt ist die Mutterliebe der Walrosse. Bei nahender Gefahr nimmt die Mutter ihr Junges mit der Klappe zu sich und stürzt sich sofort ins Meer; auch flüchtet das Junge bei Nachstellungen auf den Rücken der Mutter. Die riesigen Eckzähne dienen den erwachsenen Tieren nicht nur als Werkzeuge beim Nahrungsgewinn, sondern auch als gefährliche Waffen und als Mittel, das Land

oder höher gelegene Eisblöcke zu erklettern. Beim Marsche auf dem Lande bewegen sie sich höchst plump auf allen Vieren fort. Am so gewandter sind sie im Wasser, vortreffliche Schwimmer und Taucher, obwohl ruhiger und weniger behend als die Seelöwen. Die Gliedmaßen machen durchaus den Eindruck von Schwimmflößen.

Sehr interessante Ausführungen über die Wale und ihre wirtschaftliche Bedeutung machte Prof. W. Kükenthal im Vereine für Naturkunde in München.*) Die beiden Gruppen der Wale, die Barten- und die Zahnwale, stammen von verschiedenen landbewohnenden Vorfahren, was



Junge Walrosse.

ihnen jetzt niemand mehr ansetzt. Trotz ihrer Säugetiergestalt sind sie nach ihrer gesamten inneren Organisation echte Säugetiere; sie atmen nicht durch Kiemen, sondern durch Lungen; ihre Jungen, deren Embryonen in ihrer ersten Entwicklung ganz nach dem Typus der Landsäugetiere gebaut sind, reifen im Mutterleibe und werden nach der Geburt mit Milch gefügung, und jedes innere Organ gleicht im Baue dem entsprechenden Organen der übrigen Säugetiere.

Ganz neuerdings ist es der Paläontologie auch geglückt, Kunde fossiler Walvorfahren zu machen, aus denen hervorgeht, daß die Zahnwale von sehr alten Landraubtieren abstammen, nicht aber, wie man früher glaubte und Steinmann wiederum behauptet, von alten megalotheren, im Wasser lebenden Reptilien, den Ichthyosauriern.

Prof. Kükenthal versucht darzulegen, wie aus einem landbewohnenden Säugetier dieser riesige Wasserbewohner werden konnte. Da die Landsäugetiere durchweg schwerer sind als das Wasser, so muß allmählich eine Verringerung des spezifi-

*) Die Umschau, XII, Nr. 17.

*) Nat. Wochenschr., VII, Nr. 16.

sehen Gewichtes, das gegenwärtig etwa 1 beträgt, d. h. gleich dem Wasser ist, eingetreten sein. Diese Verringerung ist auf verschiedene Weise zu Stande gekommen, z. B. durch verringerte und verlangsamte Verdüsterung des Skeletts, durch Anhäufung einer dicken Fettschicht unter der Haut. Besonders der riesige, bis zu einem Drittel der Körperlänge betragende Kopf bedurfte der Entlastung, damit der Wal in der Ruhelage eine horizontale Stellung einnehmen und ohne Ausföhrung besonde-



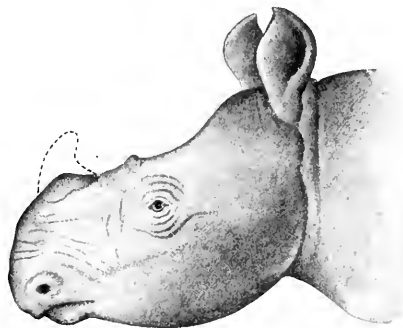
Ein Blauwalembryo von 80 cm Länge.

rer Schwimmbewegungen atmen kann. Daher ruhren die pneumatischen Höhlräume des Schädels, daher die Anhäufung von Öl von spezifisch geringerem Gewicht im Vordertopfe, z. B. beim Pottwal und Dögling, daher auch die flüssigen Markmassen des Unterkiefers bei Delphinen oder das mächtige Fettpolster in der Junge großer Bartenwale. Das Bestreben, in der Ruhelage zu atmen, ohne die Körperlage verändern zu müssen, hat zur Umlagerung der äußeren Nase geführt, die an den beim Auftauchen höchsten Punkt des Körpers, also scheidelwärts gerückt ist. Sie hat ihre Funktion als Niechorgan aufgegeben und dient nur als Ein- und Ausgangspforte der Atemluft, die als mächtige Dampf-, nicht Wasserfäule, wie vielfach noch angegeben wird, aus ihr emporsteigt. Daher ist der Name „Sprichloch“ für die Nasenöffnung irreföhrhend. Aus der Nasenöffnung geht auch der Schrei hervor, der wenigstens einem Wale, dem Buckelwal, zukommt. Geängstigte oder verwundete Buckelwale können schreien, etwa wie ein riesiges Schwein, das abgestochen wird. Da nun dem Kehlkopfe Stimmbänder fehlen, werden die Töne wahrscheinlich durch schwingende Knorpelteile hervorgebracht und gelangen aus anatomischen Gründen nicht durch das Maul, sondern durch die Nase nach außen.

Erstamlich ist die Menge der aufgenommenen Nahrung. Bei den Bartenwalen, die Mollusken, kleine Krebse oder Fischmassen ins Maul nehmen, mit den Barten, den jederseits vom Gaumen herabhängenden Fischbeinplatten, festhalten und mit der großen Junge nach hinten zum Schlunde drücken, sind für eine Mahlzeit etwa 10 Hektoliter Plankton erforderlich, d. h. bei größeren Tieren. Daß auch die am inneren Rande aufgeföhrteten, wie ein Filter wirkenden Barten nur eine besondere Anpassungserscheinung sind, hervorgegangen aus vorhornten Gaumenplatten, zeigt schon ihr spätes Auftreten in der Entwicklung der Tiere. Auch die Bartenwale stammen von bezahnten Säugetieren ab; denn bei den jungen Embryonen erscheint in den Kiefern angelegt ein reiches Gebiß von Zähnen, die aber niemals mehr durchbrechen, sondern bei der Weiterentwicklung aufgeföhrt werden. Die Zahnwale sind meist Fischfresser, die mit ihren vielen gleichartigen kegelförmigen Zähnen die glatte Beute fest-

zuhalten, aber nicht zu kauen verstehen. Sie schlucken alles ganz hinunter, die größten sogar Tintenfische, die in ungeheuren Jüngen die Tiefen des Meeres bewölkern müssen. Manche Wale gehen anscheinend auch großen Kraken zu Leibe, die sich mit ihren mächtigen Armen und Saugnapfen kräftig wehren können, wie man aus den Wunden, Narben und anderen Eindrücken dieser Wale entnehmen kann. Der Schwertwal greift sogar Seehunde und kleinere Delphine an. Im Magen eines Schwertwals fand Eschricht 13 Delphine und 15 Seehunde, die bis auf einen durchgebissenen Seehund sämtlich ganz heruntergeschluckt waren.

Eine Neuerwerbung bei den Walen ist die Schwanzflosse, entstanden aus seitlichen Hautfalten an dem langen Säugetierschwanz. Dieses neue Lokomotionsorgan rief eine Steigerung der Fortbewegung hervor, etwa vergleichbar der Bewegung eines Schraubendampfers gegenüber einem Ruderboote. Jede überflüssige Hervorhebung am Körper fehlt, alle herborragenden Organe, welche die Reibung im Wasser hätten vermehren können, sind entweder ins Innere des Körpers zurückgezogen worden oder mußten verloren gehen. Auch das Tauchen ist von nicht geringem Einflusse auf die Umformung des Walleibes gewesen. Besonders die großen, Tintenfische fressenden Zahnwale müssen tief hinabtauchen, um zu ihrer Nahrung zu gelangen. Prof. Kükenthal hat das Hinabtauchen eines von der Harpune getroffenen Döglings, der kersengerade nach unten ging, nach dem Abtauchen der Harpunnleine auf etwa 1000 Meter berechnet. Erst nach $\frac{3}{4}$ Stunden tauchte das Tier in der Nähe des Schiffes wieder auf. Die An-



Kopf eines jungen Sibiratis-Nashorns zur Zeit des Hornwechsels.

passungen des Körpers an den Aufenthalt, an den Druck in so großen Tiefen sind ebenso mannigfaltig wie interessant. Erstamlich ist, daß sie ohne zu atmen so lange in der Tiefe bleiben können, der Pottwal bis $\frac{1}{3}$ Stunde im Höchstmaße, die Bartenwale durchschnittlich wohl eine Viertelstunde.

Von dem riesigsten aller Säugetiere — das Körpergewicht eines Blauwales von 72 Fuß Länge ist auf 75.800 Kilogramm berechnet worden — wenden wir uns zu dem Säugetierzwerge, der Spizmaus. Bei Ann Arbor in Michigan hatte Prof. Reighard auf dem Schnee mehrere Häuf-

den Schnecken gefunden. Als er nach dem Ursprung dieses ungewöhnlichen Fundes forschen ließ, stellte sich heraus, daß die Schnecken Eigentum einer Spitzmausart seien, die sich außer von Mäusen, Insekten und Regenwürmern, auch von diesen Schnecken nährt. Dieses Tierchen (*Blarina brevicauda*), dessen Gehör und Tastsinn so scharf wie sein Gesicht schwach entwickelt ist, hat die Gepflogenheit, Nahrungsmittelvorräte und darunter auch Schnecken in großer Menge aufzuhäufen und an kühlen Orten aufzubewahren. So bringt sie die Schnecken bei kaltem Wetter an die Oberfläche, bei wärmerem unter die Erde.

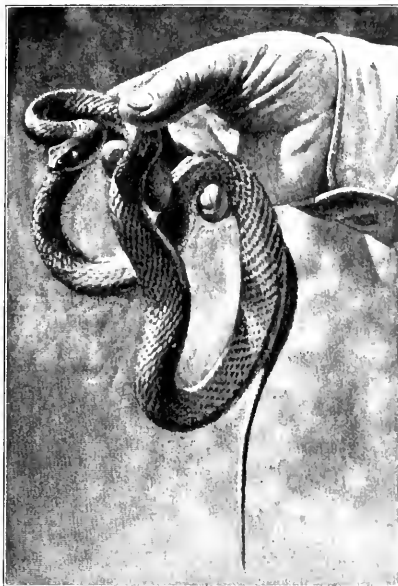
Nachdem beim indischen Nashorn der Hornwechsel schon geraume Zeit bekannt war, ist es kürzlich Dr. A. Sokolowsky gelungen, ihn auch bei einem jungen afrikanischen Rhinoceros im Hagenbedschen Tierpark zu Stillingen zu beobachten.*) Das etwas über ein Jahr alte, bei Schiriat am Vittoriasee gefangene Tier, ein Männchen, gebärdete sich am 20. März plötzlich so unruhig und erbot sich so heftig, daß der Tierarzt herbeieilte und folgendes feststellen konnte. Das Tier hatte mit seinem Kopfe am Gitter verschiedene Bewegungen ausgeführt, wodurch sich das Horn von seiner Ansatzstelle löste und nur noch an seinem vorderen Rande mit der Haut in Verbindung blieb. Das geschah unter starker Zitterung und offenbar großen Schmerzen für das Tier. Bald löste sich das Horn dann ganz. Eine nachherige Untersuchung zeigte, daß der Hornabwurf schon geraume Zeit vorher vorbereitet war und daß der starke Juckreiz, den das von seiner Unterlage sich lösende Organ verursachte, das Tier zu den Bewegungen am Gitter trieb. Dr. Sokolowsky vermutet, daß es sich bei dem Hornwechsel so junger Tiere um eine mit dem Jahrwechsel in Beziehung stehende Reifeerscheinung handle; denn abgenüßt ist das Horn in dem Alter noch nicht. Seine Gesamthöhe betrug erst etwa 10 Zentimeter. Es dauerte nicht lange, so war eine Neuanlage des Hornes vorhanden und in lebhaftem Wachstum begriffen.

Aber ungefährliche Giftschlangen und eine gefährliche Eidechse berichtet Dr. K. Knauer.**) Außer den Ottern oder Vipern, zu denen die Kreuzotter und die anderen europäischen Ottern, die Hornvipere Nordafrikas, die Klapperschlangen u. a. gehören, und den Giftmattern (Schlange der Moopatra, Brillenschlange, giftige Seeschlangen u. a.) haben auch die Trugnatter Giftzähne und sind doch als ungefährlich für den Menschen zu bezeichnen. Denn ihre giftigsten, meist stark verlängerten Giftzähne sitzen ganz hinten im Oberkiefer und treten erst in Aktion, wenn diese Schlangen beim Verschlucken ihre Beute ganz zum Schlund hineingeschoben haben; dann erst können die Giftzähne eingreifen und das Gift der Drüsen in die Wunden abfließen lassen. Man kann sie deshalb getrost wie andere ungiftige Tattern in die Hand nehmen.

*) Die Imschan, XII, Nr. 20.

**) Die Imschan, XII, Nr. 34; Nat. Wochenchr., VII, Nr. 25.

Dr. Knauer beschreibt zwei in unserer europäischen Fauna (Südosteuropa beziehungsweise Mittelmeerlande) heimische, auch schon als Terrariertiere im Handel befindliche Trugnattern, die Kaßenschlange und die Eidechsmatter, nach Aussehen und Lebensweise und geht dann noch auf die ebenfalls für größere Terrarien geeigneten, intensiv grünen Baumsehlangen aus Indien, Ceylon, Sibirien, Zentral- und Südamerika ein. Ihr grünes Schuttlid paßt gut zu ihrer Blau-



Eidechsmatter.

umgebung; sie nähren sich von Eidechsen, die der Wirkung ihres Giftbisses erliegen, sind aber für größere Tiere und Menschen gleichfalls ganz ungefährlich.

Auch das Gift der Krütenidechsen oder Krütenchsen (*Meloderma suspectum* und *horridum*), des Aberrastes einer älteren geologischen Epochen angehörenden Familie, ist schon lange bekannt. Die alten Azteken, deren Wohnsitze die Heimat dieser Echsen sind, hatten große Furcht davor, und noch heute glaubt man in den südwestlichen Teilen Nordamerikas allgemein, daß der Biß sicheren Tod bringe. In Wirklichkeit scheint jedoch der Biß dieser tatsächlich mit Giftzähnen und Giftdrüsen ausgestatteten Wüstenechsen nicht allzu gefährlich zu sein; nur in ganz vereinzelten Fällen erfolgte der Tod der Gebissenen. Nach dem Benehmen der Aquarienechsen Dr. Knauers, die sich ruhig in die Hand nehmen lassen und nur arg gereizt in Horn gerieten, dürften die Krütenchsen auch im freien nur in äußerster Not von ihrem Gebisse Gebrauch machen.

Von einem anderen Reptil, den samoanischen Schildkröten, erzählt W. von Bülow.*) Es sind in Samoa zwei Meeresschildkröten vorhanden, *Chelonia imbricata* und *Ch. virgata*, deren Lebensweise ganz die gleiche ist. Sie sollen nach Angabe der Eingeborenen ihre Eier in dunkler Nacht, etwa drei Nächte vor und drei Nächte nach Neumond, im Sande vergraben — das wird richtig sein — und dann soll die Krötenmutter in möglicher Nähe in der Lagune warten, bis nach etwa 14 Tagen die 100 bis 200 Jungen ausgeküpft sind, um möglichst viele von ihnen zu verschlingen und 14 Tage darauf das Brutgeschäft von neuem zu beginnen. Bülow fand dagegen, daß die Jungen erst nach 84 Tagen ausküpften. Ebenso falsch wie die Fabelien der Samoaner ist die alte Schulmeinung, daß der Zweck des Vergrabens der Eier im Sande der sei, die Eier von der Sonne erbrüten zu lassen. In Wirklichkeit werden die Eier in dem salzhaltigen Sande vergraben, um vor Insekten und vor den Wirkungen der Sonnenstrahlen, der Belichtung und der Wärme geschützt zu werden. Außerdem ist die Feuchtigkeit des Meerestrandes, die bei jeder eintretenden Flut erneuert wird, eine der Hauptbedingungen für den günstigen Erfolg der Erbrütung der Schildkröten. Die Feuchtigkeit des Brutlagers sichert eine große Beständigkeit in dem Wärmezustande des die Eier umgebenden Sandes und hat einen günstigen Einfluß auf die Entwicklung der Schildkrötenembryonen.

Bemerkenswert ist, daß bei Erbrütung der Eier in der Freiheit die jungen Schildkröten alle gleichzeitig den Brutplatz verlassen und wie ein aufgestörter Ameisenhaufen dem Meere zufließen. Die zuerst erbrüteten Schildkröten müssen also bewegungslos mehrere Tage unter der Sanddecke gelegen haben.

Zum Schlusse dieses Abschnittes sei noch über einige Arbeiten berichtet, zu denen Mitglieder des Amphibiengeschlechtes den Stoff geliefert haben.

Frühere statistische Feststellungen an jungen Kröten hatten fast in allen Fällen ein starkes Überwiegen der weiblichen Tiere über die männlichen gezeigt. Der Physiologe Pflüger z. B. kultivierte Kröten (*Rana temporaria*) aus der Umgegend von Bonn, Utrecht und Königsberg. Er fand bei den Kröten aus Bonn in seinen Kulturen 35 Prozent Männchen zu 65 Prozent Weibchen, bei denen aus Utrecht 15 Prozent Männchen zu 85 Prozent Weibchen und endlich bei denen aus Königsberg 48,5 Prozent Männchen zu 51,5 Prozent Weibchen. Nachprüfungen an in der Natur aufgewachsenen jungen Tieren derselben Gegenden ergaben die gleichen Verhältniszahlen. Nun machte er statistische Untersuchungen an ausgewachsenen, geschlechtsreifen Kröten der drei Gegenden und fand, daß hier Männchen und Weibchen in gleicher Zahl vertreten waren.

Pflüger schloß nun hieraus folgendes: Man könnte annehmen, daß in der Jugend die Sterblichkeit des weiblichen Geschlechtes größer als die des männlichen sei, so daß schließlich sich Gleichheit der Zahl beider Geschlechter ergebe; dieser

Gedanke sei jedoch hinfällig, weil ja dann in Königsberg, wo schon bei den jungen Kröten Männchen und Weibchen in fast gleicher Zahl vertreten sind, schließlich bei den alten eine verschämte Zahl gefunden werden müßte, und weil dann bei den Utrecht Kröten die Herstellung der Geschlechtergleichheit ein ganz kolossales Abschreiben der Weibchen erfordern würde. Um diesen Unwahrscheinlichkeiten aus dem Wege zu gehen, entschloß sich Pflüger zu der Ansicht, daß es bei den jungen Kröten dreierlei Formen des Geschlechtes geben müsse: Männchen, Weibchen und geschlechtlich unentschiedene, Hermaphroditen oder besser Mittelformen.

Anknüpfend an diese Lehre Pflügers hat W. Schmitt-Marcel neue Untersuchungen über den aufsteigenden Hermaphroditismus beim Tausch angeestellt.*) Durch mikroskopische Untersuchung der Tierchen in den verschiedenen Altersstufen von Beendigung der Metamorphose an bis zum Alter von 22 Monaten fand er, daß bis zum zweiten Monat 85 Prozent Weibchen und 15 Prozent Männchen ohne erkennbare Zwischenformen vorhanden waren; dann aber traten solche in zunächst immer wachsender Menge auf, und zwar nahmen sie auf Kosten der Weibchen zu, deren Zahl sich dementsprechend verminderte. Das hielt bis zum zwölften Monat nach der Metamorphose an, in welchem 54 Prozent Weibchen, 24 Prozent Zwischenformen und 22 Prozent Männchen vorhanden waren. Nun verwandelten sich die Zwischenformen allmählich sämtlich in Männchen, so daß bei annähernd 22 Monate alten Tieren ein Geschlechterverhältnis von 52 Prozent Weibchen zu 48 Prozent Männchen (unter 200 Kröten 104 Weibchen und 96 Männchen) gefunden wurde. Die mikroskopische Untersuchung ergab, daß tatsächlich die weiblich erscheinenden Organe der Zwischenformen in männliche sich verwandelt hatten.

Daß die Organismen, welche die kalte beziehungsweise dürre Jahreszeit mittels einer Winterruhe oder eines Winterchlafes überdauern, Reservestoffe aufhäufen, ist bekannt, ebenso daß diese Reserven in den Pflanzen hauptsächlich aus Kohlehydraten (Stärke, Zucker verschiedener Art, Inulin u. s. w.), in den Tieren vorwiegend aus Fett bestehen. Daß letzteres nicht bloß zufällig so ist, sondern, vom Standpunkte der Zweckmäßigkeitstheorie aus betrachtet, eine sehr weise Einrichtung der Natur darstellt, zeigt Dr. M. Bleibtreu in einer Arbeit über Reservestoffe im tierischen Organismus, wobei er auf einen besonderen Ausnahmefall näher eingeht.**)

Unter allen Nahrungsstoffen des Tieres und des Menschen haben die Fette den größten Nährwert. Ein Gramm Fett stellt dem Organismus, wenn es in ihm oxydiert wird, 9,5 Kalorien, ein Gramm Stärke nur etwa 4,2 Kalorien zur Verfügung. Der Energiegehalt des Fettes übersteigt also den einer gleichen Gewichtsmenge Stärke um mehr als das Doppelte. Es ist aber für den tie-

*) Archiv f. Mikrosk., Anat. und Entwicklungsgefch., Bd. 72 (1908), Heft 5.

***) Mittteil. des Naturwiss. Vereins für Neompor-meri und Rügen, 39. Jahrg.

*) Globus, Bd. 95 (1908), Nr. 18.

rischen Körper, von dem große Leistungen und besonders eine freie Beweglichkeit verlangt werden, von großer Bedeutung, daß er seine Reservestoffe in möglichst konzentrierter Form — möglichst viel Energiegehalt bei möglichst wenig Gewicht — bei sich führt.

Dazu kommt noch etwas anderes: die Gewebe des tierischen Körpers sind durchweg sehr wasserreich; selten enthalten sie weniger als 70 Prozent Wasser, so daß der Tierkörper stets zum größten Teil aus Wasser besteht. Das Fett aber lagert sich in Form des Fettgewebes als eine fast wasserfreie Substanz, also wiederum mit möglichst wenig Wassergehalt ab. Als dritter Vorteil ist endlich anzuführen, daß nicht bloß die Art, sondern auch der Ort dieser Ablagerung besondere Vorteile für den Tierkörper bietet. Das Fett wird im Organismus hauptsächlich im Unterhautfettgewebe abgelagert und umgibt so — als schlechter Wärmeleiter — den Körper wie ein Mantel, der ihn vor zu großer Wärmeabgabe schützt. Das Fett „wärmt“ so den Körper gewissermaßen zweimal, einmal, indem es als schützende Hülle die Wärmeabgabe beschränkt, das zweite mal, indem es bei seiner Oxidation Wärme erzeugt.

Doch kann, wie die Pflanze neben ihren Kohlehydraten Fett, so der tierische Organismus neben seinem Reservestoff auch Kohlehydrate als Reservestoff aufspeichern. Auf Grund der Arbeiten des großen französischen Physiologen Claude Bernard wissen wir, daß es auch eine „tierische Stärke“ gibt, ein der vegetabilischen Stärke ähnliches Kohlehydrat, das im Tierkörper als Reservestoff in fast allen Geweben anzutreffen ist und, da es unter ganz gleichen Bedingungen wie die Stärke sich in Zucker umwandeln kann, allgemein als Glykogen (Süßstoffzucker) bezeichnet wird.

Im allgemeinen ist die Menge, in der diese Substanz in den Organen der Tiere vorkommt, nicht groß; nur in der Leber kann es zu sehr großen, in Muskeln zu recht ansehnlichen Anhäufungen von Glykogen kommen. Durch geeignete Fütterung hat man bei Hunden einen Glykogengehalt von 3787 Prozent ihres Gesamtgewichtes und von nicht weniger als 1809 Prozent des Lebergewichtes erzielt. Doch ist dieses Resultat immerhin ein künstlich herbeigeführtes. Meibitren hat dagegen an frisch gefangenen Fröschen einen noch höheren Glykogengehalt ermittelt, besonders hoch wiederum in der Leber dieser Tiere.

Im Sommer, wenn die Frösche am reichlichsten Nahrung zu sich nehmen und offenbar am meisten Gelegenheit zur Anhäufung von Reservestoffen hätten, ist am wenigsten Glykogen in ihrem Körper enthalten, während sie im Winter, wenn sie hungern, stets ansehnliche Vorräte davon besitzen. Erst wenn es gegen den Herbst geht, gegen Ende August, beginnt der Glykogengehalt der Frösche zu steigen, um in ziemlich schnellem Aufstieg Ende September bis Anfang Oktober das Maximum zu erreichen. Dieser Aufstieg geschieht merkwürdigerweise zu einer Zeit, in der das Futter der Tiere schon knapper wird, ja er tritt sogar noch ein, wenn die Frösche überhaupt kein Futter erhalten. Hier muß also

das Kohlehydrat aus Substanzen gebildet werden, die keine Kohlehydrate sind, also aus anderen Vorratstoffen. Während der Wintermonate sinkt dann der Glykogengehalt der Frösche zwar allmählich etwas, bleibt aber während dieser ganzen Zeit auf einem sehr hohen Stand, so daß im März noch immer bedeutend mehr davon vorhanden ist, als in den Sommermonaten vor dem herbstlichen Anstieg.

Die auf Prof. Meibitrens Anregung von Dr. Mangold und Dr. Kan Kato aus Tokio ausgeführten Untersuchungen von Froschlebern ergaben einen Glykogengehalt von 1076 bis zu 2015 Prozent des Lebergewichtes; letzteres ist der größte Glykogengehalt, der bisher in einem tierischen Organ getroffen worden ist. Untersuchte man wasserfrei gemachte Froschlebersubstanz, so stieg der Glykogengehalt bis zu 50 Prozent der Trockensubstanz, etwa vier- bis fünfmal so viel als das daneben vorhandene Fett; ebenso übertraf das Glykogen auch die Eiweißkörper der Leber an Menge.

Diese gewaltige Anhäufung von Kohlehydratreserven in dem Froschkörper im Herbst, wie auch der hohe Stand dieser Vorräte während des ganzen Winters, hat ohne Zweifel für die Besondereit des Stoffwechsels dieser Tiere im Winterschlaf und während der nahrunglosen Zeit im Frühjahr, wo die Zeugung besonders starke Anforderungen an ihre Leistungsfähigkeit stellt, eine große Bedeutung.

Unsere geflügelten Freunde.

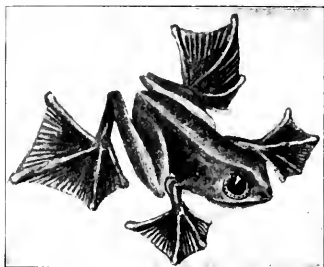
Aus der Fülle des Neuen, das in vergangenen Jahre aus der Vogelwelt veröffentlicht ist, sollen hier zunächst einige Arbeiten allgemeineren Inhalts und dann eine Anzahl anziehender Einzelbeobachtungen berücksichtigt werden.

Die Flugfähigkeit erscheint als eins der hervorstechendsten Merkmale des Vogels, so hervorstehend, daß wir fragen, wenn uns ein Vogel ohne Flugvermögen entgegentritt. In einer Arbeit über „fossile Flugtiere und Erwerb des Flugvermögens“ sucht Prof. W. Branca*) u. a. auch zur Klarheit über den Weg zu kommen, auf dem die Vögel diese Fähigkeit erworben haben. Während bei den Insekten unter Schonung der Extremitäten besondere Flugorgane ausgebildet wurden, wurde der Erwerb solcher Organe bei den übrigen Fliegern nur durch Umbildung der Vorderbeine ermöglicht. Kein Übergang verbindet diese beiden Gruppen, was daran liegt, daß bei den Wirbeltieren ein Stützorgan für etwaige Rückenslügel, wie dies die Insekten in ihrem Chitinpantzer besitzen, fehlt. Innerhalb der Wirbeltiere sind zwei Wege der Flügelbildung verfolgt worden. Der eine liegt bei den Hautfliegern vor, der andere bei den Vögeln. Bei den ersteren (dem Pterodactylus, den Klattertieren) bildeten sich Hautverdoppelungen zum Teil zwischen den eigens dazu riefig vergrößerten Extremitäten, ähnlich den Schwimmhäuten der im Wasser lebenden Tiere, nur daß in dem dünneren Medium der Luft die

*) Abhandl. d. K. Preuss. Akad. d. Wiss. Berlin 1900.

flächeneinfaltung eine bei weitem gewaltigere sein muß.

Welchen Weg mag nun die Natur bei der Ausbildung des Flugvermögens der Vögel beschritten haben? Sind sie aus Hautfliegern her-



Hiegender Frosch von Borneo.

vorgegangen, oder ist ihr fliegen im Anschluß an das Fallschirmschweben entstanden, wie es die Flughörnchen, gewisse Schlangen, z. B. manche der oben erwähnten Baumschlangen, u. a. ausüben? Professor Branca vermag eine sichere Antwort darauf nicht zu geben; er sagt: Jrgend welche sicheren Anhaltspunkte dafür, daß die Vögel als Hautflieger begonnen

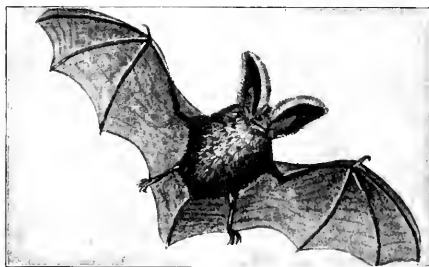
haben könnten, liefert weder die Paläontologie noch die Ontologie der heutigen Vögel. Die Entstehung der Federn wird leicht verständlich, wenn man die Haare der Flattertiere (Chiroptera) betrachtet. Denn hätten die Federflieger als Hautflieger begonnen und hätten sich allmählich federn ausgebildet, so würde die Hautverdopplung überflüssig geworden und schließlich bis auf geringe Reste geschwunden sein. Diese Annahme hat manches für sich. Sollte aber die allgemeine Annahme richtig sein, daß die fliegenden Tiere aus Fallschirmtieren hervorgegangen sind, dann müßten freilich die Federflieger auch als Hautflieger begonnen haben. Was nun da das Richtige ist, bleibt vorläufig unentschieden.

Jedenfalls liegt die Zeit dieser Umwandlung sehr weit zurück. Wahrscheinlich zogen schon zur Tertiärzeit die Vögel ihre Straßen zwischen Nord und Süd hin und wieder, und wie sie dann mit dem Eintritt der Diluvialperiode allmählich zurückgedrängt wurden, so scheinen sie gegenwärtig langsam wieder die verlorenen Standlager zurückzuerobieren zu wollen. Eine Arbeit W. Schusters berichtet über diese neuerdings sich mehrenden ornithologischen Anzeichen einer wiederkehrenden Tertiärzeit.^{*)} Schon frü-

*) Natur und Hans, 16. Jahrg., Heft 10.

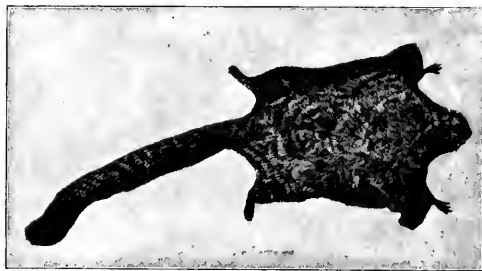
her hatte er als Vögel, die, obwohl eigentlich Zugvögel, mehr und mehr in Trupps oder Familien und immer regelmäßiger in Deutschland zu überwintern pflegen, folgende Arten festgesetzt: Stare, grauweiße und grangelbe Bachstelzen, Heckenbraunellen, gemeine Bekassinen, Turmfalcken, Königswalzen, Mönchsgrasmücken, Girlitze, Rotkehlchen, Feldlerchen, Fischreiher, Särche, Wiesenpiper und Hausrotschwänzchen. Dazu kommen weiter die Braunkehlchen, in England teilweise schon Standvögel, Grauwammern, Heidelerchen, Rohrammern, in immer wachsendem Maße Amseln, Weibchen und Jungvögel der Buchfinken, Ringel- und Hohlstauben, Kleibige an der Nordseeküste und auf den friesischen Inseln. Ferner an verschiedenen Orten, allerdings meist nur in einzelnen Exemplaren, Wasserläufer, Brachvögel, Wasserralle u. a.

Bei manchen Vögeln läßt sich fortgesetzt ein stufenweis weitergehendes Vorrücken der Grenzen des Überwinterungsgebietes nach nördlicheren Breiten feststellen; Vögel, die früher ohne weiteres als



Fledermaus.

Zugvögel galten, müssen jetzt schon für große Gebiete als „teilweis Standvögel“ bezeichnet werden. Andere Vögel schieben ihr sommerliches Aufenthalts- und Brutgebiet ständig immer weiter nordwärts oder verlegen es unter gleichbleibender Breite in höhere Berglagen. Auch diese Tatsache belegt W. Schuster mit zahlreichen neuen Beispielen, nicht nur



Ausstralischer Flugbeutler.
Drei Hautflieger.

aus der Vogelwelt, sondern auch aus dem Reiche der Insekten; so wurden, um nur noch ein Beispiel anzuführen, im Sommer 1901 und 1902 erstmalig viele Puppen des Totenkopfes bei der Kartoffelernte in Oberhessen gefunden; die Heimat dieses Schmetterlings ist Süd- und Mitteleuropa.

In einer weiteren Arbeit über das Abbrechen einer neuen Tertiärzeit und die Beurteilung dieser Hypothese seitens der Naturforscher bringt W. Schuster noch eine Anzahl dahin gehören

der neuer und schöner Beobachtungen. Typisch wieder für die Anziehungskraft, die das immer gleichmäßiger werdende, die schroffen Gegensätze zwischen Sommer und Winter einbüßende Klima auf die Vogel- und Insektenwelt ausübt, ist z. B. in der allernächsten Zeit das Vorrücken des schwedischen Berglaubvogels (*Phylloscopus montana*) auf beide Schwarzwaldseiten so wie in die schwäbische Alb, an den Federsee, ins Donantal, nach Würtemberg und Bayern. Wundervoll ist folgende Bemerkung Schusters, die zeigt, daß sich die Wiederekehr einer Tertärzeit schon anbahnt. Eine Untersuchung ergab, daß bei den nicht wandernden Steinkäuzen, Waldkäuzen und Schleierenten die Flügel nach Süden zu, also bei den südlicheren Eokaltrafen, die in Grenzgebieten unvermerkt ineinander übergehen, immer kürzer werden. Da nun ein länger ausgebildeter Flügel bei ein und derselben Vogelart stets ein Zeichen dafür ist, daß der Vertreter mit dem längeren Flügel einer mehr nördlichen Eokaltrafe angehört und größere Reisen machen muß als der südliche Artvertreter, also ausgesprochenereisender Zugvogel ist, und da nun die nördlichen Eokaltrafen der Eularten nicht mehr ziehen, so ist der Schluß gerechtfertigt, daß sie früher haben ziehen müssen, also bei uns aus Wandervögeln zu dauernd sesshaften Arten geworden sind.

Ferner macht W. Schuster, was hier gleich angegeschlossen werde, obwohl es sich nicht um Vogel handelt, auf zwei Insekten aufmerksam, die in der Einwanderung begriffen erscheinen und als Bürger einer nahenden Tertärzeit, einer Epoche ausgeglichenerer Sommer- und Wintertemperaturen angesehen werden können. Beide traten sie zunächst in der Umgebung des Mainzer Beckens (Mainz bis Bingen) auf, wo das wärmte Durchschnittsklima Deutschlands herrscht. Seit 1905 wird hier und in der Umgebung die sonst nur aus südlicheren Gegenden bekannte Sattelschrecke (*Ephippigera vitium*), eine stattliche, im Herbst munter musizierende Heuschrecke, beobachtet, und seit etwa 50 Jahren dringt langsam die staubblausüßige große Holzbiene (*Xylocopa violacea*) nordwärts vor, so daß sie jetzt schon im Untermaintal keine seltene Erscheinung mehr ist. Ihr Einfall vollzog sich durch die Burgundische Pforte aus dem Flußgebiet der Saône und Rhône, wahrscheinlich auch noch durch das Moseltal, und jetzt ist sie in vereinzelten Posten schon im milden Eahntal angelangt.

Wir wenden uns nun nach dieser Absehwendung wieder der Vogelwelt zu, und zwar einer Frage, die durch den Wandertrieb der Vögel immer wieder angeregt wird, der Frage, wie weit der Instinkt reicht und wo die Verstandestätigkeit beginnt.

Als reine Instinkthandlungen faßt Oberhabsarzt Dr. J. Gengler in einer Arbeit über der Vogel Instinkt und Verstand*) den Wandertrieb der Zugvögel auf, dem zu folgen sie willenlos gezwungen sind, ebenso das Fortpflanzungsgeschäft, obwohl hier die Sache nicht mehr so

einfach liegt; denn manche Phasen dieses Geschäftes sind von der Erfahrung und der Verstandestätigkeit der einzelnen Individuen abhängig. Beim Ausfluchen eines Nistplatzes und beim Nestbau ist es nicht mehr der Instinkt allein, der alles macht, hier sehen schon gewonnene Erfahrung und Übung des betreffenden Individuums ein. Denn trieb der Instinkt allein den Vogel zur Wahl des Nistplatzes, so würden niemals Nester an ungeeigneten Plätzen stehen, an denen sie unbedingt der Zerstörung anheimfallen müssen. Andererseits wieder würde auch ein Vogelpaar nicht, wie man es vielfach beobachten kann, sein halbfertiges Nest verlassen und an einem anderen Plage ein neues bauen. Sicher hat es während des Baues bemerkt, daß der gewählte Platz ein unangünstiger war. Der Trieb zum Bauen und das Talent der Baukunst ist angeboren, wird aber erst durch Erfahrung und Übung ausgebildet und vollendet. Weßhalb auch ältere Weibchen bessere, haltbarere Nester bauen und diese aus praktikablerem Material herstellen als junge, die noch Stümper in der Kunst sind.

Auch die Fütterung der Jungen und die Auswahl der gereichten Nahrung sowie die Menge derselben ist sicher nur der Ausfluß des Naturtriebes. Denn fast niemals, ausgenommen bei besonderen Witterungsverhältnissen, beobachtet man, daß im Nest sitzende Vögelchen erkranken, an Überfütterung oder an Nahrungsmangel zu Grunde gehen. Hier gibt der Instinkt den alten Tieren genau ein und an, was sie zu tun und zu lassen haben.

Bei der Erziehung der Jungen dagegen nach dem Verlassen des Nestes zeigen die Alten vielfach Verstandestätigkeit und Überlegung. Dr. Gengler führt aus seiner mehr als dreißigjährigen Erfahrung viele Beispiele dafür an, daß auch für den Vogel das Wort gilt: „Durch Erfahrung wird man klug“, und daß Verstandestätigkeit und Überlegung bei ihm eine große Rolle spielen. Hier einige seiner Beispiele.

Die Jungen einer Rabenträbenfamilie (*Corvus corone*) hatten es sich auf einem Aste am Waldrande bequem gemacht und blieben trotz Genglers immer größerer Annäherung ruhig sitzen, ohne auf das geradezu wahnsinnige Schreien ihrer Eltern zu hören. Da flog plötzlich die eine alte Krähe herab und spazierte direkt vor ihm im Gras umher, indem sie durch eigenartige Sprünge seine Aufmerksamkeit zu erregen suchte. Unterdessen ließ die andere, ohne einen Laut von sich zu geben, die drei Jungen vom Aste und führte sie in den dichten Wald hinein. Erst als das Geschrei des Gatten von fern erkante, entfernte sich der schwarze Held vor Genglers Füßen mit großer Eile. Dieser sowie viele ähnliche bekannte Fälle sind sicher nicht allein der Ausfluß eines unbewußten Handelns, die Vögel stellten sich auch nicht krank oder flugunfähig, machten auch keine Miene, den Feind vom Plage wegzulocken, sondern sie wollten nur seine Aufmerksamkeit von den Jungen weg und ganz auf sich ziehen, sie waren sich auch ihrer gefährlichen Rolle wohlbewußt, wie ihr späterer schelmiger Rückzug erkennen läßt.

Nicht alle Vogelarten sind gleich gut befähigt und gleich guten Gedächtnisses. Sperlinge und

*) Die Umschau XII, Nr. 9.

Buchfinken, überhaupt alle in der Nähe des Menschen lebenden Vögel sind außerordentlich vorichtig, kennen und vermeiden die ausgestellten Fallen. Die Meisen dagegen, insbesondere die Kohlmeisen, scheinen geradezu unfähig zu sein, gesammelte Erfahrungen sich zu Nutzen zu machen. Eine alte Kohlmeise schlüpfte in eine mit Speck geköderte Mausfalle und mußte eine ganze Winterzeit darin zubringen, so daß sie fast erfroren wäre; in der nächsten Nacht saß dieselbe, am Schwanz gezeichnet Meise wiederum in derselben Falle. Das ist bei Meisen das Gewöhnliche.

Nach dem Warnen der Vögel wollen manche als intuitive, unbewußte Ansehung, gleichsam als eine Reflexbewegung erklären. Dr. Gengler teilt diese Ansicht nicht, ist vielmehr der Meinung, daß der Vogel bewußt seine Artgenossen durch Ausstoßen des Warnungsrufes aufmerksam mache. Artfremde Vögel verstehen sehr bald diesen Ruf genau so gut wie die Artgenossen.

Bei ärztlichen Vornahmen an sich selbst zeigt der Vogel nicht selten großes Verständnis und Überlegung. Gengler sah, wie ein Grünfink seine eine schwerverletzte Hinterzehe erst nach langer, eingehender Untersuchung mit dem Schnabel wegbiß und so in wenigen Tagen eine glatte Heilung erzielte. Desgleichen biß eine in Dr. Genglers Voliere untergebrachte Rabenträhe den vorderen Teil ihres zerschossenen Flügels mit einigen kräftigen Bissen ab. Das sind Fälle — Gengler erzählt ihrer noch mehrere — die sicher nur mit Zuhilfenahme der Verstandestätigkeit ausgeführt werden konnten. Ein sehr schönes Beispiel von Überlegung erzählt Tennent von der auf Ceylon lebenden Glanzkrähe (*Corvus splendens Vieill.*). Eine solche hätte gern den im Besitze eines Hundes befindlichen Knochen gehabt. Sie tanzte deshalb vor dem Hunde eifrig, um seine Aufmerksamkeit von dem begehrten Knochen abzulenken. Als dies nichts nützte, holte sie eine ihrer Genossinnen herbei. Diese stieß nun auf den nichts ahnenden Hund herab, und als sich dieser erschrocken und zornig zugleich erhob, holte die andere Krähe den nun unbewachten Knochen fort.

Nicht nur untereinander, auch dem Menschen wissen die Vögel sich verständlich zu machen. Eine hiesig recht beweiskräftige Geschichte erzählt Kolibay von einem gefangenen Seidenschwanz (*Ampelis garrulus*): Wenn mein Seidenschwanz mich erblickt und Hunger hat — und den hat er immer —, springt er flirrend von einer Sitzstange zur anderen, dabei zuckend mit den Flügeln schlagend. Eines Morgens hatte ich ihm bereits eine Handvoll Beeren hingeworfen, die sehr bald seinen Kropf dick hervortreten ließen. Als ich bald darauf wieder das Zimmer passierte, bettelte mich der Vogel in der lebhaftesten Weise wiederum an. Kaum näherte ich mich der Futterkiste, ein Moment, in dem sonst seine Aufregung den Höhepunkt erreichte, so sprang zu meinem Erstaunen der Vogel auf den Boden herab, trippelte zu seinem tiefen Wassernapf und senkte lange seinen Kopf hinein, um sich darauf ruhig auf die Sitzstange zu begeben. Dieses Benehmen fiel mir auf, ich trat an den Käfig heran und sah, daß der Wassernapf nicht einen Tropfen

flüssigkeit enthielt, staubtrocken war. Ich muß gestehen, daß ich den verblüffenden Eindruck gewann, der Vogel habe mich um Wasser angebettelt und mich, als ich ihn mißverstand, in der allein richtigen Weise auf meinen Irrtum aufmerksam gemacht.

Ein Tier, sagt Dr. Gengler, das nur dem Instinkt folgt, stets unbewußt handelt, ist auch nicht befähigt, lustig zu sein oder andere zu eigener Belustigung zu necken, wie man dies bei Vögeln gar nicht selten beobachten kann. Eine von ihm aufgezoogene zahme Elster bewohnte mit einem Eckenberger gemeinsam den Hofraum. Sowie der Hund sich zum Mittagsschlafchen hingestreckt hatte, kam die Elster und haakte ihn in die äußerste Schwanzspitze, so daß der Hund erwachte und höchst ungehalten knurrte. Nach kurzer Zeit hatte sie folgenden Trick erfunden. Sobald sie geschickt hatte und der Hund aufstuh, knurrte sie ihn, ehe er beginnen konnte, genau mit seinen eigenen Lauten an, so daß der verblüffte Hund jedesmal mit eingezogenem Schwanz den Platz verließ; die Elster folgte dann in lustigen Sprüngen hinterdrein.

So ließen sich noch unzählige Beispiele anführen, die dem einsichtigen Menschen mehr oder minder klar machen, daß auch das kleine Vogelhirn wohl zu arbeiten versteht. Die Erfahrungen, die das einzelne Individuum oder eine ganze Art sammelt, werden gut aufbewahrt, es werden Schlüsse daraus gezogen und das Benehmen danach eingerichtet. Hier bildet der Instinkt nur die Grundlage, auf der das Tier das übrige aufbaut, und die Erfahrungen einer Generation kommen durch Vererbung wahrscheinlich dem Instinkt der folgenden teilweise zu nutze.

Eine Anzahl hübscher Beispiele dafür, was Instinkt und was Verstand im Vogel leisten können, bieten uns des Landwirtschaftslehrers P. Wemer „Notizen zur westfälischen Vogelfauna“.* In einer Arbeit über Gelege und Nester der einsitzigen Teichhuhn (*Gallinula chloropus*) finden sich z. B. Angaben über Niststätten, die darauf schließen lassen, daß der Vogel bei der Wahl und Anlegung der Niststätte nicht dem Instinkt allein folgt, sondern häufig mit einer Art Überlegung verfährt. In einem Aufsatze über die Nestbauzeit bei unseren Vögeln finden sich noch andere Beispiele dafür. Wenn z. B. der Kiebitz, der Teichrohrfänger sein Nest höher als gewöhnlich anlegt, so dürfte dafür nicht das Vorahnen des Wetters, also eine Art Instinkt, maßgebend sein, sondern es wird die Erfahrung eine Rolle dabei spielen. Im vorhergehenden Jahre wurde das Nest der Tierchen vielleicht vom Wasser beneht, der Vogel hat sich dies gemerkt und sucht im nächsten Jahre eine bessere, gesichrtere Stelle für sein Nest aus.

Ein eigentümlicher Trieb ist es, der die Vögel zur Anlegung von Spielnestern veranlaßt. Wemer beantwortet die Frage nach dem Zwecke dieser Bauwerke folgendermaßen: Erstens werden diese Spielnester nur zur Erziehung, zum Zeitvertreib von den Vögeln erbaut, und zwar baut sie in den meisten Fällen das liebste Männdchen.

*) Sonderdruck, Münster i. W. 1907.

Wem er sind Fälle bekannt, daß das Weibchen des Kiebitzes mit dem Errichten des eigentlichen Nestes beschäftigt war, während das Männchen für seinen Kopf eifrig drei! Spielnester in einem Nachmittage baute. Zweitens werden diese Nester erbaut, um vorkommenden Falles als Unterschlupf zu dienen, wenn das eigentliche Nest zerstört wird. Nimmt man dem Kiebitz das erste gelegte Ei aus dem Neste, so legt es manchmal (nicht immer) die drei anderen Eier in ein Spiel- beziehungsweise Notneste ab und gibt das eigentliche Nest preis. Endlich dienen die Spielnester auch als Schlafstätten. So legt der Zaunkönig drei und mehr Elnester an. Das gepolsterte Nest dient zur Aufnahme der Eier, die nicht gepolsterten sind Spielnester und dienen als Schlafstätten; in diesem Falle wird nie eines von ihnen mit Eiern belegt.

Auch in P. Wemers Arbeiten über den Kiebitz, über die Anzahl der Fütterungen der Jungen durch die Alten, über den Bestand der Vogelfauna in der Umgebung von Münster und über die Frage, ob Eisenbahn und Telegraph unserer Vogelwelt nützen oder schaden, findet der Vogelfreund des Neuen und Interessanten die Fülle.

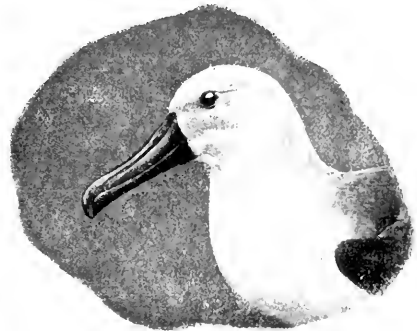
Weit ans der Heimat hinaus aufs Weltmeer führt uns eine Arbeit H. Reichenows*) über die Vögel des Weltmeeres, ein Teil des großen Standwerkes über die Deutsche Südpolar-Expedition 1901—1903. Eine scharfe Abgrenzung zwischen der Vogelwelt der Küste und der hohen See läßt sich schwer durchführen, da einmal das Brutgeschäft sämtliche Vögel zeitweise an die Küste festsetzt, andererseits eine große Anzahl Vögel, die eigentlich an den Küsten heimisch sind, doch regelmäßig weit in die See hinausgeht.

Vögel des Weltmeeres im strengsten Sinne sind eigentlich nur die Sturmvögel (Procellariidae), die nur zum Brüten ans Land kommen, sonst aber auf dem Meere leben und verweilen, ohne bestimmte Ruhestunden gleich allen anderen Vögeln innezuhalten. Tag und Nacht sind sie in steter Bewegung, wie Tschudi an einem gefangenen und nachher wieder freigelassenen gekennzeichneten Albatros feststellte, der dem Schiffe sechs volle Tage folgte, ohne je längere Zeit zu ruhen. Unter den 125 an Größe und Gestalt außerordentlich verschiedenen Arten der Gruppe sind die Albatrosse die größten, die Sturmschwalben (Hydrobatinae) die kleinsten. Ihre Nahrung besteht vorzugsweise aus Seekrebsen und Weichtieren, vor allem Tintenfischen; größere Arten fressen auch Aas, so daß Reichenow aus dem Riesensturmvogel (*Macronectes giganteus*) als den Aasgeier Kerguelens bezeichnet.

Die Sturmvögel brüten nur auf einsamen ozeanischen Inseln, wo das Weibchen je ein Ei legt. Ihr Verbreitungszentrum liegt in der Westwinddrift, dem ununterbrochenen Gürtel des Weltmeeres, der die Erde zwischen den Küsten des südärstlichen Kontinents und den Südspitzen der übrigen Festländer umgibt. Ihre Zahl nimmt nach Norden zu ständig ab, so daß im höchsten Norden von den mehr als 20 Gattungen nur noch eine einzige, die der Eissturmvogel, vorkommt. Die Vögel legen

jedoch die ungeheuersten Entfernungen fliegend mit solcher Leichtigkeit zurück, daß einzelne Tiere bis in unsere Breiten verschlagen werden und hier jahrelang verharren. So wurde eine Albatrossart (*Diomedea melanophris*), die im Südpolarmeer heimisch ist, lange Jahre auf den Färöern beobachtet und ein anderes Exemplar der Art auf den Orkneys, ein drittes sogar bei Spitzbergen geschoßen.

Über die Einrichtung, welche diesen gewaltigen Fliegern ermöglicht, so ausdauernd zu fliegen, berichtet in einer Veröffentlichung der „Wissenschaftlichen Ergebnisse der deutschen Tiefsee-Expedition auf dem Dampfer *Valdivia* 1898—1899“ Franz Ulrich. Sie sind mit riesigen Luftsäcken versehen, die an verschiedenen Stellen des Körperinnern liegen und mit ihren vielen Ausbuchtungen



Der gelbkehlige Albatros.

jedes ausfüllende Polster versehen. Mittels dieser Luftsäcke läßt sich der Körper aufblähen und in seinem Volumen so vergrößern, daß es erklärlich erscheint, wenn der Albatros oft lange Zeit ohne Flügelschlag dahingleitet und die langen, schmalen Flügel anscheinend nur zum Balancieren benötigt.

Ebenfalls echte Kinder des Meeres, wenn auch in anderem Sinne als die Sturmvögel, sind die Alken (*Aleidae*) und die Pinguine (*Spheniscidae*). Sie beherrschen das flüssige Element schwimmend und tauchend und sind in ihrem Flugvermögen so zurückgeblieben, daß bei den Pinguinen die Flügel gänzlich zu Ruderklossen umgebildet und nur noch zum Schwimmen brauchbar sind, während die Alken sehr plumpe und schwerfällige Flieger sind. Die Pinguine stellen die vollkommenste Anpassung des Vogelkörpers an das Wasser dar. Dennoch ist die junge Brut beider Familien mit einem wasserauffangenden Dunckleide bedeckt und muß lange von den Eltern gefüttert werden, bis sich das ungängliche, undurchlässige Federkleid entwickelt hat. Die meisten Arten legen nur ein Ei, das bei einigen Pinguinarten während des Brütens vom Weibchen auf den Fußrücken zwischen den Schenkeln eingeklemmt gehalten wird. Die Alken sind (mit 50 Arten) auf das Nordpolargebiet beschränkt, während die Pinguine (mit 17 Arten) nur im Südpolargebiet vorkommen und von den

*) Bd. IX, Zoologie, I. Bd., Heft 6. Berlin 1908.

Strömungen an den Westküsten Afrikas und Südamerikas bis zur Walfischbar beziehungsweise den Galapagosinseln getragen werden. Wie sehr die Pinguine zu Meerestieren geworden sind, zeigt vor allem ihre Art zu schwimmen: Pfeilschnell schießen sie unter dem Wasser dahin, die nach hinten gestreckten Füße zusammengelagert, die Flügel schnell und kräftig als Ruder und Steuer bewegend, so daß kein Körperteil über Wasser sichtbar wird. Von Zeit zu Zeit erscheinen sie auf der Oberfläche, um ihre großen Lungen mit Luft zu füllen. Wenn dem Pinguin Gefahr droht, so schnell er wie ein fliegender Fisch aus dem Wasser empor, beschreibt in der Luft einen kurzen Bogen, taucht wieder



Brillepinguin.

ein und wiederholt das Spiel, bis er sich sicher genug glaubt.

Außer den drei genannten Familien kommen als Vögel des Weltmeeres noch die Möwen (Lariidae) und die Taucher (Columbidae), ferner die in noch höherem Grade an das Land gebundenen Tropikvögel, Kormorane, Tölpel und Enten in Betracht. Auch die Taucher vermögen sich pfeilschnell unter Wasser zu bewegen, so daß sie die schnellsten Fische erhaschen; gewöhnlich aber schwimmen sie wie die anderen Vögel einem Schiffe gleich, so daß der ganze Rücken, Kopf und Hals hervorragen. Am wenigsten tief sinken die schwimmenden Möwen ein, die Reichenow treffend mit Schiffen ohne Ladung vergleicht, während die anderen Wasservögel vollbeladenen Fahrzeugen, die Pinguine aber den Unterseebooten gleichen, deren Körper ganz unter Wasser versenkt werden kann.

Genauer über das Leben der Pinguine in der Gefangenschaft berichtet Dr. A. Sokolow (Sokolow*) nach seinen Beobachtungen im Hagenbeck'schen Tierpark. Es handelt sich um eine Anzahl Brillepinguine (Spheniscus demersus), die sich inmitten einer Gesellschaft von Robben, Walrossen und Seemöwen sehr gut zu be-

haupten wissen und mit Schnabelhieben selbst Walrossen und Seemöwen in Respekt halten. Sehr possierlich sieht es aus, wenn diese Vögel Hindernisse zu überwinden suchen. Auf höher gelegene Steinblöcke hüpfen sie ohne Benützung der Vorderflößen mit großer Sicherheit, nachdem sie durch Berührung des Felsblockes mit dem Schnabel anscheinend instinktiv die Höhe tarjert haben.

Mehrere Paare schritten auch zum Brüten, nachdem sie sich an verhältnismäßig wenig geschützten Stellen an ihnen gereichten Besenbüschen, Reisig und Heidekraut in einfacher Weise eine flache Nistmulde zurechtgemacht hatten. Am 5. März legte das Weibchen das erste Ei, am 9. das zweite, und von diesem Moment wechselten die beiden Ehegatten äußerst pflichtgetreu und mit großer Hingabe im Brüten ab. Sogar die tägliche Gewohnheit des Wadens gaben sie so lange auf. Am 15. April wurde das erste Junge bemerkt, das zweite schlüpfte wahrscheinlich etwas später aus, die Brutzeit währte also 42 Tage. Die mit einem dichten Daunenneid versehenen graubraunen Jungen sind allerliebste Tierchen. Ungefähr 15 bis 20 Minuten nach der Fütterung werden sie von einem der Eltern, der gerade auf dem Neste sitzt und sie unter den Flügeln wärmt, mit hervorgewürgtem Nahrungsbrei gefüttert. Der alte Vogel wendet dabei seinen Kopf nach hinten und unten, öffnet den Schnabel und der junge holt sich, indem er mit Kopf und Hals im Schnabel und in der Kefse des alten verschwindet, den Nahrungsbrei aus dem Kropfe. In ihrer Heimat, einigen bei Südafrika gelegenen Inseln, brüten nach Prof. L. Schultze die Brilleninguine zweimal jährlich, wobei sie 2 bis 4 Eier legen. Erst vier Monate nach dem Ausschlüpfen sollen die Jungen so weit sein, daß sie sich selbst ihre Nahrung im Meere suchen können.

Was uns an Vogel nächst seinem munteren Gebaren am meisten anzieht, das, worin wir uns ihm sozusagen wesenverwandt fühlen, ist der Gesang. Zu der Frage, ob das Singen der Vögel ein echter Instinkt sei, der dem Tiere in vollem Umfange angeboren ist und ohne Vorbild und Lehre zur Vollendung gelangt, oder ob Belehrung nötig ist, damit der Singvogel seinen Artgesang vollendet zur Darstellung bringe, stellt F. Gröbels*) folgende auf Erfahrung gegründete Sätze auf:

Der Vogel bedarf irgend welcher Belehrung im Gesange; ohne Vorsänger wird kein Singvogel seinen Artgesang voll und ganz lernen. Bei seinen Beobachtungen fand Gröbels bei den besten Singvögeln, Amsel, Drossel, Rotkehlchen, Spötter u. a., daß diese Individuen gerade dann eine neue Gesangsperiode beginnen, wenn die Jungen ausgeschlüpft sind, und daß diese Periode bis zur folgenden Brutzeit anhält. Das Gefühl der Freude, meint er, veranlaßt den alten Vogel, nach dem Ausschlüpfen der jungen Brut sehr lebhaft zu singen. Damit erteilt er den jungen Männchen unbewußt die gesangliche Belehrung, welche nötig ist. Damit ist der junge Vogel aber noch nicht zur Meisterschaft befähigt, die Gesangsvollkommenheit

*) Die Umschau, XII, Nr. 50.

*) Ornith. Monatsberichte, XII, Nr. 2.

neigert sich vielmehr, vielleicht sogar sein ganzes Leben hindurch. Durch die Velehrung erhält der Vogel also nur die gefanglichen Grundlagen, auf denen er nach seiner größeren oder geringeren musikalischen Begabung sich ganz gefühlsmäßig ausbildet.

Vernehme der ganze Vogelgesang auf dem Anstütk, wie könnte der Vogel dann Gesänge oder Melodien sich zu eigen machen, die seiner natürlichen Begabung völlig fernliegen! In einer Arbeit über den heffischen Vogelsberg als Derado der Welt Gimpelzucht weiß Pfarrer W. Schuster nach, wie der Dompfaff (Pyrrhula vulgaris), der in der Freiheit gar keinen eigentlichen Gesang ausübt, sondern ähnlich wie der Feldspatz „quad-delt“, in der Gefangenschaft leicht zwei bis drei verschiedene Melodien pfeifen lernt. Zum Abwichten des Tierchens gehört in erster Linie große Geduld und Ruhe des Lehrmeisters, da der Vogel leicht erregbar ist und dann meist eingeht. Sodann ist es ein Haupterfordernis, daß ihm die zu erlernenden Melodien, am besten bekannte Volkslieder, stets in derselben Reihenfolge, in derselben Tonart und mit demselben Tone beginnend, genau einmal wie das andere Mal vorgepfeifen werden. Der Vogel hat ein gutes Gedächtnis, und die geringste Abweichung, die sich der Lehrmeister zu Schulden kommen läßt, macht ihn irre und verdirbt schließlich den Effekt. Die Lehrzeit, während welcher alle störenden Geräusche fernzuhalten sind, dauert vom Schlüßgeworden etwa ein halbes Jahr, und es müssen ihm in dieser Zeit die betreffenden Melodien täglich mehrmals vorgepfeifen werden. Ältere Vögel lernen nicht mehr.

Im Anschlusse hieran sei auf einige neue Werke aufmerksam gemacht, die das Gebiet des Vogelgesanges vom naturwissenschaftlich-musikalischen und vom ästhetischen Gesichtspunkte aus beleuchten. In einer Schrift „Kunst und Vogelgesang“ hat Dr. Bernh. Hoffmann* die Kunst in Vogelgesang und den Vogelgesang in Werken der musikalischen Kunst, besonders in denen Beethoven's, Haydn's, Wagner's, ausführlich und mit vielen Notenbeispielen geschildert. Für musikbegabte Vogelfreunde wird die Lektüre dieses Buches und der Vergleich der hauptsächlich an freilebenden Vögeln gemachten Beobachtungen Dr. Hoffmann's mit früheren Werken ähnlicher Art, besonders mit Voigt's verdienstvollem und bahnbrechendem Exkursbuche zum Studium der Vogelstimmen, ein hoher Genuß sein. Die Beobachtungen, die Prof. Alwin Voigt beim Studium der Vogelstimmen gemacht, hat er nebst denen der bedeutendsten Sachleute jüngst zur Abfassung eines „Deutschen Vogelgebens“ verwandt, das die Vogel nach ihrer landschaftlichen Zugehörigkeit schildert; auch in diesem Werke findet der Gesang vielfache Berücksichtigung.**)

Eine ästhetisch vergleichende Beurteilung der Farben und der Gesänge der Vögel gibt Wilhelm Schuster***) in seinem neu erschienenen Werke

*) Verlag Quelle und Mayer, Leipzig 1908.

**) Verlag B. G. Teubner, Leipzig 1908. (Aus Natur und Geisteswelt, Bd. 221.)

***) Verlag: Kosmos, Gesellschaft der Naturfreunde (Frankfurter Verlagsabteilung), Stuttgart 1908.

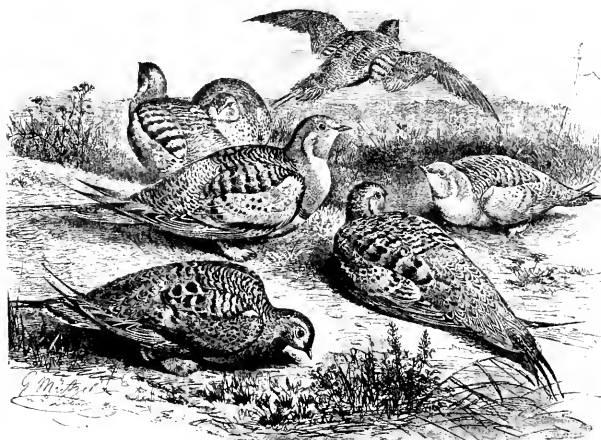
„Wertschätzung unserer Vögel“. Er ver sucht darin angesichts des noch immer andauernden Streites über den Wert oder Unwert der einzelnen Vogelarten eine feste Norm für die Wertabschätzung der Vögel zu schaffen, indem er alle dabei in Betracht kommenden Momente heranzieht, positive nie negative, und sie endlich noch in sechs ausführlichen Tabellen dem Auge und Gedächtnis eindringlich einprägt. Unter den Rubriken: Getreide, Wiesen, Obst, Wein, Forst, lästige Insekten, Giftschlangen, Fleisch, Federn, Eier, Exkremente, Gesang, Farben, Belebung der Gegend, Jagdtiere, Haustiere, Fische, Vienen u. s. w. wird jeder deutsche Vogel nach seinem Werte abgeschätzt, um schließlich auch noch seine Jemur ziffermäßig zu erhalten, z. B. Ringeltaube 10 zu 6, Saatgans 19 zu 21 u. s. w. Es ist zu erwarten, daß diese objektive, dem Stande der heutigen Wissenschaft entsprechende Darstellung vielen Verkannten zu gerechter Beurteilung verhelfen wird. Die ästhetische Seite des Vogelgesanges würdigt W. Schuster auch noch in einer gleichzeitigen Arbeit im „Zoologischen Beobachter“, 49. Jahrg. Nr. 7.

Zum Gesang kann man zwar das Meckern der Schnepfen (Gallinago coelestis) nicht rechnen, wenn es auch ähnlichen Zwecken dienen mag; denn es wird nicht mit der Kehle hervor gebracht, wie man früher annahm, sondern mittels der Bewegung von Federn, wie durch sorgfältige, von P. H. Vahr ausgeführte Beobachtungen und Versuche endgültig festgestellt ist.*) Die Schnepfenschneppen oder Bekassinen vollbringen zur Brutzeit eigentümliche Flugmanöver, indem sie aus der Höhe von 60 bis 100 Fuß herab- und in einem Bogen wieder aufwärtssteigen; beim Beginn des Herabstinkens breitet sich der Schwanz gleich einem Fächer aus, wobei die beiden äußersten Schwanzfedern von den anderen zwölf etwas abstehen, und sobald sich das Tier nun herabläßt, ertönt das Meckern oder Trommeln, das so lange als der Vogel abwärts steigt, 2 bis 3 Sekunden, anhält. Nicht der Schwanz als ganzes vibriert, sondern, wie mittels eines scharfen Glases leicht erkennbar ist, nur die beiden äußeren Schwanzfedern, und zwar so stark, daß ihre Enden unendlich werden. Auch künstlich kann man das Meckern hervorrufen, wenn man die in geeigneter Weise an einem Stocke befestigten Federn gleichmäßig und nicht zu schnell freisen läßt. Die Schwanzfedern erzeugen keinen Laut. Das im März, auch schon im Februar beginnende und gewöhnlich bis Ende Mai dauernde Meckern wird von beiden Geschlechtern ausgeübt und durch feuchte Witterung begünstigt. Auch ausländische Schnepfen meckern so.

Von der Waldschnepfe (Scalopax rusticola), die auch zu den Meckern gehört, erzählen die forstleute manche Fälle von Selbsthilfe bei Verwundung, die vielleicht nicht alle in das Legiten des Jägerlateins gehören. Danach soll sie bei Schnipverletzungen, soweit sie sich selbst helfen kann, sich verbinden und insbesondere ver letzte Ständer kunstgerecht mit Moos und den eigenen Federn umwickeln. Ähnliche Fälle von Auto

*) Nat. Rundsch. XXII, Nr. 48.

therapie wurden, wie Dr. Karl Floerke in seinem Werke „Die Vögel des deutschen Waldes“ *) mitteilt, ihm von zuverlässigen Jägern auch über Nebelträhnen berichtet. Diese betonten insbesondere, daß sie an den Schußwunden angeklebten und von ganz anderen Körperteilen herrührenden Federn unmöglich durch Zufall dorthin gelangt sein könnten, sondern sicher absichtlich an die Wunde angebracht waren. Ein bekannter Herrenjäger schoß beim Morgenanstand eine hoch ziehende Stockente, die nach gerauer Suche verendet in einem Winterjaatsfeld gefunden wurde. Beim Aufnehmen machte



Asiatische Steppenbühner

er die erstaunliche Wahrnehmung, daß in die unter dem Flügel befindliche Schußwunde weiche Grashalme tief hineingestopft waren, die er einzeln herausziehen vermochte. Die Ente mußte also die Halme selbst in die Wunde eingeführt haben, um die Blutung zum Stillstand zu bringen. Von der Selbsthilfe eines Rebhuhns, das bei Grünberg mit Schrot geschossen war, berichtet „Wild und Hund“ (Jahrg. XIII, Nr. 45) folgendes: „Ein Korn hat den linken Ständer etwa in der Mitte getroffen und, wenn auch nicht gebrochen, so doch schwer verletzt. Es ist, wie man aus dem reichlichen Schweiß innerhalb des Verbandes sieht, eine starke Blutung eingetreten. Diese hat das Huhn durch den Verband gestillt und gleichzeitig die Verletzung geheilt. Die Art des Verbandes ist höchst interessant und zweckmäßig. Die zum Verbande nötigen Federn hat sich das Huhn, wie man deutlich sehen kann, an dem gesunden Ständer ausgerissen und so rings um die Verwundungsstelle gelegt, daß der obere weiche Teil der Federn innen, d. h. auf die franke Stelle, zu liegen kam, und der harte Kiel, der Druck oder Reibung verursacht hätte, ganz nach außen steht. Auch nicht eine einzige Feder liegt

anders. Als Klebmittel, wenn man so sagen kann, diente zum größten Teil Schweiß (d. h. Blut), teilweise sind Federn unter bereits mit Schweiß am Ständer angeklebten geschickt durchgesteckt, doch immer so, daß der Kiel nach außen kam.“ Auch bei gezähmten Vögeln hat man derartiges beobachtet. „Ich persönlich“, schreibt Dr. Floerke, „halte solche Vorkommnisse durchaus nicht für unmöglich, und sie werden weniger erstaunlich erscheinen, wenn wir bedenken, welches Verständnis z. B. frante Stubenvögel ihrem Pfleger entgegenbringen, wie geduldig sich der ungebärdigste Papagei einpinseln oder verbinden oder ins Dampfbad setzen läßt, sobald er erst einmal eingesehen hat, wie gut ihm das tut, und daß man ihm damit nur zu Hilfe kommen will.“

Die neuerdings mehr und mehr in Anwendung gebrachten Vogelmarkierungen haben bei der Vogelwarte Rossitten einige bemerkenswerte Resultate gebracht. *)

Junge Störche kehren im ersten auf ihre Geburt folgenden Jahre in ihr Heimatgebiet zurück und streifen hier als „Junggesellen“ in näherer oder weiterer Umgebung des elterlichen Nestes (22 beziehungsweise 94 Kilometer in zwei Fällen) umher. Im zweiten auf ihre Geburt folgenden Jahre begeben sie sich in Gebiete, die von ihrer Heimat weit entfernt liegen. Ferner hat sich ergeben, daß der Herbstzug der aus dem Norden Deutschlands

stammenden Storchscharen die südöstliche Flugrichtung innehält. Zugstraße ist immer das Odertal, der Einfall nach Ungarn erfolgt von Norden her.

Hier sei dem Herausgeber gestattet, zwei Betrachtungen einzuschalten, die ihm im Sommer 1908 von einem vertrauenswürdigen Manne in dem Dorfe Kransnick am Unterspreevalde mitgeteilt wurden. Ein Storch, der sein Weibchen verloren hatte, kehrte mehrere Jahre danach allein wieder und trieb sich in der Gegend umher, ohne ein neues Weibchen zu erlangen. Der Beobachter schloß daraus, „daß der Storch nicht zum zweitenmal heiratete“. Eine andere Volksmeinung ist die, daß, wenn die Störche im Frühling grau (schmutzig) eintreffen, schlechtes Wetter in dem betreffenden Jahre herrschen werde; kehren sie dagegen, wie 1908, weiß zurück, so werde das Wetter gut.

Die Markierungsversuche bei jungen Rauchschnäbeln haben ergeben, daß einjährige Tieren dieser Art auch an ihre Heimatstätte zurückkehren und das elterliche Nest zur Brut benötigen. Allerdings ist erst ein Fall dieser Art erwiesen und die weitere Aufmerksamkeit auf diesen Punkt zu richten.

*) Kosmos, Gesellschaft der Naturf. Stuttgart 1908.

*) Ornithol. Monatschr., 16. Jahrg. (1908), Nr. 10.

Erstauflach weit gehen die Säge nicht nur der Störche, sondern auch der Möven und anderer Vögel nach Süden. Im Oktober 1906 wurde ein Storch, den Dr. Chiene mann am 21. Juni des Jahres umweit Königsberg in Ostpreußen gezeichnet hatte, in Wabai (Tadschegebiet) erlegt. Ein am 5. Juli 1907 umweit Kōslin in Pommern markierter Storch wurde bei Fort Jameson in Rhodesia (Südafrika) erbeutet. Eine am 26. Juli 1907 gezeichnete Lachmöve wurde im Januar 1908 in El Bahira bei Tunis erlegt. Auch an den Mündungen der Seine, des Po und des Rhone hat man in Rossitten gezeichnete Vögel gefunden.

Säge von Osten nach Westen hat im Jahre 1908, wie schon in früheren Jahrzehnten wiederholt, das Steppenkuhuhn unternommen, ein Bewohner der Steppen Mittelasiens. Im April zeigte es sich, nach Westeuropa ziehend, in Ungland, seit dem 5. Mai wanderten Säge von 8 bis 60 Stück durch die Dobrudscha nach Westen, wenig später waren Steppenbühner in Ost und Westpreußen, und am 30. Mai wurde eines auf Helgoland gefangen. H. Simroth führt auch diese Säge des Steppen- oder Saufthuhnes (*Syrhaptes paradoxus*) ebenso wie diejenigen des sibirischen Tammelhähners nach Westen auf die Pendulation zurück.

Nußerdem sei an dieser Stelle nicht unterlassen, auf den an interessanten und wichtigen Beobachtungen überaus reichen VII. Jahresbericht (1907) der Vogelwarte Rossitten zu verweisen.*) Anziehend ist folgende Beobachtung des Dr. J. Chiene mann: Am 30. Oktober fand sich unter meinen Hanstanben eine junge Ringeltaube ein (deren Herbstzug am 15. und 18. Oktober stattfand), brachte später noch eine Genossin mit, und beide hielten sich über 4 Tage lang auf dem Gehöfte auf, ließen sich auf einem niedrigen Dache mit den zahmen Tauben füttern und zeigten sich ganz vertraut. Sie flogen auch aufs Flugbrett vor dem Schläge, gingen aber nicht in den Schlag selbst. Sie wurden denn von einem anderen Taubenbesitzer hier selbst gefangen, der sie jetzt noch in seinem Schläge eingesperrt hält und zum Ein- und Ausfliegen gewöhnen will. — Am 30. Oktober wurde unter einem Buchfinkenschwarme ein fennelgelbes Männchen, nach dem die Genossen erregt öfters stießen, herausgeschossen.

Wie einschneidend der Einfluß der Eiszeit war und zum Teil noch heute ist, sehen wir an den Brutplätzen des Kranichs,**) die eine merkwürdige Übereinstimmung der Lage mit den diluvialen Urstromtälern Norddeutschlands, dem Breslau-Magdeburger, Glogau-Baruther, Warschau-Berliner und Thorn-Eberswalder Tale zeigen. Das ist sehr wohl erklärlich. Als mit dem Zurückweichen der riesigen Inlandseisdecke der Zufluß des Schmelzwassers aufhörte und die breiten Urstromtäler als sumpfreiche Flugbetten bestanden blieben, da beten sie schon wie heute noch mit ihren Niedermooren den Kranichen ausgezeichnete Brutplätze. Auch in den an Eiszeitgebilden so reichen Küstenländern der Ostsee auf der baltischen Seemplatte von Ostpreußen bis Schleswig finden sich viele Kranich-

brutstätten, denn auch hier wurden die flachen Wasserbecken mit der Zeit durch Torfbildung zu Niedermooren. Ebenso unzweideutige Beziehungen zur ehemaligen Ausbreitung des alpinen Eises zeigen die heute allerdings längst verlassenen Brutplätze des Kranichs auf den Mooren der bairischen Hochebene, während sich das völlige Fehlen solcher Plätze in den ungleicheneren Moorengebieten Nordwestdeutschlands daraus erklärt, daß dem Kranich das Hochmoor in seiner Form als Heidemoor im allgemeinen fremd ist, und gerade diese Form in ihrer extremsten Ausbildung wiegt dort vor.

Von den 41 Brutplätzen des Kranichs in Deutschland, die seinerzeit Dr. H. Nitsche in Charandt aufzählte, sind gegenwärtig schon 75 bis 80 als erloschen zu betrachten, dagegen sind manche dieser Niststätten mit 20 bis 30 und mehr Paaren besetzt. Der charakteristischste Brutort des Kranichs ist der undurchdringliche Erlenuch, die Brackwiese, der unzugängliche Sumpf und das trügerische, weil oft grundlose Fenn, das in Norddeutschland die Verlandung der zahlreichen flachen Seen in Wald und Heide einleitet. Und alle diese Oberflächen formen sind zumeist eng an das von der ehemaligen Eisbedeckung bearbeitete Gebiet geknüpft.

Leben der Tiefsee.

Eine Ostasienfahrt zur Erforschung der Meeresfauna der dortigen Küsten hat Dr. Franz Doflein unternommen.*) Ein Hauptfeld seiner Arbeit war die Sagami-bucht, ungefähr südlich von Yokohama, wo er seine Tätigkeit besonders den merkwürdigen Tiefseetieren widmete. Aus seinen unheimlich anziehenden Schilderungen sei in folgendem einiges auf diese Fauna Bezügliche wiedergegeben.

Auffallend war die Veränderung der Tierwelt an der Oberfläche mit Anbruch der Nacht. Die Zusammenfassung eines Fanges mit dem Plankton netz war nachts eine ganz andere als am Tage. An die Stelle vieler Arten, die tagsüber eine große Rolle gespielt hatten, waren andere, neue getreten. „Es erklärt sich dies“, sagt Doflein, „daraus, daß viele Tiere nachts in die Tiefe sinken, während dafür Formen, welche tags in der Tiefe wohnen, an die Oberfläche steigen. Zahlreiche dieser nachts aufsteigenden Organismen sind leuchtende Tiere. Sie erzeugen in verschiedenartiger Weise ein mehr oder minder starkes Phosphoreszenzlicht, welches sich zum Meerleuchten vereinigt. Häufig sind es hier die nämlichen Tiere wie in unseren Meeren, oder ganz nahe verwandte Formen, welche in Japan das gewöhnliche Meerleuchten verrichten. Das schönste Licht strahlen wohl die mikroskopisch kleinen Geißelinfusorien der Gattung *Noctiluca* aus. Sie sind zu Millionen im Wasser verteilt und überziehen jede Welle mit einem glitzernden Brillantschmuck. Ihr Licht ist deutlich grün, während andere Tiere ein bläuliches, röthliches oder violettes Licht ausstrahlen. Ein Verticillium war an den ganzen Seiten seines schlangartigen Körpers mit Laternen versehen, welche intensiv gelblichgrün leuchteten. Ein kleiner Muschelrebs aus der Ord-

*) Journal f. Ornithol., 56. Jahrg. (1908), Heft 5.

**) Promethews 1908, Nr. 980.

*) Ostasienfahrt. Leipzig und Berlin, 1909.

nung der Ostracoden spritzte aus einer Drüse an seinem Kopfe eine Ausscheidung hervor, welche wie ein schimmerndes Band den Weg bezeichnete, welchen das Tier im Wasser zurückgelegt hatte. Unter dem Mikroskop konnte man deutlich erkennen, daß dieser Leuchtstoff aus einer gelblich gefärbten Drüse hervorkam, sich zwischen den Schalen des Tieres verteilte, so daß dieses am ganzen Körper zu leuchten schien, und dann als phosphoreszierende Wolke im Wasser allmählich verglomm."

Der Forscher ließ vom Boote aus unter einer Glasglocke eine Lampe ins Wasser hinab. Sofort entstand ein unbefriedigliches Gewimmel von Tieren um sie. In ganzen Wolkeln schwebten die winzigen Organismen aus den dunklen Gründen empor und umtanzten die ungewohnte Lichtquelle. Doflein brauchte nur das feine Netz einzutauchen, um Tausende von ihnen in seine Fanggefäße zu schöpfen.

Das Leuchten wurde hauptsächlich durch Würmer und kleine Krebse aus den Ordnungen der Ostracoden, Copepoden, Schjopoden und Mysideen verursacht. Um sie schwebten zahlreiche nicht leuchtende Organismen, Larven von Krebsen und Stachelhäutern, Medusen, Würmer und kleine Fische; letztere kamen oft aus weiter ferne herbeigeschossen. „Man hatte ganz überzeugend den Eindruck, daß ein unwiderstehlicher Zwang sie zum Lichte hingog. Denn sie sausten heran wie aus einer Klüte abgeschossen, und stießen sich mit lautem Krach den Kopf an unserer Laterne blutig. Im Wasser sah ich daselbe Schauspiel vor meinen Augen sich wiederholen, welches der kalte darbietet, der in den Klammern den Tod findet, oder der Vogel, welcher am Leuchtturm sich den Kopf einrent."

„Und wenn man sieht, wie gerade Tiere mit Leuchtorganen sich um das Licht ansammeln, so gibt einem diese Beobachtung einen wichtigen Fingerzeig für die Dentung dieser unter den Meeres-tieren so weit verbreiteten Organe. Sicherlich dienen sie in irgend einer Weise zur Anlockung; bei manchen Arten führen sie die Männchen und Weibchen zusammen, bei anderen locken sie die Beute an, welche gabelnd dem Laternenstrahl in das offene Maul schwimmt."

Schöne Beispiele für Schutzfärbung, für echte Farbenanpassung, entdeckte Doflein in der japanischen Meeresfauna. Hier sitzt auf der fleischfarbigen Seeeder eine Galatheaide, ein Krebs mit langen Scheren, dessen ganze Oberfläche das gleiche zarte Rosa zeigt, so daß man ihn erst nach längerem Suchen entdeckt; dort auf einer Gorgonide, einem anderen Korallenpolypen, eine andere Galathea, die mit ihr das grelle Orangerot teilt. Dort weidet auf einem Schwamme eine dorisartige Schnecke, deren schwefelgelbe Haut sich von der Oberfläche des Schwammes gar nicht abhebt. Und aus diesem Korallenstode, dessen kalkige Skelettmasse ihn schwer wie einen Stein macht, recken sich nach einiger Zeit die gelb und rot gefleckten Polypen hervor, und zwischen ihnen schlüpfen einige kleine Fische, ihre Schüßlinge, hervor, die auf ihrem Schuppenkleide genau dieselben Farben wiederholen.

Alle diese Tiere können ihre Farben nicht willkürlich, wie das Chamäleon, verändern; es sind

eben so sichere Fälle von Farbenanpassung, wie die Heuschrecken des grünen Grases, die Schneehasen der Alpen, der femek oder langohrige Fuchs der Wüste. Sollten nicht, meint Doflein, alle diese Tiere allein zu dem Zwecke, damit die beiden Geschlechter sich finden, die Tendenz besitzen, die Farbe anzunehmen, die sie selbst tragen, und dadurch in die schwebende gleichgefärbte Umgebung geraten?

Diese Erklärung paßt allerdings nicht für eine Anzahl Formen, die über noch wirkungsvollere Verkleidungen und Instinkte verfügen. Gerade auf den Steinfossilien finden wir kleine Krabben aus der Gattung Actaea und ihren Verwandten, die auf dem Rückenstärke, den Scheren und Beinen eine eigentümliche rauhe Granulierung aufweisen, wodurch sie ihrer Unterlage außerordentlich ähnlich werden. Diese Tierchen fühlen sich in ihrer Maschierung so sicher, daß sie bei drohender Gefahr, anstatt die Flucht zu versuchen, „sich tot stellen“, indem sie ihre Beine an den Leib ziehen, sich fallen lassen und regungslos liegen bleiben. Erst nach einiger Zeit, wenn die Gefahr vorübergegangen sein könnte, setzen sie sich ganz langsam wieder in Bewegung.

„Man kann sich," sagt Doflein, „keinen größeren Gegensatz denken, als ihn diese tragen Formen und die stinken Strandkrabben darstellen. Es bewahrt sich da wieder einmal jenes biologische Gesetz, welches ich vor einigen Jahren folgendermaßen formuliert habe:

In fast jeder Tiergruppe finden wir nebeneinander:

1. träge, langsame Formen, mit reservertartigen Instinkten, welche in ihrem Habitus in irgend einer Weise an die Umgebung angepaßt sind, Schutzfärbung und Schutzformen besitzen;

2. flinke, bewegliche Formen mit höheren Instinkten, welche meist kräftig sind und keine beträchtliche Schutzanpassung an die Umgebung zeigen. Es sind dies Raubtiere, dann jene Formen, welche gewöhnlich als das Beispiel für Vorkommen von Intelligenz im Tierreiche angeführt werden."

In einer dieser beiden Gruppen scheinen die „Schmetterlinge des Meeres", von denen Doflein nun erzählt, so recht hineinzupassen. Es sind anscheinliche Fische etwa von der Größe einer Forelle, aus der Familie der Trigliden; sie ähneln den wohlbekannten Formen aus dem Mittelmeer durch die freien Klossenstrahlen der Brustflosse, die ihnen beim Krüchen auf dem Boden als Stütze dienen. Wie jene haben sie in der Hauptsache ziegelrote und gelbliche Grundfärbung, in der sich eine olivgrüne Marmorierung erkennen läßt. Sie sind also sehr auffällig gefärbt, selbst in einer bunten Umgebung weithin erkennbare Tiere.

Nähert man sich einem ruhig auf dem Boden sitzenden Individuum dieser Arten, so fährt man im nächsten Augenblicke erschreckt zurück; denn das Tier hat plötzlich ein Paar schillernd gefärbter, großer Klossen ausgebreitet, weit wie die Flügel eines Schmetterlings, und unter dem Schutze des erzeugten Schreckens schwebt es langsam davon und läßt sich an einer anderen Stelle wieder nieder. Betrachtet man die Tiere im Aquarium, so kann man sich an der Schönheit ihrer Flügel nicht satt

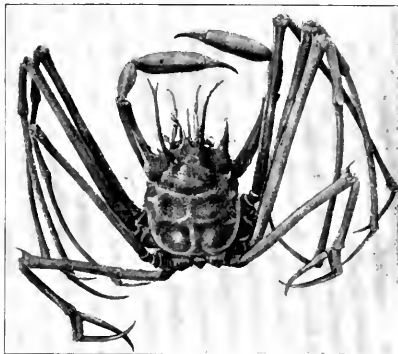
sehen. Es sind in der Tat die Schmetterlinge des Meeres, die mit den Vögeln und Insekten um den Schönheitspreis in der Tierwelt streiten dürfen. Doflein hat hauptsächlich zwei Arten beobachtet, den Semi-hobo der Japaner (*Trigla kuma*) und den größeren Hobo (*Lepidotrigla hürgeri*). Der erstere, ein kleiner Fisch mit scharf zugespitzter Schnauze, hat leuchtend smaragdgrüne Flügel mit blauen Säumen und einem samt-schwarzen, blaugesäumten Augenfleck. Der zweite hat dieselbe metallisch grüne Grundfarbe der Flossen, auf ihnen eine Anzahl glänzender blauer Augenflecke verteilt und einen ebenso gefärbten Saum. Das Blau erinnert an echten Lapis Lazuli und reine Türkise, das Grün an glühendes Kupfer, und beide Farben haben einen Schmelz, wie er sonst in der Natur nur auf dem Gefieder der Papageien oder den Flügeln der Paradiesfalter oder Ornithopteren, einer Schmetterlingsgattung der südoftasiatischen Inseln, vorkommt. Die grellrote Färbung dieser Fische ist zweifellos eine Warnfarbe; denn sie besitzen an der Rückenflanke scharfe Giftstacheln.

Interessant sind auch Dofleins Mitteilungen über die Stillwassertiere, diejenigen Seewesen, deren Wohnbereich unterhalb der Tiefen liegt, die bei Stürmen noch in Bewegung verlegt werden. Soweit sie zu den feststehenden gehören, wie die Seeellien, Hyalonomen, Hexactinelliden u. a., sind sie meist sehr tief in der Schlammverankerung, teilweise von recht zartem und gebrechlichem Baue und oft von entzückender Schönheit und erstaunlichem Formenreichtum. Wollte doch vor Jahren eine Hollbehörde nichts davon wissen, daß ein solcher Rieselschwamm, eine Euplectella, eine tierische Bildung sei, sondern wollte sie als kostbares kunstgewerbliches Erzeugnis mit hohem Zoll belegen.

Auch die beweglichen Formen unter den Stillwassertieren zeigen merkwürdige und eigenartig angepaßte Typen. Da sind z. B. Seeigel, deren Hautskelett nicht einen kugelig starren Panzer darstellt, wie wir ihn sonst bei Seeigeln finden, sondern aus zahlreichen beweglichen Platten zusammengesetzt ist, so daß die Tiere sich bald zu einer Kugel aufblähen, bald zu einer tellerförmigen Scheibe abplatten können. Sie wären nicht im stande, große Wasserbewegungen zu ertragen; die Brandung würde sie töten und zermahlen.

Und wie hilflos müßten die langbeinigen „Seespinnen“, die Krabben aus den Gattungen *Stenorhynchus*, *Latreillia*, *Latreillopsis*, *Macrocheira* u. s. w. sein, wenn sie ihren kleinen Körper auf den dünnen Beinen durch heftiges Wasser balancieren sollten. Es war im Aquarium schon von großem Interesse, zu beobachten, wie sie vorsichtig über die mit ihnen in Verwassem gehaltenen Korallen, Seeigel und andere Tiere hinübertraten, und wie jede heftigere Wasserbewegung sie hilflos an die Wände warf. So geht es selbst den größten Arten. Die Riesenkrabbe *Macrocheira kaempferi*, bisher nur an der Küste von Japan gefunden, hat in ihren größten Exemplaren eine Spannweite von 3 bis 5 Metern. Auf den ersten Blick erscheinen solche Wesen mit ihren ungeheuren Scheren wie schreckliche Angeber, und man denkt, sie seien wohl im stande, einen badenden

Menschen zu überfallen und zu bewältigen. Aber sie sind echte „Stillwasserfernen“, hilflos, sobald sie in das bewegte Wasser kommen, vollkommen unbeholfen und unfähig, ihren eigenen Körper zu tragen, sobald man sie aus dem Wasser an die Luft bringt. Dofleins japanische Fischer fingen sie mehr als einmal mit der Daboleine, einmal konnte ein sogar lebendig bis zur Station gebracht werden. Das Meistentier wurde mit einer langen Schnur an einem der Bootsringe festgebunden und in der Nähe des Ufers auf dem Meeresboden freigelassen. Da marschierte es wie ein seltsamer Spud, wie ein gespenstiger Wächter im grünen Wasser des Herdes umher, durch welches seine grellrot marmorierten Beine heraufschimmerten. Setzte der Wind die



Homolochunia, eine Tiefseekrabbe mit Scheren am hinteren Beinpaar und Stängelweib von der ostafrikanischen Küste aus 977 m Tiefe. $\frac{1}{2}$ n. Gr.

Wellen in leichte Bewegung, so vermochte es sich kaum anrecht zu erhalten und schwankte hinfällig hin und her.

Andere Krabben dieser Art tragen das fünfte Fußpaar stets über dem Rücken erhaben, und zwar halten die meisten mit den Klauen dieses Fußpaares irgend einen Gegenstand, eine Muschelschale, einen lebenden Schwamm oder eine Ascidie, zum Schutz über ihrem Rücken. Eine seltenere Art fand Doflein hier auf, welche dies Beinpaar nicht als Schutzorgan, sondern als Balancier benützt, wenn sie mit langen Spinnenbeinen über die vielerlei Gegenstände des Meeresbodens hinwegzinkt. Da sieht man sie die Rückenbeine bald anziehen, bald ausstrecken, je nachdem es die Erhaltung des Gleichgewichtes erforderlich macht.

Wir müssen es uns verlagern, des weiteren auf den reichen Inhalt des prachtvoll illustrierten Dofleinschen Wertes einzugehen, und können dem Leser nur versichern, daß ihm die Lektüre dieser „Ostasienfahrt“ einen ausserlesenen Genuß bereiten wird. Auch Land und Leute Japans sind hier mit Verständnis und Liebe erforscht und geschildert.

Ein anderes großes Werk, das uns mit der Tiefsee und ihren seltsamen Lebewesen bekannt macht, sind die Wände, in denen die wissenschaftlichen Ergebnisse der deutschen Tiefsee-Expeditionen

auf dem Dampfer „Valdivia“ 1898—1899 veröffentlicht werden. Spät kommst du, doch du kommst, möchte man auch hier ausrufen, und wer da weiß, wie wenig Geld, wie wenige Mitarbeiter und leider auch wie wenig tieferes Interesse in Deutschland für derartige großangelegte wissenschaftliche Veröffentlichungen vorhanden sind, der wird das lange Säumen sehr begreiflich finden. Band III, IV, VI und VII des Reiseberichtes*) sind zoologischen Inhaltes und bringen eine Fülle anziehender Mitteilungen über die Lebenswelt der Tiefsee sowie der



Der Kampf eines Hummers mit einem Octopus.

Meeresoberfläche, über die Tierwelt der von der Expedition besuchten antarktischen Inseln und über geographische Probleme, die sich an die Verteilung dieser Lebewesen knüpfen.

Im VI. Bande schildert Franz Doflein die ihm wohlbekanntesten Tiefseekrabben, von denen etwa 150 verschiedene Arten erbeutet wurden, darunter 14 neue Arten. Auch hierunter gab es merkwürdige Formen, z. B. eine Krabbe, die das Scherenpaar nicht an den vorderen, sondern an den hintersten Beinen trägt, vermuthlich zu dem Zwecke, um mittels dieser Gelenge Fremdkörper zu packen und als Schutzdach über dem Panzer zu halten. Es ist eine Tiefseekrabbe von der ostafrikanischen Küste aus fast 1000 Meter Tiefe, *Homolochunia valdiviae*. Manche Krabbenformen der mittleren und untersten Tiefen zeigten sich über die ganze Erde verbreitet, während von den Uferformen keine der Arktis und Antarktis gemeinsam war. Ueberhaupt wird, je weiter wir uns den Polen nähern, desto ärmer die Krabbenfauna; ebenso verhält es sich mit der Tiefe. Aus Tiefen bis zu 700 Metern sind unge-

fähr 500 Arten bekannt, in solchen von 700 bis 1000 Metern kennen wir nur noch 65, in 1000 bis 2000 Metern noch 40, in Tiefen von 2000 bis 3000 noch acht, von 3000 bis 4000 noch drei, während in 4261 Meter Tiefe noch zwei Arten leben. Die Färbung der Tiefseekrabben ist hauptsächlich ein lebhaftes Rot, seltener bleiche oder gelbe Töne.

Über das Zusammenleben einer Küstenkrabbe mit einer an den Küsten Chiles in 8 bis 20 Meter Tiefe häufigen Scerose (*Antholoba reticulata*) berichtet W. Bürger.*) Diese Scerose findet sich nur selten auf unbelebten Gegenständen, meist dagegen auf lebenden Geschöpfen, Kammuscheln, den in Purpurschalen lebenden Einsiedlerkrebsen und vor allem auf einer Krabbe (*Hepatus chilensis*). Von sechzig untersuchten Krebsen trugen nur vier keine Altimie. Wurden die Scerosen von den Krabben abgelöst und mit letzteren zusammen ins Aquarium gesetzt, so siedelten sie sich zunächst auf dem steinigten Boden an und verharteten tagelang mit entfalteten Tentakeln (Süßlarmen) daselbst, während die Krabbe sich zwischen ihnen umherbewegten, ohne sich um sie zu kümmern. Am fünften Tage hatte sich eine Altimie losgelöst und umgedreht, so daß ihre Fußscheibe nach oben gerichtet war. Mit dieser Scheibe klammerte sie sich an das Bein einer vorüberwandelnden Krabbe, erstieg während der Nacht das Rückenschild des Krebses und ließ sich hier dauernd nieder. Da dieser Vorgang mehrfach beobachtet wurde, so ist es zweifellos, daß die Scerose durchaus absichtlich das Zusammenleben mit der Krabbe sucht und auch wahrscheinlich den Hauptvorteil daraus zieht, insofern der Krebs sie unablässig zu neuen Nahrungsquellen schleppt.

Zu den fürchterlichsten Gestalten der Tiefsee gehören die als Kraken bezeichneten Niesentintenfische, besser Tintenschnecken, Miltlieder der Gattung *Architeuthis*, die zuweilen an die Oberfläche des Meeres kommen und auch an Küsten schon gestrandet sind. Das größte bekannt gewordene Exemplar ist etwa 5 Meter lang, ist mit Armen von 12 Metern Länge ausgestattet und wiegt etwa 1000 Kilogramm. Der Durchmesser der Saugnäpfe an den Armen geht bis zu 15 Zentimeter. Auch auf der Süßeinsel St. Paul ist neuerdings ein solcher Niesentintalmar von über 7 Meter Länge gestrandet. Von der Gefährlichkeit dieser unheimlichen Wesen gibt die Erzählung eines amerikanischen Tauchermeisters, des Kapitäns N. P. Sorensen, einen lebendigen Begriff. Sorensen arbeitete im Dienste der *Belong Wrecking Company* in einer Tiefe von 18 Faden an dem Wrack des bei St. Napier gescheiterten „George Ruber“.

„Plötzlich“ — so erzählt er — „spürte ich am Arm einen heftigen Druck. Ich suchte zusammen, tausend Vorstellungen schossen mir durch den Kopf. Ich wußte, dies ist ein lebendes Wesen; aber zugleich erinnerte ich mich: kein jäher rascher Schatten war aufgetaucht, der das Nahen eines Hais bekundet hätte. Dann trat es mir ins Bewußtsein: während der letzten Sekunden war es dunkler und

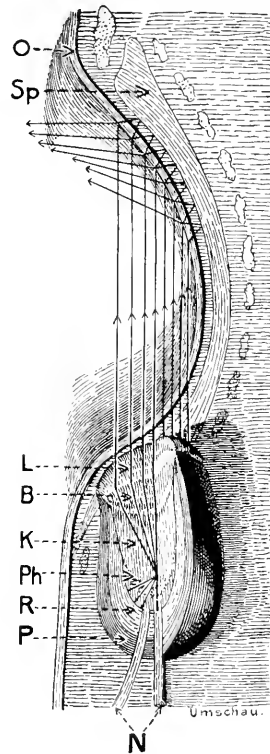
*) Verlag Fischer, Jena; Herausg. Prof. Dr. Karl Chun.

*) *Niel. Zentrabl.*, Bd. 23.

düsterer um mich geworden, allein ich war zu eifrig bei der Arbeit, um darauf zu achten. In Sekundenschnelle schwirten diese Gedanken vorüber. Ich warf mich herum, und nun sah ich es vor mir, etwas Grausenregendes und furchtbares. Es war ein unförmiger riesiger Kopf, dick und plump wie das Vorderteil eines Bootes. Und dann erkannte ich es deutlicher: es war wie ein großer Schnabel, gekrümmt wie der eines gewaltigen Papageis, und darüber starrten große, grünlich-tende Augen. Kalt und grausam waren sie auf mich gerichtet und dann sah ich auch weite gespinnliche Schatten im Wasser und erkannte ihren Ursprung, die gewaltigen langen Fangarme, die sich ausbreiteten, sich wanden, krümmten und sich mir entgegenstreckten, gleich den knorrigen Ästen tropischer Bäume. Zwei, drei Sekunden starrten wir uns an. Ich gab das Woffsignal. Dann aber war ich von den großen lederartigen Armen umklammert. Vor meinen Augen öffnete sich der schnabelförmige Schlund und legte sich um meinen Kupferhelm. Ich spürte, wie meine Rippen sich bogen, und mein Helm wurde in dieser ersten Umarmung eingedrückt. Mit einem verzweifelten Ruck bekam ich einen Arm frei. Noch behielt ich eine kurze Eisenbarre in der Hand; ich stieß, stieß noch einmal. Das Ungeheuer hielt eine Weile inne und wieder sah ich die großen grünen Augen auf mich gerichtet. Ein neuer Stoß von mir, dann packte einer der großen Fangarme die Barre und entriß sie meiner Hand. Ich war hilflos. Mit meinen gummigepolsterten Häufen schlug ich um mich. Es war, als ob ich gegen einen ledergelasteten Leib schlug, und ich glaube nicht einmal, daß das Ungeheuer es spürte. Langsam näherte sich mir wieder dieser gräßliche Kopf. Das gab mir eine Chance. Ich ballte die Faust und mit aller Wucht schlug ich auf das große glimmende Auge und versuchte es zu zerschmettern. Aber auch hier diese elastische lederartige Zähigkeit. Der Polyp schob meinen Arm beiseite, und wieder preßten sich die sieben, acht, neun Glieder des Tieres um meinen Körper, zogen sich zusammen, enger, immer enger, und ich spürte, wie meine Kraft erlahmte. In diesem Augenblicke kam mein Gefährte mit Waffen und Messern in die Tiefe und mir zu Hilfe. Meine beiden Arme wurden durch ein einziges der großen Greifwerkzeuge des Polypen fest an den Körper gepreßt; ich sah noch, wie zwei der Fangarme an einem felsigen Riff des Meeresgrundes sich anklammerten, und dann spürte ich heftige Schläge, die durch meinen ganzen Körper gingen und die mich überzeugen haben, daß diese unterseeischen Polypen elektrische Schläge ausstellen können. Der Kampf währte nahezu eine Stunde. Ich bekam etwas Freiheit, konnte Waffen ergreifen, und so nach und nach gelang es uns, den grausigen Feind zu bezwingen. Mit Messern und Speeren erweherten wir uns der Fangarme, die von allen Seiten durch das dunkle Wasser sich uns entgegenwälzten, und schließlich gelang es uns, die Greifwerkzeuge zu verstümmeln und von dem Körper des Polypen loszulösen. Sie hatten eine Länge von etwa 6 Metern; unmittelbar am Rumpfe hatten sie einen Durchmesser von 12 Zoll, der sich

nach den Enden zu verjüngte. Mit dem Speere durchbohrten wir den Rumpf, und mit unsäglicher Mühe wurde er dann an die Oberfläche geschafft. Noch über sechs Stunden lang zeigte er Leben. Später haben wir unseren unterseeischen Feind nach London transportiert, wo er jetzt im Britisch. Museum ausgestellt ist.^{*)}

Im Anschlusse an dieses Abenteuer, für dessen Authentizität in allen Punkten der Erzähler selbst



Eckenthorp des Tintenfisches *Histioteuthis* Rüppell.

bürgen möge, berichten wir über einige merkwürdige Sinnesorgane bei Tintenfischen, geradezu raffiniert konstruierte Apparate, die zwar dem anatomischen Baue nach große Ähnlichkeit mit dem Auge zeigen, in ihrer Funktion aber uns zum Teil noch ganz rätselhaft sind. Sie sind nach dem Berichte von Dr. W. Roth bei einigen in der Tiefe des Mittelmeeres lebenden Tintenfischen entdeckt worden.^{*)}

Das erste dieser Gebilde kommt als ein *thermo scopisches* Auge, d. h. ein zur Wahrnehmung von Wärme geeignetes augenähnliches Organ bezeichnet werden. Es ist ein dicht unter der Oberhaut liegendes kugelförmiges Organ, gefüllt mit zwei Reihen großer durchsichtiger Zellen und mit

*) Die Umschau. XII, Nr. 2.

einem von unten her eintretenden dicken Nervenstrang versehen. Nach oben ist es von einem linsenartigen Körper abgeschlossen, der jedoch merkwürdigerweise nicht durchsichtig, sondern mit einem rufschwarzen Farbstoffe so dicht angefüllt ist, daß das Eindringen von Lichtstrahlen durch diese Pigmentlinse ausgeschlossen ist.

In Anbetracht des Umstandes, daß schwarzgefärbte Substanzen die Fähigkeit besitzen, die von

Dennoch ist es nicht zur Wahrnehmung von Lichtstrahlen bestimmt, sondern ein Leucht- oder Phosphoreszenzorgan, indem diese in der Haut einiger Cephalopoden (Tintenfische) vorkommenden Gebilde große Übereinstimmung mit den Leuchtorganen gewisser Krebse zeigen, bei denen die phosphoreszierende Wirkung der entsprechenden Teile sicher nachgewiesen ist.

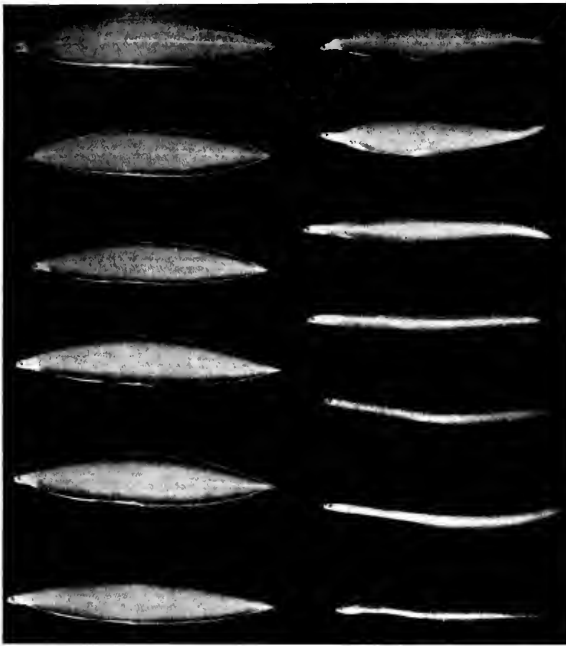
Danach ist der Bau dieses Organs folgendermaßen zu deuten. Nervenfasern (N) durchbohren den Pigmentmantel (P), der das in dem Organ produzierte Licht von dem benachbarten Körpergewebe abschließt, passieren dann eine gegen das Innere zu spiegelartig glänzende Gewebeschicht (R), die gleichsam als Reflektor fungiert, und lösen sich dann in der nervenhaltigen Schicht (Ph) auf. In diesem auch als photogene (lichterzeugende) Schicht bezeichneten Sellenlager wird das Licht erzeugt und vermittels des Reflektors durch den Kristallkegel (K) und das aus zwei Linsen (B und L) bestehende Linsensystem nach außen geworfen.

Da dieses komplizierte Organ nicht senkrecht, sondern in einen spitzen Winkel zur Körperhaut gestellt ist, so können die Lichtstrahlen nicht direkt ins Wasser ausstrahlen. Sie fallen vielmehr in eine über dem Gebilde liegende feichte Hautnische, die unter einer durchsichtigen Oberzellschicht (O) einen glänzenden großen Hohlspiegel (Sp) zeigt. Dieser dient als Reflektor und wirft die Strahlen nach außen. Möglicherweise haben diese über den Kopf, die Außenseite der Fangarme und den Mantel zerstreuten Phosphoreszenzorgane den Zweck, den räuberischen Tintenfisch vermittels des durch die großen Reflektoren zerstreuten Lichtes gleichsam in eine milde Lichtwolke zu hüllen, welche einerseits die Beutetiere anlockt, andererseits das Raubtier vor ihnen verbirgt.

Auch die Tiefen unserer Meere bergen ihre interessanten Geheimnisse, die ihnen zu entreißen oft nur andauernder und mühevoller Forscherarbeit gelingt. Ein solches Geheimnis war bis vor kurzem die Entwicklungsgeschichte des Nals, die nun dank der Untersuchungen Joh. Schmidt's*) und einiger anderer Forscher als nahezu völlig geklärt gelten kann.

Alljährlich im Herbst mit Eintritt des rauhen Wetters machen sich zahlreiche große Nale, die besonders wohlgenährten, fetten „Silberaale“, die Wander- oder Treibaale der Fischer, aus den Klüften auf und streben dem Meere zu, aus dem sie wahrscheinlich niemals wieder in das Süßwasser zurück-

*) Nat. Rundsch., XXII, Nr. 27 u. 28, Referat v. Prof. Ehrenbaum.



Von oben (1) nach unten (6).

Von oben (7) nach unten (13).

Die Entwicklung des Nales; 1—2 erstes Stadium, 3—6 zweites, 7—8 drittes, 9—10 viertes, 11—12 fünftes, 13 sechstes Stadium.

einer Lichtquelle mit den Lichtstrahlen gleichzeitig ausgesandten Wärmestrahlen in hervorragendem Maße zu absorbieren, hat E. Joubin die Ansicht geäußert, daß dies Gebilde ein zur Wahrnehmung der Wärme bestimmtes Organ sei. Welchen Nutzen aber das Tier (*Chiroteuthis Bonplandi*) von seinen thermoskopischen Augen in der Finsternis und Eiseställe der Meeres Tiefe zieht, darüber herrscht noch völliges Dunkel.

Über das zweite, dem Tintenfisch *Histioteuthis Rüppelli* angehörende Organ, das allerdings auch noch niemand funktionsierend gesehen hat, können wir nach dem Baue schon eine sicherere Vermutung aufstellen. Es ist zweifellos ein mit großem Reflektor ausgestattetes Leuchtorgan. In manchen Punkten ähnelt es ebenfalls dem Auge; es ist eine gewölbte Linse (L), eine der Netzhaut gleichende Sellenlichtschicht (Ph), eine dem Glaskörper entsprechende durchsichtige Masse (K) vorhanden.

lehren. Markierungsversuche haben, wie Tryborn und Schneider*) berichten, dargetan, daß die Wanderungen sich selbst aus dem Bettischen Meerbusen durch die ganze Ostsee und das Kattegat erstrecken; im Nordseegebiete verschwinden alle diese Wanderraale spurlos. Sie sind sehr licht scheu und nähern sich der Küste mehr in dunklen Nächten als in mondhellener oder gar bei Tage. Die Geschwindigkeit der Wanderung ist nicht beträchtlich, von durchschnittlich 36 bis zu etwa 50 Kilometern in 24 Stunden. Alle diese Erfahrungen beziehen sich auf weibliche Tiere, über die Wanderung der Alalmännchen scheint bisher noch nichts bekannt geworden zu sein. Obwohl die auswandernden Alale keineswegs geschlechtsreif sind — es ist überhaupt noch kein vollkommen laichreifer Alal lebend beobachtet worden — muß man doch annehmen, daß der Fortpflanzungstrieb es ist, der sie zwingt, das Meer aufzusuchen, und daß sie nach Beendigung des Laichgeschäftes draußen im Meere zu Grunde gehen. Dafür spricht auch die Tatsache, daß man alljährlich die junge Alalbrut, die sog. Montée, in unabhäufigen Mengen aus dem Meere in die Flußmündungen zurückströmen sieht. Bis vor kurzem war nur noch unbekannt, aus welchen Gebieten des Meeres sie kommen.

Auch die Vorläufer der Montée, die sogenannten Larvenformen der Alalbrut, deren Gestalt von der des Alales noch so völlig abweicht, daß man sie früher für eine eigene Tierart, *Leptocephalus brevisstris*, hielt, sind der Wissenschaft geraume Zeit schon als Glieder des Alalgeschlechtes bekannt. Es sind glasbelle, etwa 7 Zentimeter lange Tiere von der Form eines Oleanderblattes, von denen man nur ganz selten und gelegentlich ein Exemplar auf der Hochsee gefunden hatte. Vor wenigen Jahren ist es endlich gelungen, durch planmäßiges Sichern die Aufenthaltsorte dieser Larvenformen und damit die eigentliche Heimat des Alals in den nördlichen Gewässern zu entdecken. Daß dies nicht schon früher geschah, beruht auf mehreren früher unbekanntem Umständen.

Erstens sucht der Alal, um sich fortzupflanzen, ozeanische Tiefen von 1000 Metern und darüber auf, Tiefen, die er weder in der Ostsee noch in der Nordsee und im Skagerrak findet; zweitens beansprucht der Alal in diesen Tiefen eine Temperatur von wenigstens 7° C, die erst, das ganze Jahr hindurch anhaltend, in dem eigentlichen atlantischen Becken angetroffen wird.

In der 1000 und 2000 Meter-Tiefenlinie, die

*) Correspondance intern. pour l'explorat. de la mer, IX (1908).

dicht nebeneinanderlaufend den Sockel des europäischen Festlandes bilden, fing Joh. Schmidt die meisten Alalbruten, namentlich im Südräumen von Irland, aber auch auf der ganzen Länge der 1000 Meter Linie von den Färöer bis zur nordspanischen Küste. Auch westlich davon über Tiefen bis zu



Die atlantischen Küsten von Westeuropa mit den Orten, an welchen Alalbruten und Glasaal (Alalbrut) gefangen wurden.

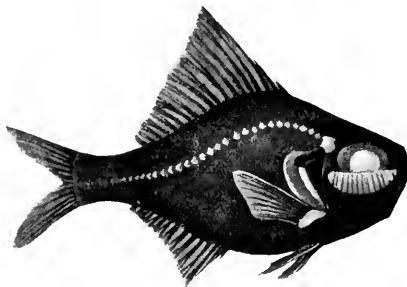
4000 Metern und darüber kommen sie noch vor. Es ließ sich bei der Art des Fanges nachweisen, daß die Alalbruten echt pelagische Tiere sind, d. h. Tiere, die sich niemals am Grunde, sondern in den höheren Wasserschichten aufhalten, mit Vorliebe in Tiefen von 50 bis 100 Metern; des Nachts findet man sie sogar an der Oberfläche selbst.

In der Zeit vom Mai ab, wo die erste überhaupt im Nordatlantischen Ozean getroffene Alalbrut gefangen wurde, bis zum September macht der Alal verschiedene Verwandlungsstufen durch; die Höhe des Körpers vermindert sich, die Augen werden etwas kleiner, die Zähne der Larvenzeit verschwinden, der Darm verkürzt sich, es erscheinen an der Schwanzspitze die ersten Spuren von Farbstoff. Es lassen sich im ganzen etwa sechs Stufen der Verwandlung unterscheiden, von denen die letzte erst den schon lebhaft dunkel gefärbten jungen Alal der Montée darstellt.

Das Gebiet, in dem Alalbruten anzutreffen sind, ist so groß, daß es enorme Mengen davon

beherbergen kann, und die Ergiebigkeit des Langes läßt ebenso wie die riesigen Massen der Montée-Male keinen Zweifel daran, daß diese Mengen auch tatsächlich dort vorhanden sind. Das an den deutschen Küsten ganz unbekannt Stadium fünf der Mal-entwicklung, das man als Glasaal bezeichnen kann, tritt an den westeuropäischen Küsten regelmäßig in äußerst zahlreichen Scharen in den Flußmündungen auf und bildet an vielen Orten den Gegenstand einer erheblichen Fischei, da die Glasaale äußerst wohlschmeckend sind. Sobald Anfang Mai der Übergang in das sechste Stadium, das die auch an den deutschen Küsten bekannte Montée darstellt, erfolgt, werden die Male ungenießbar. Die Ostsee scheint von den Malen bei der Rückwanderung überhaupt erst in letzterem Stadium betreten zu werden.

In physiologischer Beziehung verhalten sich die Mallarven durchaus wie die Larven anderer



Leuchtender Flachwasserfisch (Photoblepharon palpebratus Bodd.); das Leuchtorgan liegt am unteren Augenring.

Tiere, z. B. der Insekten. Auch beim Aal folgt auf eine Periode intensiver Nahrungsaufnahme eine längere, fast ein volles Jahr währende Hungerzeit, in der die aufgespeicherten Nährstoffe lediglich zur Durchführung des Verwandlungsprozesses gebraucht werden, und zwar ist bei der jüngsten Mallarve, die man kennt, die Fressperiode schon vorüber. Bei all den vielen Larven und verschiedenen Verwandlungsstufen des Aales, die beobachtet wurden, sind niemals irgend welche Spuren aufgenommener Nahrung entdeckt worden. Es liegt also nahe, daß die jüngsten Male die Fressperiode in den tieferen Wasserschichten durchgemacht haben und ebenda auch geboren sind. Sie werden aus Eiern stammen, die sich in jenen Wasserschichten schwebend zu erhalten vermögen, was von den Eiern des Meeraales oder Conger schon mit einer fast an Gewißheit grenzenden Wahrscheinlichkeit festgestellt ist.

Merkwürdig, nun aber leicht erklärlich sind die bei dem geschlechtsreifen Aal mächtig vergrößerten Augen, die einen Durchmesser von 9 bis 10 Millimetern erreichen; schon der Silber- oder Wanderaal hat einen etwas größeren Augendurchmesser. Diese großen Augen sind ein Hinweis darauf, daß das Tier sich zum Leben in der Tiefsee rüstet, da das große Auge für den Bewohner der Tiefe von besonderer Bedeutung ist und fast alle Tiefseefische durch den Besitz solcher Augen charakterisiert sind.

Somit sind also die ozeanischen Tiefen von 1000 Metern und darüber die eigentliche Heimat des Glasaals, wie ja auch alle seine Verwandten Tiefseefische sind. Wenn auch noch einige Punkte in der Lebensgeschichte des Aals der Aufklärung bedürfen, so muß doch die Ansicht, daß der Aal sich auch im Süßwasser fortzupflanzen vermöge, aufgegeben werden.

Die Frage, wie lange der Glasaal im Süßwasser verbleibe, ist von R. J. G. m j ö e *) ziemlich sicher gelöst, indem das Alter der jüngeren Jahrgänge nach ihrer Größe und Dicke, das der älteren nach den Jahresringen der Keimen, in die Haut eingebetteten Schuppenrudimente bestimmt wurde. Auf diese Weise ergab sich, daß Männchen $4\frac{1}{2}$ bis $8\frac{1}{2}$ Jahre, in der Mehrzahl $5\frac{1}{2}$ bis $6\frac{1}{2}$ Jahre im Süßwasser zu verweilen pflegen, während die Weibchen ihre Auswanderung durchschnittlich etwa 2 Jahre später beginnen.

Zu den Organen, die Tiefseetieren das Leben in der Finsternis erleichtern, gehören außer den Niefenaugen die Leuchtorgane. Während man solche auch bei Fischen bisher nur aus der Tiefsee kannte, sind bei den Molken zwei im flachen Wasser lebende Fische mit solchen ausgestattet. Der eine, ein Photoblepharon, lebt am Grunde zwischen Steinen, der zweite, Heterophthalmus katoptron, gegen 50 Zentimeter lang, mehr im freien Wasser. Die bohnenförmigen Leuchtorgane liegen bei beiden in tiefer Grube am unteren Teile des Augentringes. Das von ihnen ausgestrahlte Licht ist grünlichweiß und nach der Beschreibung von Dr. Steche, der die Tiere näher zu beobachten Gelegenheit fand, so stark, daß er nach Gewöhnung des Auges an die Dunkelheit noch in 2 Metern Entfernung deutlich die Uhr dabei erkennen konnte (etwa 0-0024 Normalkerze).** Die Tiere benötigen das Tag und Nacht völlig konstante Licht als Scheinwerfer und locken damit kleine Krebse, Würmer und ähnliche Nahrungstiere an. Die Fische auf Banda schneiden die Leuchtorgane heraus und benützen sie als Köder an ihren Angelhaken. Die außerhalb der Bai im tiefen Wasser damit gefütterten großen Fische werden offenbar durch den bei Photoblepharon die ganze Nacht anhaltenden Lichtschein angelockt.

Zum Schluß dieses Abschnittes sei noch über eines der wichtigsten Organe der Fische, die Schwimmblase, kurz berichtet.

Die Streitfrage, woher die Luft in den Schwimmblafen komme, ob sie aus dem Blute an die Luftsträume abgegeben wird oder von außen her in diese hineingelangt, hat Dr. O. Thilo für die karpfenartigen Fische durch das Experiment zu lösen versucht.***) Er durchtrennte bei einem Schleie alle Blutadern der Schwimmblase, entleerte die Luft beider Blafen bis auf unbedeutende Reste und fand nach 30 Stunden die Blafen wieder prall mit Luft gefüllt. Im luftverdünnten Raume entleerte Schwimmblafen zeigten sich schon nach fünf Stunden wieder prall gefüllt,

*) Nat. Rundsch. XXIII, Nr. 41.

**) Verh. d. Deutsch. Zool. Gesellschaft, 17. Jahresvers. Leipzig.

***) Zool. Anzeiger, XXX.

was so schnell nicht mittels des wenigen, sehr langsam strömenden Blutes bewirkt sein kann. Die Schwimmblase enthält oft große Mengen Stickstoffgas (60 bis 80 Prozent). Diese Mengen können unmöglich aus dem Blute stammen, da das Blut der Wirbeltiere Stickstoffgas nur in Spuren enthält. Man kann nach dem Gelegten wohl annehmen, daß nicht nur die farnartigen, sondern auch alle übrigen Fische, die einen deutlich nachweisbaren Luftgang besitzen, ihre Blase durch diesen Gang füllen.

An den Schwimmblasen mehrerer Fischarten (Laupeiden, Charazimiden, Cyprinoiden, Gymnetiden, Siluroiden) findet man Vorrichtungen, die im wesentlichen ebenso gebaut sind wie die Dampfdruckmesser unserer Dampfessel, die Manometer. Sie dienen nach den langjährigen Forschungen Dr. O. Chilos dazu, das Sprengen der Blasen zu verhüten.*) Es sind die von E. Weber feinerzeit als Gehörorgane gedeuteten Weberischen Knöchelchen. Man findet sie nur an solchen Blasen, die ganz besonders prall mit Luft gefüllt sind und häufigen, sehr bedeutenden Druckschwankungen ausgesetzt werden, wie z. B. beim Karpfen. Wenn diese Fische mit ihren prall gefüllten Luftblasen sich der Wasseroberfläche nur um 10 Meter nähern, so verringert sich der Wasserdruck schon um eine Atmosphäre; und dies würde die Blasen unbedingt zum Platzen bringen, wenn die Fische nicht die Möglichkeit hätten, sie durch Sicherheitsventile zu entlasten.

Solche Ventile fehlen nur bei jenen schlaffen Schwimmblasen, die wenig Luft enthalten (Barsch, Quappe u. a.); vorhanden sind sie dagegen schon an allen mäßig gefüllten Blasen mit deutlichen Luftgängen (Hecht, Lachs). Fische aber mit so prall gefüllten Blasen wie die Karpfen haben neben den Sicherheitsventilen noch Luftdruckmesser; denn sie müssen die Widerstandsfähigkeit ihrer Blasen in sehr hohem Maße ans. Für das Spezielle im Mechanismus dieser Ventile muß auf die Arbeit selbst verwiesen werden.

Eine Ergänzung und Bestätigung dieser Neudeutung der Weberischen Knöchelchen bringen die Untersuchungen S. Baglionis zur Physiologie der Schwimmblase der Fische.**) Der Verfasser ist der Ansicht, daß für den Fisch infolge des Füllungsstandes seiner Blase eine gewisse Wasserschicht der angemessene Aufenthalt sei, in dem er sich mit einem Mindestmaß von Muskelkraftaufwand zu erhalten vermöge. Daneben und unbeschadet ihrer hydrostatischen Funktion ist ihm die Schwimmblase auch ein Sinnesorgan, das im Falle übermäßigen aktiven oder passiven Tiefenwechsels seitens des Tieres auf nervösen Wege Reflexbewegungen auslöst, die zweckmäßig sind und den Fisch wieder in die geeignete Tiefe zurückbefördern.

Zahllose Nervenendapparate in der Wand der Schwimmblasen sprechen zu Gunsten der Annahme, daß sie ein sensorisches Organ sei, und ein noch stärkerer Beweis dafür liegt in der innigen Beziehung der Blase zu den Weberischen Knöchelchen, von denen schon Haffse die Vermutung ausgesprochen

hatte, daß diese Verknüpfungen dazu dienen, um das Gehen des Fisches von dem jeweiligen Füllungsstande der Schwimmblase zu benachrichtigen. Das Gehen kann dann mittels der Knöchelchen, die zugleich Manometer sind, die Regulierung des Luftdruckes in den Schwimmblasen veranlassen.

Hinsichtlich der Füllung der Schwimmblase beziehungsweise der Erneuerung der Luft in ihr stimmen Chilos und Baglionis nicht überein, wie letzterer auch entgegen einer oben angeführten Angabe Chilos festgestellt haben will, daß der Fisch seine Schwimmblase nur mit reinem O₂ (gewöhnlichem inaktiven Sauerstoff) füllt und daher auch nur diesen zu resorbieren befähigt ist. Hier hat also die Forschung noch nicht das letzte Wort gesprochen.

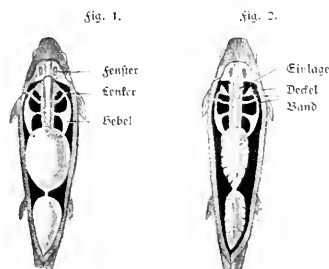


Fig. 1. Karpfen. Blasen gespannt, Defel geschlossen, Wirbelsanal oben her eröffnet. Fig. 2. Blasen schlaff, Defel offen.

Aus der Insektenwelt.

Die Fülle der Arbeiten auf dem Gebiete der Entomologie ist so gewaltig, daß diesmal nur einige wenige Stoffe herausgegriffen und kurz beleuchtet werden können. Sie beschäftigen sich fast sämtlich mit dem ferneren Problem in der Insektenwelt.

Unter dem Titel „Wanderungen der Lepidopteren“ faßt Julius Stephan eine Anzahl Arbeiten zusammen, die den Tatsachen und Gründen dieser interessanten Erscheinungen nachgehen.*) Die Massenwanderungen von Faltern, die in möglicher Vollständigkeit aufgezählt werden, führt Stephan auf den Drang nach Ausbreitung der Art, auf Überbevölkerung und das Bedürfnis nach Aufsuchen neuer Brutplätze zurück. Für manche Falterzüge, besonders für Massenflüge lokaler Natur, mögen gewisse, noch nicht aufgeklärte geschlechtliche Anlässe den Antrieb bilden. Das Nahrungsbedürfnis der Schmetterlinge dagegen, das so gering ist, dürfte kaum zum Wandern treiben; in manchen Fällen, die uns merkwürdig scheinen, mögen auch unbekannte meteorologische Einwirkungen, Spannungen und elektromagnetische Vorgänge in der Atmosphäre die Wanderzüge der Insekten bedingen.

Dagegen werden Raupenwanderungen sicher ausschließlich durch das Aufsuchen von Nahrung bedingt; ohne langes Wandern steuern die Züge meist geradewegs auf die nächste Nahrungs-

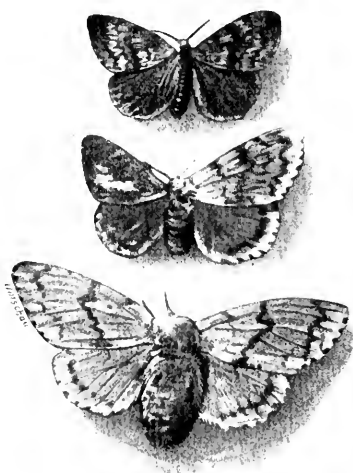
*) Zoolog. Anzeiger, XXXII, Nr. 26.

**) Zeitschr. f. allg. Physiol., VIII. (1908), S. 1.

*) Natur und Offenbarung, Bd. 55 und 54.

quelle los, so daß das Witterungsvermögen der Raupen geradezu kaum genannt werden muß.

Massenausflüge von Schmetterlingen auf beschränktem Gebiete empfangen oft ihren Anstoß von massenhaftem Auftreten der Tiere an einer engbegrenzten bestimmten Örtlichkeit, wofür Stephan eine Anzahl sehr interessanter Beispiele anführt. Ferner beleuchtet er die Einzelwanderungen von Faltern. Es gibt unter ihnen ausgesprochene Touristenarten, gewöhnlich solche, die eine große Verbreitung haben. Es liegen sich aus diesem Abschnitt manche Belege für die Hypothese der neuen Tertiärzeit erbringen. Ein weiterer Artifel



Schwammspinners; oben: Männchen, Mitte: Hermaphrodit, unten: Weibchen

beschäftigt sich unter Anführung zahlloser Beispiele mit der Erscheinung des passiven Wanderns bei Lepidopteren, bei dem der Mensch als bewußter oder unfreiwilliger Verbreiter eine große Rolle spielt.

Eine merkwürdige Erscheinung, die gerade bei den Schmetterlingen sehr häufig auftritt, den Hermaphroditismus oder das Auftreten männlicher und weiblicher Charaktere an einem und demselben Tiere, beschreibt G. Hartmann bei einem Schwammspinner (*Liparis dispar*).*) Der Zwittler ist an den Flügeln der linken Seite nach Größe, Gestalt, Färbung und Zeichnung durchaus männlich, an der rechten Hälfte ebenso ausgesprochen weiblich. Sogar die beiden Fühler sind in derselben Weise verteilt, links ein männlicher Kamm, rechts ein weiblicher Fadenfühler.

Eine neue, nach seiner Ansicht endgültige Erklärung der Proterandrie bei Insekten gibt Reinhard Demoll.**) Das Erscheinen der Männchen vor den Weibchen ist bei den Insekten eine allgemein bekannte Tatsache, die am schärfsten bei den Apiden (Bienenartigen) hervortritt, wo der

Unterschied zwischen dem Ausflüpfen der beiden Geschlechter eine bis vier Wochen beträgt. Bisher hatte man hierfür besonders zwei Erklärungsversuche. Müller nahm an, daß es infolge der Proterandrie den Männchen, die an den Begattungszeit am besten angepaßt sind, zuerst gelingt, ein Weibchen zu befruchten, und daß dieses dann, da es mehr Zeit zur Verfügung hat als ein später befruchtetes, mehr Nachkommen hinterläßt, wodurch dann immer wieder die bestangepaßten Männchen ins Übergewicht kommen. Peterfen dagegen vertritt die Ansicht, daß durch die Proterandrie, weil innerhalb derselben Zeit das eine Geschlecht früher erscheine als das andere, am erfolgreichsten die engere Inzucht verhindert werde.

Demoll weist das Unzureichende beziehungsweise Verfehlte dieser Deutungsversuche des früheren Ausflüpfens der Insektenmännchen nach und stellt eine neue Erklärung auf. Er weist zunächst darauf hin, daß dem Erscheinen der Männchen mehrere Wochen vor den Weibchen eine große Bedeutung innewohnen müsse, wie aus dem Erscheinen der Schmarotzbiene zu ersehen sei. Dieses sei so geregelt, daß sie stets erst nach ihren Wirtsbienen ausflüpfen, so daß sie diese schon mit dem Hellenbau beschäftigt finden und daher sofort an ihre Aufgabe, das Einschmuggeln der Eier, gehen können. Daraus sei zu entnehmen, daß jedes zu frühe Erscheinen dieser Schmarotzer ihnen schädlich sei, negativen Selektionswert besitze, da andernfalls eine Anpassung an die Lebensführung des Wirtes sich niemals so genau hätte ausbilden können. Hat aber hier jeder Tag, den die Imago (das fertige Insekt) früher als nötig ihre schützende Hülle verläßt, Selektionswert oder Bedeutung für die Auslese, so müsse dies in gleicher Weise für die Männchen der übrigen Bienen gelten.

Noch ein anderes Moment rückt die Wichtigkeit der Proterandrie deutlich vor Augen. Sie wird nämlich innerhalb der Gruppe der Insieloberbienen zweimal auf ganz verschiedene Weise erreicht. Einmal durch einen schnellen Abschluß der Entwicklung der Männchen. Das ist bei all denen der Fall, die sich nach dem Ausflüpfen gleich begatten, mögen sie nun im Herbst oder im Frühjahr die Zelle verlassen. Ferner kann aber eine (falsche) Proterandrie auch dadurch zu stande kommen, daß die im Herbst ausflüpfenden Männchen und Weibchen zunächst ihr Winterquartier aufsuchen, welches nun im Frühjahr von den Männchen zuerst verlassen wird. Erst wenn dann auch die Weibchen erscheinen, findet die Paarung statt.

Die hohe Bedeutung der Proterandrie besteht nun nach Demoll darin, daß die Männchen in der Zeit bis zur Begattung eine Auslese in bezug auf ihre Imaginalcharaktere, ihre Eigentümlichkeiten als fertige Insekten, erfahren. Diese Auslese wird um so energischer stattfinden, je länger die Begattung durch frühes Erscheinen der Männchen hinausgeschoben wird. Nun vererben, wie H. Müller insbesondere für die Bienen nachgewiesen hat, sich Eigentümlichkeiten, die das eine Geschlecht durch natürliche Auslese erworben hat, abgeschwächt, bisweilen jedoch auch völlig ausgeprägt auch auf das andere Geschlecht, selbst wenn sie

*) Die Umschau XII, Nr. 43.

**) Zoolog. Jahrbücher, Bd. 26 (1908), Heft 7.

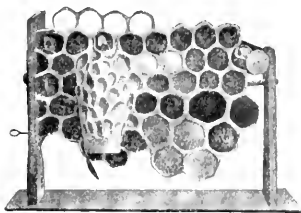
diesem völlig nutzlos sind. So können sich natürlich auch vom Männchen erworbene Verfümmierungen und Entartungen, z. B. hinsichtlich der Mundteile, auf das Weibchen übertragen, selbst wenn sie diesem schädlich sind, und es müßte eine viel schärfere Auslese bei den Weibchen einsetzen, um deren Mundteile auf der erworbenen Höhe weiterzuerhalten. Eine solche Verfümmierung der Mundteile beim Männchen wird aber durch die Proterandrie, die das Männchen bis zur Paarungszeit zu fressen zwingt, verhindert. Ein Beleg dafür ist bei den Schmaroherbienen zu finden. Hier haben weder Männchen noch Weibchen ihre teilweise sehr hochentwickelten Mundteile nötig, die infolgedessen verfümmern können und auch tatsächlich einen geringeren oder höheren Grad von Verfümmierung und Entartung bereits aufweisen. Hand in Hand damit geht aber auch eine Rückbildung und ein allmähliches Verschwinden der Proterandrie bei diesen Bienen. Bei den Schmetterlingen finden sich ähnliche Verhältnisse, obwohl die Proterandrie bei ihnen nie so extrem ausgebildet ist wie bei den Biengattungen. Bei Formen mit sehr entwickelten Mundteilen fliegen die Männchen mitunter wechenlang, bevor die Weibchen erscheinen, während Formen, die weniger entwickelte Mundteile besitzen, ihr ganzes Dasein als vollkommenes Insekt oft mit dem Begattungsakt ausfüllen.

So kommt Demell zu dem Schlusse, daß durch die Proterandrie die Männchen einer Auslese unterworfen werden, indem die mit besseren Mundteilen versehenen sich auch besser zu ernähren vermögen und ein guter Ernährungszustand mehrere Wochen hindurch einen sehr wesentlichen Einfluß im Kampfe um die Weibchen ausüben wird. Die letzte Entstehungsursache der Proterandrie ist aber nicht darin zu suchen, daß die Männchen möglichst gebrauchstüchtige Mundteile besitzen müssen, sondern darin, daß die in dieser Hinsicht am weitesten fortgeschrittenen Männchen eher und mehr Nachkommen hinterlassen, und daß dadurch auch die Mundteile der Weibchen durch den väterlichen Erbanteil keine Verschlechterung, sondern eine Verbesserung erfahren.

Zu den rätselhaftesten Erscheinungen in der Insektenwelt gehören die geschlechtsbestimmenden Ursachen bei der Biene. Schon zwei Generationen von Forschern erörtern die Frage, ob die Befruchtung der Eier der Königin von Einfluß auf die Bestimmung des Geschlechtes (Drohn, Königin, geschlechtslose Arbeiterin) sei, ob die Königin je nach der Form der zu belegenden Zelle befruchtete oder unbefruchtete Eier ablege, ob speziell die Drohnen aus befruchteten Eiern hervorgehen oder nicht. Zu den vielen vorhandenen

Theorien ist neuerdings eine weitere, von Dr. E. Vreßlan aufgestellte*) getreten, die sich hauptsächlich gegen die Annahme Dicks richtet, wonach den Arbeiterinnen, geleitet durch die Triebzustände des Volkes, die Entscheidung über das Geschlecht der Brut zustehe und wonach die Drohnen einer normaler Königinnen befruchtet sind (s. Näheres darüber Jahrb. 11, S. 190).

Nach Dr. Vreßlan's Versuchen wäre — bis auf weiteres — folgendes als erwiesen anzusehen: Den Arbeiterinnen steht die Entscheidung über das Geschlecht der aufzuziehenden Brut nicht zu; wohl



Modell einer Wabe mit den drei Stellungenarten; Arbeitsbiene, Königin und Drohn.

aber haben sie, geleitet von den Triebzuständen des Volkes, es in der Hand, von den vorhandenen Eiern nur die aufzuziehen, die jeweils für das Bienenvolk von Nutzen sind. Kerner sind die Drohnen einer befruchteten und einer unbefruchteten Königin nicht prinzipiell verschieden, ein Umstand, welcher der Theorie von dem gänzlichen Unbefruchteten der Drohnen eine neue Stütze gibt. Mitbin stehen nun der Hauptsache nach wieder zwei Theorien einander gegenüber: die sogenannte Präformationslehre, die besagt, daß die Befruchtung der Eier keinen Einfluß auf die Bestimmung ihres Geschlechtes hat (s. Jahrb. 11, S. 188), und die alte Lehre Dzierzons, nach der die befruchteten Eier Arbeiterinnen und Königinnen, die unbefruchteten Drohnen ergeben. Welche von beiden Sieger bleiben wird, kann wohl kaum zweifelhaft sein.

*) Zool. Anzeiger, Bd. 32 (1908).

Der Mensch.

(Urgeschichte, Anthropologie.)

Uns Schwabens Urzeit. * Alter und Herkunft des Menschen. * Höhlenkunst. * Die Aufrakasse.

Uns Schwabens Urzeit.

Wenn die Urzeit Schwabens führt uns ein Bericht von Rob. Rud. Schmidt über die neuen paläolithischen Kulturstätten der Schwäbischen Alb.* Der Verfasser stellt sich darin die dankenswerte Aufgabe, die alten steinzeitlichen Kunde aus Süddeutschland in Beziehung zu den diluvialen Kulturkreisen Frankreichs zu setzen (s. Jahrb. IV, S. 263; Jahrb. II, S. 278; Jahrb. III, S. 244).

Von größter Bedeutung für die Diluvialarchäologie ist die Sirgensteinhöhle im schwäbischen Nchtale unweit Ulms. Der Sirgenstein, 565 Meter über dem Meere und 55 Meter über der Talsohle gelegen, wölbt seine gewaltige Felswand schützend über eine breite Terrasse; mitten unter ihrem Dache öffnet sich nach Süden „der weite Mund, durch den man zur Höhle in des Berges Bauch schreitet“. Gewiß, wenn irgend eine Höhle zur Wohnung tauglich ist, so diese, sagte schon Quenstedt.

Daß sie dementsprechende Würdigung schon bei den Urbewohnern der Alb fand, beweist die Kulturablagernng, die sich vom Höhleninnern bis über die ganze Terrasse fortzieht und eine Dicke von 1-55 Metern besitzt. In sie eingeschaltet sind zwei Mageterischichten, welche die Reste der im Umkreise des Fels wohnenden Kleinfängerier enthalten. Diese kamen mit der Eiszeit so weit nach Süden. Mit der Einwanderung der nordischen Mageterierwelt wechselt zugleich die natürliche Beschaffenheit der Kulturböden, und auch ein ausschlaggebender Wechsel der Steinindustrie vollzieht sich mit dem geologisch-saunistischen Wechsel. So kann man eine untere, mittlere und obere Kulturschicht unterscheiden, innerhalb derer sich nicht weniger als 19 größere Säuger nach ihren Überresten unterscheiden lassen, darunter Mammut, Nashorn, Pferd, Halbesel, Renntier, Riesenhirsch und Edelhirsch, Bison, Höhlenbär und brauner Bär, Höhlenhyäne, Wolf, Fuchs und Schakal, eine Hasenart, die Saigaantilope, der Steinbock u. a. Manche kommen in allen drei Schichten vor, andere sind auf eine oder zwei von ihnen beschränkt.

In die untere Kulturschicht, Epoque Moustérien, fällt die Blütezeit des Höhlenbären. Nächst ihm sind Mammut und Wildpferd am zahlreichsten. Mit der Einwanderung des Höhlenbären erscheint auch der Mensch auf dem Schauplatze. Seine Steinmanufaktur ist diejenige des jüngeren Moustérien, jener Phase, die unmittelbar dem Aurignacien vorangeht, oder (nach Rutots Einteilung der älteren Steinzeit) die älteste Phase des Aurignacien.

Er kam schon mit einiger Geschicklichkeit in der Bearbeitung des Steinmaterials, denn die Handspitzen, die Hauptmasse des reichen Inventars, zeigen mit dem Ausgange der unteren Kulturschicht bereits eine sorgfältige Bearbeitung. Sie sind die eigentlichen Universalinstrumente des Paläolithikers dieser Schicht. Mit den Handspitzen zugleich erscheint der Hohlschaber der Moustérien, ferner ein auf beiden Flächen bearbeiteter Schaber, der noch an die alte Technik der Chelles- und St. Acheul-Leute anknüpft. Unter den zahlreichen kurzen Eclats mit ihrer dicken Schlagmarke steht die Technik der großen breiten Klängen als eine jüngere Erscheinung; sie bilden das Fundament der künftigen Industrie. Vereinzelt kommen Bohrer vor. Unmittelbar unter der unteren Mageterischicht lagerte eine Reihe von typischen Krägern. Mit diesen setzt die primitive Bearbeitung der organischen Substanz ein. Vor allem wußte der Mensch der unteren Kulturschicht sich die Bärenknochen und zahlreichen Zähne nutzbar zu machen. Das Inventar der Leute dieser Moustierschicht enthielt über 1500 bearbeitete Stücke. Ihre Herdfener, hauptsächlich von den fettigen Knochen der diluvialen Dickhäuter unterhalten, zogen sich vom Innern der Höhle vereinzelt über die ganze Terrasse.

Gegen Ende dieser Kulturphase macht sich ein Klimawechsel bemerkbar, für uns erkennbar an den Wanderjahren der polnumwohnenden Feldmäuse und Lemminge, die im Süden Deutschlands ein gasliches Gebiet finden. Wie sich die nordische Flecksteppe, die Tundra, allmählich ausbreitet, erscheinen Renntier und Eisfuchs, Schneehase, Alpensteinhuhn und Moorschneehuhn häufiger. Die anpassungsfähige Tierwelt der großen Säuger verändert sich nur wenig. Noch immer herrscht in den Abhöhlen der Höhlenbär vor und die reichere Anwesenheit des Mammuts und des Wildpferdes läßt auf die Blütezeit dieser Arten schließen.

Insgeheim mit dem Klimawechsel dringt eine neue Kulturwelle herein, die Blüteperiode der älteren Steinzeit, die Epoche einer ausgeprägten Formgebung und Bearbeitung in der Steinindustrie. Die neue Kultur schreitet so intensiv fort, daß auch die Typen der Waffen und Werkzeuge jetzt schneller wechseln, so daß sich innerhalb der mittleren Kulturschicht zwei größere archäologische Abstufungen ergaben: eine untere Aurignacien- und eine obere Solutréenstufe.

Die untere Hälfte der mittleren Kulturschicht, das Aurignacien, hält zunächst noch stark am Alten fest und kennzeichnet sich anfangs vor allem durch seinen Reichtum an den alten Moustierformen. Neben diesen gewinnt aber der neue „Stil“ an Verbreitung, der zunächst auf sorgfältigerer Bearbeitung der großen Klängen beruht. Deren Enden werden fleißig gerundet, so

*) Archiv f. Anthropologie, Bd. VII (1908), Heft 1.

daß der große, breite Doppelschaber entsteht. Breite Wäfler, primitive Grabstichel und rohe Ab-
splisse, die noch an die Mousterhandspitzen erinnern,
charakterisieren die Schicht. Die zahlreicheren Schaber,
zum Teil in verfeinerter Form, und Messer mit Nutz-
buchten, das Leifossil des Aurignacien im Westen,
werden auch hier zur typischen Erscheinung. Bald
daranf aber folgt eine feinere Technik, bisweilen
mit einem wie zur Aufnahme eines Heftes zuge-
richteten Ende des Artefakts. Keilsförmige Schaber,
typische Meißel, Kernschaber, seitlich zugespitzte
Messer erscheinen. Im Aurignacien beginnen auch
die Arbeiten in Knochen und Elfenbein eine größere
Rolle zu spielen, so daß wir alle charakteristischen
Merkmale wiederbegegnen, welche die Kultur-
epoche des Aurignacien im Westen kennzeichnen.
In ihren besten Erzeugnissen gibt sich ein deutliches
Streben nach Symmetrie, nach einem gewissen
formidealen Hund. Zur Ausbildung der Kleinplastik
wie in dem begünstigteren Frankreich kam es aller-
dings hier nicht.

In der oberen Hälfte der mittleren
Kulturgeschichte, dem Solutréen, zeigen sich
längliche schmale Messer, kurze Schaber, überhaupt
ein kleineres Format der Steinware. Der Doppels-
schaber, nun schmaler und kürzer, erhält nur noch
flüchtig abgerundete Enden, die Retuschen der
Schneiden sind minder sorgfältig als im Aurignacien;
mehr Interesse wird dem Spitzschaber geschenkt.
Auch andere neue Werkzeugformen lassen sich fest-
stellen. Interessant ist der Hausrat aus organischer
Substanz, zumeist aus Elfenbein. Er besteht haupt-
sächlich aus zylindrisch zugespitzten Wurfspeer-
spitzen, Glättwerkzeugen, Pfeilen, Nadeln. Eine
doppelt durchbohrte Elfenbeinperle war wohl das
Verbindungsstück eines Schmuckes, die Renntier-
speifen sind außer in der untersten (Mousterien) in
allen Kulturschichten vertreten. Auch der schwä-
bische Gagat fehlt nur in der untersten Schicht,
während der Nötel, der älteste Bestandteil der
paläolithischen Toilette, überall in Haupte ist. Die
Herdstellen der Solutréenleute sind nur vereinzelt
und zeugen von kürzerem Verweilen, während die
Kulturträger des Aurignacien einige Zentimeter
über der unteren Tagetierschicht eine mächtige
Brandschicht zurückließen. Über dieser fanden sich
auch einige Zähne des Aurignacienmenschen. Un-
gefähr 2000 Artefakte enthält die mittlere Kultur-
schicht.

Eine abermalige Klimaschwankung bewirkte
ein erneutes Hereinbrechen der nördlichen Tundra-
gäste. Aber innerhalb der oberen Tagetierschicht
wächst die Tundrafauna allmählich den Vertretern
der Steppe, an Stelle des Lemmings tritt der
Zwergrpfeifhase. In dieser oberen Kultur-
schicht, dem Magdalenien, wird der Höhlen-
bär seltener, das Ren etwas häufiger. Zu diesem
gesellt sich der braune Bär, der Edelhirsch, das
Viehhuhn u. a., die bereits eine größere Ausdeh-
nung des Waldes verkünden. Erst an zweiter Stelle
stehen Mammut und wollhaariges Nashorn, Bison
und Steinbock.

Der klimatische Wechsel und der Wechsel der
Fauna zieht eine Wandlung der paläolithischen In-
dustrie nach sich, so daß die obere Kulturschicht

auch archäologisch deutlich gesondert erscheint.
Manche Werkzeugformen, z. B. die blattförmige
Spitze, der ovale Schaber u. a., scheiden völlig aus,
der Trieb zu einer feineren Technik hat einer grö-
ßeren Berücksichtigung der mikrolithischen (aus klei-
nen Steinplättchen gearbeiteten) Ware Platz ge-
macht. Häufig erscheint der einfache Grabstichel
der Magdalenienperiode. Unter den Knochenwerk-
zeugen finden sich Wurfspeerspitzen, dünne Elfen-
beinspitzen, grobe Glättwerkzeuge, aber noch keine
Harpunen. Die reine Renntierzeit mit Harpunen,
wie sie an der Schüssenquelle auftritt, wurde hier
nicht mehr erreicht (s. Jahrb. III, S. 259). Die
obere Kulturschicht enthielt über 1000 Steinwerk-
zeuge.

Im Sirgenstein begegnet uns auf mitteleuro-
päischem Gebiete zum erstenmal der Aufbau der
jungdiluvialen Kulturepochen von Mousterien bis
zum Magdalenien. Schritt für Schritt läßt sich
die Entwicklung der einzelnen Kulturstadien ver-
folgen. Nachsuchungen an älteren Ausgrabungs-
stellen und einige neue Ausgrabungen am Fuße
der Schwäbischen Alb haben diese Ergebnisse
Schmidts bestätigt.

Die Kulturstätten Mitteleuropas, auf dem
schmalen Landstreifen zwischen dem nördlichen In-
landeise und den Alpengeleichen, wurden von allen
Regungen der Eiszeitererscheinungen weit mehr in
Mitleidenschaft gezogen als diejenigen des Westens,
Belgiens und Frankreichs. Erst mit dem Eintritte
des letzten Glazials scheint sich der Mensch nach
dem Süden Deutschlands auszubreiten. Von jener
Zeit an sehen wir zum erstenmal die Höhengebiete
Süddeutschlands bewohnt, die stets nur die kälte-
liebende Fauna, wie Mammut, wollhaariges Nashorn
und Renntier, beherbergen. Nach der langen
Stabilität der Industrie des Ebbellen-Mousterien
Frankreichs und Belgiens gelangt das Handwerk
zu einer schnelleren Entwicklung. Dem Höhlen-
mousterien folgt unmittelbar die Epoche einer aus-
geprägteren Formgebung, das Aurignacien und
Solutréen. Die kulturelle Entwicklung geht un-
unterbrochen fort, auch während Ablagerung der
beiden Tagetierschichten, welche Vorräthen oder
Oszillationen des letzten Glazials ihren Ursprung
verdanken. Die Amalthee einer jenseitigen Eiszeit,
welche die Kultur gewalttätig abbrach, und einer
milden Interglazialform, die eine neue Kultur zum
Keimen brachte, findet hier keine Bestätigung. Die
faunistischen und archäologischen Befunde sprechen
für eine ununterbrochene Entwicklung.

So sehen wir den Paläolithiker der Schwäbi-
schen Alb den gleichen Entwicklungsweg zurücklegen,
wie seine Brüder in Ost und West. Die gleichen
Werkzeugtypen verbreiten sich längs der großen Ver-
kehrsadern von Westen aus über Mittel- und Mit-
teleuropa. Wie der Fund einer durchlöchernten Mittel-
meermuschel auf der kleinen Herdstelle am Na-
poleonskopfe bei Niedernau beweist, bestand sogar
schon ein gewisser Tauschhandel und eine Handels-
straße, die über Schweizerschilde bei Schaffhausen
nach Westen führte.

Manchem Leser mögen die Berichte über jeden
an sich geringfügigen Fund von Knochen und Ge-
räten aus vorgeschichtlicher Zeit in den anthropo-

logischen Zeitschriften übertrieben und unnötig erscheinen. Demgegenüber weist Dr. Paul Bartels an einem besonderen Falle die Wichtigkeit der Aufbewahrung auch der scheinbar geringfügigen Knochenfunde nach, indem er aus einem derartigen Funde die Existenz von Tuberkulose (und zwar in der Form von Wirbelsarkom) schon in der jüngeren Steinzeit nachweist.*)



Skelet aus der jüngeren Steinzeit mit Merkmalen der Tuberkulose.

Es handelt sich um ein Männer skelet aus einer Grabstätte in Heidelberg, dessen genauere Datierung innerhalb der neolithischen Epoche allerdings nicht möglich ist. Der Erhaltungszustand des Skeletts ist ein verhältnismäßig recht guter und berechtigt zu dem Schlusse, daß der etwa in der zweiten Hälfte der Zwanziger Verstorbene wahrscheinlich weder Knochenbrüche noch Gelenkerkrankungen erlitten hat. Dagegen zeigen sich im Bereiche des dritten bis vierten Brustwirbels pathologische Veränderungen, deren Entstehung nach Dr. Bartels nicht auf eine Verletzung, etwa einen Stich, Pfeilschuß, Speerwurf und ähnliches mit daraus folgender örtlicher Entzündung, Infektion und Eiterung zurückzuführen ist, sondern nur durch eine Spondylitis tuberculosa, chronische Entzündung der Wirbelkörper infolge von Tuberkulose, zu erklären ist.

Das Interessante an diesem Falle ist nach Dr. Bartels nicht in erster Linie die Tatsache, daß eine Erkrankung der Wirbelsäule bestanden hat, sondern sein verhältnismäßig hohes Alter, seine Zugehörigkeit zur Periode der jüngeren Steinzeit. Was immer die Ursache der Erkrankung gewesen sein mag: in jedem Falle läßt die Tatsache, daß

es zu einer Ausheilung gekommen ist, den Schlag zu, daß der Kranke eine monatelange Pflege genossen haben muß. Das stimmt ja auch sonst zu dem Bilde der Menschen der jüngeren Steinzeit; ihre Pietät gegen die Toten kennen wir aus den sorgfältigen Bestattungsanlagen; dieser Fall und der Brauch der Trepanation oder Schädeloperation, falls man darin eine therapeutische Maßregel sehen darf, zeigen, daß sie auch Pietät gegen die Kranken geübt haben. Ist ferner, wie Dr. Bartels wenigstens glauben möchte, Tuberkulose die Ursache dieser Erkrankung der Wirbelsäule gewesen, so dürfte es sich wohl um den ältesten aus unserem Vaterlande bekannten Fall dieser Volksseuche handeln, vielleicht um den ältesten bekannten überhaupt.

In feuchten Höhlen wohnende Tiere und Menschen werden oft von der sogenannten Höhlengicht befallen und es fehlt nicht an Beweisen, daß nicht nur der Höhlenbär an der Gicht litt, sondern daß auch Scheffel ganz recht unterrichtet war, wenn er singt, daß

Der Auroropäer Geschichte
Mit Rheuma und Zahnweh beginnt.

Zeugnisse dafür hat Dr. Gorjanowicz (Kramberger*) bei seinen Untersuchungen der Reste des Urmenschen von Krapina hinreichend gefunden. Als Folgeerscheinungen der Höhlengicht betrachtet er Knochenwucherungen an drei Halswirbeln, die als unregelmäßige, den Körperbau überragende Knochenanswüchse auftreten, ferner randständige löcherige Vertiefungen an zwei Kniekehlen. Für eiterige Entzündungszustände sprechen die Flächen der beiden Gelenkköpfe eines Untertiefers, der überdies noch mit Fistelbildung behaftet ist.

Selbstverständlich hatte der Diluvialmensch nicht nur im Kampfe mit den Witterungszuständen, sondern auch im Ringen mit seiner lebenden Umgebung einen schweren Kampf. Die unzulänglichen Waffen einerseits, die zahlreichen wilden Tiere, die ihn stets umgaben, dann auch wohl seine Nachbarn, die ihm in gewissen Fällen seine Jagdgründe streitig machten: alles das war gewiß für den bloß auf Steinwaffen und Knüttel angewiesenen Urmenschen sehr gefährliche Feindschaft, mit der oft ein harter Kampf nötig war. Unter solchen Umständen ist zu erwarten, daß sich am Skelet des Urmenschen hier und da wohl sichtbare Spuren von Verletzungen oder von Brüchen zeigen werden.

Da trägt z. B. ein Stirnfragment Zeichen einer durch Schlag oder Stoß verursachten Verletzung des Überaugenwulstes; die obere Hälfte einer Elle zeigt Spuren eines verheilten Bruches, ebenso ist an einem Schlüsselbein deutlich eine Bruchstelle mit Verdickung sichtbar. Auch Abstürze von Felsen und Bäumen können derartige Brüche herbeigeführt haben. Der Einfluß des ständigen Aufenthaltes in Höhlen offenbarte sich hauptsächlich bei älteren Individuen und muß oft zu recht schmerzhaften dauernden Gebrechen geführt haben. Zu bescheiden waren sie wohl nicht, diese ersten Besiedler des von dem Binneneise verlassenen Diluvial-

*) Archiv für Anthropologie, Bd. VI (1907), Heft 3.

*) Die Umschau, XII, Nr. 32.

bodens, über deren Herkunft die Wissenschaftler noch immer recht geteilter Ansicht sind, wie der nachfolgende Abschnitt zeigen wird.

Alter und Herkunft des Menschen.

Während Mortillet, der die Steinzeit in Entwicklungsperioden zerlegt hat, nach seinem System das Alter des Menschen auf 250.000 bis 240.000 Jahre schätzte, berechnet Prof. Penck die Länge des ganzen Quartär auf $1\frac{1}{2}$ bis 1 Millionen Jahre; drei bis viermal so lang dürfte die Pliozän und noch einmal so lang, also 6 bis 8 Millionen Jahre, die Miozänperiode der Tertiärzeit gewesen sein.

Nun sind Eolithen schon im Miozän gefunden und das Alter des Menschen verlängert sich damit auf viele Millionen Jahre — falls die Schätzungen Prof. Pencks auf sicherer Basis beruhen, was vielleicht doch nicht der Fall ist. Denn er berechnet die Dauer der beiden letzten Zwischenzeiten, die als selbständige Perioden seitens anderer Forscher gänzlich in Abrede gestellt und nur als Schwankungen der Eisränder gedeutet werden, auf Hunderttausende von Jahren, und dementsprechend fällt dann auch die Länge der vorhergehenden Zeitabschnitte aus. Es taucht angeichts dieser Umstände immer wieder die Frage auf: Sind die Eolithen wirklich Beweisstücke für das tertiäre, für das frühtertiäre (oligozäne) Alter des Menschen?

Zu den neuesten Eolithfunden gehört die Entdeckung, welche ein Mitarbeiter Prof. Nutts auf dem Hochplateau der Anden machte und über die Prof. Schweinfurth berichtet.*) Ersterer fand in einer Sandgrube bei Boncelles, eine Meile südlich von Lüttich, Eolithe in einer Geröllschicht, die 15 Meter tief unter den Sanden lag. Da dieser Sand nicht die zur Bestimmung des Schichtenalters nötigen fossilen enthielt, so suchte Nutts weiter und fand eine andere Grube, deren Sand eine schon entwickelte Meeresfauna des oberen Miozäns bot, während zugleich auf dem Grunde dieser Sandschicht Gerölllager ausgebreitet waren, die vielgestaltige Eolithen enthielten. Es fanden sich da Behansteine, Ambossteine, Messerlingen, Schaber, Hobelschaber, Durchlöcher und Wurfsteine, alle in zweckmäßig ausgeformten und handlichen Formen. 54 helgische Geologen und Prähistoriker, die der Entdecker Ende September 1907 an die Fundstelle führen konnte, stimmten darin überein, daß kein Einwand gegen die begründete Darlegung des Befundes erhoben werden könne.

Die Tatsache, daß diese uralten Zeugen menschlicher Anwesenheit so tief unter meterhohen Sanden begraben liegen, erklärt Prof. Nutts folgendermaßen. Zu einer Zeit, da das Plateau zwischen der heutigen Maas und Ourthe noch unter dem Meerespiegel lag, ist das primäre Gestein von der Feuerheerde bedeckt worden. Im Verlaufe der Eozänperiode hat sich die Kreide aufgelöst, die Kieselknollen blieben aber am Platze und bildeten die nun angetroffene Schicht („tapis de silex“). Diese mit Kieselknollen bedeckte Ebene,

die damals natürlich eine Niederung am Rande des Meeres bildete, hat offenbar ein Vorfahr des Menschen durchstreift, als Jäger die Kiesel heugend, bis zum Beginn des oberen Miozäns das Meer wiederkam, die Anhäufung der Kieselknollen bedeckte und schließlich 15 Meter hoch fossilführende Sande darüber absetzte. Zuletzt, während des mittleren Pliozäns, haben Wasserströmungen ein Lager von weissem Kieselgerölle 5 Meter höher darüber abgesetzt, dazu noch Sand- und Ton-schichten, und dann erst begann in dem inzwischen gehobenen Gebiete die Inanspruchnahme der heutigen Täler, auf deren Grunde wir die ebendam begrabenen Geröllschichten wiederfinden, mittels fließenden Wassers.

Eine ganz neue Ansicht über die Herkunft des Menschen hat der argentinische Forscher St. Ameghino*) entwickelt. Seine Funde in Patagonien zeigten ihm, daß an der Basis des Säuge-



*Fossilbildung (P) an einem Kiefer des Menschen von Kapina.

tierstammes des Menschen die Mikrobiotheriden, primitive Beuteltiere mit einem glatten, kammlosen Schädel, fanden. Wenn man von diesem alten Stamme aus zu den Halbaffen der oberen Kreide und des unteren Tertiär geht und dann zu den Homuncaliden und endlich zu dem Menschen kommt, so sieht man, daß der Schädel nicht anders als immer größer und runder geworden ist. Das ist der Fortschritt, den Ameghino den zur Vermeidlichung nennt.

Was die Epoche anlangt, in der die Menschwerdung vor sich gegangen wäre, so versichert Ameghino, daß in der Mitte des Miozäns Südamerika von einem Vorfahren des Menschen bewohnt gewesen sei, der schon so entwickelt und intelligent gewesen wäre, daß er begonnen hätte, Steinwerkzeuge herzustellen; Ameghino hat solche gefunden und als Artefakte (künstlich hergestellt) erkannt. Er hat auch einen Nackenwirbel gefunden, der nach seiner Ansicht einem Vorkläufer, einem Homosimius, angehörte. Da nun aber die Verbindung Südamerikas mit Afrika früher da war als das obere Miozän, so folgert er daraus, daß der Homosimius während des unteren Miozäns oder des oberen Oligozäns aus Südamerika nach dem alten Kontinente hat wandern müssen und dort die Menschenrassen und die Anthropoiden der Welt erzeugt hat. Tatsächlich, sagt er, sind die

*) Zeitschrift f. Ethnol., 39. Jahrg., Heft 4.

*) Globus, Bd. 94, Nr. 2.

Anthropomorphen (Menschenaffen) erst später erschienen; sie haben sich von den Homiiden (der zum Menschen führenden Linie) getrennt und den Weg zur Vertiefung eingeschlagen.

Nun ist in Miramar, an der Küste des Atlantischen Ozeans, nicht weit von Buenos Aires, im Gebiete des unteren Pliozän ein Schädel gefunden



Jugendlicher Neandertalschädel, 1908 in der Dordogne ausgegraben.



Weißaustralierschädel.



Schädel von Miramar (*Homo pampaicus* Ameghino).

worden, der der geologisch älteste Menschen Schädel sein soll, angehört einer verschwundenen Art, dem *Homo pampaicus*. Auch aus dem oberen Pliozän soll der südamerikanische Mensch vertreten sein durch das Skelett von Fontqueulas, das eine Höhe von etwa 1,5 Meter, 18 Lendenwirbel, eine sehr entwickelte Stirn ohne vorspringenden oberen Augenrand (Supraorbitalbogen) und vollkommene Orthognathie zeigt, also ein recht modernes Aussehen hat. Ein Schädel von Arrecifes endlich zeigt den süd-

amerikanischen Menschen der Quartärzeit, der, wie Ameghino sagt, von dem heutigen nicht abzuweichen scheint, während die quarternären Schädel Europas von den modernen so sehr verschieden sind.

Prof. V. Giffride-Ruggeri, der die Hypothese Ameghinos einer scharfen Kritik unterwirft, zeigt, daß der Schädel von Miramar seine merkwürdige Gestalt nur durch künstliche Verunstaltung durch Brand oder irgend eine andere Vorrichtung erhalten haben könne, also wahrscheinlich dem Zeitalter der Entdeckung Amerikas angehöre. Dann bliebe immer noch der aus dem oberen Pliozän als der älteste Schädel bestehen, und wenn er wirklich pliozän wäre — was die Geologie zu entscheiden hätte — so würde er die Ansicht Ameghinos bekräftigen, daß der gemeinsame Stammvater der Menschen und Menschenaffen nicht jene steinernen Merkmale hatte, die ihm gewöhnlich zugeschrieben werden. Er hält die von ihm gefundenen Schädel, die gut gewölbt und ohne starke Knochenvorsprünge sind, für den richtigen altertümlichsten (archaischen) Typus, während die Kennzeichen des Neandertalschädels und der verwandten europäischen Formen nach ihm die eines Wesens sind, der den Weg zur Vertiefung eingeschlagen hat.

Trotzdem zeigt jeder Schädel, der aus dem Aldiluvium Europas gehoben wird, immer wieder die Neandertalmerkmale. So auch der Schädel des kürzlich von Dr. W. Hauser in dem berühmten Vegetale (s. Jahrb. II, S. 275) entdeckten Skeletts, über dessen Vergang und Bedeutung Prof. Dr. H. Klaatsch auf der Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte zu Köln 1908 berichtet hat. *)

Es handelt sich bei diesem glücklichen und mit höchster Sorgfalt durch Prof. Klaatsch geborgenen Funde um ein jugendliches, etwa fünfzehnjähriges, wahrscheinlich männliches Exemplar der primitiven Menschenrasse, die durch eine Kombination von Merkmalen schärfer umgrenzt ist als irgend eine moderne Rasse.

Diese Leute, sagt Klaatsch, die vor vielen Tausenden von Jahren über ganz Mitteleuropa verbreitet waren und hier als Jäger der eiszeitlichen Riesentierwelt sich in Horden umhertrieben, waren keineswegs große Gestalten, sondern von mittlerer und eher geringerer Körpergröße und sehr robuster unterfertigter Statur. Die Arme und Beine waren verhältnismäßig kurz, besonders Vorderarm und Unterschenkel im Vergleich mit Oberarm und Oberschenkel. Darin näherte sich diese alte Rasse den heutigen Mongoloiden, etwa den Eskimos, und entfernte sich weit von den heutigen primitiven Rassen der südlichen Halbkugel, z. B. den Australiern, für die gerade die sogenannte Überlänge der unteren Gliedmaßenabschnitte charakteristisch ist. Im Vorderarm, und zwar in einer besonders starken Krümmung der Speiche, heißt die Neandertalrasse ein Merkmal, das bei keiner jetzigen Menschenrasse, hingegen bei allen Menschenaffen und dann wieder bei ganz niederen kletternden Säugtieren vorkommt und offenbar ein uraltes Erbeil von den gemeinsamen Ahnen des

*) Die Umschau XII, Nr. 39 u. 40. Archiv f. Anthropol., Bd. VII (1909), Heft 4.

Menschen und der Anthropoiden darstellt. Denkt man sich bei einem Gorilla die Arme verkürzt und die Beine verlängert, so dürften Anflänge gerade dieser Affenform an den Neandertalmenschen bestehen, die sich auch am Schädel wiederholen. Die Massivität der Knochen, die der alten Rasse unserer Gegend mit dem afrikanischen Menschenaffen gemeinsam ist, findet sich heute noch ähnlich bei vielen Afrikanern, und auch zu diesen hin besitzt die Neandertalraße unzweifelhaft Anflänge. Ihre Beziehungen nach so verschiedenen Richtungen hin entsprechen vollkommen den Vorstellungen, die wir uns von Menschenfunden so hohen geologischen Alters machen müssen. Je weiter zurück, um so näher stehen die betreffenden Vertreter des *Homo homo* dem gemeinsamen Ausgangspunkte, aus dem alle heutigen Menschenrassen entspringen sind. Unter den heute lebenden Menschentypen sind es die Urvölker Australiens, die sich verhältnismäßig am meisten alle Merkmale von der gemeinsamen Urherde kletternder „Primate“ bewahrt haben, aus der sich nicht nur die Menschenrassen, sondern auch die Menschenaffen entwickelt haben. Es kann daher nicht wundernehmen, daß der Schädel des Neandertalmenschen mit denen der heutigen Eingeborenen Australiens auffällig viele Ähnlichkeiten besitzt. Der fossile Schädel aus der Moustergrotte zeigt eine frappante Ähnlichkeit mit dem Gesichtskelett der Australier.

Der Gesichtsausdruck der Menschen der Neandertalraße muß in der Mund- und Nasengegend dem der Australier geähnelt haben. Die äußere Nase muß wie bei den meisten Australiern eine enorme Breite besessen haben, sie saß gleichsam noch wie in einer tierischen Schnauze auf dem Munde. Die Augenbrauen werden zwei hochgezogene Bögen beschrieben und ihrer knöchernen Unterlage entsprechend eine mächtig ausgebildete und mimisch wirksame Umrahmung der Augen gebildet haben. Beim Australier liegen in der Regel die Augen weiter zurück, wodurch ein finsterner Blick entsteht; dies war bei der Neandertalraße nicht der Fall. Gerade in diesem Punkte liegen die rekonstruierten Gesichtsdarstellungen des Neandertalers eine Australierähnlichkeit, die gar nicht besteht. Ist doch auch keine nähere Verwandtschaft der beiden im Sinne der Abstammung des einen Typus von dem anderen anzunehmen, sondern was sie gemeinsam haben, das sind eben die Attribute des primitiven Menschen.

So niedrig, wild und roh uns dieser Typus der Neandertalmenschen auch vorkommen mag — waren sie doch zweifellos Kannibalen, und ihre Moral war eine prinzipiell andere als die unsrige — aus dem Begräbnis in der Felshöhle von Mouster können wir manches entnehmen, was sie uns menschlich näher bringt. Der Neandertalstabe war beschriftet, und die rohen Beweise liebevoller Sorgfalt, mit der man ihn gebettet hatte, müssen unsere Sympathie erregen. Er lag auf der rechten Seite in Schlummerhaltung, den rechten Ellbogen unter der Wange, die rechte Hand am Hinterhaupte. Kopf und Arme waren auf Feuersteinfüßen gebettet, die in der künstlich hergestellten Plattenform und sorgfältigen Auswahl in Anpassung an die

Weichteile die liebevolle Absicht erkennen lassen, ein feineres Kopfstützen herzustellen. Der Rücken war nach oben gebeugt, der linke Arm ausgestreckt, und neben der linken Hand lag ein für jene Periode hervorragend schön gearbeitetes Steinwerkzeug von Mandelform, ein sogenannter Faustkeil (*coup de poing*) von „Chelléen-Typus“. Ohne Frage sollte dies Instrument dem Toten auf seiner Wanderung als Hilfsmittel zur Verarbeitung der Nahrung dienen, für die überreichlich gesorgt war; fanden sich doch in der ganzen Umgebung des Skeletts aufge-



Profil eines Nordaustraliers mit typischer Schnauzenbildung.

schlagene Knochen des Urirides (*Bos primigenius*) mit deutlichen Feuer Spuren.

Diese für das Paläolithikum zuerst erfolgte Feststellung eines wirklichen Begräbnisses zeigt uns, daß die Neandertalraße den Ansterberlichkeitsglauben hegte. Diese Idee ist ebenso alt wie die Menschheit, aus dem einfachen Grunde, weil der primitive Mensch den Tod im Sinne eines Aufstehens nicht begreifen kann.

Noch tiefer hinab in die Geschichte des Ureuropäers führt uns ein Fund, dessen Vorgang und Beschreibung wir Dr. O. Schootenack verdanken.* Es handelt sich um einen altdiluvialen oder späteozänen Unterkiefer, der in einer Sandgrube unweit Heidelberg etwa 24 Meter unter der Oberfläche gefunden wurde und den ältesten bisher bekannten Menschenrest darstellt. Ein genaueres Eingehen auf diesen hochwichtigen Fund müssen wir uns für das nächste Jahrbuch reservieren.

Kehren wir noch einen Augenblick zur Frage nach der Urheimat des Menschenengeschlechtes zurück, die Ameghino mit dem Hinweis auf Südamerika gelöst haben möchte. Nach einer an-

* Der Unterkiefer des *Homo Heidelbergensis*. Ein Vortrag zur Paläontologie des Menschen von Otto Schootenack. Mit 15 Tafeln. Leipzig 1908.

deren Richtung, nebst dem Hochlande von Innerasien, weist in einer Arbeit „Paläogeographisches zum Stammbaume des Menschen“ Dr. Th. Arkt.*) Er will, obwohl er die Gebrauchsnatur der Solithen stark anzweifelt, das Vorhandensein des Tertiärmenschen nicht in Abrede stellen; doch dürfte es nach dem jetzigen Stande unseres Wissens genügen, das Dasein des Menschen während des Pliozäns (jüngsten Tertiärs) anzunehmen, es könnte dann immer noch ein großer Teil der Solithen echt sein. Als Ort der Entstehung des Menschenfledchtes erscheint Innerasien einer näheren Betrachtung wert, da es einmal nicht weit von dem indischen Entwicklungszentrum der pliozänen Menschenaffen entfernt liegt, ferner während des Pliozäns der Schauplatz gewaltiger Anwälzungen war, die recht wohl den Anstoß zu einer neuen Entwicklungsrichtung geben konnten. Denn die ganze gewaltige Massenaufschwellung des tibetanischen Hochlandes nebst den sich daran schließenden Hochländern des „Han Hai“ hat sich erst seit Beginn der Pliozänzeit gehoben. Vorher herrschten hier ähnliche klimatische Verhältnisse, es lebte eine ähnliche Tier- und Pflanzenwelt wie in den benachbarten indischen Gebieten. Mit dieser Erhebung ging eine beträchtliche Abkühlung parallel. Die sich verschlechternden Lebensverhältnisse und die Abperrung von Indien durch die sich erhebende Himalavakette mag eine Gruppe schon ziemlich intelligenter Menschenaffen gezwungen haben, ihre geistigen Fähigkeiten weiter zu vervollkommen. War dann einmal eine gewisse Höhe der Entwicklung erreicht, so waren nur die Berggrenzen zu überschreiten, und die Land- und Meererteilung gerade des Pliozän bot der neuen Familie der Menschen außerordentlich günstige Verbreitungsmöglichkeiten. Nach Europa müssen die im Diluvium einwandernden Stämme hauptsächlich über Kleinasien und die Balkanhalbinsel gekommen sein. Wie sich ihre geistigen Fähigkeiten dort entfalteten, zeigen uns vor allem die künstlerischen Zeichnungen in den Höhlen Westeuropas.

Höhlenkunst.

Einen dritten, mit zahlreichen Abbildungen geschmückten Bericht über eine der seltsamsten südfranzösischen Höhlen, die vor ungezählten Jahrhunderten dem Steingeistmenschen als Wohnstätte dienten, beschreiben uns die französischen Archäologen E. Cartailhac und Abbé H. Breuil.***) Es handelt sich um die Höhle von Vieux unweit des Städtchens Tarascon — nicht das berühmte Tarascon des noch berühmteren Daudetschen Tartarin — eines kleinen Pyrenäenstädtchens, das jedoch vermöge seiner Lage von der Natur zu einem wichtigen Zentrum vorgeschichtlicher Wohnstätte prädestiniert gewesen zu sein scheint. Man befindet sich dort in der Nachbarschaft einer großen Ebene, am Ausgange eines der tiefsten Pyrenäentäler, an einem der gangbaren Wege von Spanien nach Frankreich, einem Durchgange, den Mensch und Tier zu allen Seiten benützen mußten. Die Umgegend ist reich an solchen Grotten. Diejenige, um die

es sich hier handelt, war lange bekannt, bildete zeitweise schon einen Anziehungspunkt für die Badegäste von Usat les Bains, geriet aber seit 1872 in völlige Vergessenheit. Erst im Jahre 1906 entdeckte ein pensionierter Offizier sie wieder, durchsuchte und kartographierte sie nebst ihren zahlreichen Seitengängen und machte auf die Zeichnungen und Felsgravierungen aufmerksam.

Die Höhle öffnet sich in 668 Meter Meereshöhe in der ziemlich abschüssigen Gebirgswand und zieht sich von dem sehr engen Eingang aus in westöstlicher Richtung mehr als 1400 Meter in den Berg. Sand- und Schlammflüssen auf dem Boden sprechen für häufige Durchwässerungen der Höhle, die jedoch früher, zur Zeit, unmerklich viel stärker gewesen sein müssen. Jetzt tritt nur noch einsickerndes Regen- und Schmelzwasser von oben her in die Galerien und bildet hier und da Wasserlächen; manchmal sind diese Ansammlungen auch ganz verschwunden, und man kann die Höhle dann, abgesehen von ein paar Engen, von einem Ende bis zum anderen ohne Hindernis durchschreiten und sich dem seltsamen, bisweilen grandiosen Anblick ihrer Tropfsteingebilde und Gewölbe hingeben. Bei 1114 Meter steigt sich das Gewölbe am meisten und taucht in einen beständigen See, in den man steigen und tauchen muß, um das Hindernis zu überwinden und bis zum Ende der Höhle zu kommen. Dieses liegt nicht weit von der benachbarten Grotte von Usat, der sogenannten Ombrine.

Drei Arten von Darstellungen findet man in der Höhle von Vieux: Tierzeichnungen in schwarzer, manchmal auch roter Farbe, verschiedene Zeichen und endlich Gravierungen.

Tierzeichnungen finden sich in der ersten Hälfte der Höhle oder vielmehr der Hauptgalerie gar nicht; ist man aber bis zur Hälfte gekommen, so öffnet sich rechter Hand ein Gang, in dem sie gehäuft erscheinen. Diese Galerie ist wahrhaft schön. Auf sanft abfallendem Boden steigt man über die einander folgenden Sanddünen und verliert die sehr unregelmäßigen Seitenwände leicht aus dem Auge. Die Decke liegt so hoch, daß man sie nur bei starker Beleuchtung sieht, hier und da liegen gewaltige von ihr herabgestürzte Felsstücke. Nur der leise Fall der Tropfen, deren Kalkgehalt den sandigen Boden festigt, unterbricht die tiefe Stille der Grotte. So gelangt man in eine majestätische Notunde, den Abschluß dieser Seitengalerie, und damit zu den ersten Zeichnungen.

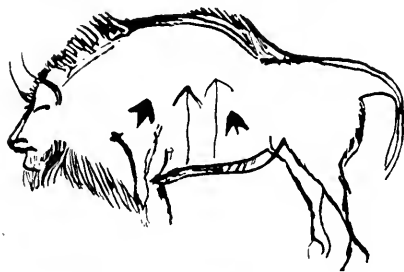
Die Wand rechts vom Eingange ist bedeckt mit solchen. Gruppeweise, durch Zwischenräume getrennt, folgen sie aufeinander, bald große, bald kleine, kreuz und quer, wie die Wandflächen es bedingten und zuließen. Viele sind so niedrig angebracht, daß man sie nur in gebückter Stellung sehen kann, wie in anderen Grotten auch. Die Zeichnungen von Vieux tragen auch in vollem Grade den Stil der Zeit, es sind dieselben Tiere wie anderwärts, die dem Künstler der paläolithischen Zeit so bekannt und vertraut sind, in der Mehrzahl Büfens, ferner Pferde, Steinböcke, ein Hirsch. Alles sind schwarze Umritzzeichnungen im Profil. Man kann sich keine genauere und sicherere Einienführung denken, die charakteristischen Stellun-

*) Städe. f. Morphol. und Anthropol., X, Heft 2.

**) L'Anthropologie, t. XIX (1908), Nr. 1 n. 2.

gen lassen sich nicht gewissenhafter und mit mehr Talent wiedergeben. Man sieht in Altamira (s. Jahrb. I, S. 270) bessere farbige Fresken, Niang dagegen feiert seine Triumphe in der Strichzeichnung. Diese scheint nicht mit dem Kohlenstift, sondern mit dem Pinsel und einer schwarzen Farbe, einer Mischung von Kohle und Manganoxyd, die mit Fett angefeuchtet ist, ausgeführt zu sein.

Niang bringt zu dem, was wir aus den älteren Höhlen schon kennen, eine neue Tatsache. Die



Großer Bison mit vier Pfeilen, aus dem Salon noir. Maßstab 1 : 15.

Hälfte der Tiere trägt in der Flanke einen oder mehrere Pfeile, ganz deutlich gezeichnet, einen, zwei, drei, vier, ja selbst fünf. Im vorletzten Falle, bei den vier, befinden sich zwei lange schwarze Pfeile zwischen zwei roten (s. Abbild.). Auch sind Pfeile da, die nach den Tieren zielen, außerhalb ihres Körpers, drei davon sind rot. Da das Rot auf diesen großen Wandgemälden sehr ausnahmsweise vorkommt, so unterstreicht es gewissermaßen die Wichtigkeit dieser geheimnisvollen Pfeile.

Sollte man nicht annehmen dürfen, daß dies ein magisches Zeichen war, eine Art Beherung, ein Siebemächtigen der Herden der erwünschten Tiere, denen man auf den nächsten Jagdzügen zahlreicher zu begegnen und, dank der traditionellen Beschwörungsweise, mit sicherem Schuß den Garans zu machen hoffte?

Keines der Tiere ist in natürlicher Größe dargestellt. Das größte ist ein Pferd, ein vollendetes Meisterwerk, das von der Stirn bis zur Schwanzwurzel 1,5 Meter mißt. Darunter gibt es welche in allen Größen bis hinab zu 20 Zentimetern. Die Größe der meisten Wisons bewegt sich um 80 Zentimeter.

Wenn man diese Kunstwerke so in der Schweigenden Einsamkeit, 800 Meter vom Eingange der Höhle, in der gleichmäßigen Temperatur der Luft und der Wände, wohlerhalten sieht, könnte man glauben, sie wären von gestern; und doch reicht hier alles bis zur Quartärzeit zurück. Wie anders die Zeitbestimmung aus der Tropfsteinbildung, die von vielerlei Faktoren abhängt, auch sein mag, hier läßt sich aus ihr doch eine Belehrung schöpfen. An den Wänden zeigen sich sehr wenig stalagmitische Niederschläge, und wo sie sich zeigen, sind sie nicht stark genug, um die Wandgemälde zu verbergen. Der Felsen sieht überall durch, und es ist leicht festzustellen, daß die durchscheinenden dünnen Niederschläge, welche die Zeichnungen durch-

furchen, zu den ältesten gehören. Zwischen der Zeit, da die Grotte von den strömenden Gewässern verlassen wurde, und dem Moment, wo die Höhlenbewohner dort ihre Zeichnungen begannen, hatten sich keine Stalagmiten gebildet; sie sind alle jünger als die Zeichnungen und bezeugen so das hohe Alter dieser letzteren.

Verfolgen wir die Gemälde weiter, so bietet sich auch Gelegenheit, zu bemerken, wie die Steinzeitkünstler es verstanden haben, gewisse Linien und Unebenheiten der Wandfläche bei der Herstellung ihrer Bilder sich zu nutzen zu machen, ja wie sie sich von solchen Zufälligkeiten haben anregen lassen. Ungefähr 100 Meter hinter der Gabelung der Höhle erregt ein kleiner roter Bison, er fast allein in dieser Farbe, die Aufmerksamkeit. Die Linien sind auf ein Minimum beschränkt; eine felsante bildet, sehr genau übrigens, die Rückenlinie des Tieres und hat die Stellung, mit dem Kopfe hoch oben, bestimmt. Es ist das der hübscheste Fall für diese merkwürdige Genialität, welche die Naturzufälle zum Vorteil der gewünschten Bilder auszunützen weiß. Dieser Bison hat im Gegensatz zu allen anderen gekrümmte Beine, überdies trägt er auf der Flanke einen roten Fleck. Hat der Künstler damit eine offene Wunde andeuten wollen? Kennzeichnen die gekrümmten Beine ein zu Tode getroffenes, in die Knie stürzendes Tier? Es läßt sich gern glauben, denn der Künstler hatte Platz genug, die Beine in natürlicher Stellung anzubringen, wie bei anderen Tieren dieser Art. Er wußte also augenscheinlich, was er wollte, und es ist ihm völlig gelungen.

Nun aber steht diese Figur nicht allein; sie bildet mit einer Anzahl danebenstehender ebenfalls roter Zeichen ein Ganzes. Diese Zeichen sind



Zeichenschilder, rot, in der Galerie profonde. Als Bäder des Wisons ist eine Felsante benützt. Der Fleck auf seinem Leibe scheint eine Wunde zu markieren.

erstens Punkte, entweder reihenweise angeordnet oder kreisförmig um ein Zentrum geordnet; ferner dazwischen und darüber vier stockartige Gebilde, über deren Bedeutung uns vielleicht der Vergleich mit gewissen Waffen der Australier und Neger Aufschluß geben kann. In Australien gibt es auf den Felszeichnungen der Eingeborenen Figuren von Kriegskeulen und Bumerangs. Andererseits finden wir bei gewissen australischen Stämmen ein Werkzeug im Gebrauch, das die Ethnographen als vollendete afrikanische Kari ansehen. Dies ist ein gerader oder krummer, bisweilen abgeplatteter Stock, der an einem seiner Enden mittels einer einseitig schneidenden Masse verdickt ist. Es ist eine Wurf- waffe und sie gilt für die Vorstufe des Bumerangs.

Die Figur hier auf unseren Felszeichnungen stimmt mit der Form, welche die Reisenden und Ethnographen dem Kari geben, ziemlich gut überein, so daß man sie wohl für eine solche Waffe ausgeben könnte.

Dann aber wird unser Gemälde vielleicht ein leshares Blatt, auf dem der sterbende Wüffel, die Waffen, die zu seiner Erlegung dienen, die um einen Mittelpunkt gescharten Kreise, die aneinandergereihten Punkte des Schemas der Jagd darstellen, die Aufzeichnung einer Erinnerung oder einer Hoffnung, der Ausdruck eines Gelübdes.

Es gibt zahlreiche Zeichen in der Grotte von Naaur; außer den schon erwähnten kommt noch das dochförmige Zeichen von Kentde-Gaame und Marlonas vor, das vermutlich die Hütte darstellt, besiederte Pfeile, keulenförmige Gebilde, Ringe, fischschwanzartige Zeichen und anderes. Man kennt die Zusammenstellung solcher Zeichen schon aus anderen Felszeichnungen. Diese hier legen wiederum die Vermutung nahe, daß es sich um Inschriften handelt, die man zu lesen verstand. Zum erstenmal sehen wir in dreien dieser Inschriften ein Tierbild eine wesentliche Stelle einnehmen.

Nach auf dem Boden der Höhle, im Sande des alten Fluglaufes, sind Zeichnungen gefunden worden. Das Kind unwahrscheinlich, wenn man bedenkt, daß Tausende schon die Höhle besucht und die Sanddünen zertreten haben. Glücklicherweise gibt es jedoch längs der Wände unter überhängenden Felspartien noch rein jungfräulichen Boden, der von jedem Tritte unberührt blieb, und da fanden sich die interessanten Zeichnungen. Merkwürdig vor allem ist die Zeichnung zweier Fische auf dem Sande, zweier Forellen, die mit leichten Tropfsteingebilden übersät sind, so daß man an ihrem Alter nicht zweifeln kann. Und in der Nähe dieser Fische unterscheidet man, leicht verhärtet durch die Wasser, die sie bespülten, die Spuren nackter Füße. Heute geht niemand in jener Gegend mehr mit bloßen Füßen, und früher wurde, seit unendlicher Zeit, die Sandale benötigt, die man um 1857 in einer neolithischen Höhle Andalusiens in natura gefunden hat. Kein Mensch würde sich gegenwärtig die Schuhe ausziehen, um in der Höhle umherzuspazieren.

So sind wir also in der Lage, diese Fußspuren als die Tritte der Menschen anzusehen, die zuerst, zwar mit viel Mut, aber auch voll Aberglaubens, diese Höhle betraten, um bei dem schwachen, aber ausreichenden Lichte ihrer unvollkommenen Lampen ihre Zauberhandlungen zu vollführen. Nach ein Kiesel splitter, Reste verbrannten Holzes, ein Stückerl Renntierhorn, unbedeutende Stücke gelben Okers bezugend die ehemalige Anwesenheit der Steinzeitmenschen.

Eine Illustration zu der paläolithischen Jagdweise, bei welcher das Wild anscheinend von Jägern umstellt und von verschiedenen Seiten her angeschossen wurde, bildet der im Jahre 1905 in einem dänischen Torfmoor gefundene Auerochse, über den die dänischen Forscher N. Hartz und H. Winge eine interessante Mitteilung bringen. *)

Das auf dem Grunde des Moores bei Jyderup in der Odsharde gefundene Skelett lag eingebettet in eine braune Schlammkruste, die sich in offenem Wasser abgesetzt hat und uns verrät, daß das Moor damals noch ein nicht zugewachsener Waldsee war. Die Schicht, in der das Skelett sich fand, bildete sich in der Übergangszeit zwischen der Birken- und Kiefernperiode, der Ur muß in Dänemark also schon zu Beginn der letzteren eingewandert sein. Nun seine Jagdergebnisse. Das erstmal kam er glücklich davon, das zeigt die Narbe einer geheilten Wunde oberhalb der neunten rechten Rippe. Die Wunde zeigte sich als kleiner schwammiger Fleck, aus dem drei kleine Kliststücke einer zersplitterten Pfeilspitze hervorragten. Die Spitze war abgebrochen und lag in der Wunde, ohne weiteren Schaden zu verursachen; der Knochen hat die Splitter fast vollständig unwallt. Ein zweiter Angriff führte anscheinend zum Tode des Tieres. Bei der siebenten Rippe nämlich ist gleichfalls eine Wunde, in welcher der zersplitterte Klistpfeil unbeweglich festgesetzt blieb, und diese Wunde ist nicht geheilt, vielmehr sind die Ränder der Wundspalte ebenso scharf und frisch, wie in dem Moment, als der Pfeil eindrang. Auf der Brust des Urs wurden weitere kleine Klistspitzen gefunden, und vermutlich waren es diese, die zwischen den Rippen in die Brust eindringen und den Tod des Tieres verursachten. Er entging zwar seinen Verfolgern und suchte wundkrank und mit den Pfeilen in der Brust Einderung in dem kleinen See, erlag hier aber den Verlegungen. Wahrscheinlich trieb der Kabaver dann eine Zeitlang auf dem Wasser und verlor einen Teil seiner Knochen außerhalb der Stelle, wo er schließlich sein Grab fand.

Nach der Form des Pfeiles und nach geologischen Gründen muß dieser Fund außerordentlich alt sein, älter als die Zeit der Küchenabfallhaufen, der berühmten „Kjöfemneddinger“. Er führt wohl in die wenig bekannte älteste Steinzeit Dänemarks zurück. Reste von Auerochsen sind zwar in Dänemark häufig, und Beweise dafür, daß diese Tiere gleichzeitig mit der ältesten Steinzeitbevölkerung gelebt haben, liegen zur Genüge vor; aber ein so sprechendes unumstößliches Zeugnis selbst über ihre Jagd und ihre wechselnden Schicksale ist bis jetzt nicht zu Tage gefördert worden.

Die Australraffe.

Die vielfach ertüchtlichen Anschauungen, welche über die Körperbeschaffenheit der Australier noch umgehen, berichtigt auf Grund seiner Studien an Ort und Stelle Prof. Klaatsch in der Versammlung der Deutschen Anthropologischen Gesellschaft in Straßburg. *) Entgegen der Auffassung des alten Seefahrers Dampier (1699), wonach die Australier eine elende Kümmerrasse darstellen, betont er, daß sich bei zahlreichen Vertretern, besonders der nördlichen Stämme, der Körper in vorzüglichem Zustande befinde. Die scheinbare Magerkeit beruht auf dem feinen Bau des

*) Korrespondenzblatt der Deutsch. Gesellsch. f. Anthropol., Ethnol. und Urgeschichte, 38. Jahrg., Nr. 9—12, S. 79.

*) Jahrbücher f. nord. Altertumskunde und Geschichte,

Skeletts, der die Regel bildet, und schließt eine gute, muskulöse, zum Teil wahrhaft athletische Beschaffenheit nicht aus. Die geringe Entwicklung der Wade, welche die Australier mit einigen anderen niederen Rassen gemeinsam haben, stellt einen niederen Zustand dar, der dem gemeinsamen Vorfahr des Menschen und der Menschenaffen zutram. Unter europäischem Einflusse entfallen sich die körperlichen Kräfte. Der Körper des erwachsenen Australiers gewährt einen künstlerisch wohlgefälligen Anblick, die Haltung ist stolz, die Körperhöhe bei den Männern im Durchschnitt bedeutend. Von 150 voll erwachsenen Männern hatten 40 zwischen 170 und 175 Meter, 24 von 175 bis 180 Meter Höhe, fünf darüber. Die beiden größten gemessenen Individuen erreichten 185 Meter. Unter 160 Meter gab es nur wenige bei den Männern, während die Frauen meist unter 150 Meter blieben. Die Körperhöhe wird, wenn sie bedeutend ist, hauptsächlich durch eine beträchtliche Länge der unteren Gliedmaßen bedingt. Der Fuß ist verhältnismäßig schmal, namentlich bei den jugendlichen und den weiblichen Individuen. Das Fußgewölbe entwickelt sich individuell, fehlt gänzlich bei kleinen Kindern und wird beim Erwachsenen stark ausgebildet.

Die Beobachtung des Klettermechanismus der Eingeborenen hat Klaatsch in seinen schon früher geäußerten Anschauungen über den Zusammenhang der Entwicklung des Fußgewölbes sowie der Umbildung der großen Zehe beim menschlichen Vorfahren bekräftigt. Namentlich im Urwald von Nordqueensland konnte er das Erklettern hoher, einzeln stehender Bäume sehen. Mit Hilfe der Scrubwinde (aus einem Anhang der Kletterpalme), die um den Baumstamm geworfen und mit beiden Händen gefaßt wird, rennen die Eingeborenen die Bäume hinauf und hinab, als ob sie auf ebener Erde liefen. Das Erklettern der Kokospalme, dieses in den Tropen überall heimischen Baumes, bei dem es künstlicher Einschnitte zum Einsteigen der großen Zehe nicht bedarf, mag für den Klettermechanismus der Vorfahren des Menschen bei seiner Sonderung von den Affen der Anthropoiden von besonderer Wichtigkeit gewesen sein (s. Jahrb. I, S. 254).

Die Haltung der Füße beim Stehen zeigt einen ausgesprochenen geschlechtlichen Unterschied, insofern als die Längsachsen der Füße beim Weibe nach vorn zusammen, beim Manne aber auseinanderlaufen. Die Greiffähigkeit des Fußes findet sich, wie bei manchen anderen Rassen, z. B. Malaien und Japanern, viel verbreitet unter den Australiern. Die bedeutende Schmalheit der Hand, sowohl hinsichtlich der Mittelhand als auch der Fingerpartie, besonders bei den Frauen, prägt diesem Gliede einerseits den primitiven Charakter einer Affenähnlichkeit auf und nähert es andererseits der als Schönheitsideal geltenden Handform europäischer Frauen.

Sehr interessant sind Prof. Klaatsch' Angaben über die Haut- und Haarfärbung sowie über die Körperbehaarung der Australier. Die Mehrzahl aller bei Australiern vorkommenden Farbtöne der Haut liegen auf den Farbtönen des Zinnober, einige auf den Übergängen desselben zum Orange; reines Braun findet sich nur an

der Hohlhand und Fußsohle der Erwachsenen. Die Körperfarbe eines Neugeborenen war ein helles Braun.

Bezüglich der Bedeutung der Hautfärbung der Australier ist Prof. Klaatsch zu der Anschauung gelangt, daß es sich um eine Art Schutzfärbung handelt. Auf einer der Molleslevinseln traf er die Schwarzen damit beschäftigt, Nardowurzeln auszugraben. In der grellen Tropensonne hoben sich ihre Körper kaum von dem rötlichen Boden



Eingeborener auf Neuguinea erklimmt eine Kokospalme.

ab, der hier, wie weithin im Norden Australiens, durch die Eisenoxidinfektion (Laterit) gebildet wird. Wie sehr die Körperfärbung im Waldesdunkel die Eingeborenen schützt, ist zur Genüge bekannt, es sei nur erinnert an die letzten Kämpfe vor dem Untergange der Eingeborenen Tasmaniens, die sich durch absolute Ruhe, verbrannte Baumstämme nachahmend, ihren Verfolgern entzogen. Andererseits gewährt diese schützende Färbung auch erhöhte Erfolge bei der Jagd, und so ist es erklärlich, daß hier Vorgänge der natürlichen Auslese einsetzten. Eine wertvolle Erhöhung der natürlichen Schutzfärbung kam durch Einschmieren des Körpers mit roter Erde gegeben werden. So zeigt sich die bei wilden Völkern und bei den Menschen der Steinzeit, nach Ockerfunden zu schließen, vorgenommene Ockerfärbung als eine Maßregel, die ursprünglich von außerordentlicher praktischer Wichtigkeit war und erst späterhin und sekundär die Bedeutung des Schmuckes gewann.

Bezüglich der Behaarung der Australier ist die wichtigste neue Wahrnehmung von Klaatsch, daß alle Kinder über den ganzen Kör-

per ein helles Haarleid besitzen, das sich erst zur Zeit der Pubertät in die dunkle Haarbedeckung umwandelt. Die Farbe dieses Jugendfelles, das manchmal so ausgebildet auftritt, daß man es photographieren kann, ist hellblond, am treffendsten dem Halse vergleichbar. Besonders stark tritt dies goldene Wies am Rücken auf, und am besten ist es in den späteren Kinderjahren, etwa vom siebenten oder achten Jahre an, ausgebildet. Beim Ein-



Australierin aus Nord-Queensland mit großen Schmußnarben.

tritte der geschlechtlichen Reife, der beim Australier sehr früh geschieht (etwa im zwölften bis vierzehnten Jahre), gehen die goldenen Haare zum Teil in die stets schwarzen Körperhaare über, zum Teil werden sie rückgebildet, weshalb die Haarbedeckung der Erwachsenen nie so gleichmäßig wie die der Kinder ist.

Prof. Klatatsch ist geneigt, im Wollkleide der Australier, das dem Lanugo der europäischen Kinder entspricht,* eine Fortführung des tierischen Felles des menschlichen Vorfahren zu erblicken, dem er somit ein helles Fell zuschreibt, etwa wie das des Orang. Mit diesem blonden Körperhaar verband sich ein gleichartiges Kopfhaar, wofür sich bei den Australiern auch wichtige Beweise finden; das Kopfhaar der Kinder offen bart häufig eine helle Färbung. Bei Erwachsenen findet sich in manchen Gegenden die Sitte, die Haare mit gelbem Farbstoff zu bestäuben, als sollten sie künstlich die Kindheitsfarbe festhalten.

* Lanugo ist das erste wollige Haarleid des menschlichen Embryos und Neugeborenen, das anfangs hellblond ist, später nachdunkelt.

Das Kopfhaar der australischen Erwachsenen, für gewöhnlich sehr dunkel und merkwürdigerweise nur bei Männern die Greisenfarbe annehmend, ist in der Form außerordentlich wechselreich, meistens und von Natur wohl lockig wellig, was vielleicht die Reform des menschlichen Kopfhaares überhaupt ist, dann aber auch durch künstliche Beeinflussung mannigfach abgeändert. Bezüglich der Bartbildung herrscht auch im Norden des Erdteiles bedeutende Variabilität. Neben jenen mächtigen Vollbärten, die ganz an europäische erinnern, besteht vielfach geringe Bartentwicklung oder völliges Fehlen des Barthaares. Als etwas Besonderes erscheint hier an den Schläfen herabsteigende Bartteil; er gehört zum Kopfhaar und ist bei fast allen australischen Kindern sehr deutlich ausgebildet. Dieser „Schläfenbart“ ist also von dem des Kinnes und der Oberlippe zu trennen.

Eine sehr bedeutende Variabilität zeigt auch die Gesichtsbildung der Australier. Die Ähnlichkeiten, welche sich hierbei mit den verschiedenen Rassen außerhalb Australiens ergeben, haben die Meinung hervorgerufen, daß die Urbewohner Australiens keine reine Rasse darstellen, sondern ein Mischprodukt aus modernen wohlcharakterisierten Typen, wie denen afrikanischer Neger, Papua, Malaien, europäerähnlicher Dravidischer Indiens, seien. Die Auffassung, daß auf eine rein negroide Urbewölkerung eine Einwanderung von Dravida gewirkt habe, ist noch heute zum Teil allgemein, wogegen Turner in seiner großen Arbeit über die Schädel für die Einheitlichkeit der Rasse streitet.

Beim Studium der Kopfbildung der Australier ergeben sich neue Gesichtspunkte für die Darlegung der Rassengliederung der Menschheit im ganzen, und die körperliche Seite des Problems findet ihre Parallele im Kulturellen. Auf letzterem Gebiete ist es leicht nachzuweisen, daß die Australier Kulturbeziehungen zu fast allen Völkern der Erde besitzen, und es würde ohne Mühe gelingen, scheinbare Beweise dafür zu bringen, daß die Australier z. B. afrikanischen Negern ganz nahe stehen müssen, desgleichen aber auch nordamerikanischen Indianern oder den Paläolithikern (Menschen der älteren Steinzeit) Europas. Andererseits ist die Kultur der Australier so deutlich primitiv, daß sich alle diese nachweisbaren Ähnlichkeiten nur begreifen lassen, wenn man eine gemeinsame Wurzel annimmt, der die heutigen Australier noch sehr nahe stehen.

Die lange Isolierung Australiens schließt es aus, daß der fünfte Kontinent einen Treffpunkt für die verschiedenen Rassen, ein Feld ihrer Mischung gebildet habe. Deshalb kann die körperliche Ähnlichkeit mit Negern, Europäern (z. B. Charles Darwin), Malaien, Mongolenartigen nicht durch gelegentliche Mischungen erklärt werden.

Manche Australiermännertypen würden, in weißer Ausprägung übertragen, großartige Charaktertypen abgeben. Eine merkwürdige Verknüpfung von Europäerähnlichkeit mit Annäherung an Menschenaffenypus liegt in vielen Australiergesichtern. Ein Mann am Archer River im Golf von Carpentaria

machte, wenn er sich ruhig verhielt, den Eindruck eines geistig hochstehenden Europäers; sobald er aber seinen Mund öffnete und das Gesicht zum Grinsen verzog, erinnerte er an einen Gorilla.

Der weibliche Gesichtstypus führt den inferioreren (tieferstehenden) Zustand der primären Nase, wie ihn die Menschenaffen zeigen, viel treuer fort als der männliche. Die Frauen der Australier haben deshalb eine mehr ans Kindliche erinnernde und gleichmäßig wiederkehrende Beschaffenheit der Gesichtszüge. Die Variabilität, durch welche die oben erwähnten Ähnlichkeiten mit anderen Rassen hervorgerufen werden, findet sich hauptsächlich im männlichen Geschlechte. Das Merkwürdige dabei ist, daß eine Gruppe verwandtschaftlich ganz nahe stehender Individuen so untereinander verschiedene Erscheinungen einschließt, Erscheinungen, deren einzelne Träger wiederum mit Individuen aus weit entfernten Gegenden des Erdteiles Ähnlichkeiten aufweisen. Diese Wahrnehmung machte Prof. Klaatsch sowohl im Osten wie im Westen.

Eine Deutung für alle diese merkwürdigen Erscheinungen zu geben, ist auch Prof. Klaatsch noch nicht im Stande; doch scheinen ihm zwei Möglichkeiten der Berücksichtigung wert. Es wäre eine sehr einfache Lösung, wenn man dartun könnte, daß die pränegroiden und prämongoloiden Kennzeichen von einer verhältnismäßig modernen Beimischung zu einem Grundstocke herrührten, der naturgemäß nicht anders als europäoid zu denken wäre. Letzterem Typ folgt ja die Mehrzahl der Individuen; im Nordwesten und im Norden kommen dieselben, mit mächtiger Barbildung versehen, an Germanen erinnernden Typen vor wie im Zentrum und im Süden.

Die andere Möglichkeit ist, daß die Mischung keineswegs neueren Datums ist, sondern auf die Zeiten der ersten Besiedlung des Australkontinents zurückgeht. Zur Sicherung einer dieser Vermutungen oder zur Aufstellung einer anderen gesicherten Hypothese wird es noch vielen genauen Studiums der Australier und ihrer Kultur bedürfen.

Die Zeit (Wien). Illustriertes Jahrbuch der Naturkunde. „Viel Freunde wird sich voranschließen das Jahrbuch der Naturkunde erwerben, denn für dieses interessieren sich heute alle ohne Ausnahme; und obgleich es an populären Gelambdarstellungen nicht fehlt, hat man doch bis jetzt noch kein periodisches populäres Werk gehabt, das über die Fortschritte jedes Jahres berichtet. Es werden abgehandelt: die Astronomie, die Geologie und Geophysik, die Physik, die Meteorologie, die Chemie, die Biologie, die Botanik, die Zoologie, die Insektenkunde der Menschheit, die Ethnographie, die Physiologie und Psychologie, alles sehr hübsch, stellenweise prägnant. Die Fülle des dargebotenen Stoffes ist staunenswert und auch der Unterriebteste wird das Buch nicht aus der Hand legen, ohne Neues daraus gelernt zu haben.“

Anzeiger für die neueste pädagogische Literatur. Illustriertes Jahrbuch der Erfindungen. „Für einen so billigen Preis wird man selten ein so gediegenes Werk wie das vorliegende erlangen.“

Bus der Heimat. Illustriertes Jahrbuch der Naturkunde. „Ich bin auch von anderer Seite schon öfters nach einem Werke gefragt worden, in dem die Fortschritte der Naturwissenschaften für Laien bearbeitet sind. Nun kann ich ein solches empfehlen: das im Verlag von K. Prochaska, Teschen, erschienen und von H. Verdow bearbeitete Illust. Jahrbuch der Naturkunde.“ Stuttgart, Dr. K. G. Zug.

Rogegens Beimgarten. Illustriertes Jahrbuch der Weltgeschichte. „Die Bearbeitung und Redaktion ist ganz musterhaft gelöst. Bei der stilvollen, fesselnden und anregenden Schreibweise dieser Jahrbücher der Geschichte werden dieselben hoffentlich baldigt sich einbürgern. . . . Die Anschaffung dieses Jahrbuchs der Weltgeschichte kann jedermann nur bestens empfohlen werden. Man wird durch dasselbe bei äußerst angenehmer, nirgends langweiliger Darstellung von den Vorgängen auf allen Gebieten des Lebens, insbesondere des politischen, reich und richtig unterrichtet.“

Deufstium im Auslande. Illustriertes Jahrbuch der Weltreisen. „Es ist eine dem Bildungsweisen zu gute kommende Idee, die Erzeugnisse auf dem Gebiete der Erdkunde in Jahrbüchern volkstümlichen Charakters zu billigen Preisen darzubieten. . . . Alles ist durch treffliche Abbildungen dem Auge nahe gebracht. Das neue Jahrbuch verdient ganz unseren Beifall.“

Volks-Zeitung. (Berlin). „Ein ausgezeichnetes Volksbuch ist soeben im Verlage von Karl Prochaska, Teschen und Wien, erschienen. Es ist der erste Jahrgang des Illustrierten Jahrbuchs der Naturkunde.“ Hermann Verdow, der sich eines in wissenschaftlichen Kreisen sehr geschätzten Namens errent, hat mit erstaunlicher Sorgfalt alle naturwissenschaftlichen Ereignisse, Forschungsergebnisse und Entdeckungen der letzten Jahre registriert. Keine Abteilung der Wissenschaft ist in diesem interessanten Werke unberücksichtigt geblieben. Zahlreiche Illustrationen schmücken das lehrreiche, hochinteressante Buch. Zuletzt sei noch herorgehoben, daß der außerordentlich billige Preis von einer Mark jedem Naturliebhaber die Anschaffung des Werkes ermöglicht.“

Breslauer Zeitung. Illustriertes Jahrbuch der Weltgeschichte. „Von Prochaskas Illustrierten Jahrbüchern nimmt zweifellos das Jahrbuch der Weltgeschichte den hervorragensten Rang ein. Der etwa 160 Seiten Lexikonformat starke Band, der mit zahlreichen Illustrationen aufs würdigste ausgestattet ist, vereinigt in sich wieder alle Vorzüge, die von uns bereits bei Besprechung des vorigen Jahrgangs hervorgehoben werden konnten, vorzügliche Beherrschung des Stoffes, lichtvolle Darstellung, volkstümliche Schreibweise und geübtes politisches Urteil.“

Linzener Tagespost. Illustriertes Jahrbuch der Weltreisen und geographischen Forschungen. „Der Verfasser führt uns in die Regionen des ewigen Eises, nach Asien, in die Neue Welt, nach Afrika, Australien und nach der Südsee und verleiht es, in leichtfaßlicher und dabei anregender Form die physikalischen und politischen Verhältnisse dieser Gebiete zu schildern. Zahlreiche, dem Texte angelegentlichste Illustrationen tragen zum Verständnisse des Inhalts bei. Das Buch, das eine Fülle des Interessanten bietet, kann jedermann wärmstens empfohlen werden.“

Norddeutsche Allgemeine Zeitung. Illustriertes Jahrbuch der Weltreisen und geographischen Forschungen. „Der Zweck des Buches ist, die weitesten Kreise mit den neuesten Forschungsreisen zu geographischen und ethnographischen Zwecken bekanntzumachen; dementsprechend ist auch der Preis ein sehr geringer. Es ist tatsächlich erstannlich, welche Fülle von gediegener Belehrung in Bild und Wort dem Leser für 1 Mark geboten wird.“

Münsterlicher Anzeiger. Illustriertes Jahrbuch der Naturkunde. „Die Sepsis, mit der wir an dieses Buch herantraten — wie an alle naturwissenschaftlichen Werke, die für billiges Geld angeboten werden und bei denen die dadurch hervorgerufene Verarmung des populär-wissenschaftlichen Charakters nicht selten über den Mangel an Inhalt des Werkes hinwegzusehen soll — machte bald einer anderen Auffassung Platz; wir begrießen das Erscheinen dieses Werkes auf das lebhafteste. Das Werk ist fülligst ausgezeichnet und mit zahlreichen und guten Illustrationen geschmückt. Der Preis von 1 Mark ist außerordentlich niedrig bemessen.“

Zeitschrift für das Realstudium (Wien). Illustriertes Jahrbuch der Naturkunde. „Wenn der Käse auch aus den Tageszeitungen gelegentlich Mitteilungen über neue Entdeckungen, neue Hypothesen und andere wissenschaftliche und technische Errungenschaften der Neuzeit erhält, so erlangt er damit kein vollständiges Verständnis der betreffenden Zweige des Wissens, da solche Mitteilungen meist nur unvollständig und zusammenhanglos abgeben werden, ohne daß auf die oft nicht ausreichende Vorbildung der Leser Rücksicht genommen wird, ja nicht selten werden sie bereits veröffentlicht, ehe eine Arbeit zu einem gewissen Abschlusse gebracht worden ist. Das läßt sich aber erst nach einem bestimmten Zeitabschnitte erreichen und ist daher die Aufgabe von Zeitschriften, welche die Forschungen von einem oder mehreren Jahren zusammenfassen. Es erscheint somit ein solches Jahrbuch, wie es hier vorliegt, ganz geeignet, aufklärend über neuere wissenschaftliche Fragen zu wirken. Das Jahrbuch beginnt mit der Vorführung einiger Entdeckungen am gestirnten Himmel. Es wird dann die Erdkruste in der Vergangenheit und Gegenwart kurz betrachtet, wobei die Veränderungen an der Erdoberfläche, die Verteilung von Wasser und Land sowie namentlich die Erscheinungen der Eiszeiten nach dem Ingenieur Reichard durch ein regelmäßiges, sehr langsames Schwanfen des Erdballs um eine den Äquator schneidende Achse erklärt werden. Durch eine solche sollen einige Gezeiten der heißen Sonne in höhere Breiten und umgekehrt verlegt werden. Die Unterirdungen über Erdoberfläche sind die gewaltigen Wirkungen dieser Erscheinung im letzten Jahre vor. Die Physik belehrt über einzelne Bewegungen der kleinsten Körpertheilchen und besonders über die Athertage sowie über die Kräfte des Erdinneren, wobei auch die Sturmwarmungen und das Wetterziehen berührt werden. Die Chemie führt uns die neuen Elemente, hohe und tiefe Temperaturen vor. Aus der Biologie wird einiges zum Bemeis der Abstammungslehre vorgeführt. Die Entdeckungen auf dem Gebiete der Welt der lebenden Wesen bringen manches Neue, ebenso die Vorgeschichte des Menschen und die Völkertunde. Das Jahrbuch kann als sehr anregend und belehrend bezeichnet werden. Es ist in einem würdigen Ton gehalten und kann auch der reifen Jugend in die Hand gegeben werden.“

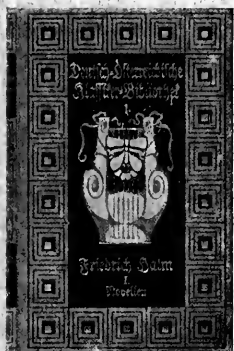
Allgemeiner Anzeiger für Deutschlands Rittergutsbesitzer. „Wieder einmal ein durchaus gelungenes Volksbuch bester Art, dieser erste im Prochaska-Verlage in Wien, Leipzig und Teschen erschienene Jahrgang eines Illustrierten Jahrbuchs der Erfindungen, das 1 Mark (Kronen 1.20) kostet, für diesen Preis aber geradezu unglanblich viel und überraschend Gutes bietet. Der erste Jahrgang des Illustrierten Jahrbuchs der Erfindungen ist ein 216 Seiten starker Quartband mit 200 prächtigen Illustrationen. Der Text des Werkes ist eine Meisterleistung der volkstümlichen Behandlung technischer Thematika, so interessant und verständlich, so anziehend sind sie für die Laienwelt, das große Publikum, Jugend und Volk schriftstellerisch abgefaßt. Es ist ein Vergnügen, dieses Werk zu lesen, man verfolgt seinen Inhalt mit einer wahren Spannung.“





Eine erlesene Sammlung in reizvoller Ausstattung und von allergrößtem Interesse für jeden Literaturfreund ::

ist die in meinem Verlage erscheinende



Deutsch-Oesterreichische Klassiker-Bibliothek

Diese Bibliothek wird eine ausgewählte Sammlung der bedeutendsten freigewordenen Schöpfungen unserer deutsch-oesterreichischen Geistesfürsten, welche noch viel zu wenig gekannt und noch lange nicht genügend gewürdigt sind, enthalten; sie bietet also dem großen deutschen Leserkreise eine gediegene, interessante und abwechslungsreiche Lektüre.

Die Texte sind durchwegs nach den besten Quellen auf das sorgfältigste revidiert. Jeder Band, in dem ein Dichter zum erstenmal auftritt, enthält eine kurzgefaßte biographische Skizze, jedem Werke wird eine knappe literarisch-historische Einleitung vorgesetzt, falls eine solche zum besseren Verständnis notwendig erscheint.

Zunächst erscheint eine Serie von 20 Bänden in zwei Ausgaben, und zwar in hochlegant gebundenen Leinenbänden zum Preise von je M. — 85 und in einer Liebhaberausgabe in zierlichen Halbfranzbänden zum Preise von M. 3.—.

Das Abonnement verpflichtet zur Annahme sämtlicher 20 Bände, die in drei- bis vierwöchigen Zwischenräumen zur Ausgabe gelangen.

Der Inhalt dieser ersten Serie von 20 Bänden ist folgender:

1. Friedrich Halm, Novellen.
2. Nikolaus Lenau, Savonarola Don Juan.
3. Franz Grillparzer, Novellen und Fragmente.
4. Ferdinand Kaimund, Das Mädchen aus der Feenwelt oder der Bauer als Millionär. Der Verschwender.
5. J. G. Seidl, All-Wiener Novellen.
6. Franz Grillparzer, Die Ahnfrau. Der Traum, ein Leben.
7. Adalbert Grifster, Studien I. (Das Haidedorf, Der Hochwald.)
8. Anastasius Grün, Der letzte Ritter.
9. Christian Freiherr von Zedlitz, Waldschulein. Totenkränze.
10. Karl Meisl, Das Gespenst im Prater. Die Geschichte eines echten Schals in Wien.
11. Adalbert Grifster, Studien II. (Der Hagestolz, Der Waldsteig.)
12. Friedr. Halm, Grifselbis. Der Sohn der Wildnis.
13. Charles Sealsfield, Lebensbilder aus der westlichen Hemisphäre I.
14. Adolf Bäuerle, Die Würger in Wien. Alfine od. Wien in einem and. Weltteile.
15. Franz Grillparzer, Selbstbiographie.
16. Jof. Alois Gleich, Die Musikanten am hohen Markt. Pbor, der Wanderer aus dem Wasserreich.
17. Charles Sealsfield, Lebensbilder aus der westlichen Hemisphäre II.
18. Johann Nestroy, Der Unbedeutende. Freiheit in Krähwinkel.
19. Moriz Hartmann, Der Krieg um den Wald.
20. Franz Grillparzer, Sappho. Des Meeres und der Liebe Wellen.