

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

L. inw.

403

Sie Entstehung und ihr Untergang.

von

P. Martin Gander, O. S. B.



≡ Benzigers ≡  
Naturwissenschaftliche Bibliothek.



## Benzigers Naturwissenschaftliche Bibliothek.

**S**chon lange suchen glaubenslose Vertreter der modernen Naturwissenschaft die glänzenden Erfolge, die in der Erkenntnis der materiellen Welt errungen worden sind, zu verwerten, um geistige Strömungen zu erregen und Ideen zu verbreiten, die das Christentum unterwühlen sollen. Sogar scheinbar ganz harmlose Gegenstände müssen oft Gelegenheit bieten zu Ausfällen gegen Christentum und Kirche.

Dieser Tatsache gegenüber steht der gläubige Gebildete vielfach ratlos da. Er weiß zwar, daß ein wirklicher Widerspruch zwischen der Naturwissenschaft und der geoffenbarten christlichen Wahrheit unmöglich ist und daß die großen christlichen Gelehrten für die Harmonie zwischen Glaube und Wissen stets eingetreten sind. Will er aber über diese Fragen sich näher orientieren und sich ein eig

umfang  
solcher  
liche D  
dingun

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000296002

e, meist sehr  
us Studium  
wissenschaft-  
raus — Be-  
ngen können.

Da möchte nun das vorliegende Unternehmen nach Kräften Abhilfe schaffen. Eine Reihe kompetenter Fachmänner hat demselben in dankenswerter Weise ihre Mitwirkung zugesichert. In zwangloser Folge soll eine gewählte Sammlung handlicher Bändchen erscheinen, die in gedrängter, knapper und doch erschöpfender Fassung (je 120—200 Seiten in Kl. 8<sup>o</sup>) naturwissenschaftliche Fragen sowohl grundsätzlicher als auch rein wissenschaftlicher Natur behandeln. Bei den Fragen grundsätzlicher Natur wird es stets die Hauptaufgabe dieser Abhandlungen sein, das volle Beweismaterial für die christliche Naturanschauung in klarer, überzeugender Gestaltung dem Leser beizubringen. Die Darstellung soll so gehalten sein, daß jeder Gebildete ihr leicht zu folgen vermag. Den Text wird eine ausgiebige zweckdienliche Illustration begleiten.

Mitarbeiter und Verlagshandlung hoffen angesichts dieses Programms, für das Unternehmen auf die wohlwollende Aufnahme und allseitige Unterstützung jener Kreise zählen zu dürfen, für welche dasselbe geschaffen wurde.

Die Verlagshandlung.





**Benzigers**  
**Naturwissenschaftliche Bibliothek.**

---

# Schöpfung und Entwicklung.

---

I.

Die Erde.

II.

Der erste Organismus.

III.

Die Abstammungslehre.

# Die Erde.

Ihre Entstehung und ihr Untergang.

Von

P. Martin Gander O. S. B.

Mit 34 Textillustrationen  
und einer Spektraltafel.

Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage.



Verlagsanstalt Benziger & Co. A. G.  
Einsiedeln — Balldiswil — Köln a/Rh.

New York, Cincinnati, Chicago, bei Benziger Brothers.

1906.

#  
293

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA  
KRAKÓW

1403

Akc. Nr. \_\_\_\_\_

4056/49



## Vorwort zur ersten Auflage.

**S**chöpfung und Entwicklung“ — ein gewichtiges Thema, ein Gegenstand, um den sich Weltanschauungen streiten! Gibt es eine Schöpfung? Wie ist sie aufzufassen? Gibt es eine Entwicklung? — auch des Organischen? — auch des Menschen?

Die Antwort auf diese Fragen geben wir in den drei ersten Bändchen, welche das neue, sehr zeitgemäße Unternehmen der Verlagsgesellschaft Benziger & Co. A. G. „**Benzigers Naturwissenschaftliche Bibliothek**“ eröffnen.

In diesem ersten Bändchen „Die Erde. Ihre Entstehung und ihr Untergang“ soll die Grundlage für eine richtige Auffassung der „Schöpfungs- und Entwicklungslehre“ gelegt werden. Wir beginnen mit der „Urmaterie“, dem einheitlichen Stoffe, aus welchem die Erde, wie alle anderen Himmelskörper, sich nach und nach herausgebildet haben. Der Gegenstand führt uns hinaus in die äußersten Regionen des Weltalls und zurück in jene ersten Augenblicke, welche auf das allmächtige „Es werde“ folgten, durch welches der Materie das Dasein gegeben worden. Andererseits haben wir es hier mit Forschungen zu tun, die als die modernsten soeben das Tageslicht erblickt. — Ein Schritt weiter und wir stehen vor der Tatsache der „Entstehung der Erde“. Wie haben wir uns dieselbe zu denken? Was hat der menschliche Geist bis jetzt hierüber festgestellt? Wie lange ist es seither? Was sagt die Bibel, der Glaube dazu? — Es gibt, ganz dem Schöpfungsgedanken gemäß, auch eine „Entwicklung der Erde“, von der Urmaterie an bis zur Lösung von dem Ur-Gasball (Laplace'sche Theorie), von da wieder bis zur Bildung der ersten Erstarrungskruste und der Ablagerung der verschiedenen jüngeren Erdschichten. — Eine vielbesprochene Episode, „die Eiszeit“, heben wir besonders

heraus und besprechen sie ganz kurz, um dem Leser wenigstens die Hauptfragen vorzuführen, die sich an dieses wichtige Ereignis der neueren Erdgeschichte knüpfen. — Die Entwicklung der Erde kennt keinen Stillstand, sie dauert auch in der Gegenwart fort. Aber dereinst, — und das ist wissenschaftlich durchaus sichergestellt — wird die ganze jetzige Ordnung im Himmelsraume ein Ende finden, wir dürfen von einem „Untergang der Erde“ reden.

Um alle diese wichtigen Fragen in einem kleinen Bändchen behandeln zu können, mußte der Verfasser sich oft sehr einschränken; die Darstellung mag daher manchem oft zu gedrängt erscheinen. Doch bietet eine derartige Behandlung dieses Stoffes auch seine Vorteile, vorab wird man so den inneren Zusammenhang der Schöpfungs- und Entwicklungsgeschichte besser erkennen und auffassen, und das war die Hauptabsicht des Verfassers, klarzumachen, daß Schöpfung und Entwicklung sich nicht ausschließen, im Gegenteil, daß erstere die letztere vielmehr in sich einschließt; die Schöpfung war so gehalten, daß ihr eine Entwicklung folgen mußte.

Bei Verwendung zu Vorträgen, — es sei hierauf noch besonders aufmerksam gemacht, — müßte der hier behandelte Stoff selbstverständlich je nach den Umständen weiter verarbeitet werden.

---

## Zur zweiten Auflage.

Die zweite Auflage ist mit möglichster Sorgfalt namentlich textlich, aber auch illustrativ stark ergänzt (trotz des engeren Druckraumes ist die Zahl der Seiten um 20 vermehrt) und, wie ich hoffe, auch verbessert worden.

Stift Einsiedeln i. d. Schweiz.

Der Verfasser.

# Inhaltsübersicht.

	Seite.
I. Die Urmaterie. . . . .	1
1. Räume ohne Grenzen, Zeiten ohne Maß . . . . .	3
2. Die Stellung der Erde im Weltraume. . . . .	5
3. Ordnung und Einheit in der Bewegung der Himmelskörper . . . . .	7
4. Einheit in der Materie der Himmelskörper. . . . .	15
5. Die natürliche Ursache dieser Einheit. Das „periodische System der Elemente.“ . . . . .	19
6. Der Aufbau der Materie . . . . .	22
7. Studien über die Urmaterie . . . . .	29
8. Stellung der Bibel zu dieser Frage . . . . .	34
II. Entstehung der Erde . . . . .	37
1. Stufenfolge der Himmelskörper . . . . .	39
2. Entstehung der Erde:	
a. Theorien vor Kant-Laplace . . . . .	40
b. Grundlagen der Kant-Laplace'schen Theorie . . . . .	44
c. Die Kant-Laplace'sche Theorie . . . . .	50
d. Entwicklungszustände der Erde. . . . .	62
3. Alter der Erde . . . . .	67
4. Schöpfung der Materie ein Postulat der Wissenschaft . . . . .	73
5. Das „Sechstageswerk“ des biblischen Schöpfungsberichtes . . . . .	78
III. Die Weiterentwicklung der Erde . . . . .	89
1. Die erste Erstarrungskruste . . . . .	91
2. Die auf das Urgestein einwirkenden Kräfte und ihre Wirkungen . . . . .	96
3. Die Lehre von den Erdschichten, kritische Bedenken gegen dieselbe . . . . .	103
4. Alter der Ablagerungen . . . . .	116
IV. Die Eiszeit . . . . .	123
V. Gegenwart und Zukunft der Erde . . . . .	139
1. Jetztige Veränderungen an der Erdoberfläche . . . . .	141
2. Untergang der Erde nach den Darstellungen der Chemiker, Physiker und Astronomen . . . . .	153

## Verzeichnis der Illustrationen.

	Seite
Spektraltafel	16
Fig. 1. Die Planeten unseres Sonnensystems . . . . .	5
" 2. Die Sonnenscheibe mit eingezeichneter Mondbahn . . . . .	6
" 3. Die Planetenbahnen . . . . .	9
" 4. Die Milchstraße im Ophyuchus . . . . .	14
" 5. Andromeda-Nebel . . . . .	41
" 6. Kant . . . . .	50
" 7. Laplace . . . . .	52
" 8. Gasringe um die Sonne, nach Laplace . . . . .	54
" 9. Spiralnebel in den Jagdhunden . . . . .	55
" 10. Der Nebelfleck der Lyra . . . . .	56
" 11. Saturnringe . . . . .	57
" 12. Huggins Spektrum eines Nebelflecks . . . . .	63
" 13. Granit . . . . .	92
" 14. Gneis . . . . .	93
" 15. Durchschnitt durch die Alpenkette . . . . .	96/97
" 16. Karte Helgolands . . . . .	101
" 17. Deltabildung . . . . .	102
" 18. Idealer Durchschnitt durch die feste Erdrinde . . . . .	112
" 19. Niagara-Fall . . . . .	117
" 20. Schweizerbild. Profil längs der östlichen Fels- wand . . . . .	120
" 21. Rhone-Gletscher . . . . .	127
" 22. Moränenbildung . . . . .	128
" 23. Irzblock bei Monthey im Unterwallis . . . . .	130
" 24. Partie aus dem Gletschergarten in Luzern . . . . .	132
" 25. Ausbreitung der Gletscher zur Eiszeit in Europa . . . . .	134
" 26. Diatomeenpanzer . . . . .	142
" 27. Globigerinenschlamm mit Foraminiferen . . . . .	143
" 28. Kreide-Thierchen . . . . .	144
" 29. Korallentiere . . . . .	146
" 30. Korallenbauten . . . . .	147
" 31. Entstehungsweise der Korallenbauten . . . . .	149
" 32. Aufsteigende und sinkende Küstengebiete . . . . .	151
" 33. Einige Kometenformen . . . . .	163
" 34. Bahn des Halley'schen Kometen . . . . .	164

## I. Die Urmaterie.

1. Räume ohne Grenzen, Zeiten ohne Maß. — 2. Die Stellung der Erde im Weltraume. — 3. Ordnung und Einheit in der Bewegung der Himmelskörper. — 4. Einheit in der Materie. — 5. Die natürliche Ursache dieser Einheit. Das „periodische System der Elemente“. — 6. Der Aufbau der Materie. — 7. Studien über die Urmaterie. — 8. Stellung der Bibel zu dieser Frage.



# 1.

Ein Blick bei wolkenloser Nacht hinauf zum funkelnden Heer der Sterne trägt unsere Phantasie in Räume ohne Grenzen, in Zeiten ohne Maß. Denken wir uns 7420 Meter aneinander gereiht, so haben wir eine geographische Meile. Ungefähr 20 Millionen (genauer 20,028,900) solcher Meilen machen die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne aus; man nennt das eine „Sonnenweite“. Derjenige Planet unseres Sonnensystems, der am weitesten von der Sonne entfernt ist, der Neptun, ist schon 31 mal weiter von uns entfernt als die Sonne, also 620 Millionen Meilen. Das sind bereits Zahlen, von denen wir uns keine rechte Vorstellung mehr machen können.

Und doch ist das noch wenig sagend im Vergleich zu den Entfernungen der Fixsterne. Der uns am nächsten stehende, Alpha im Centaur am südlichen Sternhimmel, ist von uns nicht weniger als 270,000 Sonnenweiten entfernt. Im Verlaufe eines Jahres kommen wir diesem Sterne einmal um 297 Millionen Kilometer, das ist etwa die Entfernung von Wien bis Paris 300,000 mal genommen, näher als zur Zeit der größten Entfernung, und doch erblickt man auch mit den besten Teleskopen den Stern nie größer oder kleiner. Warum nicht? Aus dem gleichen Grunde, weshalb z. B. eine Mehlmilbe auf einem Maiskorn, wenn sie nach dem Gipfel eines entfernten Gebirges hinschaut (wenn ihr Blick überhaupt so weit reichen würde), denselben immer gleich groß sieht, mag sie sich auf der dem Gebirge näheren oder entfernteren Seite des Kornes befinden. Die große Entfernung des Fixsterns steht eben sozusagen in keinem wahrnehmbaren Verhältnis mehr zur Annäherung von nur etwa 300 Millionen Kilometern!\*) Diese Distanz der Erde

---

\*) Nehmen wir die Entfernung der Sonne von der Erde als 1 Meter an, so haben wir folgende Zahlenverhältnisse: Sonne bis

bis zum nächsten Fixstern nennt man kurzweg eine „Fixsternweite“.

Für weitere Entfernungen reicht das gewöhnliche Längenmaß nicht mehr aus; an seine Stelle tritt das Zeitmaß. In einer Sekunde durchleitet der Lichtstrahl nach Claus Römer (1676) 42,000 Meilen oder 300,000 Kilometer; in dieser einen Sekunde vermöchte er also 8 mal um die ganze Erde zu kreisen. Das Sonnenlicht braucht nun schon 8 Minuten und 18 Sekunden, um zur Erde zu gelangen, das Licht des oben genannten nächsten Fixsterns aber die Zeit von 4 Jahren, der Sirius, der glänzendste Stern des nördlichen Sternenhimmels, ist 17, die Wega in der Leher 18 Lichtjahre von uns entfernt, eine Million mal weiter als die Sonne. Wenn wir also irgendwelche Veränderungen, die etwa auf diesen Sternen sich ereignen, wahrnehmen könnten, so wären, bevor der Lichtstrahl uns Kunde davon brächte, bereits 17 oder 18 Jahre verfloßen. Aber was will das bedeuten gegenüber der weiteren Lehre der Astronomie, daß die sogenannte Milchstraße, welche als ein helles, wolkenartiges Band das Himmelsgewölbe durchzieht, aus einer solchen Menge von Sternen bestehe, daß die einzelnen sich im Scheine aller verlieren und daß die entfernteren derselben ihr Licht erst in der Zeit von 7000 bis 8000 Jahren zu uns ge-

---

zur Erde = 1 Meter; Neptun bis zur Erde = 31 Meter; Alpha im Centaur bis zur Erde = 270,000 Meter oder 36 geographische Meilen. „Wäre unsere Sonne nur so groß wie eine Pomeranze, dann wäre unsere Erde so klein, wie ein Grieskörnchen, welches in einer Entfernung von 11 Meter die Pomeranze umkreist, der letzte Planet, Neptun, wäre eine kleine Erbse, etwas über 300 Meter entfernt, und unser ganzes Planetensystem wäre eine Scheibe von etwa 660 Meter Durchmesser. Wo wäre nun die nächste Pomeranzensonne? Rings um diese kleine Scheibe wäre in einer Entfernung von 2 Millionen Meter oder 300 Meilen nichts als leerer Raum, und wäre also die eine Pomeranze in Paris, dann wäre die nächste in Petersburg“. Hasert, Antworten der Natur, 6. Aufl. 1905, S. 29. Die Entfernung des nächsten Fixsterns verhält sich zu einer Meile wie 190,000 Jahre zu einer Sekunde.



langen lassen.\*) Fürwahr, Räume ohne Grenzen, Zeiten ohne Maß!

2. Welches ist die Stellung der Erde in dieser Unermeßlichkeit? —

Die Erde ist ein Planet, der zugleich mit den 7 andern großen (Merkur, Venus [Erde],

Mars, Jupiter, Saturn, Uranus, Neptun) und ca. 500 kleinen Planeten (Planetoiden), mit den 21 Monden, welche die Planeten begleiten, mit vielen Kometen und Sternschnuppenschwärmen um die Sonne kreist (Fig. 1). Die Sonne selbst ist ein Fixstern, der zum Milchstraßensystem gehört. Sie ist der Zentral-

körper unseres „Sonnen-systems“, so groß, daß alle Planeten zusammen nur den 560sten Teil von ihr aus-

machen. In ihrem Hohlraum, wenn wir uns nämlich die Sonne als eine hohle Kugel vorstellen, könnte im Zentrum die Erde stehen, und um sie der Erdmond in seiner jetzigen Weise sich bewegen, und es bliebe noch von der Mondbahnlinie bis zur Kugeloberfläche hin rundum ein freier Raum von 296,800 Kilometer Breite übrig (Fig. 2). Um aber den von der Sonne eingenommenen Raum auszufüllen, würde

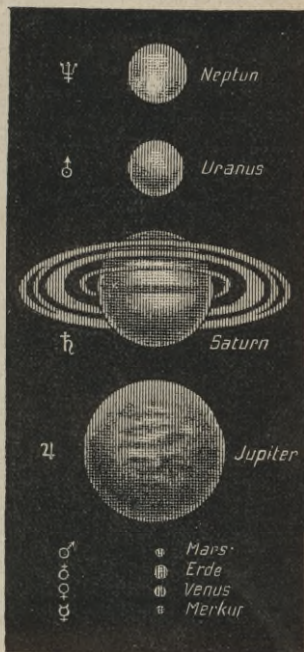


Fig. 1. Die Planeten unseres Sonnensystems.

\*) Nach Struve gelangt der Lichtstrahl aus einer Entfernung von 12,000 Lichtjahren nie zu uns, weil die Aetherbewegung unterdessen erlahme.

es 1,281,400 Erden brauchen! — Selbst den größeren Planeten gegenüber ist die Erde sehr klein zu nennen. Aus dem Saturn würde es 90, aus dem Jupiter sogar 320 Erden geben.

Noch mehr verschwindet die Erde im Weltall, wenn wir die Zahl der Himmelskörper in Betracht ziehen. Nach Litrow beträgt die Zahl der Fixsterne bis zur 16. Größe\*)

12,000 Millionen — ebensoviele Sonnen, um die, wie um unsere Sonne, wahrscheinlich wieder Planeten und Monde kreisen, die aber wegen der ungeheuren Entfernung eben zu klein sind, um von uns gesehen werden zu können.

Fürwahr, wie ein Sandkörnchen dem Erdball gegenüber, oder wie ein Stäubchen, das wir im Sonnenstrahle



Fig. 2. Die Sonnenscheibe mit eingezeichneter Mondbahn.

herumwirbeln sehen, so erscheint die Erde im Himmelsraume!

Urago, einer der größten Mathematiker und Physiker des 19. Jahrhunderts (1786 bis 1853), führt diesen Gedanken, der einen gewaltigen Eindruck auf ihn gemacht, in seiner „Biographie Bailly's“ in folgender trefflicher Weise

\*) Die Sterne werden ihrer scheinbaren Größe nach in solche 1.—16.—18. Größe — soweit geht nämlich die Sehkraft der jetzigen besten Teleskope — eingeteilt; für ein scharfes Menschenauge sind die Sterne 1.—6. Größe erkennbar, am nördlichen Himmel nach Argelander 4386.

aus: „Nachdem durch Messungen, deren lichtvolle Methode der Genauigkeit im Resultate gleichkommt, das Erdvolumen auf höchstens Einmillionstel des Sonnenvolumens bestimmt worden ist, nachdem sich herausgestellt, daß die Sonne selbst unter den uns durch das Teleskop bekannt gewordenen Sternen einen sehr bescheidenen Rang einnimmt, nachdem 20 Millionen Meilen, die uns von der Sonne trennen, als ein zu kleiner Maßstab erkannt worden, um die sichtbare Welt auszumessen, jetzt, da kaum noch die Schnelligkeit des Lichtes für die Berechnungen der Wissenschaft genügt und Sterne entdeckt sind, deren Licht eine Million Jahre braucht, um zu uns zu gelangen: da stehen wir wie vernichtet vor dieser Unermeßlichkeit. Der Mensch samt dem Planeten, den er bewohnt, nimmt in der materiellen Welt eine so untergeordnete Stelle ein, daß man meinen sollte, die Astronomie sei nur dazu da, um uns zu demütigen.“

3. Und diese Welten sind in Bewegung! Schneller als eine Kanonenkugel durchfliegen sie den unermeßlichen Raum des Weltalls. Der Planet, welcher der Sonne am nächsten ist, der Merkur, bewegt sich um diese mit einer Geschwindigkeit von 47 Kilometer in der Sekunde, die Erde mit einer solchen von 27 Kilometer, womit wir eine Reise um die Erde in ca. 20 Minuten vollenden könnten. Je weiter übrigens die Planeten von der Erde entfernt sind, um so langsamer bewegen sie sich um dieselbe. Warum dies? Weil die Planeten sonst ihre Abstände von der Sonne nicht inne halten könnten. Je näher sie der Sonne stehen, um so mehr werden sie von ihr angezogen, mit andern Worten, desto mehr wirkt die Zentripetalkraft, welche die Planeten nach ihrem Bewegungszentrum, der Sonne, hinzieht, auf sie ein. Dieser verstärkten Zentripetalkraft muß somit eine verstärkte Fliehkraft, Zentrifugalkraft, entgegenwirken, und diese wird erreicht durch eine raschere Bewegung. Wenn sich umgekehrt die äußersten Planeten rascher um die Sonne bewegen würden, so würde leicht die Flieh-

kraft größer werden, als die hier viel geringer wirkende Anziehungskraft der Sonne.

Aber nicht bloß bewegen sich in dieser gesetzmäßigen Weise die Planeten um die Sonne, die Monde wieder um die Planeten und mit diesen zugleich um die Sonne, sondern schon für über 3000 Fixsterne, Sonnen, sind bereits Eigenbewegungen nachgewiesen worden. Der Arkturus z. B., der Stern erster Größe im Sternbilde des Bootes, der 33 Billionen und 600,000 Millionen Meilen von der Sonne entfernt ist und dessen Durchmesser dem Erdbahnhalbmesser fast gleichkommt, also fast 20 Millionen Meilen mißt, ist gegenwärtig um  $12\frac{1}{2}$  Vollmondbreiten von demjenigen Punkte des Firmamentes entfernt, an welchem er sich zu Hipparch's\*) Zeiten befand. Unsere Sonne soll, was eine Zeit lang stark in Zweifel gezogen worden, den Sirius umkreisen,\*\*) dazu nach neueren Berechnungen ungefähr eine Million Jahre gebrauchen\*\*\*) und sich nach Struve in der Sekunde 7,6 Kilometer, nach Moucl sogar 16—24 Kilometer weit fortbewegen.

Daß ein Gesetz in diesen Bewegungen herrscht, geht schon aus dem wenigen, was über diese Bewegungen bisher gesagt worden, deutlich hervor, ebenso aus der schon im Altertum bekannten Tatsache, daß sich alle Planeten in derselben Richtung, von West nach Ost, um die Sonne bewegen, ferner aus der Tatsache, daß alle Planetenbahnen fast ganz genau in einer und derselben Ebene liegen und endlich, daß sie sich auch in der gleichen Richtung um ihre eigenen Achsen drehen. Noch auffälliger ist die Tatsache, daß die

\*) Hipparch gilt als der Begründer der wissenschaftlichen Astronomie und lebte um 160—125 v. Chr. zu Alexandrien.

\*\*) Die jüngsten Forschungen hierüber machen es wahrscheinlich, daß der Punkt, um den sich die Sonne bewegt, im Sternbilde der Leher, nahe dem hellsten Stern derselben, der Wega, liegt (Newcomb). —

\*\*\*) Vergl. „Prometheus“ 1897. S. 784.

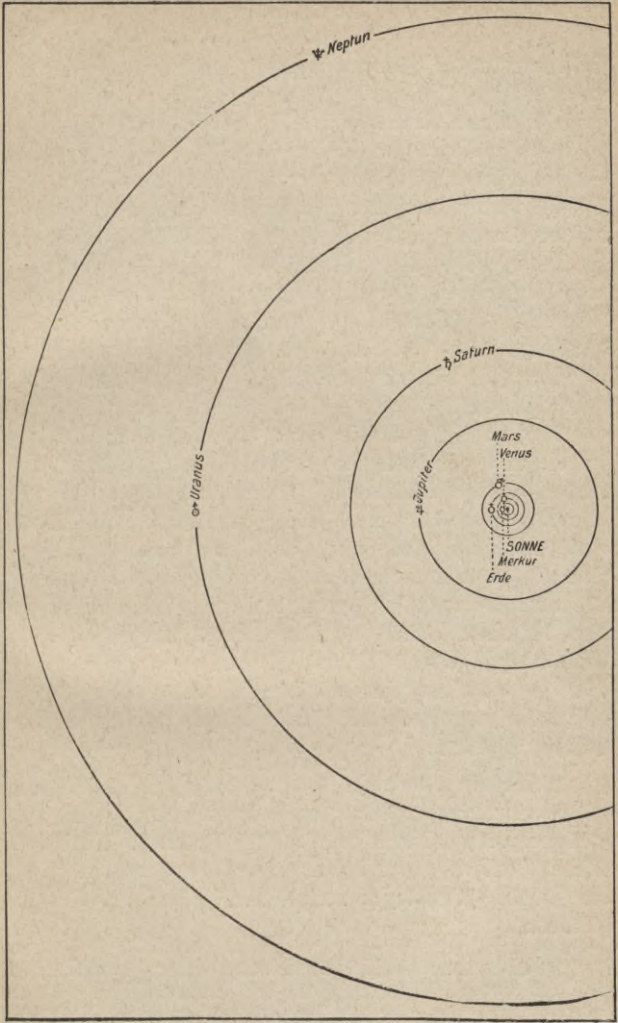


Fig. 3. Die Planetenbahnen.

Entfernungen der Planeten unseres Sonnensystems nicht eine unregelmäßige Zahlenreihe bilden, sondern, wie schon der große Astronom Kepler herausfand, von kleinen Abständen zu immer größeren fortschreiten (Fig. 3). Das Gesetz dieser Entfernungen entdeckte dann der Astronom Bode (1747—1826); darnach verhalten sich die Entfernungen der Planeten unseres Sonnensystems wie die regelmäßige Reihenfolge der Zahlen 0, 3, 6, 12, 24, 48, 96, wenn zu jeder Zahl noch vier Einheiten addiert werden, also wie die Zahlen 4 (Merkur), 7 (Venus), 10 (Erde), 16 (Mars), 28, 52 (Jupiter), 100 (Saturn). Es ist hiebei zu bemerken, daß zu seiner Zeit die zwei äußersten Planeten noch nicht entdeckt waren (Uranus =  $96 \times 2 + 4 = 196$ ; Neptun =  $192 \times 2 + 4 = 388$ )\*. Die sicherste Probe für diese Rechnung sollten die noch nicht bekannten kleinen Planeten (Planetoiden) werden. Der Verhältniszahl 28 entsprach keiner der bisher bekannten Himmelskörper. Dies veranlaßte die Astronomen, eifrig nach einem in jener Entfernung etwa vorhandenen Planeten zu suchen, und am 1. Januar 1801 entdeckte der Astronom Piazzi in Florenz den ersten Planetoiden, welchem der Name „Ceres“ gegeben wurde. Rasch folgten die Entdeckungen anderer kleiner Planeten — gegenwärtig ca. 500 — die einen ziemlich dicht geschlossenen Ring bilden, dessen Entfernung von der Sonne mit der berechneten Zahl 28 übereinstimmt.

Welches ist nun dieses Gesetz, das die Himmelskörper in dieser ungeheuren Weite zusammenhält und zugleich ihre Bewegungen so harmonisch ordnet? Epikur, ein altheidnischer Philosoph, hat für die ganze Natur nur das Walten des Zufalls gelten lassen wollen, allein Zufall und Ordnung

---

\*) Eine mathematische Begründung dieser Formel lieferte neuestens Dr. J. Moser, Theorie der Entstehung des Sonnensystems. Eine mathematische Behandlung der Kant-Laplace'schen Nebularhypothese. St. Gallen 1904.

reimen sich nicht und da letztere tatsächlich in wunderbarster Weise vorhanden ist, so haben schon die besten Denker unter den alten Philosophen, wie Anaxagoras (5. Jahrhundert v. Chr.), Aristoteles (4. Jahrhundert v. Chr.) und andere ein gesetzmäßiges Walten über den Himmelskörpern geahnt. Aber erst im 17. Jahrhundert n. Chr. ist diese Ahnung als Gesetz der Schwere oder Gravitation streng rechnerisch nachgewiesen und begründet worden durch den großen englischen Physiker Newton (1642—1727). Darnach ist es nicht bloß für unsere Erde ein Gesetz, daß jedes Massenstückchen auf ein anderes je nach seiner Größe und Entfernung eine bestimmte Anziehungskraft ausübt, sondern es gilt dieses Gesetz für das ganze Weltall\*) und bewirkt eben jene wunderbare Harmonie im Laufe der Himmelskörper, vermöge welcher die Zusammenordnung derselben wie die kunstvollste Maschinerie erscheint\*\*).

Zum Schlusse noch ein Ausblick in die Welt der Fixsterne. Wir haben oben schon gesehen, daß auch sie in Bewegung sind. Die genaueren Beweise hiefür beizubringen, würde allzuweit führen. Wir wollen es den Astronomen glauben.

Unter diesen Fixsternen gibt es eine große Zahl solcher, die zueinander in ein engeres Verhältnis der Abhängigkeit

---

\*) Der Mittelpunkt mancher Sonnensysteme scheint kein materieller zu sein. Das Wesen der Schwerkraft ist noch nicht ergründet, ist wahrscheinlich im Wesen des Aethers zu suchen.

\*\*\*) Es sei hier bemerkt, daß auch die Gesetze des Lichtes im ganzen Weltraum dieselben sind, wie sich dies aus dem Vergleich der Lichtgeschwindigkeit auf der Erde mit derjenigen auf den Jupitermonden, also nahezu an den Grenzen unseres Sonnensystems, ergibt. Ja dasselbe muß auch der Fall sein auf den Fixsternen, wie das Verhalten ihrer Spektrallinien erweist.

getreten sind, die Doppelsterne\*) und Sterngruppen\*\*), die sich umeinander und um ein gewisses Zentrum innerhalb ihrer Gruppe bewegen. Warum dies? Am wahrscheinlichsten ist es, daß sie sich ebenso aus einem gemeinsamen Nebelflecken herausgebildet haben, wie dies für unser Sonnensystem nach der Laplace'schen Theorie auch der Fall ist.

Noch mehr! Nach der Ansicht der besten Astronomen stehen sogar alle Sterne des Himmels in einem derartigen Verhältnis zueinander. Sie bilden zusammen das eine Milchstraßensystem, dessen Basis allmählich als ungeheurer, überaus dicht mit Sternen besetzter Ring erscheint und in dessen Ebene nahezu im Mittelpunkt unser Sonnensystem kreist.

Und außerhalb der Milchstraße? Es scheint, daß es dort keine Sterne mehr gibt — die Grenze des Weltalls. Zum Beweise hiesfür zitiere ich hier eine Stelle aus einem berühmten Buche, das im Jahre 1904 in deutscher Uebersetzung die zweite Auflage erlebt hat, „Des Menschen Stellung im Weltall“ von Alfr. R. Wallace. Der Verfasser schreibt (S. 46 f.), die Beweise für obige Behauptung kurz zusammenfassend: „An einigen Stellen (der Milchstraße) findet man z. B. nur winzig kleine Sterne und noch dazu in außerordentlich schwacher Zahl, und man wird dadurch unwiderstehlich zu dem Schlusse gedrängt, daß wir an diesen Stellen ungehindert durch die Sternschicht blicken, da man sonst

---

\*) Schon über 12000 bekannt. Unser Polarstern hat noch zwei Begleiter. Nachweis durch das Spektrum: eine Verdopplung der Spektrallinien beweist das Vorhandensein zweier selbstleuchtender Sterne, die Verschiebung der Spektrallinien das Vorhandensein eines dunkeln Begleiters. Aus der Größe der Verschiebung läßt sich die Bahn dieses Begleiters berechnen (bis jetzt geschehen an 730 doppelten, 73 dreifachen, 12 vierfachen, 2 fünffachen und 1 sechsfachen Doppelstern. Von ca. 30 Doppelsternen ist auch die Umlaufzeit festgestellt:  $11\frac{1}{2}$  bis 1578 Jahre).

\*\*) Als Beispiel erwähne ich den Sternhaufen im Herkules. Palmer, auf der Lid-Sternwarte in Kalifornien, zählte in ihm 5482 Sterne. J. Scheiner in Potsdam erklärte 1892 vor der



keine Erklärung dafür finden konnte, daß die Anzahl der Sterne kleinerer Größen nicht beständig bis in die Unendlichkeit hinein zunehmen sollte. Ueberdies ist der Himmelsgrund in solchen Fällen vollkommen schwarz, und auch das könnte wiederum nicht der Fall sein, wenn dort zahllose Scharen von Sternen wären, die nur zu klein wären, um einzeln sichtbar zu werden. In andern Gegenden finden wir uns vor der Erscheinung einer nahezu vollkommen gleichmäßigen Leuchtkraft der einzelnen Sterne, die gleichzeitig sehr gleichmäßig über den Himmelsgrund verstreut sind, und wo es merkwürdigerweise sowohl an den größeren als an den kleineren Sterngrößen auffällig fehlt. In diesen Fällen kann man sich ebenfalls der Ansicht nicht verschließen, daß wir dort durch eine Schicht von nahezu gleichgroßen Sternen sehen, eine Schicht, die nicht sehr dick im Verhältnis zu der Entfernung, die sie von uns trennt, gelagert sein kann. Sollte es sich anders verhalten, so wären wir zu der Voraussetzung gezwungen, daß die Sterne gleichmäßig mit ihrer Entfernung von uns an Größe zunehmen und dort durch größere Leuchtkraft die Wirkung der größeren Entfernung ausgleichen, und diese Vermutung würde sich im Gegensatz zu jeder Wahrscheinlichkeit befinden . . .

„Ein Blick auf die bei weitem größte Ausdehnung der Milchstraße auf beiden Himmelskugeln zeigt uns, daß der Himmelsgrund dort durchaus schwarz ist, auf dem die Sterne sich abheben, und zeigt uns ferner, daß eine zahllose Masse zusammengehäufte Sterne der kleinsten Größenklassen dort nicht vorhanden sein kann, weil sonst die einzelnen, nicht

---

Akademie in Berlin: „Das Innere dieses Sternhaufens ist vollständig mit Nebel erfüllt. Weiter nach dem Rande hin zeigt sich der Nebel nur als Begleiter von Sternen oder Sterngruppen. Hier kommen Sterne vor, welche mit mächtigen Atmosphären umgeben sind.

Die Sterne müssen näher zusammenstehen, als das in unserem Sonnensystem der Fall ist. Die Atmosphären müssen sich gleichsam noch berühren“.

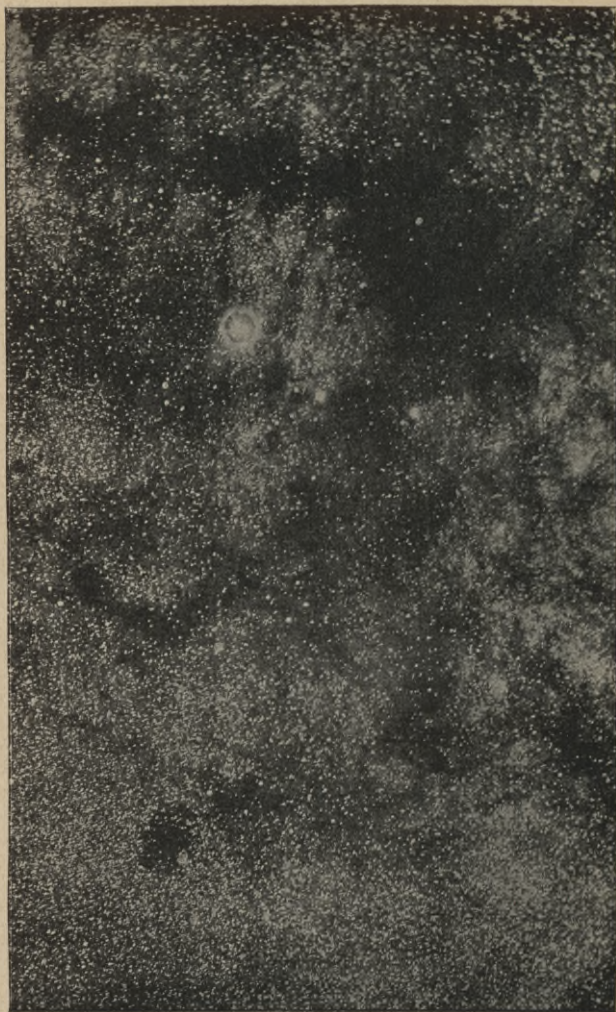


Fig. 4. Die Milchstraße im Ophiuchus.

erkennbaren, kleinsten, aber massenhaft zusammengedrängten Sterne einen allgemein schimmernden Glanz hervorrufen müßten, der eben nicht da ist, und auch dieser Umstand ist nach unserer Ansicht ein unwiderstehlicher Beweis dafür, daß die Grenzen der Milchstraße in all jenen Richtungen, wo dieser Zustand herrscht, eben nicht unendlich sind, sondern daß unsere Teleskope genügend stark sind, um uns an diesen Stellen durch sie hindurch und über sie hinaus in den Raum hineinschauen zu lassen“ (Vgl. Fig. 4).

Alle Sterne also, die wir kennen, sind in geordneter Bewegung und bilden ein einheitliches, sich selbst tragendes System, das Milchstraßensystem, und darüber hinaus gibt es keine Himmelskörper mehr! Selbst die „Rebel“ sind davon nicht ausgenommen, wie der englische Philosoph Herbert Spencer zuerst 1858 in einem Aufsatze über „die Rebeltheorie“ in der „Westminster Review“ dargelegt, und wie später in den Jahren 1869 bis 1875 der englische Astronom R. A. Proctor namentlich an Hand von sorgfältigen Karten der Königl. Astronom. Gesellschaft zu London vorgewiesen hat.

Das wichtige Hauptresultat dieser Forschungen ist die Erkenntnis, daß aller Weltstoff sich in das eine Milchstraßensystem einordnet, und daß in diesem einzigen großen Sternsystem auch dieselbe Kraft, welche im Sonnensystem waltet, dasselbe Gesetz, welches die Bahnen der Planeten beherrscht, Geltung hat. Jetzt erscheint uns das unzählige Heer der Sterne nicht mehr als eine Menge wie zufällig verstreuter Einzelwelten, sondern als ein wirkliches Universum, ein zu einem Organismus verbundenes Ganzes.

### Ein Weltall!

4. Das zweite Stadium war die Erkenntnis der Einheit im Stoffe aller Himmelskörper. — Wer hätte noch in der Mitte des 19. Jahrhunderts es nicht eitle Träumerei

geheißen, wenn jemand auch nur von der Möglichkeit gesprochen hätte, die Materie der Sonne oder gar der Fixsterne ausfindig machen zu wollen? Den beiden Heidelberger Forschern Bunsen und Kirchhoff gehört das Verdienst, diese große Entdeckung gemacht zu haben.

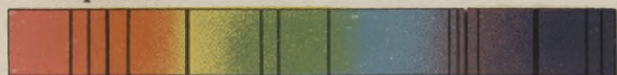
Wie der Wärmestrahle uns einen Einblick gestattet in das sonst unzugängliche Erdinnere, so der Lichtstrahl in das unermessliche Reich der Himmelskörper, auch in bezug auf ihre stoffliche Zusammensetzung. Die Lichtstrahlen erleiden, wenn sie in ein dichteres Medium, d. h. in einen dichteren, aber immer noch durchsichtigen Stoff eintreten, z. B. von Luft in Wasser oder Glas, eine Ablenkung von der geraden Fortsetzung nach der Seite des Einfallslotes hin, was man Lichtbrechung nennt\*). Das weiße Licht der Sonne ist nun bekanntlich zusammengesetzt aus all den Farben, die wir am Regenbogen wahrnehmen; es ist die Summe aller Farben. Schon Newton hatte gezeigt, daß Lichtstrahlen von verschiedener Farbe auch eine verschiedene Brechbarkeit besitzen, also verschieden stark abgelenkt werden, Rot am wenigsten, etwas mehr das Orange, dann Gelb, Grün, Blau, Indigo, am stärksten das Violett. Läßt man in einem Dunkelraum einen weißen Lichtstrahl der Sonne durch ein Prisma, d. h. ein farbloses, dreiseitig geschliffenes, poliertes Glas hindurchgehen und auf eine weiße Fläche auffallen, dann wird das Sonnenlicht in die bezeichneten Farbenstrahlen zerlegt, und weil letztere verschieden abgelenkt werden, so erscheinen sie in einem breiten Streifenbunde, getrennt durch einzelne schwarze Linien\*\*),

\*) Auch die Dämmerungserscheinungen beruhen auf der Lichtbrechung durch die nach der Erde hin immer dichteren Luftschichten.

\*\*) Diese Fraunhoferschen Linien wurden schon 1802 von *Wollaston* entdeckt, *Fraunhofer* (1814) erkannte 580 solcher unveränderlicher Linien im Sonnenspektrum. *Rowland* endlich hat gegen Ende der 90er Jahre des 19. Jahrhunderts mit Hilfe des von ihm selbst erfundenen Gitterspektrums 1600 feine Linien im Sonnenspektrum nachgewiesen. — Zu diesem Lichtspektrum kommt jetzt noch ein Wärmespektrum (*Langley*).

# Spectraltafel

Sonnenspektrum



Sirius

A a B C D E b F G H H<sub>1</sub>

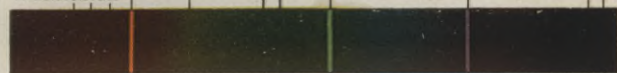


Nebelfleck (im Drachen)

C F



Wasserstoff



Stickstoff



Kohlenstoff (Leuchtgas)



Kalium



Natrium

$\beta$



Calcium



$a$

$\beta$



von denen man die breiteren mit A bis H, die dünneren mit a, b, c zc. bezeichnet. Dieses Farbenband nennt man das „Spektrum“ des Sonnenlichtes (Vergl. die Spektraltafel; Seite 16/17).

Der wichtigste Umstand bei all dem ist nun, daß jeder in Glühzustand versetzte Stoff ein ganz eigenes, sich stets gleich bleibendes, also genau bestimmtes Spektrum zeigt, so daß man aus dem Spektrum auf den Stoff schließen kann. Diese Spektralanalyse, d. h. die Bestimmung der Stoffe eines Körpers durch sein Spektrum, ist die große Entdeckung der genannten Forscher.

Genauer kann hier nicht auf das Wesen der Spektralanalyse eingegangen werden. Die meisten und feinsten Untersuchungen hat wohl der Engländer Lockyer angestellt. Die mit Sicherheit nachgewiesenen Stoffe, die auf der Sonne vorkommen, sind folgende: Wasserstoff, Kohlenstoff, Silicium (Kieselstoff), Zirkon, Natrium, Baryum, Calcium (Kalk), Magnesium, Mangan, Eisen, Chrom, Kobalt, Nickel, Zink, Kupfer, Titan, Helium und neuestens auch Sauerstoff. Als weniger sicher werden erkannt: Stickstoff, Brom, Schwefel, Kalium, Lithium, Cäsium, Rubidium, Ruthenium, Osmium, Indium, Strontium, Aluminium, Beryllium, Cerium, Lanthan, Didym, Yttrium, Erbium, Cadmium, Blei, Zinn, Wismut, Uran, Molybdän, Vanadium, Platin, Paladium und Iridium.

Der Sonne am nächsten stehen in bezug auf das Spektrum die Fixsterne. Die bedeutendsten Forscher in dieser Richtung sind: Rutherford, Secchi und Vogel; letzterer allein hat das Spektrum von ca. 12000 Sternen analysiert. Später leistete hierin besonders die Harvard-Sternwarte ganz Ausgezeichnetes. Die am stärksten erhitzten, weißglühenden Fixsterne, mehr als die Hälfte aller, lassen nur wenige Stoffe mit Sicherheit erkennen: Natrium, Eisen und Magnesium. Die gelben Sterne, ca. 47<sup>o</sup>/<sub>o</sub> aller, stimmen in ihrem Spektrum ganz mit der Sonne überein;

doch sind aus verschiedenen Gründen\*) bedeutend weniger Stoffe bestimmbar, als beim Sonnenspektrum: Wasserstoff, Natrium, Magnesium, Eisen, Calcium, Antimon, Chrom, Baryum, Mangan, bei einigen Sternen auch Tellur, Quecksilber und Silber (im Antares, dem feuerroten Hauptstern im Skorpion auch Titan).

Das Spektrum der Planeten ist genau dasselbe wie dasjenige der Sonne, weil sie ja nicht im eigenen Lichte, sondern in dem von der Sonne geborgten Lichte glänzen.

Beim Spektrum der Nebelflecken tritt die Wasserstoff- und Stickstofflinie, beim Spektrum der Kometen die Kohlenwasserstoff- und Stickstofflinie deutlich auf.

Die Meteoriten endlich, um auch noch auf diese „gefallenen Sterne des Himmels“ hinzuweisen, machten es möglich den Stoff von Himmelskörpern, wahrscheinlich zerfallenen Kometen, direkt chemisch und physikalisch zu untersuchen, und sie bestätigten nun tatsächlich das, was die Spektralanalyse in mehr theoretischer Weise dargetan hatte: alle Himmelskörper sind aus denselben Stoffen gebildet, wie wir sie auch auf der Erde vorfinden.

---

\*) Wallace (Des Menschen Stellung im Weltall, 2. Aufl. Berlin 1904, S. 163) schreibt hierüber: „Wir sind nur dann imstande ein Element zu bestimmen, wenn es in der Sonne (im Fixstern) an der Oberfläche im glühenden Zustande vorkommt, oder auch oberhalb ihrer Oberfläche in der Gestalt eines etwas abgekühlteren Gases. Viele Elemente mögen selten oder nie an die Oberfläche eines so gewaltigen Körpers gelangen, oder wenn sie doch hie und da emporsteigen, so mag es in nicht genügender Masse oder nicht genügender Reinheit geschehen, um irgendwelche mikroskopischen Bänder zu erzeugen . . . Auch müssen wir annehmen, daß viele Elemente in der gewaltigen Hitze der Sonne (und der Fixsterne) aufgelöst sind und sich unserer Wahrnehmung entziehen, oder daß sie nur in Zusammensetzungen vorkommen, die uns auf der Erde unbekannt sind. Es ist sehr gut möglich, daß jene Linien des Sonnenspektrums, die bisher unerklärt für uns geblieben sind, ihren Ursprung auf solche Erscheinungen zurückführen.“



5. Wo liegt die natürliche Ursache für diese großartige Einheit in der Natur.

Bekanntlich haben zu Ende des 18. Jahrhunderts der deutsche Philosoph Kant und der französische Mathematiker und Physiker Laplace eine Theorie der Erdbildung aufgestellt, das „Kant=Laplace'sche System“, nach welchem alle zu unserm Sonnensystem gehörenden Himmelskörper ursprünglich ein zusammenhängendes Ganzes, einen ungeheuren Gasball bildeten. Später wurde diese Theorie sogar auf alle Himmelskörper ausgedehnt, sie wurde zum „Weltssystem“ erweitert. Das war eine überaus glückliche Lösung der Frage; mit einem Blicke war es nun klar, warum diese Einheit in der Bewegung und im Stoffe der Himmelskörper sogar vorhanden sein muß.

Nur in bezug auf die stoffliche Einheit fehlten noch die Uebergangsglieder vom Urgas bis zur Mannigfaltigkeit unserer Elemente. Auch hierin sollte noch im 19. Jahrhundert die Aufklärung erfolgen.

Schon Laplace nahm an, daß dieses Urgas, die Urmaterie, noch nicht in unsere sogenannten Elemente ausgetrennt war.

Genauer ging dann Proust, 1815, auf diesen Gedanken ein und stellte eine Hypothese auf, welche bis auf die neueste Zeit Verteidiger gefunden hat; er hält nämlich alle Stoffelemente für verschiedene Verdichtungszustände des Wasserstoffes, der in der That bis vor kurzem immer als das weitaus leichteste Element befunden worden.

Greifbare Gestalt nahmen aber diese und ähnliche Spekulationen erst an, als man anfing, ein natürliches System der Elemente aufzustellen. Der einfachste Weg hiezu schien zu sein, daß man die Elemente nach ihrem Atomgewichte ordnete. John Newlands fiel es hiebei zum erstenmale auf (1864), daß jedes achte Element der so gebildeten Reihenfolge der Elemente seinen Eigenschaften gemäß eine Art

Wiederholung des ersten ist, ähnlich wie die Oktave in der Musik. Newlands nannte dies das „Gezetz der Oktaven“, er stellte jedoch kein eigentliches „natürliches“ System der Elemente auf.

Dies taten erst die beiden Chemiker Demetrius Mendelejeff und Lothar Meyer (1869). Sie fanden, daß das „Gezetz der Oktaven“ insofern natürlich begründet sei, als das Atomgewicht der Elemente in engster Beziehung stehe zu ihren chemisch-physikalischen Eigenschaften, und daß die zu je acht Gliedern zusammengestellten Elemente die Eigentümlichkeit besitzen, daß die entsprechenden Glieder zweier aufeinander folgender Reihen eine ziemlich regelmäßige Differenz von ca. 16 Gewichtseinheiten aufweisen. Eine solche achtgliedrige Reihe nennen sie eine Periode und das System daher „das periodische System der Elemente“. Die letzten Perioden sind freilich noch sehr zweifelhaft, weisen noch gar manche Lücke auf, und die achte Elementenreihe vereinigt jeweilen drei Elemente von beinahe demselben Atomgewichte zu einer einheitlichen Gruppe. Beiliegende Tabelle gibt uns die Resultate der bisherigen Forschungen in übersichtlicher Darstellung (S. 21).

Mendelejeff hatte das Ansehen des „periodischen Systems der Elemente“ bedeutend gehoben, als er auf Grund desselben die Existenz noch unbekannter Elemente voraussagte und sogar deren physikalisch-chemischen Charakter bestimmte, bevor sie entdeckt waren. So behauptete er, in der dritten Periode des Systems sei zwischen Calcium = 40 und Titan = 48,1 ein noch zu entdeckendes Element anzunehmen, dem er vorläufig nach dem ersten Gliede der dritten Reihe den Namen Eka-Bor gab. Ebenso seien zwischen Zink = 65,4 und Arsen = 75 zwei Elemente einzuschieben, ein Eka-Aluminium und ein Eka-Silicium, das Eka-Bor habe das Atomgewicht von ca. 44, das Eka-Aluminium von ca. 69, das Eka-Silicium von 72. Den Atomgewichten entsprechend schrieb er zum voraus diesen neuen Elementen andere mut-

## Periodisches System der Elemente.

I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.
Wasserstoff = 1							Helium, Gas X, <sup>4</sup> Neon 20 39
Lithium *) 7	Beryllium 9	Bor 11	Kohlenstoff 12	Stickstoff 14	Sauerstoff 16	Fluor 19	
Natrium 23	Magnesium 24,4	Aluminium 27	Silicium 28	Phosphor 31	Schwefel 32	Chlor 35,5	Eisen, Nickel, Kobalt 56 59 59
Kalium 39	Calcium 40	Scandium 44	Titon 48,1	Banadium 51,2	Chrom 52	Mangan 55	
Kupfer 63,6	Zink 65,4	Gallium 69,9	Germanium 72,3	Arfen 75	Zelen 79,1	Brom 79,96	Ruthenium 101, Rhodium 103, Palladium 106
Rubidium 85,4	Strontium 87,5	Yttrium 89	Zirkon 90,7	Niobium 94,2	Molybdän 96	—	
Silber 108	Cadmium 112,4	Indium 113,6	Zinn 118,5	Antimon 120	Zellur 127	Jod 125,9	Xenon 127
Cäesium 133	Barium 137,4	Lanthan 138	Cerium 140	Didym 142 (?)	—	—	
—	—	—	—	Erbinth 166 (?)	—	—	Cäesium 191, Strontium 193, Platin 194.
—	—	Plutonium 173	—	Tantal 183	Wolfram 184	—	
Gold 197,2	Quecksilber 200,3	Thallium 204,1	Blei 206,9	Bismuth 208	—	—	—
—	Radium 225	—	Thorium 232,5	—	Uran 239,5	—	

\*) Die schiefe Anordnung der Elemente in den einzelnen Reihen deutet an, daß die Periodizität der Eigenschaften eine doppelte ist, indem jedes Glied nicht mit dem nächsten, sondern mit dem äwertnächsten die größte Ähnlichkeit besitzt (nach Lotnar Meyer).

maßliche Eigenschaften zu. 1875 entdeckte Lecocq de Boisbodran nun wirklich ein neues Element, welches den Namen Gallium erhielt und in allen wesentlichen Punkten (Atomgewicht 69,9) erfüllte, was Mendelejeff vom Eka-Aluminium vorausgesagt hatte; das für Eka-Bor entworfene Programm ging an dem von Nilson 1875 entdeckten Scandium (Atomgewicht 44,1) Punkt für Punkt in Erfüllung, und Binkler's Germanium vom Jahre 1886 ist Mendelejeff's Eka-Silicium (Atomgewicht 72,32).

Die weiteren Elemente, die seither entdeckt worden sind, wollen sich freilich dem periodischen System nicht recht fügen. Allein auch für den Fall, daß sich dieses System der Elemente noch nicht als das natürliche erweisen sollte, hat es doch eine wichtige Erkenntnis gebracht, die nicht hoch genug angeschlagen werden kann, die Erkenntnis nämlich, daß auch in der Welt der unorganischen Materie Ordnung herrscht, und zwar 1. insofern die chemischen Elemente nach einer gesetzmäßigen Stufenfolge sich anordnen, und 2. insofern innerhalb dieser Stufenfolge natürliche Gruppenbildungen auftreten, die sich mit der Einteilung der organischen Wesen in Klassen u. s. w. vergleichen lassen. Dieser letztere Gedanke wurde nicht weiter verfolgt. Um so mehr verlegte man alle Kraft darauf, noch tiefer in die Natur der Materie nach ihrer entwicklungs-geschichtlichen Seite hin einzudringen.

6. Der Aufbau der Materie. — Merkwürdig! Alles, was wir tasten, riechen und schmecken, was wir hören und sehen, was wir wahrnehmen um uns und in uns, die ganze Natur ist aus Materie aufgebaut — und wir wissen nicht, was sie ist. Dreitausend Jahre philosophieren daran herum, und das Resultat? „Die Materie ist das, woraus etwas ist“ — „die Materie ist das Raumerfüllende“ — „die Materie besteht aus Kraftteilchen“ — so und ähnlich lauten die Weisheitsprüche, die uns geboten werden. Aber was ist das, woraus etwas

ist? was ist das Raumerfüllende? was sind diese Kraftteilchen? Die Philosophie weiß keine Antwort auf diese erneuten Fragen.

Vielleicht die Naturwissenschaft? Ebenjowenig! Sie lehnt es sogar ab, auf dieses Thema einzugehen, es gehöre nicht in ihr Gebiet — und da tut sie gut daran. Aber an etwas hat die Naturwissenschaft gearbeitet, das von überaus großem Wert ist; sie hat die Frage zu lösen versucht: Wie ist die Materie aufgebaut? wie ist sie zusammengesetzt? wie ist sie zu dieser Zusammensetzung gelangt?

Schon die ersten griechischen Philosophen und Naturkennner suchten nach einem Urstoffe, aus dem die ganze Natur sich herausgestaltete. Wasser, Luft, Feuer oder ein unbestimmtes Chaos von Stoffen, meinte man, könnte wohl dieser Urstoff sein.

Ihnen gegenüber behaupteten die Atomistiker, daß alle Naturkörper aus dem Wesen nach gleichartigen, nur der Gestalt nach ungleichartigen kleinsten Teilchen zusammengesetzt seien, aus Atomen, die unveränderlich, ausgedehnt, aber unteilbar, und durch den leeren Raum gegenseitig abgegrenzt seien. Die ganze großartige Mannigfaltigkeit der Erscheinungswelt sei nur aus der Verschiedenheit der Gestalt und Anordnung der Atome und Atomgruppen zu erklären.

Diese Atomtheorie wurde neu begründet zu Beginn des 19. Jahrhunderts (1804) durch den englischen Physiker und Chemiker Dalton, nicht als naturphilosophisches System, sondern als bloße naturwissenschaftliche Hypothese zur Erklärung der Konstitution der Materie und fand als solche bald ungeteilte Aufnahme und Anerkennung.

Die Materie, die materiellen Körper, sowohl die Elemente (ca. 75, aus einer einzigen Stoffart bestehend) als deren Verbindungen lassen sich zunächst in kleinste Teilchen zerlegen, die man Massenteilchen, Molecula, Moleküle nennt. Die kleinste noch existenzfähige Menge Wassers heißt in der Sprache der Physiker und Chemiker ein Molekül Wasser. Es ist wirkliches Wasser, besitzt alle Eigenschaften des Wassers.

Der Physiker kann nun nicht mehr tiefer hinabsteigen in den Schacht, aus dem die Stoffe hinausgeschafft werden; dem Chemiker aber ist dies gestattet und er kann uns sagen, daß die Moleküle dort unten aus noch kleineren Teilchen zusammengesetzt werden, z. B. Wasser aus zwei Stoffen, nämlich aus zwei Teilen Wasserstoff ( $H_2$ ) und einem Teile Sauerstoff (O), und diese letzten Teilchen nun heißt man Atome, d. h. auch chemisch, wie man bisher glaubte, unteilbare Stoffteilchen, welche fähig sind in eine Verbindung zur Bildung eines Moleküls einzutreten. Nur das Atom des Zinks und Quecksilbers sei für sich allein schon existenzfähig, weil ihr Atom- und Molekulargewicht gleichgroß ist. Da nämlich gleichgroße Gasvolumina eine gleiche Anzahl Moleküle enthalten, so lassen sich daraus die Molekular- und Atomgewichte dieser Stoffe bestimmen.

Nach dieser neueren Atomtheorie sind also die Atome nicht bloß nach ihrer Größe von einander verschieden, sondern auch der Art nach (qualitativ), je nach der Verschiedenheit der Elemente. Die Atome sind getrennt von einander, nicht im leeren Raum, sondern im Aether; die Kraft der Affinität gruppiert sie zu Molekülen, die aus einer variablen Anzahl von Atomen mit mehr oder weniger kleinen Zwischenräumen, welche mit Aether ausgefüllt sind, bestehen. In ähnlicher Weise verbinden sich die Moleküle zu größeren Massen.

Interessant sind die neueren Berechnungen über die Größe der Atome. Nach den Angaben des Physikers Ridout an die „Londoner Physikalische Gesellschaft“ sind die Atome so klein, daß es zur Herstellung einer 1 cm langen Linie nicht weniger als  $114\frac{1}{2}$  Millionen aneinandergereihter Wasserstoffatome bedürfe. Der als Physiker hochberühmte Lord Kelvin bestätigte diese Angabe; seine eigenen Experimente stimmen vollkommen mit ihr überein.

Wie verhält es sich mit dem zweiten Stoff, der das ganze Weltall und selbst die festesten Körper durchdringen soll, mit dem unwägbaren Aether?

Die Gründe zur Annahme eines solchen feinen Stoffes sind kurz etwa folgende: 1. Auch im luftleeren Raume verliert jeder Körper seine Wärme; es muß also noch etwas da sein, an welches die Wärme abgegeben werden kann; eine Fernwirkung materieller Vorgänge gibt es ja nicht (die Wärme beruht auf Schwingungen von Körperteilchen). 2. Die Zusammenziehungen und Ausdehnungen der Körper lassen sich nur erklären durch Zuhilfenahme von Zwischenräumen zwischen den Molekülen dieser Körper (diese werden dichter dadurch, daß die genannten Zwischenräume enger werden, die wirklichen wägbaren Stoffteilchen also näher aneinander zu liegen kommen); diese Zwischenräume müssen aber durch einen feinsten Stoff ausgefüllt sein, weil die Moleküle sonst nicht zusammenhalten würden, da die Kohäsionskraft der Moleküle einen Träger verlangt wie jede andere materielle Kraft. 3. Es ist seit Newton bekannte Tatsache, daß die Planetenanziehung mit der Entfernung (im Quadrate) abnimmt; auch diese Schwerkraftwirkung ruft nach einem feinsten Stoffe, dem Aether, als Träger der Schwerkraft.

Dieser Aether wird als das stoffliche Mittel angesehen, durch welches sich nach Young und Helmholtz das Licht und die Wärme, nach Maxwell und Herz auch die Elektrizität und der Magnetismus und in ähnlicher Weise wahrscheinlich auch die Schwerkraft betätigt. Für letztere Ansicht trat namentlich der Astronom Angelo Secchi S. J. in Rom ein, er machte speziell auf die Tatsache aufmerksam, daß bei der Elektrizität und beim Magnetismus ähnliche anziehende und abstoßende Wirkungen zutage treten, wie wir sie an den Bahnen der Himmelskörper als Folge der Schwerkraft erkennen. „In dieser unmittelbar durch die Sinne nicht wahrnehmbaren und nur durch ihre Folgen sich offenbarenden, geheimnisvollen Kraft, welche die Körper gegeneinander treibt, in diesem unsichtbaren Zuge, der auch in den kleinsten materiellen Atomen sich geltend macht und sich höchst wahrscheinlich in einer mit den Erscheinungen der

Elektrizität verwandten Weise bis in die äußersten Fernen wirkt, in diesem ganz verborgenen und dennoch die ungeheuerste Kraft entwickelnden Triebe müssen wir die eigentlichen unsichtbaren Säulen erblicken, welche den Weltbau tragen, die ihm Festigkeit und Dauer verleihen, und die die letzte materielle Ursache von all jenen unermesslichen und stets regelmäßigen Bewegungen bilden, in denen die Himmelskörper mit der allergrößten Sicherheit und Schnelligkeit im Weltraume freisen“ (Lorinser, Buch der Natur 1. Bd. S. 322).

Aber welcher Art ist der Aether? Da beginnt eine Reihe großer Schwierigkeiten. Zunächst sind wir geneigt, ihn etwa als eine Art verdünnter Luft vorzustellen. Nun schwingen aber die Lichtwellen nicht nach Art der Luftwellen in der Richtung der Strahlen, sondern senkrecht zu dieser Richtung, also wie die angeschlagene Klavierjaite, überhaupt wie alle festen Körper. Der Aether muß also eine feste Substanz sein.\*)

Er ist aber nicht bloß der Träger der Lichtwellen, sondern auch der Elektrizität. Herz hat die elektrischen Schwingungen entdeckt und nachgewiesen, daß sie gleich schnell sind wie die Lichtwellen — aber die Fortpflanzungsweise derselben ist eine ganz andere, sie beruht auf „ringförmiger Verknüpfung von elektrischen und magnetischen Verschiebungen“. Der Aether, d. h. überhaupt der Stoff, der dies besorgt, muß eine ganz andere Konstitution besitzen, als alle bekannten Körper. Somit alles unbekanntes Land und nichts als Rätsel!

---

\*) Einen ungefähren Einblick in die Feinheit des Aethers gewährt uns die Tatsache, daß er, um gelbes Licht zu erzeugen, auf einer Strecke von einem Fünfhundertmilliontel-Millimeter ( $\frac{1}{500\,000\,000}$  mm) in einer Sekunde 500 Billionen (500 000 000 000 000) Schwingungen macht. Und nach dem englischen Physiker Thomson stellt man die Dichte des Aethers durch einen Dezimalbruch dar, der zuerst 21 Nullen aufweist, bevor die eigentlichen Zahlen beginnen. Ein Aetherball von der Größe der Erde würde nach demselben Physiker nur 25 Kilo schwer sein.



Doch die Wissenschaft ist mutig und läßt sich nicht so leicht durch Schwierigkeiten einschüchtern. Das unbekanntes Land wird weiter untersucht.

Läßt man einen elektrischen Strom durch eine Flüssigkeit, meinetwegen Wasser, hindurchgehen, so bewirkt er eine chemische Zersetzung der Flüssigkeit, eine Elektrolyse, also eine Trennung in Wasserstoff- und Sauerstoffatome, welche zugleich elektrisch geladen werden (anders das einwertige Wasserstoffatom als das zweiwertige Sauerstoffatom, anders die dreiwertigen als die vierwertigen Atome; alle gleichwertigen Atome sind aber gleichmäßig geladen, die Metall-Atome positiv, alle anderen negativ). Solche elektrisch geladene Atome nennt man Ionen. In der Flüssigkeit wandern nun diese Ionen vorwärts in der Richtung des elektrischen Stromes und dieser letztere ist nichts anderes als die Wanderung der Ionen durch die Flüssigkeit, (die positiven Wasserstoffionen zum negativen Pol, die negativen Sauerstoffionen zum positiven Pol; der elektrische Widerstand ist die Reibung der Ionen an den nicht elektrisch geladenen Atomen, die nicht mit einem Elektron verbunden sind). Ist der Aether also vielleicht nichts anderes als solche Ionen?

Schon lange ist die eigentümliche Lichtwirkung des elektrischen Stromes bekannt, der durch verdünnte Luft geleitet wird, bei den Geißleröhren auf ca.  $\frac{1}{1000}$  ihrer gewöhnlichen Dichte. Wird die Luft noch stärker verdünnt, so gehen von dem negativen Pol (Kathode) unsichtbare geradlinige Strahlen aus, welche aber die Glaswand der Röhre, wo sie dieselbe treffen, hellgrün erleuchten. Diese Kathodenstrahlen entstehen dadurch, daß von der Kathode aus negativ elektrisch geladene kleinste Körperchen mit größter Geschwindigkeit fortfliegen. Diese Körperchen nennt man Elektronen; ihre Geschwindigkeit beträgt 13000 Meilen per Sekunde (Licht = 4000 Meilen).

Auf etwas anderem Wege kam Prof. Zeemann zur Anerkennung der Existenz solcher Elektronen. „Bei Experi-

menten beeinflusste er durch einen Magneten die elektrisch geladenen, schwingenden Teilchen (Atome) in der Flamme und kam auf Grund der dadurch entstandenen Veränderungen im Spektrum zu dem Ergebnis, daß in der Flamme nicht das ganze Atom mit seiner positiven und negativen elektrischen Ladung schwingt, sondern daß vielmehr die Masse des Atoms selbst festliegt und nur ein ‚Etwas‘ mit negativer Ladung, das Elektron, schwingt. Gleichzeitig bestimmte Zeemann die Größe eines Elektrons auf etwa  $\frac{1}{2000}$  eines Wasserstoffatoms.“\*)

Vor einigen Jahren wurde von Frau Curie in dem schwarzen Mineral Pechblende ein neues Element entdeckt, das Radium, das wiederum eine neue Art von Licht entwickelt, von ihrem Entdecker Becquerel-Strahlen genannt.\*\*\*) Diese Lichtstrahlen sind unsichtbar, gehen durch Blei und andere das Licht sonst nicht durchlassende Körper hindurch, erregen Fluoreszenz und schwärzen photographische Platten. Sie verhalten sich ganz wie die Kathodenstrahlen; ihre Träger sind elektrisch negativ geladene Elektronen, die beständig von diesem Mineral ausströmen mit einer Geschwindigkeit, die annähernd derjenigen des Lichtes gleichkommt. Alle Körper, auf welche diese Elektronen treffen, werden mit negativer Elektrizität geladen, sogar die Luft, die sonst kein Elektrizitätsleiter ist, wird hiedurch für die Elektrizität leitungs-fähig. Nebenbei sei bemerkt, daß seither noch andere Mineralien entdeckt worden sind, welche dieselbe Fähigkeit wie das Radium besitzen, nur in bedeutend geringerem Grade, so z. B. Uran, Polonium und Thorium (radioaktive Substanzen).

Von den Becquerelstrahlen zu unterscheiden ist die Radium-Emanation, ein Etwas, das vom Radium ausströmt und ähnliche elektrische Wirkungen hat, wie die

\*) Prometheus, 14. Jahrg. 1903. S. 574.

\*\*) Von diesen  $\beta$ -Strahlen werden die  $\alpha$ - und  $\gamma$ -Strahlen unterschieden, die wieder andere Eigenschaften besitzen, aber auch vom Radium ausgehen. Verschieden davon ist endlich die Radium-Emanation.

Becquerelstrahlen, sich aber von ihnen unterscheidet, indem sie durch den geringsten Luftstrom abgelenkt wird. Eine solche Emanation wurde noch bei vielen andern Stoffen, auch in der Luft, in der Erde, im Wasser, besonders in Thermalquellen, nachgewiesen.

Aus all dem scheint hervorzugehen, daß die Atome nicht das sind, was ihr Name besagt, die kleinsten, auch chemisch unteilbaren Elementarteilchen unserer irdischen Stoffe. Sie sind offenbar aus noch kleineren Substanzteilchen gebildet, welche sich vom Atom trennen können, so daß dieses seinen Zusammenhalt verliert, auch kleinere und größere Partikelchen (die verschiedenen Strahlenarten und die Emanation) abgibt, durch Aufnahme von andern Partikelchen sich aber auch wieder erneuert. Diese kleinsten Substanzteilchen, die man kennt, sind die elektrisch teils negativen, teils positiven Elektronen\*). Die Naturkörper sind also zusammengesetzt aus Molekülen, diese aus Atomen und diese aus den elementaren Elektronen (Energie-Atomen, Dynamiden). Die Verschiedenheit der 75 „Elemente“ beruht schließlich auf der Menge und Anordnung dieser Elektronen (Aetherwirbel) im Atom.

7. Die Urmaterie. — Nachdem einmal alle diese eigentümlichen Naturerscheinungen bekannt waren, ja früher schon erschien es höchst unwahrscheinlich, daß nicht alle sogenannten Elemente auf eine Einheit zurückgeführt werden sollen, gerade so wie alle die Millionen Himmelskörper auch

---

\*) „Vor zweihundert Jahren“, so faßt Balfour (Unsere heutige Weltanschauung. Leipzig 1905. S. 17) die Entwicklung der Frage nach der Urmaterie kurz zusammen, „sahen Elektrizität nichts weiter als ein wissenschaftliches Spielzeug. Und heute wird sie schon von vielen für das Wesen der Dinge angesehen, deren sinnlich wahrnehmbarer Ausdruck die Materie ist. Kaum ein Jahrhundert ist vergangen, seit auch der Aether von berufener Seite einen Platz im Weltall zugewiesen erhielt. Und gegenwärtig wird schon die Möglichkeit diskutiert, daß er geradezu der Urstoff ist, aus welchem sich die ganze Welt zusammensetzt.“

von einem einzigen Urnebel abgeleitet werden können und wie neuere Astronomen dartun, auch nur ein großes einheitliches System bilden.

Die wichtigsten neueren Untersuchungen über die einheitliche Ursubstanz, von der die jetzigen Elemente nur verschiedenartige Verdichtungs Zustände bilden, sind diejenigen von William Crookes, Norman Lockyer, J. J. Thomson und Prof. Ramsay.

Den ersten und wichtigsten Schritt tat William Crookes mit der Entdeckung der „strahlenden Materie“ . . \*). Wir teilen die Körper nach ihrer Dichte in feste, flüssige und gasförmige ein. Alle diese Körper sind aus mehr oder weniger weit aus einander entfernten, kleinsten Teilchen, Molekülen, die im Aether schwingen, zusammengesetzt. Werden die Luftteile in einem gegebenen Raume durch die Luftpumpe stark verdünnt, so kommt man schließlich zu einem neuen, vierten Aggregatzustand der Materie, der ebensoweit vom gasförmigen entfernt ist, wie dieser vom flüssigen; die verhältnismäßig nur noch wenigen, schwingenden Moleküle dieser verdünnten Materie können unter gewissen Vorrichtungen zum Leuchten gebracht werden, weshalb man sie eben „strahlende“ Materie nennt. Sie hat übrigens bestimmte physikalische Eigenschaften der gewöhnlichen Materie beibehalten, sie wirkt z. B. Schatten, wird von einem Magnet abgelenkt, übt mechanische Wirkungen aus, erzeugt Wärme, wenn ihre Bewegungen gehemmt werden, „gleichviel, ob das ursprüngliche Gas, mit dem man experimentiert, Wasserstoff, Kohlensäure oder atmosphärische Luft ist, die Schatten, die magnetische Ablenkung zc. sind ganz die gleichen, nur beginnen sie bei verschiedenem Drucke.“ Die charakteristischen chemischen Eigenschaften haben die verschiedenen Gasarten sogar bei den größtmöglichen Verdünnungen ganz beibehalten. Die „strahlende Materie“ ist nach

---

\*) „Strahlende Materie“ oder der vierte Aggregatzustand. Vortrag von W. Crookes. Ins Deutsche übertragen von Dr. Heinrich Gretschel. Leipzig 1879.

diesen ersten Untersuchungen von Crookes also noch nicht der gesuchte, undifferenzierte, d. h. noch nicht zu bestimmter Materie ausgeschiedene, ungeformte Urstoff.

Crookes nahm nun weiter die Spektroskopie zu Hilfe und es gelang ihm, nachzuweisen, was man schon früher vermutete, daß mehrere unserer sogenannten Elemente (Yttrium, Gadolinium, Didym) nicht wirklich chemische, einfachste Stoffe sind, und er glaubt, daß mit der Zeit seine Methode auch noch bei allen andern „Elementen“ zu dem gleichen Resultate führen werde. Um auf den Urstoff zu kommen, müßten eben zuerst die wirklich einfachen Elemente den experimentellen Untersuchungen zugänglich werden.

In einer Rede „Moderne Ansichten über die Materie“, gehalten auf dem 5. internationalen Kongreß für angewandte Chemie zu Berlin 1904, betonte Crookes, daß der Zeitpunkt gekommen sei, wo das undurchdringliche Geheimnis, das über dem Wesen der Materie lagerte, etwas gelichtet werde durch die Elektronentheorie. Was früher nur ein Traum gewesen, der Traum von einem einfachsten, einheitlichen Urstoffe, das sei durch die Entdeckung des Radiums und seiner merkwürdigen Eigenschaften in eine konkrete Form gebracht worden. Leider sei es dem Menschen vorläufig nicht ermöglicht, mit dieser Urmaterie zu arbeiten, denn die Dissoziation des Radiums sei eine so langsame, daß, wenn eine Million Elektroden in jeder Sekunde in Form von Kathodenstrahlen davonfliegt, doch ein Jahrhundert vergeht, bevor das Gewicht sich um 1 Milligramm vermindert hat. — Crookes erntete dafür den Dank: „Ubi Crookes, ibi lux!“

Auch der englische Astrophysiker Norman Lockyer experimentierte mit einem spektroskopischen Apparate. Derselbe war eine neue Erfindung; er lieferte ein Sonnenspektrum von 100,5 m Länge. Da zeigte es sich, daß die Elementen-Linien der Spektren sich wieder auflösen, daß also die „Elemente“ in der Tat Verbindungen verschiedener Stoffe

sind, und daß letztere allein die Bezeichnung von „Elementen“ verdienen.

Von besonderer Bedeutung sind namentlich die Untersuchungen Lockyers an den Spektren der Fixsterne. Er beobachtet an ihnen eine merkwürdige Stufenfolge. Das Spektrum der heißesten, weißglühenden Sterne (z. B. Bellatrix im Orion, Sirius im großen Hund, Rigel im Orion, Algol im Perseus, Altair im Adler, Regulus im Löwen), weist wenige und dünne Linien auf; es entspricht ganz dem Spektrum der „Elemente“ mit sehr niedrigem Atomgewicht. Die kühleren Sterne dagegen (die Sonne, Deneb im Schwan, Wega in der Leier, Spica in der Jungfrau), verraten eine größere Zahl von differenzierten Stoffen, namentlich von Metallen, während die Metalloide noch nicht nachweisbar sind. An sie schließen sich unmittelbar die gelben Sterne an (Arcturus im Bootes, Capella im Fuhrmann, Pollux in den Zwillingen, Aldebaran im Stier). Die kältesten, rotfunkelnden Sterne endlich (z. B. Beteigeuze im Orion, Mira im Walfisch, Antares im Skorpion, fast alle Sterne im Eridanus und in der Hydra) zeigen ein Spektrum wie die Metalloide und deren Verbindungen. Gestützt hierauf, stellte Lockyer die Theorie der „Sterndissociation“ auf. Danach haben wir entsprechend der Sterntemperatur verschiedene Sterntypen zu unterscheiden: solche, welche aus Elementen mit geringstem, mittlerem, und höherem Atomgewicht gebildet sind. Die Sterne mit den Elementen des niedrigsten Atomgewichtes, z. B. Wasserstoff und Helium, haben sich schon zu einer Zeit, vielleicht direkt vom Urgasball ausgeschieden, wo sich wegen der ungeheuren Hitze die schwereren Stoffe noch nicht ausgestalten konnten. Unsere Elemente sind also nach Lockyer nur Verdichtungsformen der allgemeinen Urmaterie.

Dagegen experimentierte der englische Physiker J. J. Thomson mit der „strahlenden Materie“ weiter und das wichtigste Resultat ist, daß im elektrischen Felde am negativen

Pole (an der „Kathode“) die Moleküle der „strahlenden Materie“ zerlegt werden in einen so feinen Stoff, daß der Röntgenapparat ein ganzes Jahr lang Tag und Nacht in Tätigkeit sein müßte, um nur die verschwindende Menge von 0,000003 Gramm dieser „Ursubstanz X“ zu liefern. Den Vorgang bei der Radiumstrahlung faßt er als Umsatz der Atome des Metalls auf, und er berechnet, daß bis zur Verminderung der inneren Energie um 1 Prozent etwa 30000 Jahre vergehen müssen.

Professor R a m s a y (London) endlich hat die genauesten Untersuchungen über die Radium = Emanation angestellt. Er hat dieselbe in einen luftleeren Raum gebracht und dann das Spektrum derselben untersucht. Als er nach drei Tagen, während welchen er die Emanation hat stehen lassen, wieder im Spektrum die Linien nachsuchte, fand er darin eine neue gelbe Linie, welche vorher nicht vorhanden war, die charakteristische Linie des Heliums. Das war so interessant, daß der Versuch mit aller Sorgfalt oft und oft wiederholt wurde, auch von andern Forschern — aber immer mit demselben Resultate. Aus der Emanation des Radiums hatte sich also das Element Helium gebildet — und der alte Traum der Alchemisten von der Herstellung des Goldes aus Urmaterie, aus dem „Stein der Weisen“, scheint doch noch einmal in Erfüllung gehen zu wollen.

Nach den Untersuchungen (1902) des Physikers E. Rutherford und des Chemikers F. Soddy in Montreal ist das Strahlungsvermögen sogar eine wesentliche Eigenschaft aller chemischen Elemente und jedes strahlungsfähige Element besitze seine eigenartige Strahlung. Bereits hat man die den unorganischen Stoffen inwohnende Kraft, sich in verwandte neue Arten solchen Stoffes umzusetzen, mit der den organischen Wesen inwohnenden Fähigkeit verglichen, sich sprungweise frei und aus eigener Kraft in verwandte Abarten oder Unterarten verwandeln zu können.

Wenn also auch die Urmaterie noch nicht entdeckt ist, wenigstens noch nicht tatsächlich vor-

gewiesen werden kann, so steht doch so viel fest, daß alle unorganische Materie aus einem einfachsten Zustande sich herausgebildet hat.

8. Was sagt nun zu diesen neuen Forschungen der Naturwissenschaft jene zweite Urkunde der Schöpfung, die Bibel, welche von manchen Naturforschern so gern in Gegensatz zum Berichte der ersten Urkunde, dem Buche der Natur selbst, gebracht werden möchte? Der heilige Bonaventura gibt uns darauf eine kurze und bestimmte Antwort.\*) Er schreibt: „Der größte Teil der Schriftsteller hat den Ausdruck ‚Im Anfang schuf Gott Himmel und Erde‘ von der Substanz aller sichtbaren Dinge verstanden. Dieselbe ist eine, und man hat daraus zu schließen, daß die Himmels- und Erdkörper ihrem Sein nach aus einer und derselben Materie gebildet sind.“

Ist das nicht wahrhaft merkwürdig, daß die moderne Naturwissenschaft, gerade jetzt an der Arbeit, von ihrer Seite den Beweis zu erbringen für die Einheit der Materie aller Himmelskörper, zu keinem andern Resultate gelangt, als eben zur Bestätigung dessen, was die kirchliche Wissenschaft des „finstern“ Mittelalters, gestützt auf den einzigen ersten Vers der Bibel, schon längst gelehrt hat?

Und wenn die Schrift weiter sagt: „Die Erde war wüst und leer“, so wird's dasselbe sein, was die Naturwissenschaft von den ersten Zuständen der Himmelskörper lehrt. Millionen von Jahren mögen vergangen sein, bis sich dann die einzelnen Elemente ausgeschieden hatten — die Bibel sagt nichts darüber! Doch ja, sie weiß auch von dem etwas zu berichten, nicht von den Jahrillionen, nicht von der Ausscheidung der Elemente und ihren Verbindungen, welche die Schönheit unseres Weltalls ausmachen, sie sagt uns einfach: „Der Geist Gottes schwebte über den Wassern“ — die ganze Entwicklung der Urmaterie erfolgte nach dem Plane

\*) Sent. 2. dist. 12.

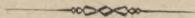


Gottes zu eben jenem herrlichen Weltgebäude, das wir in seiner Mannigfaltigkeit und Einheit, in seiner Schönheit und Großartigkeit nie genug zu bewundern vermögen — aus dem Chaos ist der Kosmos geworden. Der „Heilsgeschichte“ steht es gut an, auf Gott als die erste Ursache der Gesetze und Kräfte der Natur hinzuweisen, mittelst derer die ganze Entwicklung der Materie herbeigeführt und durchgeführt wurde, die Naturwissenschaft dagegen befaßt sich eben als solche nur mit diesen natürlichen Kräften und Gesetzen, und wenn sie also auf die „erste Ursache“ nicht zu sprechen kommt, so ist damit letztere noch nicht geleugnet.

Es ist sehr bemühend, zu beobachten, wie jede neue Entdeckung auf den verschiedenen Gebieten des Wissens sofort dazu benutzt wird, Kapital daraus zu schlagen zu Gunsten der materialistischen Weltanschauung. Jetzt soll es gelungen sein, das ganze Weltall mechanisch aus einem Urstoff aufzubauen. Aber wenn auch — bedarf denn dieser eine Urstoff nicht genau so gut des Baumeisters, wie unsere 75 Elemente und ihre Verbindungen? Ob ich 75 oder 4 Elemente oder einen einzigen Urstoff annehme: in seiner ersten Entstehung ist letzterer ebenso unerklärlich, wie die chemischen Elemente es sind. Ihr Urgrund liegt eben nicht in ihnen, sondern außerhalb — in der schöpferischen Macht Gottes.

Gerade in der Einheit des Weltalls, in der Einheit der Masse und ihrer Bewegungen, in der Einheit des Stoffes und seiner Gesetze und Kräfte liegt ein Hauptbeweis für die Existenz eines schöpferischen und erhaltenden und leitenden Gottes.

**Eine Welt und ein Gott!**





## II. Entstehung der Erde.

1. Stufenfolge der Himmelskörper. — 2. Entstehung der Erde: a. Theorien vor Kant-Laplace. b. Grundlagen der Kant-Laplace'schen Weltbildungshypothese. c. Das Kant-Laplace'sche System. d. Entwicklungszustände der Erde. — 3. Alter der Erde. — 4. Schöpfung der Materie, ein Postulat der Wissenschaft. — 5. Das „Sechstagerwerk“ des biblischen Schöpfungsberichtes.



**W**ie haben sich aus der Urmaterie die unzähligen Himmelskörper, zunächst unsere Erde, ausgehildet?

1. Den besten Anhaltspunkt zur Beantwortung dieser schwierigen Frage gibt uns der verschiedenartige Zustand der Himmelskörper, beziehungsweise der Materie, die wir im Weltall vorfinden. Da ist vorab der Aether zu nennen, der wegen seiner Feinheit das ganze Weltall erfüllt und alle in ihm schwebenden dichteren Stoffe durchdringt. — Ihm zunächst mögen jene wirklichen Nebelflecken (Fig. 5) kommen, deren Materie immer noch in solcher Verdünnung sich befindet, daß es in ihr noch nicht zur Ausgestaltung bestimmter Körper gekommen ist. Wir dürfen ihre Entstehung vielleicht vergleichen mit der Bildung der Regen- und Gewitterwolken aus dem Wasserdunste der Atmosphäre (bis jetzt sind ca. 11000 eigentliche Nebelflecken bekannt). — Eine weitere Art von „Nebelflecken“ hat sich als eine dichte Gruppe von Einzelsternen herausgestellt, wie man glaubt: ein im Entstehen begriffenes Fixsternsystem, ähnlich demjenigen, dem auch unsere Erde angehört (bis jetzt sind ca. 700 solcher bekannt). — Unter den völlig ausgebildeten Sternen sodann treffen wir solche, die noch im weißglühenden Zustande sich befinden, auch solche in Rotglut und von veränderlicher Helligkeit, endlich solche die kein eigenes Licht ausstrahlen, weil sie wenigstens an ihrer Oberfläche eine feste „abgekühlte“ Kruste besitzen. Zu dieser letzterwähnten Gruppe von Gestirnen gehören die Planeten, somit auch unsere Erde.

Und nun, was liegt da näher, als der Gedanke: alle diese verschiedenen Zustände, in welchen wir die Himmelskörper finden, seien Entwicklungszustände der einen Urmaterie, herbeigeführt durch die in der Materie innewohnenden natür-

lichen Kräfte und Gesetze? In der That zweifelt gegenwärtig niemand an der Richtigkeit dieser Auffassung. Die Bibel scheint, wie wir bereits gesehen haben, ebenso wie die Naturwissenschaft dafür einzutreten. „Die Grundstoffe sind die zugerichteten Bausteine“ des Weltgebäudes.

2. Viel schwieriger war die Lösung der eigentlichen Hauptfrage: wie hat sich die Erde endgiltig zu einem eigenen Himmelskörper herausgestaltet?

Das Planetensystem tritt uns, wie wir gesehen haben, als ein gewaltiges, mechanisches Kunstwerk entgegen, als eine Uhr mit langsam und schneller laufenden Rädern verschiedener Systeme. „Wie fein erst und bewundernswert muß uns der Planeten-Mechanismus erscheinen, wenn wir durch die astronomische Beobachtung und Rechnung erfahren, daß die Wandelsterne infolge ihrer gegenseitigen Anziehung, und weil sie während ihres Umlaufs sich bald ferner stehen, bald näher kommen, dann wieder auch paarweise ein gutes Stück nahezu mitjammen kreisen, daß sie einander wohl, oft bedeutend, in ihrem Laufe stören, gegenseitig aufhalten oder mitfortreißen, hin- und herziehen, daß jedoch alle diese Störungen wieder durch andere Störungen ausgeglichen werden, daß die gegenseitige Anziehung aller Planetenwelten wohl die Neigungen der Bahnen, die Exzentrizitäten, Achsenstellungen und noch verschiedenes andere unausgesetzt verändert, daß aber durch alle diese Veränderungen die mittleren Abstände der Planeten von der Sonne weder vergrößert noch verkleinert werden, und darum ein Zusammenstürzen des ganzen Uhrwerkes nicht herbeigeführt werden kann“ (Köhler).

Durch welche Kräfte wurde dieses mechanische Kunstwerk geschaffen?

a. Es ist leicht begreiflich, daß der Mensch zu allen Zeiten ein lebhaftes Interesse zeigte am Problem der Entstehung seiner Wohnstätte. Die Spekulationen der alten Völker sind aber meist so phantastisch, daß wir sie füglich außer acht lassen dürfen. Der erste, welcher eine beachtens-



*Fig. 5. Andromedanebel.*

werte, ganz auffallend an die modernen Entwicklungstheorien erinnernde Lehre von der Entstehung der Erde aufstellte, ist einer der hervorragendsten Kirchenväter des Orients, Gregor von Nyssa (331—396), in seiner Schrift „Ueber das Sechstageswerk.“ Zur Erklärung des vierten Tageswerkes des biblischen Schöpfungsberichtes (Schöpfung der Sonne, des Mondes und der übrigen Sterne) bemerkt er nämlich: bisher, in den drei ersten Schöpfungszeiten, sei die Erde vom Urlichte wie von einem leuchtenden Nebel umflossen gewesen; die Nebelteilchen seien jetzt in rotierende, wirbelnde Bewegung gekommen, einzelne derselben hätten sich dabei von den andern abgesondert, gruppiert und zu großen Kugeln zusammengeballt, und das seien eben die Sonne, der Mond und die Sterne.

Woher diese merkwürdige Wirbeltheorie stammt, wissen wir nicht. Anklänge an sie finden wir schon in der Weltbildungstheorie des jonischen Philosophen Demokrit aus Abdera (ca. 640 v. Chr.). Nach diesem Atomistiker besteht die Welt aus einem leeren Raume, in welchem sich unendlich viele, unteilbare, kleinste Körperchen, die Atome, befinden. Alle wirklichen größeren Körper entstehen durch Verbindung und Trennung dieser einzig durch die Gestalt und Lage (Zusammenordnung) verschiedenen Atome. „Die Bewegung der Atome geschieht nicht durch eine äußere, von ihnen abhängige, sondern durch eine ihnen von Anfang an inwohnende Kraft. Es befinden sich nämlich die Atome in ewiger Fallbewegung durch den unendlichen Raum; bei dieser Bewegung fallen die größeren Atome schneller als die kleinen, prallen dadurch auf diese und erzeugen Seitenbewegungen und Wirbel, durch welche sich die Atome zu Körpern zusammenballen. Diese Wirbel werden die Anfänge der Weltbildung.“ \*)

Auch Diodor von Sizilien (40 v. Chr.) streift in seiner „Historischen Bibliothek“ diese Theorie, wenn er schreibt

\*) Maier, Die physikalische Konstitution der ponderablen Materie. „Natur und Offenbarung.“ 1901 (47. Bd.) S. 387.



(1. Buch, 7. Kap.): „Im Anfang, da sich das Weltall bildete, hatten Himmel und Erde einerlei Gestalt, weil sie ein gemischtes Wesen ausmachten; nachher aber, als das Einzelne sich voneinander schied, entstand in der Welt der ganze Zusammenhang der sichtbaren Dinge und in der Luft die immerwährende Bewegung. Das Feurige in der Luft sammelte sich in den höchsten Gegenden, weil solche leichte Körper gemäß ihrer Natur nach oben schweben; aus diesem Grunde wurde die Sonne und das Heer der übrigen Gestirne in den allgemeinen Wirbel mit hineingezogen.“

Bis auf Kant spielt nun diese Wirbeltheorie bei den hervorragendsten Vertretern der Naturwissenschaft, bei Cartesius, Leibniz und Newton, in ihren Erdbildungstheorien stets die Hauptrolle.

Cartesius (1596—1650) nimmt an, daß Gott bei der Erschaffung der Materie letzterer eine bestimmte Bewegung erteilt habe und zwar gewissen abgegrenzten Massenteilschen eine Rotationsbewegung um ihr eigenes Zentrum und zudem eine Wirbelbewegung um einen andern Massenteil. Solche abgegrenzte Massenteile habe es von Anfang an viele gegeben, und sie füllten lückenlos das ganze Weltall aus. Also anfangs nicht kugelförmig, haben sich diese Massenteile bei ihrer Rotationsbewegung abgerieben, und erst dadurch kamen sie zu ihrer Kugelgestalt. Dabei wurden sie immer kleiner und kamen in so weite Entfernungen von ihrem ursprünglichen Zentrum, daß sie außer Bereich der Anziehungskraft desselben gelangten. Cartesius nennt diese Himmelskörper das zweite Element, jene abgeriebenen Massenteilschen dagegen, die sich mit der Zeit immerfort vermehrten, das erste Element; letzteres blieb mit dem Zentrum in steter Beziehung und bildete einen Wirbel um dasselbe — es sind die Fixsterne, wozu auch die Sonne gehört\*). Wie

\*) Wie man sofort erkennt, fußt diese Theorie noch ganz auf der alten vorkopernikanischen Anschauung von der Bewegung der Sonne um die feststehende Erde.

aber das kochende Wasser fremdartige Teile als Schaum aus sich entfernt, welcher an der Oberfläche schwimmt, so mußte auch die Materie der Fixsterne, speziell der Sonne, fremdartige, schwerer bewegliche Teile am Äquator, wo die Wirbelkraft in ihren Wirkungen sich am stärksten zeigt, ausstoßen. Diese ballten sich dort zusammen und bildeten das dritte Element. Dieses ist vermöge seiner Natur träger und konnte somit den Wirbel nicht mehr in voller Kraft mitmachen, trennte sich als dunkler und trägerer Körper (Planeten und Monde) von dem ersten Elemente los und wurde von einem stärkeren angrenzenden Wirbel erfaßt und im Banne gehalten. -- Leibniz (1656—1716) und Newton (1643—1727) standen ganz im Banne dieser Wirbeltheorie.

Buffon dagegen (1707—1788) war Anhänger der Kometentheorie. Ein Komet, so glaubte er, habe durch seinen Sturz auf die Sonne einen Strom von Materie losgelöst, dessen einzelne Teile sich später zu verschiedenen größeren und kleineren Kugeln zusammenballten, die dann allmählich durch Abkühlung fest und dunkel wurden und sich als Planeten und Monde in verschiedenen Entfernungen um die Sonne bewegten. Wegen dieser letzteren Anschauung von der Abkühlung der Masse und Bildung der Planeten aus der Sonne wird Buffon auch als Vorläufer von Kant-Laplace bezeichnet.

Weitere Weltbildungstheorien aus jener Zeit stammen von Thomas Burnett, Lazaro Moro, Pallas, Silberschlag, Woodward, Hutton, Whiston u. s. w.

b. Indem wir nun zur Darstellung der Kant-Laplace'schen Erdbildungstheorie schreiten, welche gegenwärtig einzig noch Geltung hat, haben wir zuerst das Fundament, auf welches sie aufgebaut ist, kennen zu lernen, die Tatsachen, welche dem ganzen Problem als sichere Voraussetzung dienen.

Die erste und wichtigste Tatsache ist die, daß die Erde ein Teil des Sonnensystems, ein Planet ist. Wenn wir nun die verschiedenen Himmelskörper dieses Systems in verschiedenen „Entwicklungs“-Stadien sehen, vom gasförmigen Nebelflecken bis zum vollständig erstarrten Zustande des Mondes, so wird eben auch unser Himmelskörper, die Erde, einen ähnlichen Entwicklungsgang durchgemacht haben, beziehungsweise sich noch in diesem Zustande der Entwicklung, der Abkühlung befinden. Einen direkten Beweis für eine durchgemachte Entwicklung besitzen wir übrigens in den Formationen der Erdrinde von den kristallinisch-schiefrigen Gesteinen der Tiefe bis zu den jetzigen Ablagerungen in den Seen und Meeren.

Eine zweite Tatsache, welche schon tiefer ins Problem hineinführt, ist das hohe spezifische Gewicht oder die Dichte der Erde. Man versteht darunter die Zahl, welche ausdrückt, um wie viel mal schwerer oder leichter eine fragliche Körpermasse sei als eine gleich große Wassermasse (rein und bei  $+4^{\circ}$  C). Während also  $1 \text{ cm}^3$  Wasser genau 1 Gramm wiegt, so beträgt das Gewicht z. B. eines gleichen Volumens Eisen 7,8 Gramm, Silber 10,4, Blei 11,3 Gramm.

Die ersten Untersuchungen über die durchschnittliche Dichte der Erde (als ein Ganzes genommen) reichen noch ins 18. Jahrhundert zurück. Die verschiedenen Methoden, die man hierbei bis heute angewendet hat, vorzulegen, würde uns zu weit von unserem Ziele ablenken. Die Mittel waren: die Messungen von Lotablenkungen, die Beobachtung der Pendelschwingungen und experimentelle Wägungen. Nach dem Gravitationsgesetz kann die Erddichte gefunden werden aus dem Verhältnis der Erddanziehung zur Anziehung irgend eines Körpers von bekannter Dichte (z. B. eines regelmäßig gebauten Berges oder einer großen Bleifugel), welcher auf ein Lot, oder auf ein Pendel, oder auf eine Drehwaage einwirkt. Die Resultate derselben waren stets ziemlich gleichlautend; namentlich lieferten die verbesserten Methoden der

neuesten Zeit so übereinstimmende Zahlen, daß man vernünftigerweise an der Richtigkeit nicht mehr zweifeln kann. Die Durchschnittszahl ist rund  $5\frac{1}{2}$ , d. h. die Erdmasse ist  $5\frac{1}{2}$  mal schwerer als Wasser.\*) Die mittlere Dichte der starren Erdoberfläche allein beträgt aber nach A. Humboldt nur 2,5, die der starren und flüssigen zusammen nur 1,6. Bekanntlich ist ja  $\frac{2}{3}$  der Erdoberfläche mit Wasser bedeckt, und die Gesteine, welche unserer Beobachtung zugänglich sind, die Kalk, Dolomite, Sandsteine, Kreide, Mergel, Tone, Granit, Feldspat, Quarz, Glimmer, Porphyr u. s. w. bleiben alle unter der Dichte 3 bedeutend zurück; nur einige vulkanische Gesteine besitzen ein etwas höheres spezifisches Gewicht als 3. Aus all dem folgt, daß die Erde in größeren Tiefen aus viel schwereren Stoffen besteht, welche die Dichte der Erde so bedeutend erhöhen.

Man hat auch herausgefunden, was für ein Stoff dies wahrscheinlich sei, nämlich das Eisen; es hat das hohe spezifische Gewicht von 7,4 und ist unter den schweren Metallen das verbreitetste auf der Erde (nicht als gediegenes Eisen, sondern als chemische Verbindung, so z. B. im Wasser, in den Pflanzen, in vielem Gestein). Die schwedischen Forscher Steenstrup und Nordenfjöld entdeckten auf der grönländischen Insel Disko mehrere in Basalt ganz eingeschlossene große Eisenblöcke (der größte Block hatte ein Gewicht von 21 000 Kilo) und eine Unzahl im Basalt eingesprengter kleinerer Eisenkörper. Da nun Basalt ein eruptives Gestein ist, so muß jenes Eisen einst mit dem Basaltgestein aus tieferen

---

\*) Nebenbei bemerkt, läßt sich aus dieser Zahl ganz leicht das Gesamtgewicht der Erde berechnen. Die Erde hat nämlich einen Rauminhalt von 1083 Trillionen Kubikmeter; 1 Liter Wasser wiegt 1 Kilo, 1 Kubikmeter sind 1000 Liter; da nun die Erdmasse im Durchschnitt  $5\frac{1}{2}$  mal schwerer ist als Wasser, so habe ich die einfache Rechnung:  $1083 \text{ Trillionen} \times 1000 \times 5\frac{1}{2} = 5 \text{ Quattrillionen}, 856500 \text{ Trillionen}, \text{ oder rund } 6 \text{ Quattrillionen} (= 6,000\,000,000\,000,000\,000,000) \text{ Kilo. Das Wasser bildet den } \frac{1}{46000} \text{sten Teil der gesamten Erdmasse.}$

Erdschichten herausgeschleudert worden sein; es sind losgerissene Stücke jener schweren Masse im Innern der Erde, welche das hohe spezifische Gewicht der Erde verursacht. \*)

Der amerikanische Geologe Dana macht noch auf eine hiemit übereinstimmende Erscheinung an den Meteoriten aufmerksam. Diese Kometentrümmer werden ihrem Stoffe nach unterschieden in Meteorsteine, welche wie die Oberflächengesteine der Erde nur einen kleinen Prozentsatz Eisen enthalten, und in Meteor Eisen, welche ganz aus gediegenem Eisen bestehen. Offenbar, so schließt Dana daraus, sind diese Himmelskörper ganz ähnlich gebaut wie die Erde: im Innern befindet sich ein schwerer Eisenkern, die Oberfläche aber besteht der Hauptmasse nach aus leichterem Gesteinsmaterial.

Aus all dem folgt nun unmittelbar, daß die Erde wenigstens früher einmal sich in glühend-flüssigem Zustande befand, denn nur in flüssiger Masse konnte eine derartige Lagerung der Gesteine nach ihrem spezifischen Gewicht stattfinden.

Die Wärmestrahlung der Erdrinde beweist uns aber noch weiter, daß die Erde auch gegenwärtig in entsprechender Tiefe glutflüssig ist.

---

\*) An diese Eisenblöcke der Insel Disko knüpft sich bereits eine größere Literatur. Die neueste Stimme, die sich hierüber hat vernehmen lassen, Winkler, in einem in der Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig am 5. Februar 1900 gehaltenen Vortrage, „Ueber die Möglichkeit der Einwanderung von Metallen in Eruptivgesteine unter Vermittlung von Kohlenoxyd“ (Berichte, 1900. S. 9—16), hält dafür, daß die von der schwedischen Polarexpedition vom Jahre 1870 auf der Südküste der Insel Disko bei Grönland am Fuße eines Basaltrückens aufgefundenen Blöcke von gediegenem Eisen, welche unter der Bezeichnung „Ovisak-Eisen“ bekannt und anfangs für meteorisches Eisen gehalten wurden, tellurischer (tellus = Erde, tellurisch = irdisch) Natur sind. Schon Steenstrup war vom geologischen Standpunkt aus dieser Ansicht. Rein chemische Erwägungen, wie sie Winkler angestellt hat, bestätigen nun diese Ansicht, weshalb die Arbeit auch für Geologen nicht ohne Bedeutung ist.

Die Erde besitzt eine doppelte Wärmequelle: die Sonne und das eigene Innere. Die Bestrahlung durch die Sonne, die Insolation, wirkt nur auf die alleroberste Erdschicht ein. Die vom täglichen Temperaturwechsel beeinflussten Wärmeschwankungen erstrecken sich nur auf die geringe Tiefe von 1—1 $\frac{1}{2}$  m, die jährlichen im mittleren Europa auf 20—28 m. Die Temperatur selbst entspricht in dieser Tiefe der mittleren Jahrestemperatur des betreffenden Ortes. Unterhalb dieser Zone, wo das ganze Jahr hindurch stets die gleiche Temperatur herrscht,\*) beginnt nun der Einfluß der Eigenwärme der Erde sich dadurch bemerkbar zu machen, daß von hier an die Temperatur mit wachsender Tiefe der Erdschicht zunimmt. Die Dicke oder „Mächtigkeit“ der Schicht, nach welcher die Temperatur um 1° C. zugenommen hat, nennt man „geothermische Tiefenstufe“; sie beträgt nach all den unzähligen Beobachtungen an Thermen (heißen Quellen), artesischen Brunnen, an Alpentunnels, in Bergwerken und Bohrlöchern durchschnittlich 30—33 m. Freilich gibt es mancherlei Unregelmäßigkeiten, die sich aber leicht erklären lassen z. B. durch chemische Vorgänge im Innern, welche Wärme erzeugen (z. B. im elsässischen Petroleumgebiet bei Pechelbrunn beträgt die geothermische Tiefenstufe nur 13,9 m, bei Oberstätten sogar nur 7,8 m) und durch die Nähe von noch tätigen oder auch erloschenen Vulkanen (z. B. bei Neuffen, am Fuße der schwäbischen Alb, mit 11,3 m; bei Monte Massi in Toskana mit 13,5 m; bei Macholles im ehemaligen vulkanischen Gebiet der Limagne, mit 14,4 m; die Calumet und Hecla-Mine dagegen, am Obern See, Nordamerika, mit 69,6 m).

Würde nun die Temperatur nach innen stets im gleichen Maßstabe zunehmen, so würde man schon bei 10 Meilen Tiefe auf eine Temperatur stoßen (bedeutend über 2000° C),

---

\*) Diese interessante und wichtige Beobachtung wurde zuerst Ende des 17. Jahrhunderts in den tiefen Kellern der alten Pariser-Sternwarte gemacht.

die alle Gesteine zum Schmelzen bringen würde. So kam man konsequenterweise zur Annahme eines immer noch glühendflüssigen Erdinnern, und ein wirklich stichhaltiger Grund, letzteres zu leugnen, ist nicht vorhanden, zumal die vulkanische Lava ein direktes Zeugnis dafür ist, daß es im Erdinnern Temperaturen gibt, welche das Gestein in der That glutflüssig zu machen vermögen. Nur das muß zugegeben werden, daß der glutflüssige Zustand nicht so nahe an der Erdoberfläche schon eintritt, wie obige Berechnung dies verlangt. Je tiefer man nämlich nach innen gelangt, um so schwerer lastet der Druck der oberen Schichten auf den unteren. Dieser ganz ungeheure Druck (in der Tiefe von 30 km ist er = 37000 kg auf 1 □ mm; Granit wird schon bei einem Druck von 10 kg auf 1 □ mm zu Staub zermalmt, und der beste Stahl vermag nur einen Druck von 86 kg auf den Quadratmillimeter auszuhalten) bewirkt, daß die Erdmasse viel langsamer zum Schmelzen kommt. Dagegen hat Ritter die innere Hitze auf 100 000° C berechnet, bei der schließlich doch alle Gesteine nicht bloß in glutflüssigen, sondern sogar in Gaszustand übergehen müssen.

Fragen wir endlich nach dem Ursprung, nach der Ursache dieser inneren Erdwärme, so kann nach der Analogie mit den andern Himmelskörpern keine andere befriedigende Antwort gegeben werden als: das glutflüssige oder gasförmige Erdinnere ist ein Rest jenes früheren Entwicklungszustandes der Erde, wo sie noch gänzlich ein solcher gasförmiger oder feurigflüssiger Himmelskörper gewesen, während sie später an ihrer Oberfläche allmählich durch Abkühlung eine feste Rinde erhalten, wodurch das Erdinnere nunmehr vor rascher Abkühlung geschützt war.

Das sicherste Fundament endlich für eine Erdentwicklungstheorie bietet die Tatsache der Einheit der Stoffe bei allen Himmelskörpern; diese Tatsache weist sozusagen direkt darauf hin, daß alle Himmelskörper einst ein einheitliches Ganzes bildeten und erst später im Laufe der Ent-

wicklung auseinander zerfielen in die Millionen Einzelkörper, die wir gegenwärtig am Himmelraume zählen.

c. Kant, der große Denker in Königsberg (Fig. 6)

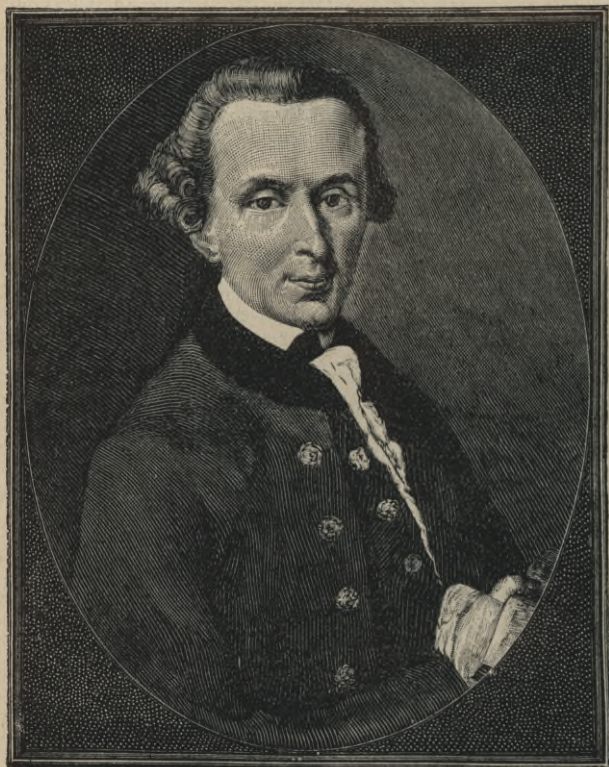


Fig. 6. Kant.

veröffentlichte 1755 seine „Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels, oder Versuch von der Verfassung und dem mechanischen Ursprunge des ganzen Weltgebäudes, nach



Newton'schen Grundsätzen abgehandelt." Namentlich die merkwürdigen Eigentümlichkeiten der Planetenbahnen: die geringe Abweichung derselben von der Ebene der Ekliptik (die Erde bewegt sich um die Sonne nicht in der Richtung des Sonnenäquators, sondern beschreibt eine schiefe Ebene von  $23\frac{1}{2}$  Grad Neigung; die übrigen Planeten bewegen sich in ungefähr derselben Richtung um die Sonne) und dieselbe Richtung aller Umlaufbewegungen derselben von West nach Ost, hatten ihn auf den Gedanken gebracht, „daß alle Materien, daraus die Kugeln, die zu unserer Sonnenwelt gehören, alle Planeten und Kometen, bestehen, im Anfang aller Dinge in ihren elementarischen Grundstoff aufgelöst, den ganzen Raum des Weltgebäudes erfüllet haben, darin jezo diese gebildeten Körper herumlaufen.“ Diesen elementarischen Grundstoff haben wir uns als Dunst vorzustellen, woher wohl die spätere Bezeichnung der Kant-Laplace'schen Theorie als „Nebularhypothese“ herkommen wird.

Kein Stoff ohne Kraft. Von Anfang an wirkten im Stoffe anziehende und abstoßende Kräfte. Vermöge dieser Kräfte wurden „die zu ihren Anziehungspunkten sinkenden Elemente durcheinander von der gradlinigten Bewegung seitwärts gelenkt“, so daß sich eine Anzahl Wirbel bildeten, die sich vielfach durchschnitten. Die so „auf mancherlei Art unter einander streitenden Bewegungen“ bewirkten theils den Verlust der Bewegung eines großen Theils der ganzen Masse, woraus sich ein Zentralkörper bildete, während ein kleinerer Teil genügende Schwungkraft beibehielt und weiter rotierte. Die Gravitationskraft bewirkte endlich in diesen letzteren eine allgemeine Uebereinstimmung in den Bewegungen; die nächsten Massenteile zogen sich einander an, und so kam es zur Bildung der Planeten. Daß diese in ihren Bewegungen unter sich um ein Geringes von der Ekliptik und von der Kreisform abweichen, hat gerade darin seinen Grund, daß viele Teilchen aus verschiedenen Richtungen und Entfernungen zur Bildung der Planeten herangeholt werden. Die sonnen-

näheren Planeten sind dichter, als die weiter entfernten, weil schon vor der Bildung der Planeten die Substanzen ihrem spezifischen Gewichte gemäß so geordnet waren, daß die



Fig. 7. Laplace.

schwereren zunächst dem Zentralkörper, die leichteren mehr entfernt von ihm sich gelagert hatten. Bei der Entstehung der

Monde wiederholten sich dieselben Vorgänge im Kleinen, wie vordem bei der Bildung der Planeten im Großen.

Von dieser Kant'schen Hypothese der Entstehung unseres Sonnensystems ist manches als durchaus unhaltbar erkannt. So sind z. B. abstoßende Kräfte außer der Zentrifugalkraft, die vor Beginn der Bewegungen nicht vorhanden war, wohl denkbar, aber für den Anfang der Weltbildung, für die Nebularzeit, kaum erweisbar. „Es muß als ein Prüfstein für den Wert eines jeden Versuches, die Entstehung des Sonnensystems zu lehren, bezeichnet werden, ob dadurch der Ursprung der Achsendrehung der Planeten- und der Satelliten-(Mond)-Umläufe klar und auf Grund der einwandfreien Gesetze der Mechanik dargestellt wird. Einer solchen Prüfung ist Kant's Lehre nicht gewachsen.“ (Köhler).

Erst 1796 erschien zu Paris das Werk von Pierre Simon Laplace (Fig. 7), in welchem dieser französische Astronom und Mathematiker, von derselben Voraussetzung der ursprünglichen Einheit des ganzen Sonnensystems ausgehend, jene Hypothese aufstellte, die man heutzutage die Kant-Laplace'sche Hypothese nennt, die aber mit Kant durchaus keine weitere Beziehung aufweist, als eben die genannte Voraussetzung. Das Werk heißt: „Exposition du système du monde“ (Auseinandersetzung des Systems der Welt); die bezeichnete Hypothese nimmt nur einen kleinen Raum in diesem Werke ein. —

Die Bewegung, so führt Laplace aus, ist eine von Anfang an gegebene, ebenso die hohe Temperatur der ganzen Nebelmasse. Die Abkühlung bewirkte nach und nach eine Verkleinerung, die dadurch beschleunigte Rotation eine Ablösung der äußeren Zone in der Ebene des Aequators des Gasballes in Ringform (Fig. 8). Dieser Vorgang wiederholte sich so lange, als der Zentralkörper noch so wenig verdichtet war, daß sich die Gasmassen noch leicht von ihm trennen konnten. Dann kühlten sich die Gasringe bald ab (als bedeutend kleinere Masse mit großer Oberfläche), die

Teile verdichteten sich und es bildeten sich dichtere Knoten aus, Anziehungspunkte für die übrigen Partien des Ringes. Da schließlich aus jedem Ring nur eine Kugel (Planet) entstand, so muß angenommen werden, daß je ein dichtester Knoten alle andern schließlich an sich gezogen (die Ausnahme

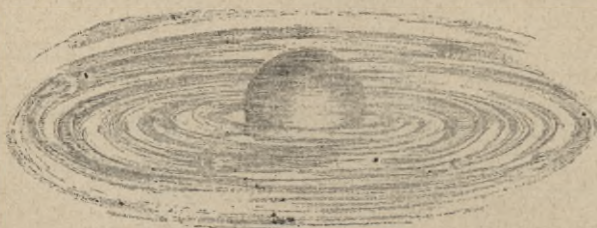


Fig. 8. Gasringe um die Sonne, nach Laplace.

der Planetoiden war zur Zeit Laplace's noch nicht bekannt). Da die äußeren Teile der Gasringe eine schnellere Bewegung erlangten als die inneren — eine Folge der verschiedenen Reibung der Massenteilchen auf der Außen- und Innenseite, — so nahmen die Planeten auch eine Rotation um ihre eigene Achse an.

Das sind die Grundzüge der Laplace'schen Ausführungen, welche seither in manchem vervollkommnet, d. h. auf genauere mechanische Prinzipien zurückgeführt wurden, im großen und ganzen aber unverändert geblieben sind.

Zur Befräftigung der Ringbildungshypothese wird namentlich hingewiesen auf die noch gegenwärtig erkennbaren Spiralnebel (Fig. 9) und Ringnebel (Fig. 10) im Himmelsraume und auf die Ringe des Saturns (Fig. 11).

Plateau in Genf wollte diese Ringbildung sogar experimentell nachmachen. In einem Glase wird ein Gemisch von Wasser und Alkohol derart hergestellt, daß es das spezifische Gewicht von Olivenöl bekommt. Mittelft einer drehbaren senkrechten Achse wird eine kleine Menge Olivenöl,



Fig. 9. Spiralsnebel in den Jagdhunden.

welches man dem Gemische beigelegt, in Rotation versetzt. Zuerst nimmt das Del eine flache linsenförmige Gestalt an, bei erhöhter Rotationsgeschwindigkeit bildet es dann einen rotierenden Ring, der endlich in viele Ringe zerreißt, welche als Delfugeln mit samt der übrigen Flüssigkeit im Kreise herumquirlen. Dieses Experiment ist freilich aus verschiedenen Ursachen kein Beweis für das Laplace'sche System der



Fig. 10. Der Nebelfleck der Lyra.

Weltbildung; die Aehnlichkeit in der Ringbildung ist eine rein äußerliche. Plateaus Versuch beruht auf der Wirkung der Kohäsionskraft der Flüssigkeit (Oelfugel), also auf einer

Molekularkraft. Die Laplace'sche Theorie nimmt für die Ringbildung u. s. w. der entstehenden Himmelskörper ausschließlich nur die Gravitationskraft in Anspruch.

Manche sind mit der Voraussetzung, welche Laplace macht, indem er die erste Bewegung und die Hitze des Urnebels einfach als gegeben betrachtete, nicht einverstanden und wollen diese Eigentümlichkeiten des Urstoffes auf rein mechanische Prinzipien zurückführen. So sollen sich nach den einen im Urstoffe verschiedene Verdichtungsstellen gebildet haben, die sich vermöge der

Gravitationskraft sofort stärker anziehen mußten und womit die erste

Bewegung der Stoffteilchen gegeben sei. Aber wie soll es zu solchen Verdichtungskörpern gekommen sein? Die Gravi-



Fig. 11. Saturnringe.

tationskraft hat ja bei vorausgesetzter Gleichheit des Stoffes überall und auf alle Teile gleichmäßig eingewirkt. Da bliebe nur die Annahme übrig, daß von Anfang an wenigstens ein gewisser Wärmevorrat im Urstoff vorhanden war, der dann ungleichmäßig abgegeben wurde; so konnte dann der Stoff durch Abkühlung sich zu derartigen Verdichtungskörpern ausbilden. Das sind aber willkürliche Annahmen, die so wenig befriedigen, wie die Laplace'sche Voraussetzung.

Der Jesuit Braun nimmt in seiner „Kosmogonie“\*) Zuflucht zur Annahme eines doppelten Urstoffes: des massigen Stoffes, der mit der Gravitationskraft (Anziehung) ausgestattet ist, und des unwägbaren Aethers, dem die Repul-

\*) 2. Auflage, Münster, 1895.

sionskraft (Abstoßung) zukomme. Die einzig mögliche Aenderung, welche im Urstoff vor sich gehen konnte, war eine Annäherung der Teilchen, bewirkt durch die Gravitationskraft. Da nun „wenigstens an der äußersten Grenze der Gasmasse die symmetrische Lage der Teilchen fehlte“ (S. 30), so mußte die Verdichtung schließlich ungleich werden; es bildeten sich Verdichtungskörper, ähnlich wie der Wasserdampf in der Luft „um einzelne Punkte zu Schneekriställchen sich verdichtet.“ Diese Verdichtungskörper übten aufeinander eine stärkere Anziehung aus, als die übrige Stoffmasse, wurden aber auf ihren Wegen durch die seitwärts stehenden Nebelmassen etwas abgelenkt, so daß sie nicht mit zentralem Stoße aufeinander trafen, sondern nur einander tangential streiften. Aus diesen unzähligen, ungleich starken Seitenstößen kleinerer Körper auf den größeren Zentralkörper mußte bei letzterem doch schließlich sich eine bestimmte Drehrichtung herausbilden — und damit haben wir die Bewegung des ersten Zentralkörpers erklärt. Wirklich erklärt? Ich meinesteils begreife nicht recht, wie bei der Annahme eines „ursprünglichen Gleichgewichtes“ der Teilchen (S. 30) diese letzteren „wenigstens an der äußersten Grenze der Gasmasse“ nicht symmetrisch gelagert sein mußten. Wenn diese letztere Annahme nicht widerlegt werden kann\*), so fällt damit das ganze Fundament des Erklärungsversuches. Die Bewegung kann wirklich als Folge der Anziehungskraft der Stoffteilchen angesehen werden; eine rotierende Bewegung verlangt eine unsymmetrische Anordnung dieser Urstoffteilchen, wofür aber der Wahrscheinlichkeitsbeweis auch noch nicht erbracht ist. Auch die Unterscheidung eines doppelten Urstoffes befriedigt uns durchaus nicht, obwohl sie sich auf die jetzt tatsächlich exi-

---

\*) In der 3. Auflage (1905. S. 31) sagt Braun nur noch, daß „die Teilchen nach allen Seiten symmetrisch oder doch sehr nahe symmetrisch von andern umgeben waren“ — zwei Dinge, die sich ganz ausschließen; nur in letzterem Falle kann es zu einer rotierenden Bewegung kommen.



stierenden Verhältnisse stützen kann. Es ist aber sehr interessant, wie Braun diese Unterscheidung zur Erklärung der ursprünglichen Hitze des Gasballes zu verwenden weiß.

Wie nämlich durch die Verdichtung von Gasen Wärme erzeugt wird, ersehen wir am pneumatischen Feuerzeug, einem starken, geschlossenen Glasrohr, in welchem ein luftdicht angepaßter Kolben so bewegt werden kann, daß dadurch die Luft verdichtet wird. Bringt man vorn am Kolben einen Zunderschwamm an, so sieht man bei rascher Bewegung des Kolbens Feuer entstehen; der herausgenommene Zunderschwamm brennt. Eine  $11\frac{1}{4}$ fache Verdichtung der Luft ( $= 29\frac{1}{2}$  Atmosphärendruck) genügt, um eine Temperatur von ca.  $500^{\circ}$  C hervorzurufen. Je dichter die Massenteilchen liegen, um so mehr muß der dazwischen befindliche Aether, dessen Bewegungen als die Ursache der Wärme, des Lichtes, der Elektrizität angesehen werden, verdrängt werden — es entstehen Aetherbewegungen und damit Wärme, Licht, Elektrizität. „Auf diesem Wege der stufenweise immer zunehmenden Kondensation (Verdichtung) tritt nun bei einer gewissen — absolut betrachtet, noch immer sehr geringen — Verdichtung ein eigentümlicher Zustand ein. Der Stoff fängt an, schwach selbstleuchtend zu werden. Es ist dies kein eigentliches Glühen, denn die Temperatur ist ohne Zweifel noch sehr weit entfernt von derjenigen, bei welcher Gase zu glühen anfangen; vielmehr könnte man es ein Phosphoreszieren nennen. Dieses Licht ist zweifellos vorhanden, sonst könnte man ja die Nebel (Nebelflecken) gar nicht sehen; und auch bei den so außerordentlich dünnen Schweifen der Kometen ist einiges solches Eigenlicht durch das Spektroskop mit Sicherheit nachgewiesen worden . . . . . Wahrscheinlich sind dabei elektrische Vorgänge im Spiele. Es ist auch sehr plausibel, daß der Aether, wenn er noch in so großer Menge um die Massen-Atome gebunden ist, dem Stoff einige derartige optische oder elektrische Eigenschaften erteilen wird, welche die Stoffe, mit denen wir experimentieren können,

nicht mehr haben, weil sie nur noch einen kleinen Rest von Aether in sich gebunden enthalten.

„Wenn aber die Verdichtung noch weiter voranschreitet, dann wird nicht nur jenes Phosphoreszieren stärker, sondern allmählich wird die Hitze so groß, daß ein wirkliches Glühen der Masse eintritt“ . . . bis zum „höchsten Grad des Weißglühens“.

Ueberaus interessant und einfach ist die Erklärungsweise der Entstehung der ursprünglichen Wärme nach Friedel. Dieser Leipziger Gelehrte verbindet die neue Elektronentheorie (s. o. S. 27) mit dem Gesetze der Erhaltung der Kraft und kommt zu folgenden Erwägungen. Die Zerlegung eines Atoms in seine Elektronen erfordert eine ungemein große Energiemenge. Umgekehrt muß nach dem Gesetze der Erhaltung der Energie eine ebenso große Energiemenge frei werden, wenn die Elektronen sich zu einem Atom vereinigen. So sollen z. B. bei der Bildung eines Grammes Wasserstoff über 14000 Grammcalorien frei werden, d. h. eine Wärme sich bilden, durch welche die Temperatur eines Grammes Wasserstoff um mehr als 14000 Grad erhöht werde. Es muß also beim ersten Uebergang der Elektronen in die ersten chemischen Elemente eine ungeheure Energiemenge frei geworden sein, die sich als Wärme im Urnebel aufspeicherte und die hohe Temperatur desselben erklärt. Freilich wissen wir auch jetzt noch nicht, wodurch dieser Uebergang veranlaßt und ins Werk gesetzt wurde.

Was haben wir nun von dieser Laplace'schen Weltbildungstheorie zu halten? Die meisten Naturforscher stimmen derselben wohl bei. Ganz einig ist man darin, daß sie durchaus keinen höheren Wert als den einer Hypothese beanspruchen kann. Sie erklärt ganz genügend und befriedigend die Tatsachen, welche, sowohl bei Kant, wie bei Laplace, den Anstoß zur Hypothese gegeben haben: die Uebereinstimmung der Umlaufsrichtung aller Planeten mit der Richtung der Sonnenrotation, die geringe Abweichung der Planetenbahnen von Kreisen mit gemein-

schäftlichem Zentrum, die Uebereinstimmung der Richtung aller bekannten Planeten-Achsendrehungen mit der Richtung der Sonnenrotation, endlich auch die Einheit des Stoffes auf allen Himmelskörpern. Dagegen vermag sie noch nicht hinreichend nachzuweisen, wie die Bildung der Planeten aus einem Zentralkörper stattgefunden; die Ringbildungshypothese z. B. wird von manchen Physikern sehr beanstandet, ebenso die Ausdehnung der Hypothese von der Entstehung unseres Sonnensystems auf das ganze Weltsystem, die Entstehung der ersten Bewegung, der Wärme\*) u. s. w. Ebensowenig ist es gelungen, zu erklären, weshalb die Monde des Uranus und Neptun entgegen der Bewegungsrichtung der Planeten und deren Monde sich von Ost nach West drehen. — Es ist immer noch wahr, was Oskar Fraas sagte („Vor der Sündflut“): „Die ehrliche Wissenschaft wird gestehen, daß sie über den Anfang der Dinge entschieden nichts weiß.“

Die christliche Philosophie der Gegenwart ist der Kant-Laplace'schen Hypothese durchwegs günstig gestimmt. So schreibt z. B. Braig, der deutsche Herausgeber der „Apologie des Christentums“ von Duilhé de Saint-Projet (1889, S. 185): „Die Kant-Laplace'sche Weltklärung, zumal in ihrer durch Faye verbesserten Form ist eine Hypothese auf dem Wege empirischer Bestätigung. Ihre schönen kosmogonischen Induktionen lassen sich, wie die wahre naturwissenschaftliche Methode dies erfordert, durch die Beobachtung kontrollieren und zur vollbegründeten Probabilität führen . . . Sie ist ihren Grundzügen nach von der größten Zahl der Gelehrten angenommen. Täglich mehren sich ihre Anhänger. Die Fortschritte der Astronomie und der allgemeinen Physik, die neuesten Wahrnehmungen und Entdeckungen, zumal die merkwürdigen Aufschlüsse der Spektralanalyse, die mittels eines Lichtstrahles eindringt in das Geheimnis der

---

\*) Fragen, die wahrscheinlich mit jener nach dem Wesen der Materie und Kraft zusammenhängen und kaum jemals werden gelöst werden.

Zusammensetzung auf den Himmelskörpern, machen die Hypothese mehr und mehr wahrscheinlich.“ Und C. Gutberlet sagt in seiner Schrift „Der mechanische Monismus“ (1899. S. 49): „Ich akzeptiere die Kant-Laplace'sche Hypothese in ihren Grundzügen bereitwilligst und glaube, daß manche der für unlösbar gehaltenen Schwierigkeiten in derselben noch gelöst werden.“

Wie schon erwähnt, hat namentlich der Jesuit Braun sich um die Verbesserung dieser Weltbildungshypothese sehr verdient gemacht. Er glaubt sie gegen solche, welche „zuviel Glauben haben“, sogar verteidigen zu müssen. Er schreibt in seiner „Kosmogonie“ (2. Aufl. 1895. S. 12): „Es gibt deren in der Tat noch weit mehr als man denken sollte, die sofort eine gefährliche Neuerung wittern, wenn man nur von einem ursprünglichen Gasball redet, aus welchem die Erde sich gebildet habe, oder wenn man den ursprünglich feurig-flüssigen Zustand der Erde oder das noch jetzt feurig-flüssige Innere der Erde zur Sprache bringt. Das ist wohl etwas zu viel Glaube und zu wenig Wissenschaft. Diese Anschauungsweisen stützen sich aber auch weder auf wissenschaftliche Gründe, noch auch auf stichhaltige Beweise aus den Lehren des Glaubens. Vielmehr scheinen sie nur aus jener kindlichen Auffassungsweise entstanden zu sein, welche man als Kind von den großen Wahrheiten der Erschaffung und Erhaltung durch Gott sich gebildet hat, als man dieselben vom Katecheten hat vortragen hören. Diese kindlichen Auffassungen, in denen naturgemäß Gott etwas zu menschlich gedacht wird, sind dann mit dem eigentlichen Kern der Glaubenswahrheiten so innig verwebt und verschmolzen worden, daß man nicht mehr sieht, wie sie davon getrennt werden könnten, und deshalb meint, die ganze Glaubenslehre würde zusammenstürzen, wenn jene naive Auffassungsweise derselben als unhaltbar erwiesen würde.“

d. Fassen wir das Bisherige kurz noch einmal zusammen, so ergeben sich für die Erde folgende Entwicklungsstadien:

I. Die Erde war zuerst wie die übrigen Himmelskörper glühend-gasförmig, wie heute noch die Nebelflecken; man kann diese Zeit kurz die Wolfenzeit der Erde nennen. Der endgiltige Beweis für die Existenz wirklicher Nebelflecken wurde durch die Spektralanalyse geliefert. Ihr Spektrum ist nämlich ein ganz anderes als dasjenige ausgebildeter Sterne, ein sog. dünnes Linienpektrum, wie es Fig. 12 zeigt, das erste von Huggins (1864) auf-

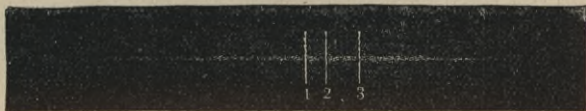


Fig. 12. Huggins Spektrum eines Nebelfleckens.

genommene Spektrum eines Nebelfleckens. Das äußerst schwache Band, auf welchem die Linien auftreten, stammt von dem Lichte eines schwach glühenden festen oder flüssigen Körpers oder auch von einer sehr verdichteten Gasmasse her, die innerhalb des Nebelfleckens auftreten.

Die jetzt noch existierenden größten Nebelflecken des nördlichen Sternenhimmels sind folgende:

1. Ein großer, unregelmäßiger Nebel im Sternbild des Orion.
2. Ein runder, kleinerer Nebel im Sternbild der Wasserschlange.
3. Ein rundlicher, mittelgroßer Nebel im Sternbild des Raben.
4. Ein kleiner, ringförmiger Nebel zwischen dem Schützen und Schlangenträger.
5. Ein sehr unregelmäßiger, mehrfach zerteilter und großer Nebel im Sternbild des Schützen.
6. Ein zweiter großer, unregelmäßiger Nebel (Omega-Nebel) im Schützen.

7. Ein kleinerer, runder Nebel mit zwei seitlichen Ausläufern im Wassermann.
8. Ein kleinerer, rundlicher Nebel mit hellerer Mitte im Eridanus.
9. Ein kleinerer, runder, etwas spiralförmiger Nebel nördlich vom Pegasus.
10. Ein größerer, elliptischer Nebel im Fuchs.
11. Ein zweiter, rundlicher Nebel mit hellerem Rande im Fuchs.
12. Ein großer Ringnebel im Sternbilde der Leyer.
13. Ein kleinerer, etwas elliptischer Nebel im Sternbild des Drachen.
14. Ein spiralförmiger Nebel in den Jagdhunden.
15. Ein größerer, rundlicher Nebel mit spiralförmigen Ausläufern im großen Wagen.

Im ganzen schätzt man die Zahl der Nebelflecken auf  $\frac{1}{2}$  bis 1 Million. James Keeler, der zweite Direktor der berühmten Lick-Sternwarte, berechnet auf Grund seiner eigenen photographischen Aufnahmen die Zahl der Spiralnebel allein auf 120 000 und er bezeichnet es geradezu als eine Ausnahme, wenn ein kleiner Nebelfleck keine Spiralförmigkeit erkennen läßt. Man hält es daher für wahrscheinlich, daß auch unser Sonnensystem aus einem Spiralnebel heraus sich entwickelt hat, wobei sich die Ringbildung viel leichter vorstellen läßt, als gemäß der Laplace'schen Darstellung. Die durchschnittliche Entfernung dieser Nebelflecken von uns soll 8000—15 000 Lichtjahre betragen; unsere Sonne ist im Vergleich zu einem solchen Nebelflecken 25—40 Millionen mal kleiner (Verhältnis = 1 mm zu 25 000 m). „Die Tatsache der Gasnebel zeigt uns unwiderleglich, daß sich die Weltmaterie in ungeheuren Mengen im Zustande hochgradiger Zerstreuung befinden kann. Wir sehen da glühende Dampfmen gen gleichsam vor uns, welche für ganze Herden von Sonnen mit ihren Gefolgschaften zahlloser Planeten, Monde und Kometen das Material zu liefern geneigt sind. Aller-

dinge bilden die Nebelflecken nur kleine Teile der von unserm irdischen Standpunkt aus sichtbaren Welt. Aber von der Beobachtung und Feststellung der für unsere gesamte Weltanschauung äußerst wichtigen Tatsache der Gasnebel ist ja ein verhältnismäßig nur kleiner Schritt bis zu der Lehre, daß es eine Zeit gegeben habe, wo sich die gesamte sichtbare Sternenwelt in jenem Zustande befand, den so zahlreiche Gebilde am Himmel deutlich erkennen lassen“ (Köhler).

II. Die Erde war glühend=flüssig, wie heute die Sternhaufen und die Fixsterne mit ganz weißem, immer sich gleichbleibendem Lichte. Durch weitere Abkühlung erhielt dann die Erde allmählich einige Trübungen an der Oberfläche — der Anfang einer festen Kruste, die aber immer wieder aufgerissen wurde, wie das heute vielleicht bei den Fixsternen mit veränderlicher Helligkeit und bei unserer Sonne mit ihren Schlackenbildungen der Fall sein mag. Es ist das die Sonnenzeit der Erde.

III. Endlich wird die Erdkruste fest. Zuerst wird sie noch hier und da durch gewaltige Eruptionen des feurig-flüssigen Innern durchbrochen, wofür wir eine Analogie besitzen an den plötzlich aufleuchtenden und wieder erlöschenden Sternen; bald wird dann die Kruste nicht mehr durchbrochen, und jetzt verändert sie sich nur noch von außen durch die Niederschlagswirkungen. Das ist die Planetenzeit der Erde.

Es kann nicht überflüssig sein, hier die Schilderung dieser Vorgänge nach Haevert\*) beizufügen.

„Unsere Erde war also ein Gasball und mußte durch Zusammenziehung, d. i. durch die gegenseitige Anziehung aller Massenteilchen zuerst phosphoreszieren, wie jetzt noch die kosmischen Nebel und Kometenschweife, und mit zunehmender

\*) Antworten der Natur. 6. Aufl. Graz 1905. S. 19 f.

Verdichtung hellglühend werden wie eine kleine Sonne; denn aufgehaltene Massenbewegung, wie Stoß und Reibung, geht über in Molekülbewegung oder Wärme, und zusammengepreßte Gase erzeugen eine sehr große Hitze, wie beim alten pneumatischen Feuerzeug. Ob die bestimmten 79 Elemente ursprünglich gesondert existierten oder erst beim Ausglühen des Urstoffes sich bildeten, läßt sich nicht entscheiden. In der höchsten Glut mußten die Elemente wenigstens dissoziiert sein, und erst bei abnehmender Glut konnten sie zu chemischen Verbindungen zusammentreten . . . Nach allmählicher Wärmeausstrahlung mußten viele Stoffe in flüssigen Zustand übergehen und zwar zuerst Platin, Eisen, Gold, später Blei, Zinn zc., und dabei mußten die schwersten sich gegen die Mitte senken, die leichteren darüber schwimmen, während das gesamte Wasser, Kohlensäure, Schwefel u. a. in der Atmosphäre schwebten wie ein undurchdringlicher Mantel (so heute noch beim Planeten Jupiter). In der Höhe im kalten Weltraum wurden die Gase kondensiert, fielen als Regen herab, wurden aber noch bevor sie die glutflüssige Kugel erreichten wieder verdampft. . . Dadurch wurde aber auch . . . der flüssigen Kugeloberfläche immer mehr Wärme entzogen, und so entwickelte sich auch hier eine Zirkulation und die glühenden Fluten mußten auf und niederwallen; und nachdem sie genug Wärme an die Atmosphäre abgegeben hatten, konnten sich einzelne Schollen bilden, welche beim Erstarren, ähnlich wie das gefrierende Wasser sich ausdehnend, an der Oberfläche schwimmen mußten, und zahlreichere Schollen konnten eine zusammenhängende Fläche bilden, die aber immer noch von der kochenden Masse durchbrochen und von glühenden Meeren überschwemmt wurde (wie heute noch bei den sogenannten veränderlichen Sternen). Als die abgekühlten Dämpfe endlich bis zum Boden niederfallen konnten, sammelte sich an dem heißen Urgestein ein siedendes Urmeer und es begann der Kreislauf des Wassers mit seiner nagenden und lösenden Arbeit.“



IV. Aus all dem geht die überaus wichtige Tatsache hervor, daß auch die Erde eine Entwicklung durchgemacht hat. Wann hat diese begonnen? Wie lange schon steht die Erde im Himmelsraume? Wie alt ist sie?

3. Bekanntlich reden die Geologen und Biologen von Tausenden von Jahrmillionen, und genügen diese allenfalls noch nicht zur Erklärung der Erdschichtenbildung und der allmählichen Entwicklung der Organismen — für letzteres namentlich braucht es es sehr viel Zeit — so sind sie sofort bereit, noch ungezählte Millionen oder Milliarden beizugeben, denn „Zeit steht in unbegrenztem Maße zur Verfügung,“ oder wie Cotta („Geologie der Gegenwart“) schreibt: „Wenn es sich um bestimmte Bildungen handelt, so liegt für diese allerdings nicht die Ewigkeit vor — denn sie haben irgend einen Zeitanfang gehabt — immerhin aber ist der disponible Zeitraum ein unbegrenzter, relativ also ein unendlich großer; wir können von der absolut unendlichen Zeit dazu verwenden so viel wir brauchen.“ Was für eine Stellung nimmt die exakte Wissenschaft diesen Behauptungen gegenüber ein?

Im Jahre 1897 hielt der berühmte englische Physiker Sir William Thomson am Viktoria-Institut in London über dieses Thema einen Vortrag, der dann in erweiterter Form 1899 im „Philosophical Magazine“ (1899. Vol. 97. p. 66 ff.) veröffentlicht wurde. Zu einer Berechnung des Alters der Erde, so sagt er, gibt es einen doppelten Ausgangspunkt, erstens den Reibungswiderstand der Erde gegen die Flutbewegungen der Meere, und zweitens die Erdwärme. Der Reibungswiderstand bewirkt allmählich eine Abnahme der Umdrehungsgeschwindigkeit der Erde um ihre Achse. So klein jener Widerstand auch ist, so bewirkt er doch im Verlaufe von 7200 Millionen Jahren, daß die Erde sich einmal langsamer dreht, und daß die Fliehkraft am Aequator der Erde sogar viermal kleiner geworden ist. Das heißt also, wenn die Erde schon so lange existiert hätte, so würde sie damals in 12 Stunden um ihre Achse sich gedreht haben und die Schleuderkraft am Aequa-

tor wäre viermal größer\* gewesen als gegenwärtig. Wäre nun zu jener Zeit, vor 7200 Millionen Jahren, die Erde etwa im feurigflüssigen Zustande schon dagewesen, so müßte wegen der größeren Fliehkraft am Aequator die Abplattung an den Polen eine viel größere sein, als sie tatsächlich ist. Thomson kommt daher zum Schlusse, daß die Erde auf keinen Fall vor etwa 6000 Millionen Jahren, wahrscheinlich erst seit 1000 Millionen Jahren ins Dasein getreten, daß also die Fliehkraft nie so bedeutend stärker wirkte, weil die Achsendrehung nie um so viel rascher war als gegenwärtig.

Diese Berechnung ist, wie man bei einigem Nachdenken leicht findet, eine höchst ungenaue, indem da gar viele Faktoren mitwirken, die wohl niemals mit ganz bestimmten Zahlen in die Rechnung eingesetzt werden können und doch von hoher Bedeutung sind: man denke z. B. nur an den veränderten Einfluß der Sonne auf die Erde vor und nach der Ausscheidung der inneren Planeten von der Sonne und des Mondes von der Erde.

Thomson selbst verlegt daher mehr Gewicht auf die zweite, größere Sicherheit gewährende Berechnung. Die der Erde durch Strahlung entzogene Wärme ist so groß, daß in 20 000 Jahren damit eine hundertmal größere Masse, als die Erde, auf  $100^{\circ}$  C erhitzt werden könnte. Im großen Maßstabe ausgeführte Experimente brachten das Ergebnis, daß infolge derartigen Wärmeverlustes die Erde höchstens 40 Millionen Jahre alt sein könne, aber auch nicht jünger als 20 Millionen Jahre, weil sonst die jetzige Erdwärme noch größer sein müßte als sie tatsächlich ist. Gestützt auf diese neuen Untersuchungen über die Schmelzbarkeit und Abkühlung der verschiedenen Gesteinsarten, spricht Thomson die Ueberzeugung aus, daß das Alter der Erde nicht höher als auf 24 Millionen Jahre zu schätzen sei.

Gegen Thomson trat nun der englische Geologe Sir Archibald Geikie in einer Rede auf, die er zur Eröffnung der geologischen Sektion der Versammlung der British

Association 1899 zu Dover hielt. Wie geht er gegen Thomson vor?

Vorerst zitiert er den Professor Berry, der gegen die ersten Berechnungen Thomson's vom Jahre 1862, welche der Erde ein Alter von mindestens 40 und höchstens 100 Millionen Jahren zuerkaunten, aufgetreten war, und deren Ungenauigkeit Thomson selbst erkannte, weshalb er eben neue Experimente vornahm, um die Berechnungen auf ein gesichertes Fundament zu stellen. Freilich haben sie dann zu dem umgekehrten Resultat als zu dem gewünschten geführt und wurde, wie oben bemerkt, das Alter der Erde noch mehr herabgesetzt. — Geikie verdächtigt dann die neuen Berechnungen Thomson's mit den Worten: Seine (Thomson's) früheren physikalischen Argumente sind sukzessive wieder vorgebracht worden mit solchen Verbesserungen und Umgestaltungen, wie er sie für nötig hielt, und zweifellos sind noch weitere Veränderungen für sie auf Lager. Niemals mache Thomson Zugeständnisse an die Geologie und Paläontologie, obwohl diese Wissenschaften immer wieder ihre Stimme zum Protest erhoben. Unser Opponent, so klagt er, ignoriert unsere Beweise vollständig, während wir den feinigsten volle Beachtung schenken. Unter dem Eindrucke der Macht der physikalischen Schlüsse (also doch!) haben die Geologen seine ursprüngliche Schätzung von 100 Millionen Jahren angenommen für die Periode, in welche die Geschichte des Lebens auf der Erde eingeschlossen werden muß, und einige von ihnen haben sogar gesucht, diese Größe der unteren Grenze (40 Millionen Jahre) zu nähern. Gleichwohl herrscht zweifellos die Besorgnis vor, daß sie bei dem Suchen, ihre Bedürfnisse mit den Ansprüchen der Physiker zu vereinen, sich selbst auf Zeitgrenzen binden, welche nach jeder Entwicklungstheorie für die Entfaltung der Tier- und Pflanzenwelt ungenügend sein würden.

Mit andern Worten: es zeigt sich hierin ein Gegensatz zwischen zwei Wissenschaften; die Physik läßt die Erde nicht über 40 Millionen Jahre bestehen, die Geologie nimmt deren

viel mehr an; die Physik — und das ist wohl der interessanteste Punkt — hat durch die Macht ihrer Schlüsse auf einzelne Geologen so großen Eindruck gemacht, daß sie nachzugeben geneigt sind; die Geologie widerstrebt aber im großen und ganzen der Physik, nicht etwa weil eine wirkliche, damit unvereinbare Tatsache, sondern weil die Entwicklungstheorie es so verlangt!

Aber die Geologen haben immerhin auch objektive Gründe gegen Thomson's Berechnungen. Die Chronik der Erdgeschichte, so sagt Geikie, ist lesbar in den Schichten der Erdrinde niedergeschrieben. Diese aber bieten nirgends eine Stütze für die Behauptung, daß die geologischen Vorgänge jetzt schwächer und langsamer sind, als sie früher zu sein pflegten. Nach den jetzigen Wirkungen zu schließen, müssen bedeutend längere Zeiten verfloßen sein, als Thomson annimmt, damit diese Ablagerungen sich absetzen konnten. — Es ist hinreichend erwiesen, daß selbst in den ältesten sedimentären (schichtenweise abgelagerten) Urkunden der Erdgeschichte nicht nur kein Beleg für kolossale Fluten, Gezeiten und Denudationen (Abtragungen infolge von Verwitterung und Erosion) existiert, wohl aber, daß in ihnen unbestreitbare Beweise für kontinuierliche, gleichmäßig wirkende Ablagerungen vorliegen, wie sie gegenwärtig noch auf der ganzen Erde nachgewiesen werden können.

Darauf ist ein Zweifaches zu erwidern. Zunächst ist diese Theorie der „stets ungefähr gleichartig wirkenden Naturkräfte“ eine Modetheorie und Hypothese, die aus den Erdschichten allein ebensowenig begründet als widerlegt werden kann. Diesen Erdschichten sehen wir es leider nur in den seltensten Fällen, meist gar nicht an, ob sie in der Zeit von einem Jahre, etwa infolge einer starken Ueberschwemmung, oder ganz allmählich und gleichmäßig in der Zeit von 100 Jahren abgelagert worden sind. Wenn also aus andern, äußeren Gründen eine zeitweise bedeutend schnellere und mächtigere Wirksamkeit der Naturkräfte angenommen werden muß,

so ist die Geologie nicht berechtigt, dagegen im Namen der Wissenschaft Einsprache zu erheben. — Zweitens kommen allmählich doch auch die Geologen zur Einsicht, daß ihre bisherigen Berechnungen über die langsamen Wirkungen namentlich der Wasserkräfte in gar zu hohen Zahlen sich bewegten. Allgemein ist das Bestreben erkennbar, die Zeitberechnungen für die Ablagerungen einzelner Erdschichten etwas zu reduzieren.

Endlich erfolgt der Hauptbeweis gegen Thomson aus den versteinerten Organismen. Unter allen paläontologischen Daten, sagt Geikie, liefert zweifellos die große Reihenfolge organischer Reste inmitten der geschichteten Gesteine das eindruckvollste Zeugnis für die enorme Zeitdauer, die für ihre Entwicklung erforderlich war. Wir kennen nicht die gegenwärtige, durchschnittliche Geschwindigkeit der organischen Variation, aber alle verwertbaren Belege weisen auf ihre äußerste Langsamkeit hin. Es wäre zwar denkbar, daß sie in der Vergangenheit schneller gewesen, aber die, welche dies behaupten, müssen zu ihrer Unterstützung mehr vorbringen als die bloße Behauptung der Möglichkeit. — Zum Schlusse betont er noch einmal: wie ich bereits bemerkt habe, ist es nicht so sehr die Länge der Zeit, die uns so sehr interessiert, als vielmehr die Bestimmung der relativen Zeitfolge der Ereignisse, die sich in dieser Zeit vollzogen haben.

Ja gewiß, wenn die Entwicklung der organischen Formen früher nicht schneller vor sich gegangen als heute, so kommen die Paläontologen mit 100 Millionen Jahren noch nicht aus. Und trotzdem man keine einzige Tatsache dafür angeben kann, daß die Variation unbegrenzt sei\*) und die Entwicklung der organischen Wesen aus einer einzigen Urform herbeigeführt habe, so erscheint die Entwicklungstheorie

---

\*) Wir leugnen keineswegs die Entstehung und das tatsächliche Vorhandensein von Entwicklungsreihen innerhalb eines enger begrenzten Gebietes.

dennoch in den Augen Geikie's als viel gesicherter als die Berechnungen der Physik über das Alter der Erde. Wir haben also hier das offene Geständnis: die Entwicklungstheorie verlangt ein größeres Alter der Erde als die Berechnungen der Physik es gestatten anzunehmen — darum weisen wir letztere einfach zurück. Das vermag die Macht der Voreingenommenheit für eine Lieblingsidee!

Es ist gewiß sehr interessant, daß auch neuestens wieder J. H. Hoffmann in einem Aufsatz „Ueber Variationen in der organisierten Welt und ihre Verwendbarkeit für geologische Zeitbestimmungen“ in den Annalen der Naturphilosophie v. W. Ostwald (2. Bd. 1903. S. 29 ff.) auf das Unhaltbare der früher weitverbreiteten Ansicht von der Wichtigkeit der Paläontologie für geologische Zeitbestimmungen aufmerksam macht. Er kommt zum Resultate, „daß die Geologie inbetreff der absoluten Zeitbestimmung im wesentlichen auf sich allein angewiesen ist und in dieser Beziehung eher von den Berechnungen auf physikalischer Grundlage als von der Paläontologie Unterstützung erfahren kann.“

Es sei noch bemerkt, daß die Thomson'sche neue Rechnung ziemlich genau mit den alten Berechnungen von Bischof und Köhler übereinstimmt, welche ebenfalls gestützt auf eigene Experimente selbständige Berechnungen des Erdalters, von der Sonnenzeit an, vorgenommen haben. Von größerem Interesse aber ist, daß neuestens Dr. Dubois in einer Mitteilung an die Akademie der Wissenschaften in Amsterdam, gestützt auf die Berechnung des Salzgehaltes der Meere, unserm Planeten nur eine Vergangenheit von 24 Millionen Jahren zuerkennt. Auch der Geologe Prof. Sollas suchte die Zeit abzuschätzen, die seit Beginn der Unterscheidung von Land und Meer zur Ablagerung der verschiedenen Erdschichten notwendig war, und gelangte zu der Zahl von 26 Millionen Jahren. Am meisten Aufsehen erregte aber allgemein die Erklärung Prof. George Darwin's, des zweiten Sohnes

Charles Darwin's, des Urhebers der „Darwin'schen Theorie“, daß seit der Ablösung des Mondes von der Erde erst 56 Millionen Jahre verstrichen seien.

Zu noch niedrigeren Zahlen kommt „der ausgezeichnete ungarische Physiker R. von Kövesligethy.“ „Für die Bestimmung des Wärmeverlustes, den ein freischwebender Himmelskörper durch Ausstrahlung in den kalten Weltraum erleidet, entwickelt er eine Formel, aus welcher sich als unterste Grenze des Alters der Erde, d. h. der Zeit ihres selbständigen Bestehens, etwas mehr als 3 Millionen Jahre ergeben. Eine schärfere Rechnung, die den Strahlungsvorgang in seinen Einzelheiten berücksichtigt, liefert etwas über 16 Millionen Jahre, während Neptun vor 26,5 Millionen Jahren und Jupiter vor 21,2 Millionen Jahren abgeschleudert worden wären.“

Wir sehen: die Tausende von Jahrtausenden kürzen sich unter der Hand der etwas exakteren Physiker ziemlich rasch ab!

4. Wir haben bisher gesehen, wie sich das ganze Weltgebäude durch natürliche Entwicklung aus der Urmaterie kunstvoll herausgebildet hat, in der Zeit, nicht von Ewigkeit her. Aber, so möchte man jetzt fragen, ist vielleicht nicht etwa die Urmaterie von Ewigkeit her, oder ist auch sie in der Zeit entstanden? Was sagt die Naturwissenschaft dazu?\*)

Die Naturwissenschaft kennt keine Materie ohne Kräfte. Letztere können wir uns entweder als wirklich tätig (aktiv), oder als ruhend (latent) denken. Gab es nun vielleicht eine Zeit, wo die Urmaterie und ihre Kräfte sich in einem Ruhezustand befanden, etwa vor dem Beginn ihrer Entwicklung, in der vorausgehenden „Ewigkeit“? Aber dann läßt sich ihr Heraustreten aus der Ruhe zur Bewegung, ihr Auferstehen

---

\*) Auf eine philosophische Behandlung der Frage gehen wir hier nicht ein.

aus dem „ewigen Tode“ zum „zeitlichen Leben“ nicht erklären. Eine ewige Ruhe der Materie wäre gegeben, wenn man alle Gegensätze in der Materie wegdenkt. Mit dem Vorhandensein von irgendwelchen Gegensätzen in ihr ist sofort Bewegung und Entwicklung gegeben. Waren einmal keine Gegensätze da, so war freilich die Materie „tot“, dann aber läßt sich auch keine natürliche Ursache ausfindig machen, — auch der „allmächtige Zufall“ ist keine solche, — welche die Materie zur Entwicklung hätte bringen können. Da nun die Naturwissenschaft mit Recht an der natürlichen Entwicklung der Urmaterie festhält, so bin ich von diesem naturwissenschaftlichen Standpunkte aus zur Annahme gezwungen, daß die Materie von Anfang an mit Gegensätzen ausgestattet war, daß sie also auch schon mit dem ersten Augenblicke ihres Daseins ihre Entwicklung begonnen hat. Nun ist aber diese Entwicklung eine zeitliche, eine durch die Zeit meßbare. Mag man für den bis jetzt zurückgelegten Weg noch so viele Tausende von Jahrillionen annehmen, weit entfernt, den Begriff der Ewigkeit damit zu erschöpfen, sind sie nicht einmal eine Sekunde an deren anfangs- und endlose Dauer. Auch die Urmaterie, die Materie in ihrem Urzustande ist also nicht von Ewigkeit her, sie hat einst angefangen zu existieren.

Aber, so wendet man ein, die Materie ist ja unzerstörbar, also endlos in der Richtung nach der Zukunft, warum soll sie es nicht auch in der Richtung nach der Vergangenheit hin sein? — Allerdings, so antworten wir, ist die Materie unzerstörbar durch natürliche Kräfte; ebenso kennen wir auch keine natürliche Kraft, welche die Urmaterie hätte ins Dasein setzen können, wenn sie einmal nicht existiert hat. Da wir nun gesehen, daß die Materie einen Anfang gehabt haben muß, so folgt eben daraus, daß die Macht, welche die Materie gesetzt hat, vor ihr existierte und über sie gesetzt, eine übernatürliche ist; wir nennen sie Gott, der in seiner Allmacht allein etwas ins Dasein setzen kann, das



vorher nicht existierte, und der ebenso allein die Macht besitzt, die von ihm ins Dasein gesetzte Materie auch wieder zu vernichten.

„Die Natur, erwidert Büchner\*), hat sich aber eben selbst geschaffen; sie, die alles gebärende und alles verschlingende, ist sich selbst Anfang und Ende, Zeugung und Tod.“ — L. Fischer antwortet darauf sehr treffend\*\*):

„Wenn also die Natur, welche ursprünglich nicht und darum nichts war, durch sich selbst geworden ist, dann ist sie offenbar durch nichts geworden . . . . Das Nichts ist sonach das Urprinzip aller Dinge. Das ist die notwendige Konsequenz des Standpunktes Büchners und Konforten. Also zu welcher bodenloser Absurdität führt derselbe! Wir sehen sonach auch hier, wie die moderne antichristliche Weltanschauung, wenn man sie mit logischer Schärfe und Konsequenz verfolgt, zu den Gesetzen der Vernunft und den Tatsachen der Erfahrung in den grellsten Widerspruch gerät.“

Auch vom Standpunkte der mechanischen Wärmetheorie aus ergibt sich ein schlagender Beweis gegen die Ewigkeit der Materie. Da nämlich wohl die Arbeit in Wärme umgewandelt wird, dagegen die Umkehrung der Wärme in Arbeit nicht ohne Verlust vollzogen werden kann, so müssen wir daraus notwendig folgenden Schluß ziehen: „Wäre die Arbeitsleistung bereits von Ewigkeit her in dem Stoffe tätig, so müßte bereits alle in demselben enthaltene Arbeits-Energie erschöpft und in einen gewissen Wärmezustand umgesetzt sein, so daß gar keine Arbeits-Energie mehr existierte, welche überhaupt in Wärme umgesetzt werden könnte und noch nicht umgesetzt wäre. Und auch die entstandene Wärme müßte sich nach bekannten physikalischen Gesetzen bereits längst vollkommen ausgeglichen haben, so daß kein Teil des Univer-

\*) Büchner, Kraft und Stoff. 7. Aufl. S. 85.

\*\*\*) L. Fischer, Der Triumph der christlichen Philosophie. Mainz 1900. S. 156.

fums mehr eine höhere Temperatur besäße als andere Teile. Nun aber sehen wir, daß wir von einem solchen Endzustande noch sehr weit entfernt sind . . . Also ist es unmöglich, daß die Prozesse bereits seit unendlicher Zeit in Gang gewesen seien.“ Braun.

So sieht sich denn die Naturwissenschaft durch die Macht der von ihr selbst ermittelten und festgestellten Tatsachen zur Annahme gezwungen, daß die Materie und ihre Entwicklung mit der Zeit begonnen — und da tritt nun auch die Bibel ein und sagt uns, wo der Ursprung dieser Entwicklung zu finden sei, bei dem allein ewigen Gott, der nicht nur der Entwicklung den Anfang gab, sondern überhaupt „Im Anfang Himmel und Erde erschuf“ und Stoff und Raum und Zeit das Dasein gab.

Wenn aber Gott schafft, so schafft er zu einem bestimmten Zweck, so soll ein bestimmtes Endziel erreicht werden. Mit der Schöpfung der Materie waren daher schon die Kräfte und Gesetze, nach welchen die Materie tätig ist, war die gesetzmäßige Entwicklung, war die ganze Weltordnung der Ursache nach bereits festgestellt. Das schöpferische Setzen der Weltmaterie setzte sich alsbald in der zweckmäßigen Ausgestaltung derselben fort. Schon von Anfang an lag also der Keim der späteren Gestaltungsformen als Potenz, als Entwicklungstrieb, in der Materie. Ohne diese von Anfang an leitende Führung Gottes wäre die Urmaterie niemals zu unserm herrlichen Weltgebäude geworden, sie wäre das ungeordnete Chaos geblieben,\*) das sie zuerst gewesen.

---

\*) „Vor Darwin's Zeiten erklärte man die Welt für ein Chaos von Unzweckmäßigkeiten, um den Schöpfer zu leugnen; heute findet man die Welt voll Zweckmäßigkeiten, weil Darwin gezeigt hat, wie das Zweckmäßige auch mechanisch entstehen kann“ — das Unzweckmäßige geht eben wegen mangelhafter Konstruktion zugrunde. „Unter vielen alten Ritterburgen haben sich einige bis heute erhalten, und es fragt sich, woher haben sie ihre Festigkeit?“

In geistreicher Weise entwickelte diesen Gedanken Fraas in seinem Werke „Vor der Sündflut“ weiter, wenn er sagt (S. 6.): „Jeder Urkörper füllt nun getreulich den Platz aus auf Erden, an den er gestellt ist, kein einziger darf fehlen in dem großen Haushalte der Natur, ob auch die Bedeutung jedes einzelnen vom menschlichen Verstande nicht erfaßt wird. Denkt man sich so recht hinein in dieses ewige Schaffen und Treiben der Körper, in dieses wundervolle Zusammenwirken ihrer Kräfte, wie es nur in irgend einem lebenden Organismus der Fall, so erscheint es in der That verzeihlich, daß sich zu allen Zeiten, namentlich in der vorchristlichen Welt, Gedanken ausbildeten, als wäre die ganze Erde ein lebendes Wesen, das aus Sonnenäther geboren, im Sonnenlicht lebt und mit der Sonne einst sterben wird. Das sind freilich dichterische Phantasien, die der Hauch des Verstandes wegbläst. Dagegen beleben sich auch unter der

---

Wenn man nun antwortet, die schlechter gebauten sind zugrunde gegangen, ist damit gezeigt, woher die besser gebauten ihre zweckmäßige Konstruktion haben, und daß sie ohne Baumeister entstanden sind?“ — Das geschieht eben nach den unabänderlichen Naturgesetzen, sagt man wieder. Allerdings, so antworten wir, „das Planetenuhrenwerk wird nicht von Engeln aufgezogen, sondern es reguliert sich selber; die Vögel werden nicht unmittelbar von Gott gefüttert, sie haben ihre Triebe; die Brotvermehrung wird nicht durch ein Wunder bewirkt, sondern durch den Regen, dieser durch den Wind, dieser durch die Sonne, eine Bewegung treibt die andere, und alles geschieht durch mechanische Mittel (kausal); aber wenn ich beweise, daß die Uhr nicht von einem dahinterstehenden Menschen getrieben wird, sondern durch die Schwerkraft des Gewichtes selber geht, habe ich damit bewiesen, daß auch kein Mensch die Uhr gemacht hat? . . . Nein, Gott ist nicht bloß eine fromme Phantasie des Herzens, sondern ein wirklicher Gott; denn das Uhrwerk erfordert nicht bloß einen gedachten, sondern einen wirklichen Uhrmacher; und trotz aller Spitzfindigkeiten wird sich die gesunde Menschheit diesen Schluß von der Uhr auf den Uhrmacher nicht nehmen lassen. Und die Heiden haben keine Entschuldigung, weil Gott aus den erschaffenen Dingen erkennbar ist (Röm. 1, 20). Schon Plato und Aristoteles treten gegen Demokrit auf mit dem teleologischen Gottesbeweis“ (Hafert, a. a. D. 4. Aufl. S. 82 f).

Hand des Verstandes die Urkörper zu Persönlichkeiten, die auf den Wink des Herrn die Weltgeschichte machen, hier bauen, dort zerstören, und so den Grund bilden des gesamten Erdenlebens. Wie es Stoffe gibt auf der Erde, die tief eingreifen in die Weltgeschichte, die, wie Eisen, Gold, Silber, oder wie Baumwolle, Kaffee, Tee, an sich stumme, willenlose Wesen, Erreger sind zur menschlichen Tätigkeit und bedeutungsvolle Teilnehmer an den Schicksalen der Völker, die mit ihren speziellen Eigenschaften die Stelle des sie belebenden Wesens vertreten, gleich also stehen in majestätischer Größe die Urkörper der Erde vor uns; jedem hat der große Gott seine Rolle angewiesen, und alle die Eigentümlichkeiten und besondern Eigenschaften derselben sind uns ebenso viele Lebensgedanken, in welchen der Herr der Welten sich offenbart.“

5. Wir haben oben gesehen, daß die Resultate der neueren Forschungen über die Urmaterie in merkwürdiger Weise übereinstimmen mit dem ersten und zweiten Verse der Bibel. Mit dem dritten Verse beginnt das sogenannte *Hexaëmeron* oder das Sechstagerwerk (auch zweiter Schöpfungsbericht genannt, im Gegensatz zur „ersten Schöpfung“ der zwei ersten Bibelverse), der Bericht über die Weiterentwicklung der Erde — in sechs Tagen. Die Naturwissenschaft beweist uns aber, daß es die Arbeit von vielen Millionen Jahren war, welche die Erde zu ihrem jetzigen Zustande gebracht; die Bibel will diese Arbeit direkt von Gott in sechs Zeiträumen von je 24 Stunden vollbracht wissen — fürwahr „ein Nergerniß für jeden denkenden Menschen, ein Ammenmärchen, einzig gut für Kinder und abergläubische Leute.“\*)

Ein Ausgleich beider Darstellungen scheint da für den ersten Augenblick kaum möglich zu sein. Wir dürfen aber

---

\*) Es ist hierüber schon so Vieles und Treffliches geschrieben worden, daß wir uns im folgenden auf das Allernotwendigste beschränken.

sofort des bestimmtesten erklären, daß der sogenannte Gegensatz auf einer falschen Auffassung des biblischen Berichtes beruht und sofort verschwindet, sobald wir diesen Bericht nicht mehr nach den vielfach irrigen, vorgefaßten Meinungen subjektiver Schrifterklärung auffassen, die sich zu sehr an den Buchstaben der heiligen Schrift hält, entgegen den hermeneutischen Regeln, wie sie schon der hl. Augustin aufgestellt hat.

Zwei Punkte sind zum voraus festzuhalten: 1. Wenn die Bibel als Heilsgeschichte vorab betont, daß Gott die „Tagewerke“ getan, so ist damit nur gesagt, daß Gott die erste Ursache alles dessen ist, was in der Natur vor sich geht, die Bibel will nicht behaupten, daß dies von Gott direkt, d. h. ohne Vermittlung der zweiten Ursachen, nämlich der Naturkräfte und Naturgesetze, vollzogen worden. 2. Ebenso wichtig ist der zweite Grundsatz, daß die Bibel im „Sechstagerwerk“ nicht Naturwissenschaft lehren, sondern in allgemein verständlicher, nicht wissenschaftlicher Sprechweise darauf aufmerksam machen will, daß die Welt mit all ihren Teilen von Gott gesetzt worden, daß Gott der Urheber, der Schöpfer aller Naturdinge ist.

Gestützt auf diese Grundsätze haben schon viele Schrifterklärer der ersten Jahrhunderte der christlichen Zeitrechnung den „zweiten Schöpfungsbericht“ nicht mehr so wörtlich aufgefaßt, wie die Naturforscher dies oft den „Bibelgläubigen“ unterstieben, sondern einer freieren Auffassung gehuldigt, so z. B. die ganze antiochenische Schule, Origenes, Clemens von Alexandrien, Athanasius der Große und dann vorab der große Kirchenlehrer Augustinus. Auch die großen Scholastiker des Mittelalters, vorab Thomas von Aquin, neigen sich zum Teil dieser freien Erklärungsweise zu. Eine dogmatische Entscheidung hierüber ist niemals erfolgt, und tatsächlich huldigt gegenwärtig wahrscheinlich kein einziger kirchlicher Lehrer der hl. Schrift einer so krassen, wörtlichen Schrifterklärung, wie sie oben vorausgesetzt ist und vorausgesetzt werden muß, damit der erwähnte Gegensatz zwischen

Bibel und Naturwissenschaft herauskommt. Einig ist man vorab darüber, daß das Wort „Tag“ im „Sechstagerwerk“ nicht im gewöhnlichen Sinne zu nehmen sei, sondern daß es mehr die Bedeutung von „Zeitraum“ habe — und damit fällt die Hauptschwierigkeit eines Ausgleiches zwischen dem naturwissenschaftlichen und biblischen Berichte weg.

Die weiteren Schwierigkeiten betreffen die Aufeinanderfolge der einzelnen „Tagewerke“; 1. Tag: Licht, 2. Tag: Firmament, 3. Tag: Auscheidung von Wasser und Land, die Schöpfung der Pflanzen, 4. Tag: die Himmelsgestirne, 5. Tag: Wasser- und Lufttiere, 6. Tag: die Tiere der Erde, der Mensch. Gerade wieder von den älteren Schrift-erklärern stimmen die besten darin überein, daß dieser Zusammenstellung der sechs Tagewerke mehr ein logisches als ein historisches Prinzip zugrunde liege, d. h. daß die „Tagewerke“ nicht so sehr vom Standpunkte der geschichtlichen, wirklichen Aufeinanderfolge aufgezählt seien, als vielmehr vom Standpunkte eines Beschreibers, der die nach gewissem Gesichtspunkte zusammengehörigen Einzelheiten des zu schildernden Bildes auch so zusammengestellt, obwohl, fügen wir hinzu, nicht zu leugnen ist, daß namentlich die drei ersten Tage in so wundervoller Harmonie mit dem Laplace'schen Systeme stehen, daß man geneigt wird, wenigstens für sie an der bezeichneten Reihenfolge, als der wirklichen und tatsächlichen, festzuhalten. Das Prinzip der Anordnung ist nach dieser freieren Auffassung das, daß zuerst die „Auscheidung“ (opus distinctionis) der einzelnen Hauptgruppen in den ersten drei Tagen erwähnt wird, in den folgenden drei dann die „Aus schmückung“ (opus ornatus) derselben in der gleichen Reihenfolge. Also:

1. Tag: Licht — 4. Tag: Gestirne.
2. Tag: Firmament — 5. Tag: Luft- und Wassertiere.
3. Tag: Wasser und Land (Pflanzen) — 6. Tag: Erd-tiere und Mensch.

In jüngster Zeit ist eine Erklärungsweise mehr in den Vordergrund getreten, welche die Vorzüge dieser früheren mit einer mehr wörtlichen Auffassung verbindet, die Visionstheorie. Sie ist auf folgender Erwägung gegründet.

Es darf als gewiß angenommen werden, daß Moses den Inhalt seines Schöpfungsberichtes bereits als Gemeingut des israelitischen Volkes vorgefunden. Vergleichen wir die Schöpfungsgeschichte der übrigen Völker, namentlich der ältesten, des ägyptischen und assyrischen Volkes, mit der mosaischen Erzählung, so fällt es einem sehr auf, wie in allen diesen Berichten eine so große Uebereinstimmung herrscht, sowohl in bezug auf den Hauptgedanken der allmählichen Herausbildung der Naturdinge durch die Kraft Gottes, als auch in verschiedenen untergeordneten und mehr nebensächlichen Detailangaben. Sehr leicht erklärt sich dies durch die Annahme, daß eine Uroffenbarung aus allerfrühester Zeit vorhanden war, wo die Völker noch nicht getrennt waren, und woraus also alle Völker geschöpft haben; freilich haben dann nicht alle Völker den Inhalt dieser Uroffenbarung in gleichem Maße rein erhalten. Wem ist nun wohl diese Uroffenbarung zuteil geworden? Niemand anderm als Adam, dem ersten Menschen, und zwar in ähnlicher, bildlicher Weise, wie er auch die Eva aus einem Teil seines eigenen Körpers entstehen sah — zum Zeichen für ihn, daß sie ihm ebenbürtig und gleicher Natur wie er sei — also in einem Gesichte, in einer Vision. Wie die Propheten der späteren Zeiten die Gesichte der Menschheit voraus erblickten, so sah Adam in einer rückschauenden Vision die Entstehung des Weltalls in sinnensälligen Bildern. Daher denn auch die Anschaulichkeit und Lebhaftigkeit der Schilderung.

Gar oft kommt es nun vor, daß in den prophetischen Visionen und Schilderungen weit auseinander liegende, aber doch aufeinander irgendwie sich beziehende Tatsachen in ein Bild zusammengezogen werden, so daß sie als gleichzeitig erscheinen (Untergang Jerusalems und Weltende; Untergang

Babylons und Weltende, u. s. w.). Wer wird deswegen sagen, diese prophetische Darstellung sei nicht richtig oder sie sei nicht buchstäblich zu nehmen?

Ferner dürfen wir nicht außer acht lassen, daß die sinnliche Seite der Vision gleichsam nur das Kleid ist für die intellektuelle Wahrheit, welche letztere das einzig Wesentliche der Mitteilung ist.

Wenden wir nun das auf die Vision Adam's an. Inwieweit entspricht darin die Wirklichkeit dem sinnlichen Bilde? Ich gebe die Antwort auf diese Frage mit den trefflichen Worten P. Hummelauer's S. J., aus seiner Schrift „Nochmals der biblische Schöpfungsbericht,“ worin die Visionshypothese weilkäufiger erörtert ist. Er schreibt (S. 113): „Sicherlich war es Gottes Absicht nicht, den Menschen in Geologie und Paläontologie zu unterweisen; dagegen sprechen Anlage und Ausdrucksweise des Berichtes. Unzweifelhaft aber wollte er ihm wichtige religiöse Wahrheiten zum Bewußtsein bringen: er wollte sich selbst offenbaren als den allmächtigen Urheber der Natur und aller ihrer Reiche; er wollte dem Menschen seine Bestimmung, seine Stellung zu Gott und zu den Geschöpfen einprägen; er wollte die Heiligung des Sabbats vollziehen. Dieser Zweck heischte keineswegs eine ängstliche Uebereinstimmung zwischen Visionsbild und objektivem Hergang; die Häufung kosmischer und tellurischer Vorgänge hätte diesen Zweck eher verdunkelt; es empfahl sich ein Gleichnisbild, welches den Schöpfungshergang bloß in seinen allgemeinsten Zügen wiedergab, jene Wahrheiten aber desto schärfer hervortreten ließ.“

Die „Tage“ des biblischen Schöpfungsberichtes sind also wahre Tage, aber nicht in Wirklichkeit durchlebte, sondern in der Vision geschante Tage; sie sind der sinnbildliche, der Natur des Menschen aufs beste angepaßte Ausdruck, ein „Gleichnisbild der wirklichen Schöpfungsdauer“, welche in Wirklichkeit alle die Perioden in sich begreifen mag, welche die Geologen für dieselbe fordern.



Von andern Hypothesen, die in neuester Zeit zur Erklärung des „Sechstagerwerkes“ aufgestellt worden (z. B. von Prof. P. N. Zapletal O. Pr. „Der Schöpfungsbericht der Genesis,“ von Prof. C. Holzhey, „Schöpfung, Bibel und Inspiration,“ von Prof. Joh. Mader, „Biblischer Schöpfungsbericht“ in Hest 3 der „Schweizerischen Rundschau“ 1903), ist wohl die von Prof. Mader die annehmbarste, weil die natürlichste. Er faßt den ganzen Schöpfungsbericht der literarischen Form nach als „ein Bild oder fortgesetzter Anthropomorphismus“ auf. „Denn Gott arbeitet nicht mühsam, wie der Mensch, er braucht an dem Chaos nicht herumzumeißeln, wie der Künstler am Marmorblock, das bloße Wort, der Befehl genügt ihm, er spricht und es geschieht; darum bedarf er in Wirklichkeit auch keiner Ruhe nach der Arbeit. Es ist, als ob der Autor sagen wollte: wenn Gott nach menschlicher Weise arbeiten würde, so hätte er sechs Tage gearbeitet und am siebenten geruht“ (S. 183).

Der Schöpfungsbericht ist nach ihm nicht die reale Grundlage für das Sabbatgesetz, sondern dies ist einzig und allein der „Wille Gottes, der den siebenten Tag für sich vorbehielt.“ „Nur um zu erklären, warum man gerade am siebenten Tage ruhen solle, überträgt der heilige Schriftsteller die menschliche Woche auf den Schöpfer, und nachdem das Bild einmal ausgeführt ist, kann derselbe oder ein anderer Schriftsteller sich darauf berufen, gleich als ob es ein objektiver Grund wäre, während es in Wirklichkeit bloß ein subjektiver ist, er darf es umso mehr, weil es ein von Gott gewollter Typus ist“ (S. 186).

„Ein Zusammenstoß mit was immer für gelehrten Theorien über die Entwicklung der geschaffenen Materie zu ihrer jetzigen Daseinsform ist ausgeschlossen, weil der heilige Schriftsteller ja nicht den wirklichen Verdeprozeß der Welt beschreiben will, sondern wie er sich die Schöpfung für das Verständnis der Leser zurechtgelegt hat“ (S. 187).

„Der Periodismus setzt beim Verfasser, wie beim Erklärer ein bedeutendes Maß naturwissenschaftlicher Kenntnisse voraus, der Allegorismus verflüchtigt die Tatsachen zu Bildern, der Poetismus macht aus der nüchternen Prosa einen poetischen Hymnus, der Mythismus vermutet eine polytheistische Urform der Erzählung, der Liturgismus denkt an eine Weihe der sieben Wochentage, die Visionstheorie trägt uns ins Reich der Träume hinüber — die anthropomorphistische Deutung allein bedarf keiner gelehrten und gekünstelten Hypothesen, sie hält sich einfach an die gebräuchliche Redeweise der heiligen Schrift. Wie der Heiland Gott als Hausvater darstellt, der am frühen Morgen um die 3., 6., 9. und 11. Stunde Arbeiter in seinen Weinberg schickt, so stellt uns die Genesis Gott als Werkmann vor, der sechs Tage lang schafft, allabendlich seine Arbeit überschaut, ob sie seiner Idee entspreche, und nachdem er alles für gut befunden, sich am siebenten Tage Ruhe gönnt. Es ist ein allgemeines Gesetz, daß jedes Ding seine Hülle hat, wie in der Natur, so auf geistigem Gebiete. Wenn naive Leser der Genesis in alter und in neuer Zeit die Hülle von der Wahrheit nicht unterschieden haben, so gleichen sie den Naturmenschen, welche die Frucht mit-samt der Schale genießen“ (S. 188).

Wie gestaltet sich demnach das Verhältnis zwischen Naturwissenschaft und Bibel in bezug auf die Schöpfung?

Die Naturwissenschaft sagt uns: die Materie kann nicht ewig sein, sonst wäre alle Entwicklung schon längst vollendet. — Die Bibel sagt uns ergänzend: Im Anfang hat Gott die Welt erschaffen. — Die Schöpfung aus nichts, oder besser: die Schöpfung der Materie durch Gott, durch seinen bloßen, allmächtigen Willen, ohne Voraussetzung irgend eines schon existierenden Seins außer Gott, war in einem Augenblick vollzogen. Es ist dies einerseits im Begriffe „Schöpfung“, anderseits im Wesen Gottes begründet.

Die Naturwissenschaft sagt weiter: es gab eine Urmaterie,

noch nicht ausgeschieden in verschiedenartige Elemente; aus ihr entstanden aber durch eine Art Verdichtungsvorgänge diese Elemente und alle die Verbindungen derselben, die wir auf den Weltkörpern finden. — Die Bibel sagt uns entsprechend: „Die Erde war wüst und leer, und Finsternis war über dem Abgrund und der Geist Gottes schwebte über den Wassern.“ — Zuerst fehlte noch jede Ausgestaltung. Doch war mit der Schöpfung der Materie auch die Ordnung der Materie, waren die Kräfte und Gesetze, nach welchen die Materie tätig ist, war also die ganze äußere Weltordnung der Ursache nach festgestellt. Es beginnt sofort die Entwicklung der Materie, die Ausscheidung der verschiedenen Elemente, es setzt sich das schöpferische Schöpfen der Weltmaterie alsbald in die schöpferische Ausgestaltung derselben fort. Von Anfang an lag der Keim der späteren Gestaltungsformen der Materie in dieser Materie (causaliter, seminaliter, potentialiter: S. Augustinus). Die Ausgestaltung aber war eine gesetzmäßige, sie ging vor sich nach den Gesetzen und Kräften der Materie. Letztere aber arbeiten nach dem Willen Gottes, sie sind gesetzt vom Willen Gottes, und das, was sie bewirken, muß wieder dem Willen Gottes, des Herrn der ganzen Natur, dienen. Und in der That! Alles paßt da so gut zusammen, daß man nicht umhin kann, schon daraus die Leitung Gottes, die Vorsehung Gottes zu erkennen. Das Weltgebäude ist einem Uhrwerk zu vergleichen, dessen Triebkraft oder Feder eben die Vorsehung Gottes ist, ohne dessen Wirken das Weltgebäude ein ungeordnetes Chaos geblieben wäre.

Wie die Ausgestaltung vor sich gegangen, kann im Grunde genommen die Naturwissenschaft uns ebensowenig sagen, wie jede andere Wissenschaft. Sie kann nichts anderes als Hypothesen aufstellen. Auch die Laplace'sche Hypothese ist nicht ganz befriedigend, wie wir gesehen haben; über Nacht kann sie durch eine bessere ersetzt werden, wie das ja früher auch mit andern derartigen Hypothesen der Erdbildung geschehen ist. Die großen Züge, in welchen der biblische Schöpfungs-

berichtet uns diese Ausgestaltung der Erde vorführt, passen merkwürdigerweise zu allen diesen Hypothesen, insofern sie einen wahren Kern in sich bergen. Dieser wahre Kern ist aber nichts anderes als der Gedanke der allmählichen Ausbildung der einfachen Urmaterie zu den zusammengesetzten, komplizierteren Stoffarten und Formen. Wie naturgemäß ist daher die Darstellung des „Sechstagerwerkes“! In allgemein verständlicher Form läßt sie vor uns die Mannigfaltigkeit der Naturdinge erstehen, vom einfachsten Wesen bis zur Krone der Schöpfung, dem Menschen, wie es bisher noch kein Welt-system getan hat, so daß die größten Geister stets voll Bewunderung waren vor diesem Werke — nicht eines Menschen, sondern würdig eines Gottes.

1. Tag: Licht. — Aus der Urmaterie wird zuerst der „unwägbar“ Aether ausgeschieden, d. h. die Urmaterie wird zum Aether, womit die Erscheinungen des Lichtes, der Wärme und Elektrizität in Verbindung stehen. Die innigen Beziehungen dieser drei Naturerscheinungen zu einander erklären sich daraus, daß ihr gemeinsamer Träger oder Vermittler eben der eine Aether ist. Vgl. oben die Darstellung Braun's über die Entstehung der Wärme des Urganzballes, verbunden mit dem allmählichen Aufleuchten desselben (S. 59).\*)

2. Tag: Firmament. — Ein Teil der Materie wird allmählich zu „wägbarem“ Stoffe verdichtet, in Atome und Moleküle, in Elemente und Verbindungen zusammengebracht. Die Hitze ist bereits soweit vermindert, daß es zu Ausscheidungen kommt: es bildet sich eine feste Erdrinde und um diese eine luftförmige Atmosphäre aus.

3. Tag: Wasser und Land, die Pflanzen. — Die

---

\*) „Da hochgradig heiße Körper zugleich leuchten und da sie alle nur als solche geschaffen sein können; da sie ferner alle einen Entwicklungsprozeß zu durchlaufen haben, so ist die biblische Anschauung, daß das Licht im Weltall eher da war als unsere Sonne (1. Moj. 1, 5) ganz richtig.“ Portig, Das Weltgesetz des kleinsten Kraftaufwandes. 2. Bd. Stuttgart 1904. S. 174.

Abkühlung schreitet vorwärts, es bilden sich bereits flüssige Niederschläge. Die Pflanzen aber sind in ihrer Existenz so eng an diese Stoffe gebunden, daß in der Vision ganz naturgemäß hier ihr Emporwachsen aus der Erde („Die Erde sprosse hervor“) erscheint.

4. Tag: Sonne und übrige Gestirne. — Die ersten drei Tage führen uns gleichsam die Schöpfung der Rohstoffe oder den Rohbau der Erde vor Augen. Es lag nun nahe, sich die Vorstellung von der weiteren Ausbildung der Erde so zu bilden, daß auf den Rohbau die detailliertere Ausschmückung folgte. Das ist allgemein menschliche Anschauungs- und Denkweise. An sie knüpfte Gott seine Mitteilungen an. Zuerst erscheint also in der Vision wieder das Licht am Firmamente, konzentriert in den verschiedenen Himmelskörpern.

5. Tag: Luft- und Wassertiere. — Firmament und Meere, die oberen und unteren Wasser werden belebt.

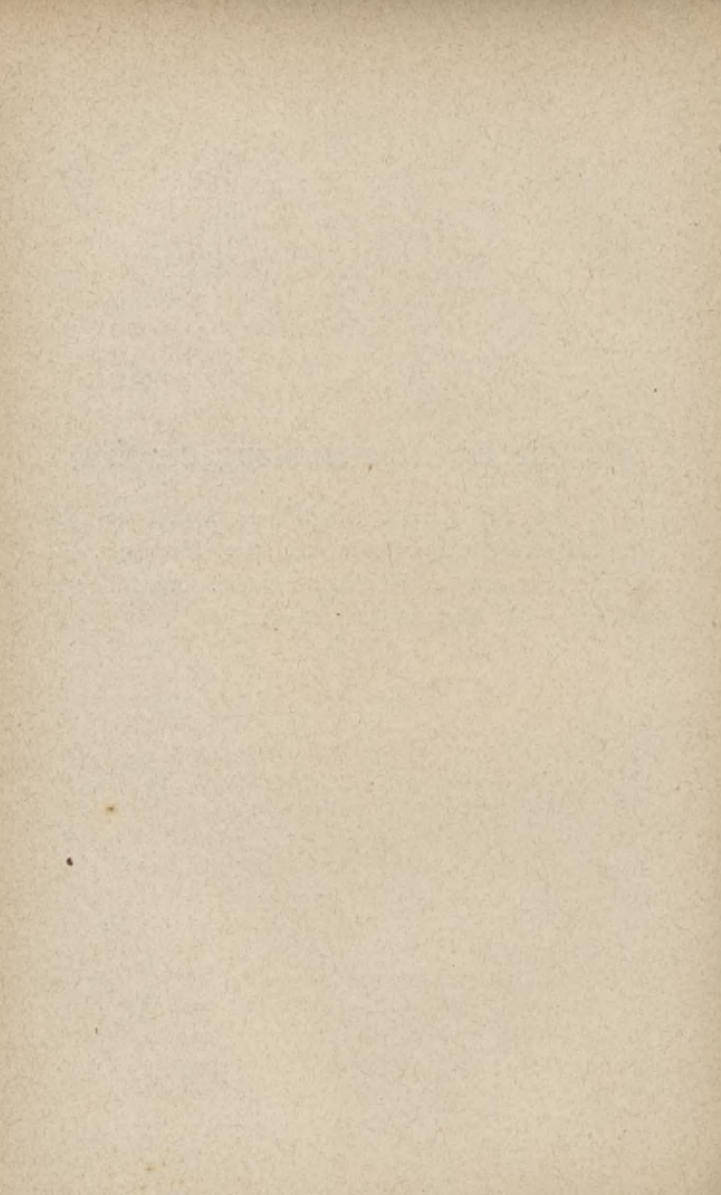
6. Tag: Erdtiere und Mensch. — Auch das Land erhält schließlich noch Wesen, die es beleben und bevölkern, es „aus schmücken“; den Schlußstein bildet der Mensch, das körperlich vollkommenste Wesen, von dem es einzig heißt, daß Gott ihm den Odem des Lebens eingehaucht und daß er ihn nach seinem eigenen Ebenbilde und Gleichnisse geschaffen.

7. Tag: Ruhe. — Es werden keine wesentlich neuen Geschöpfe mehr erscheinen; die Ausscheidung und Ausschmückung ist insofern vollendet, als von jetzt an alles, was in der Natur vor sich geht, nur als Fortsetzung der Werke Gottes beim „Sechstagerwerk“ erscheint. Wie nämlich die Kräfte der Natur von Anfang an tätig waren, so werden sie auch tätig sein bis ans Ende der Zeiten unter Leitung der göttlichen Vorsehung. Das ist aber nicht mehr ein schöpferisches Neusetzen der Dinge, daher hört mit dem siebenten Tage, dem Tage der Ruhe, die eigentliche Schöpfertätigkeit Gottes auf. Die Schöpfung ist vollendet, und alles ist gut, was gemacht worden ist!



### III. Die Weiterentwicklung der Erde.

1. Die erste Erstarrungskruste. — 2. Die auf das Urgestein einwirkenden Kräfte und ihre Wirkungen. — 3. Die Lehre von den Erdschichten; kritische Bedenken gegen dieselbe. — 4. Alter der Ablagerungen.





**B**erfolgen wir die Entwicklungsgeschichte der Erde hier noch einen Schritt weiter und fragen wir uns: Welches war das erste Aussehen, der Urzustand der Erde, nachdem sie einmal zu einem festen Planeten ausgebildet war?

Wird die Laplace'sche Hypothese als richtig vorausgesetzt, so muß die erste Erdkruste jedenfalls eine Erstarrungskruste gewesen sein, d. h. die erste feste Rinde ist entstanden durch Abkühlung und Erstarrung der Oberfläche des zuvor noch glühendflüssigen Erdkörpers. Die Abkühlung mußte eintreten durch Wärmeabgabe an den kalten Himmelsraum, für den man gegenwärtig eine Kälte-temperatur von  $-273^{\circ}$  C annimmt. Ferner ist dann gewiß, daß zuerst jene Gesteine erstarrten, welche die größte Schmelzhitze verlangen. Welches waren diese Gesteine? Besitzen wir vielleicht noch Ueberreste in unserer Erdrinde, die direkt von jener Erstarrungskruste herzuleiten sind?

Im Granit (Fig. 13), das ist nun sicher, besitzen wir ein Gestein, dessen Ursprung in der That auf das glutflüssige Erdinnere zurückgeführt werden muß. Es ist aber kein Erstarrungsgestein; seine Struktur und Lagerung weist darauf hin, daß es ein plutonisch=eruptives Gestein ist. Seine Feldspat-, Quarz- und Glimmerteilchen, die wesentlichen Bestandteile des Granits, sind ganz unregelmäßig nebeneinander gelagert, wie es bei stürmisch herausfließender, am ehesten der Lava zu vergleichender Masse nicht wohl anders möglich ist. Ferner findet sich der Granit nur sehr zerstreut vor, seine Lagerstätten nehmen einen verhältnismäßig sehr kleinen Teil der Erdoberfläche ein, und überall machen sie den Eindruck einer keilartig in schon vorhandene Schichten eingedrungenen, von unten gewaltsam gehobenen Gesteinsmasse. Granit kann also nicht das ursprüngliche Erstarrungsgestein

der Erdrinde sein. Wir haben aber immerhin an ihm einen sicheren Anhaltspunkt dafür, welcher Natur die erste Erstarrungskruste sein dürfte, denn jedenfalls kann letztere in ihrer stofflichen Zusammensetzung nicht wohl anders beschaffen sein als der Granit, denn dieser ist plötzlich zur Erstarrung gelangte glutflüssige Erdmasse, die Erstarrungskruste ist ein eben solches, aber langsam zur Erstarrung gelangtes glutflüssiges Gestein.

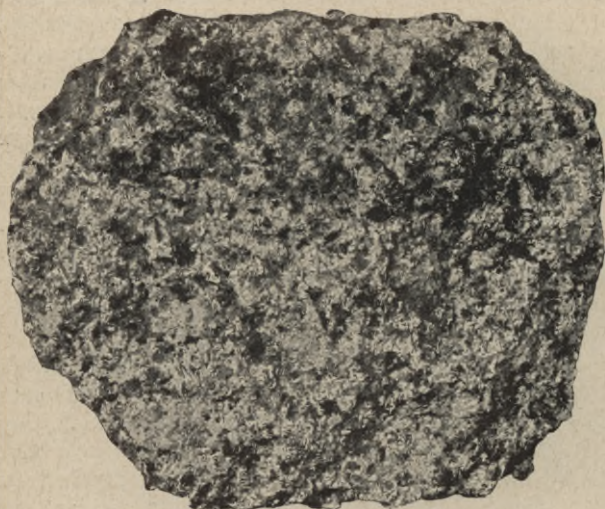


Fig. 13. Granit.

Ein solches Gestein nun, welches alle Bedingungen erfüllt, welche wir vom ersten Erstarrungsgestein verlangen müssen, ist der Gneis (Fig. 14). Er besteht aus denselben wesentlichen Bestandteilen, wie der Granit, er verlangt dieselbe hohe Schmelzhitze (ca. 2000° C.) und gehört somit jedenfalls zu den am schnellsten erstarrenden Gesteinen. Ferner ist der Gneis, soweit überhaupt die Erfahrung reicht, überall

das Grundgestein der festen Sedimentgesteine. Wie gewichtig dieser Punkt in die Waagschale fällt, ist von selbst einleuchtend. Endlich sind die Körner, aus denen er zusammengesetzt ist, viel geordneter nebeneinander gelagert, was eben auf eine ruhigere Entstehungsweise hindeutet.

Dem entgegen steht die Ansicht, welche den Gneis für ein metamorphisches Gestein hält, entstanden aus Granit



Fig. 14. Gneis.

und umgewandelt (metamorphosiert) durch den ungeheuren Gewölbedruck der Erdrinde, weshalb gerade an den Stellen, wo der Druck sich am größten erwiesen habe, wie z. B. in den Zentralalpen, der Granit ganz allmählich in Gneis übergehe; auch erklärt diese Hypothese auf leichte Art die kristallinisch-körnige, dem Granit gleichartige Zusammensetzungweise des Gneises und seine Schieferung. Dagegen aber

spricht ganz entschieden die allgemeine Verbreitung des Gneises gegenüber dem Granit und seine allüberall gleichen Eigenschaften.

Die von G ü m b e l aufgestellte und besonders von Credner verteidigte Theorie der Diagenese des Gneises leitet dieses Gestein von Meeresniederschlägen her, welche dann später durch Einwirkung überhitzten Wassers und erhöhten Druckes in einen kristallinischen Zustand verwandelt worden seien. Rosenbusch\*) widerlegt diese Ansicht durch den Hinweis auf den millionenfachen Wechsel von Glimmer- und Quarzfeldspatlagen, wie sie den Gneis zusammensetzen und der durch Kristallisation aus Lösungen nicht erklärt werden könne. Jeder Blick in das Gewebe (Lagerung der Körner) und in die Gemengteile der Primitivgesteine (Granit, Gneis u. s. w.) überzeuge den Geologen, daß hier keine Reihenfolge der Mineralien nach Lösungsgraden oder nach andern chemischen Beziehungen stattfinde.

Die Ansicht ist also immer noch die wahrscheinlichste, daß die erste Erstarrungskruste der Erde aus einem gneisartigen Gesteine bestand.

Durch diese erste Erstarrungskruste, die man sich nicht als eine plötzlich entstandene und sofort gänzlich geschlossene Decke über dem feurigflüssigen Erdinnern denken darf, wurde allmählich die glutflüssige Erdmasse von der Atmosphäre und ihren Einwirkungen abgeschlossen, andererseits mußte von jetzt an auch die Atmosphäre rascher zur Abkühlung gelangen, weil durch die entstandene Erdkruste die Wärmestrahlung der glutheißen Masse nach der Atmosphäre hin eine bedeutende Einbuße erlitt.

Ueber die weiteren Vorgänge lassen sich nur wenige Andeutungen geben. Mit der Abkühlung der Atmosphäre mußten sich allmählich die verschiedenen in derselben noch

---

\*) Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie. 1889. 2. Bd. S. 81 ff.

vorhandenen heißen Gase niederschlagen (Glühregen), und es kam zur Bildung der verschiedenen Gesteinsmaterialien vielleicht in ähnlicher Weise, wie wir heute künstlich aus heißen Schwefeldämpfen durch Abkühlung die Schwefelblumen herstellen. Als die Atmosphäre auf eine Temperatur von etwa 100° C gesunken war, konnten sich endlich auch die ersten Niederschläge von Wasser bilden, es entstand das Urmeer.

Andererseits erlitt die Erdrinde durch die stetig fortschreitende Abkühlung eine ebenso stetige Zusammenziehung, und damit mußte eine noch lange Zeit hindurch sich wiederholende Verftung der ersten Erstarrungsdecke Hand in Hand gehen. In ungeheuren Massen drang in diese Risse wieder das glutflüssige Innere hinein, mischte sich mit dem Urgneis einerseits, und mit den unterdessen bereits entstandenen Niederschlägen andererseits, und so ist es sehr wahrscheinlich, daß wir gegenwärtig auch in den untersten Erdschichten des Urgebirges die erste Erstarrungskruste nicht mehr rein vor uns haben, sondern daß dieses „Urgebirge“ („Primitivformation“) zusammengekehrt ist:

1. aus wirklichen Ueberresten der ersten Erstarrungskruste (Urgneis zc.),
2. aus vielfach veränderten alten Eruptivgesteinen (Granit, Diorit, Syenit u. s. w.),
3. aus beigemengten, in jener Zeit immer noch aus sich verdichtenden Gasen neu entstandenen Niederschlägen von Mineralien und aus Verwitterungsprodukten aller dieser schon vorhandenen Gesteinsmassen, und
4. aus neuen, von innen angelagerten, durch Abkühlung verdichteten Gesteinsmaterialien.

Man nennt dieses Urgebirge auch die azoische (leblose) Zeit der Erde, d. h. jenen ersten Zustand derselben, wo noch keine lebenden Wesen existierten; besser würde man wohl sagen, es sei das Zeitalter der Erde, aus welchem sich keine sicheren Reste von Organismen erhalten haben. —

Schwarzwald. Jura. Mollasse-Land.

Rossberg.

Albbruck.

Zug.



Fig. 15. Durchschnitt durch

2. Die Kräfte, die von jetzt an auf die Erdrinde noch allgemeiner einwirken konnten, teilt man in gebirgsbildende und in zerstörende ein.

Eine gebirgsbildende Kraft stellen vorab die Vulkane dar, teils durch Aufschüttung der Eruptiongebilde (Lava, Asche u. s. w.), teils auch durch direkte Hebung der Erdschichten in der Nähe des vulkanischen Herdes; doch sind letztere Wirkungen nie ausgebreitet, immer nur auf ein kleines Gebiet beschränkt und verhältnismäßig auch nur selten beobachtet.

Auf dieselbe Kraft weisen manche Erdbeben hin, welche schon über weitere Gebiete der Erde ihre Wirkungen ausdehnen (vulkanische Erdbeben). Die meisten Erdbeben sollen nach den neueren Untersuchungen nicht zu dieser Erdbebenart gehören, sondern eine Wirkung des Gewölbedruckes der Erdrinde sein; man nennt sie Dislokations-Erdbeben, weil sie meistens mit Dislokationen, d. h. Störungen, Verschiebungen der Erdschichten verbunden sind.

Viel großartiger sind ebendiese Wirkungen des Gewölbedruckes der Erdrinde. Die feste Erdrinde hat die Form eines Gewölbes über dem glühendflüssigen Erdkern. Durch Abkühlung zieht sich die Kugelschale immer enger zusammen, und es entsteht so ein seitlicher, horizontaler Druck der Erdteile aufeinander, der Gewölbedruck oder Gewölbeschub. Eine erste Wirkung dieses Gewölbedruckes sind die Kontinente, Erdkrustenschollen, durch den Gewölbeschub nach oben gestant;

*Kalk-Alpen.**Axenkette.**Central-Massive.**Finsteraarh. Gotthard. Tessin.**Andermatt. Airolo.*

die Alpenkette.

Meeres-Niveau.

eine zweite die Massengebirge, eine einseitige Ausschübung kleinerer Schollen innerhalb der Kontinente, ohne bedeutendere Faltung der Schichten; eine dritte endlich die Kettengebirge, mit bedeutender Verschiebung oder besser Verbiegung der Erdschichten, wodurch es zur Bildung von sogenannten Erdfalten kam. Am leichtesten macht man sich davon eine Vorstellung, wenn man an einen ausgedörrten Apfel denkt, dessen Rinde auch langgezogene Rinnen (Senkungen) und Wälle zeigt (Hebungen). Freilich sind diese Falten des Apfels verhältnismäßig viel bedeutender als die höchsten Erhebungen und Vertiefungen der Kettengebirge. Wenn ich z. B. auf einen Erdglobus mit dem Durchmesser von 858 mm die Höhe des Gaurisankar, des höchsten Berges der Erde (8840 m), im richtigen Verhältnis auftragen wollte, so würde das nur eine Erhöhung von etwas über 1 mm ausmachen; die mittlere Tiefe der Meere (3440 m) würde als eine Vertiefung von nur etwas mehr als  $\frac{1}{2}$  mm kaum wahrnehmbar sein. — Von diesem Gesichtspunkt aus betrachtet, erscheint diese Erklärung der Gebirgsketten nicht mehr als etwas so Hypothetisches, wie es sonst manchem beim Anblick unserer „himmelhohen“ Bergspitzen vorkommen möchte. Wenn er übrigens in den Gesteinsschichten dieser Gebirge etwas genauer nachschaut, so findet er auch alsbald die Lehre vom Gewölbedruck tatsächlich bestätigt. Da sieht er nicht nur die Bergschichten schwach aus der horizontalen in eine schiefe Lage verschoben, sondern oft sogar ganz senk-

recht gestellt oder in kühnen Windungen vom Fuße des Berges wie eine ungeheure Schlange bis zum Gipfel emporziehen, und er erhält da in Wahrheit einen ganz überwältigenden Eindruck von den gewaltigen Wirkungen dieser Erdkraft. Daß manchmal auch von unten her in die schon bestehenden festen Erdschichten eindringende Gesteinsmassen zur Hebung mitgewirkt haben, ist für alle jene Orte anzunehmen, wo sich solche eingedrungene Keile, meist Granit, nachweisen lassen, wie z. B. in den sogenannten Zentralmassiven der Alpen (Monte Rosa, Bernina u. s. w.). (Fig. 15).

Die Wasserwirkungen sind wiederum teils zerstörender, teils aufbauender Natur.

Das Wasser, welches vom Erdboden aufgesogen wird, dringt durch Risse und Spalten der Gesteine oder auch vermöge deren Porosität durch die Gesteinsmasse selber als sogenannte Gebirgsfeuchtigkeit in die Tiefe ein. Jedes frisch gebrochene Gestein ist daher mehr oder weniger „gebirgsfeucht“. Sand- und Kalksteine zeichnen sich ganz besonders durch diese Eigenschaft aus. Tonsteine dagegen sind wasserdicht, sie nehmen wohl Wasser in reichem Maße in sich auf, lassen es aber nicht hindurchsickern. Findet sich nun, wie fast überall, irgendwo in der Tiefe eine tonige, wasserdichte Grundlage, so sammelt sich hier das Wasser an und fließt nach der Neigung der Gesteinschicht ab. Man nennt das das Grundwasser.

Dieses Grundwasser übt bedeutende geologische Wirkungen aus. In leichtlöslichem Gestein, wie z. B. in Kalk- und Gipschichten, nimmt es derartige Mineralmasse allmählich bis zur Sättigung in sich auf und führt sie mit sich fort. Dadurch entstehen unterirdische Höhlungen, oft von Stundenlänge, wie sie aus dem Gebiete der Kalkalpen ja vielfach bekannt sind. Durch Einsturz dieser Erdhöhlen kann es zu bedeutenden Erderstürzungen kommen, wie sie z. B. im Karstgebiete und im Vispatale (Kt. Wallis, Schweiz) vorkommen. An letztgenanntem Orte entziehen etwa 20 gips-



führende Quellen dem Erdboden jährlich je 100—200 Kubikmeter Gips.

Allgemeiner sind die Wirkungen der Verwitterung und Erosion.

Unter Verwitterung versteht man die Auflockerung und Zertrümmerung der Gesteine durch den Einfluß der atmosphärischen Niederschläge. Die Vorgänge hierbei sind teils chemische, d. h. solche, durch welche die Substanz der Gesteine verändert wird, teils mechanische, durch welche das Gestein in Trümmer aufgelöst wird.

Die chemische Zersetzung der Gesteine ist hauptsächlich eine Folge des Kohlen säuregehaltes des Wassers. Schon das bloße Regen- und Schneewasser enthält eine ziemliche Menge Kohlen säure, welche es aus der Luft aufgenommen hat; indem es dann weiter durch die obersten Erdschichten hindurchfließt, nimmt es noch mehr Kohlen säure und auch etwas Salpetersäure in sich auf, die zumeist von der faulenden Vegetation herkommen. Solchem Wasser vermag dann auf die Länge kein Gestein zu widerstehen.

Ein sehr interessantes Beispiel derartiger Gesteinszersetzung durch die atmosphärischen Niederschläge liefert das Faulhorn im Berner Oberlande. Die Untersuchungen von A. Mü n z, die er der Akademie der Wissenschaften zu Paris mitgeteilt, ergaben, daß der berühmte, ausichtsreiche, 2690 Meter hohe Gipfel dieses Berges infolge der Tätigkeit von Bakterien, die sich im feuchten Felsgestein angesiedelt haben und sich hier hinreichend ernähren können, in Wirklichkeit zu einem faulen Horn geworden, das allmählich ganz zerbröckelt und im Wasser sich auflöst. Mü n z fand diese Bakterien übrigens noch an manchen andern Felsen der Schweizerberge. Ebenso ist es bekannt, daß diese Bakterien auch massenhaft in den obersten Erdschichten vorkommen und da an der allmählichen Umwandlung der Gesteine zu loofterer Erde ganz wacker mitarbeiten.

Wichtiger aber noch sind die mechanischen Wirkungen der Verwitterung. Vorab ist es der Temperaturwechsel, welcher nach dieser Richtung hin tätig ist. Am Tage dehnen sich die Gesteine infolge der in sie eindringenden Wärme aus, in der Nacht ziehen sie sich durch die Kälte wieder zusammen, und so entstehen zuerst kleine Risse und Sprünge im Gestein, allmählich dann auch kleine Spältchen und Spalten. Da sammelt sich dann leicht Wasser an, es lassen sich die gesteinszerfressenden Bakterien und Flechten nieder, und bald ist das Gestein zu Humus umgewandelt, welcher die Spalten ausfüllt, so daß nun auch höhere Pflanzen sich ansiedeln können. Und jetzt ist es um den Felsen geschehen. Die Wurzeln der Pflanzen senken sich in diese Felspalten hinein, treiben diese immer weiter auseinander und schließlich zerfällt das Gestein in Trümmer. In den Alpen können wir dies in niederen Höhen mit Pflanzenwuchs sozusagen allüberall wahrnehmen. In kälterem Klima oder in größeren Höhen geht der Zerfall des Gesteins noch rascher vor sich. Das Wasser in den Felsrissen gefriert in der Nacht oder an kälteren Tagen, und dabei wird das Gestein mit ungeheurer Kraft auseinander gesprengt. Ein Raumteil Wasser dehnt sich nämlich beim Gefrieren zu 1,09 Raumteilen Eis aus und zwar mit einer Kraft, die, wie die Experimente beweisen, den zähesten Stahl zu zersprengen vermag.

In den Tropengegenden vermag dies alles auch die Sonnenwärme allein zu bewirken. Am Tage erhitzen sich die Gesteine auf  $50^{\circ}$  bis  $70^{\circ}$  C, in der Nacht tritt bei wolkenlosem Himmel eine überaus starke Wärmestrahlung mit Abkühlung des Gesteins bis  $0^{\circ}$  oder sogar mehrere Grade unter  $0^{\circ}$  ein. Die ungeheure Menge von Wüstensand, z. B. in der Sahara, ist hauptsächlich auf diesen Temperaturwechsel zurückzuführen.

Unter Erosion versteht man die zertrümmernde Wirkung des fließenden Wassers. Der fallende Tropfen höhlt mit der Zeit den härtesten Stein aus; der Bergbach

wäscht sich zuerst eine schwache Rinne am Bergabhange aus, sie erweitert sich allmählich zur Rinne und wird schließlich zum Tale. Dies ist wohl die wichtigste und großartigste Wirkung der Erosion. Die meisten Täler der Alpen und der Gebirgsgegenden überhaupt sind derartige Erosionswirkungen. Die Schnelligkeit ihrer Bildungen hängt zumeist ab vom Gebirgsbau und von der Löslichkeit des Gesteins. — Ob auch die Gletscher, vorab kämen hier die großen Gletscher der Eiszeit in Betracht, erodierend zu wirken vermögen, ist schon seit langem eine Streitfrage. —

Großartig sind bisweilen auch die Erosionswirkungen des Meeres. Sie



Fig. 16. Karte Helgolands.

hängen besonders ab von der Natur des Küstengesteins, von der Stärke der Brandung, der Flut und Ebbe. Beispiele liefern die Küsten von Irland, Schottland und Skandinavien mit ihren Scheren und Klippen. Die Shetlands-Inseln und Hebriden erscheinen nur mehr als kleine Reste größerer Inselmassen. Helgoland hat seit dem 8. Jahrhundert, nach älteren Karten zu schließen, ungefähr das Zwanzigfache seines Flächeninhaltes verloren (Fig. 16). Auch der „Kanal“ ist durch allmähliche Erosion entstanden.

Eine natürliche Folge der Verwitterung und Erosion ist die Abtragung und Ablagerung. Die jetzige Oberfläche der Gebirge ist weder die ursprüngliche, noch eine bleibende. Die jetzigen Berge sind die Reste von einst weit

mächtigeren Gebirgsmassen, aus welchen die Täler und Schluchten ausgewaschen wurden. Auch an den Spitzen der Berge erkennt man die Wirkungen der Abtragung sehr deutlich: die Massengesteine zeigen fast durchwegs abgerundete Gipfel, die Schiefergesteine dagegen zerrissene, ausgezackte Formen u. s. w.

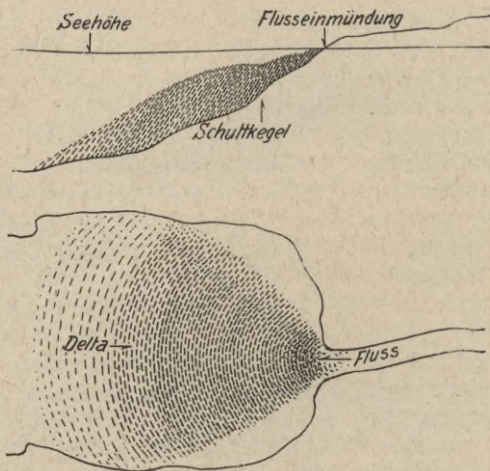


Fig. 17. Deltabildung.

Das abgetragene Material lagert sich theils als Schutthalde am Fuße der Gebirge ab, theils fällt es auf Gletscher und wird von diesen als sogenannte Moränen fortgetragen und abgelegt, meistens aber sind es die Bäche und Flüsse, welche die Hauptmasse des Erosionsschuttes zu beiden Seiten ihres Laufes oder an ihrem Ausflusse in Seen oder Meeren als Schuttkegel und Deltas (Fig. 17) ablagern, das feinere Geschiebe aber weit hinaustragen, wo es dann im Verein mit den auf den Meeresgrund gesunkenen kleinsten Tierhäuschen u. dgl. eigentlich schichtenbildend auftritt.

Wenn man von der Wiese her trübes Wasser in eine größere Grube leitet, so sieht man da, wie sich ganz zunächst der Mündung des kleinen Bächleins das gröbere Geschiebe, Sandsteinchen u. dgl., schnell „ablagert“ oder niederschlägt, während die feinsten Erdteilchen noch im Wasser schweben, dasselbe trüben. Lasse ich solch trübes Wasser dann einige Tage ruhig stehen, so klärt es sich allmählich, wird rein und durchsichtig, dagegen hat sich am Boden eine mehr oder weniger dicke („mächtige“) Erdschicht, ein „Sediment“ (eine „Ablagerung“) gebildet. Leite ich endlich das Wasser ab, so trocknet diese Erdschicht ein und bildet eine feste, bald mehr aus Sandkörnchen, bald aus feinem Lehm bestehende Ablagerungs- oder „Sedimentschicht.“ Dies Beispiel im kleinen sagt uns, wie die gewaltigen Sedimentschichten der Erde in Seen und Meeren entstanden sind und noch entstehen — eine unscheinbare Arbeit, aber Berge verjüngend und Meere ausfüllend.\*)

3. Die Lehre von der Erdschichtenbildung hat sich allmählich zu einer bestimmten Theorie, zur heutigen „Formationslehre“ ausgestaltet.

Schon von Pythagoras (582—500 v. Chr.) wird gemeldet, wie er erkannt habe, daß die äußere Gestalt der Erde vielfachen Veränderungen unterworfen sei, speziell daß das Festland zeit- und stellenweise unter das Meer versinke oder aus demselben emporsteige.

Spätere Zeiten wollten das Vorkommen von Meeres-

---

\*) Nach Credner („Elemente der Geologie“) führt der Rhein bei Bonn jährlich ca. 60 Millionen Zentner Schlamm vorbei, und beträgt das Gewicht des vom Mississippi jährlich in den Golf von Mexiko geschwemmten Steinmaterials mehr als 10,000 Millionen Zentner. Noch größer sind die Mineralmassen, welche die Ströme in gelöster Form (meist Kalk und Gips) mit sich führen. Beim Rhein hat man diese gelöste Mineralmasse auf jährlich 200, bei der Elbe auf 6—7 Millionen Kilo-Zentner berechnet.

Versteinerungen in den Erdschichten ganz anders erklären. Der berühmte arabische Arzt und Naturforscher des 11. Jahrhunderts, Avicenna (Ibn Sina), erklärt sie als Wirkungen einer besondern, körpergestaltenden („plastischen“) Erdkraft. Seine Ansicht fand das ganze Mittelalter hindurch Anerkennung. Noch Agricola (Bauer, † 1555 zu Chemnitz), der Begründer des rationellen deutschen Bergbaues, glaubte, daß die in den Felsgesteinen eingeschlossenen Muscheln durch den Einfluß der Erdwärme aus einer zähen und dicken Materie der Erde entstanden seien. Sehr viele hielten die Versteinerungen für bloße Naturspiele, von der Natur selbst irgendwie ausgebildet, ohne je wirkliches Leben besessen zu haben; wieder andere hielten sie für Gebilde der Gestirne, noch andere für ganz willkürliche, d. h. nicht nach den Gesetzen der organischen Natur aus unorganischer Gesteinsmasse von Gott geschaffene Wesen, erste Versuche seiner Schöpfermacht, entstanden vor den jetzt existierenden Organismen, welche letztere allein als endgiltig und „gut“ ihre Existenz auf Erden finden konnten.

Einzelne Schriftsteller, vom 5. Jahrhundert v. Chr. bis auf die heutige Zeit, erklären das Vorkommen von Meeresorganismen, bezw. von deren Versteinerungen in unsern Erdschichten, durch Ueberflutungen der Erde, seit der christlichen Zeit meist als Wirkungen der Sündflut. Auch diese Ansicht ist durchaus als unhaltbar aufzugeben, wenn man bedenkt, in welcher gesetzmäßiger Ordnung die Tiere und Pflanzen in bestimmten Schichten immer beieinander sich vorfinden und dieselben charakterisieren, was bei einer so gewalttätigen Naturkatastrophe, wie wir uns die jündflutlichen Ueberschwemmungen zu denken haben, nicht der Fall sein könnte.

Schon im 16. und 17. Jahrhundert waren übrigens einige Naturforscher, wie Leonardo da Vinci, Nikolaus Steno u. a. zu ganz andern Ergebnissen gelangt, und gegenwärtig steht es durchaus fest, daß meist nicht plötzlich ein-

tretende Katastrophen, sondern allmähliche Schwankungen, Hebungen und Senkungen der Erdrinde, wie wir sie gegenwärtig noch beobachten, die Ursache jener Erscheinungen sind.

Schwieriger war die weitere Aufgabe der Geologie, in die verschiedenen Erdschichten Ordnung zu bringen, die relative Zeit ihrer Ablagerung zu bestimmen. „Wir haben hier das Unangenehme“, sagt Holger\*), einer der ersten, auf dem modernen Standpunkte stehenden Arbeiter auf diesem Gebiete, „daß wir erst ins Theater gekommen sind, nachdem bereits der Vorhang gefallen ist; wir müssen das Schauspiel, das gegeben wurde, aus den auf der Bühne zurückgebliebenen Dekorationen, Verfasslücken, Waffen u. s. w. zu erraten suchen, daher es sehr verzeihlich ist, wenn wir uns irren.“ Daß man sich in der That vielfach geirrt hat, zeigt uns die Geschichte der Formationslehre. Alle die Arbeiten, welche das relative Alter der Schichten zu bestimmen bestrebt waren, stützen sich nämlich auf den Begriff der Formationen. Welche Wandlungen hat nun aber der Formationsbegriff im 19. Jahrhundert, seit dem Beginn der wissenschaftlichen Geologie, schon durchgemacht?

Werner (1750—1815), der eigentliche Begründer der wissenschaftlichen Mineralogie und Geognosie, stand noch ganz in den Anschauungen Fuchsel's (1722—1773), der zuerst einen Formationsbegriff aufgestellt hatte. Formation („series montana“ oder „mons“) ist ihm eine Reihenfolge von Schichten, die sich aus gleicher Gesteinsmasse und in gleicher Weise gebildet haben. Die Gleichheit der Gesteinsart ist ihm das Ausschlaggebende. Für Sachsen, die Heimat Werner's, über die er nie herausgekommen, stellt er folgende Formationen auf, die er übrigens für überall geltend betrachtete:

1. Gruppe: Das Urgebirge (Granit, Gneis, Syenit u. s. w.).

\*) Holger, Elemente der Geologie. Wien 1846. S. 19.

2. Gruppe: Das Uebergangsgebirge (Trümmer des ersteren, Uebergangskalkstein).

3. Gruppe: Das Sekundär- oder Flözgebirge mit 5 Formationen.

1) Rotes Totliegendes (ältester Sandstein und Steinkohle).

2) Zechstein.

3) Bunter Sandstein (jüngerer Sandstein, Gips und Steinsalz).

4) Muschelkalk (jüngerer Flözkalke).

5) Quaderstein.

4. Gruppe: Das Aufgeschwemmte (Alluvium).

Den wichtigsten Schritt zum Aufbau der neueren Formationslehre tat der englische Ingenieur William Smith (1769—1834). Sehr viel mit Straßen- und Kanalbauten beschäftigt, machte er die Beobachtung, daß gar oft an verschiedenen Orten dieselben Versteinerungen wiederkehren, auch wenn die Gesteinsart ändere; ebenso glaubte er beobachtet zu haben, daß die Versteinerungen nicht unregelmäßig in den Erdschichten verteilt seien, sondern in bestimmter Reihenfolge übereinander auftreten. Aus all dem zog er den Schluß, daß die Fossilien oder Versteinerungen urweltlicher Tiere und Pflanzen dazu verwendet werden können, eine relative Altersbestimmung auch weit entlegener Ablagerungen zu ermitteln. Dieser Gedanke wurde alsbald von den Geologen aufgegriffen und ebenso einseitig verwertet, wie dies in Bezug auf den Gesteinscharakter der Erdschichten bei Fuchs und Werner geschehen war. Man behauptete, jede Formation sei von der andern allein schon durch die vollständig verschiedenen Fossilien zu unterscheiden.

Das waren die besten Zeiten für die Paläontologie; sie erstand zu einem eigenen Lehrzweige, alle Geologen beschäftigten sich eifrig mit ihr. Leopold von Buch, Sedgwick, Murchison, D'Orbigny und Cuvier sind die namhaftesten Vertreter dieser paläontologischen Richtung der



Geologie. D'Orbigny formulierte den Formationsbegriff folgendermaßen: Formation ist eine bestimmte und abgegrenzte Schöpfungsepoche, welche keine Versteinerungen mit den benachbarten Erdschichten gemein hat. — Um diese scharfe Abgrenzung zu erklären, nahm Cuvier an, daß die jeweilige Welt durch eine plötzlich eintretende gewaltige Katastrophe total zugrunde gegangen und nach eingetretenen neuen Verhältnissen durch eine Neuschöpfung ersetzt worden sei. Elie de Beaumont bestimmte sogar die einzelnen Katastrophen nach Zahl und Ort an Hand der verschiedenalterigen Gebirge, deren Erhebung eben mit derartigen Katastrophen verbunden sein mußte.

Diese Theorie mußte aber aufgegeben werden, als namentlich durch Bronn nachgewiesen wurde, daß dieselben Fossilien gar oft auch in Formationen vorkommen, welche man wegen ihrer Lagerungsweise durchaus als verschiedene bezeichnen müsse. Ferner wurde durch Lyell und andere neuere Geologen festgestellt, daß die Erdschichten oft durchaus nicht scharf von einander getrennt sind, sondern daß sie meistens allmählich ineinander übergehen, ein schlagender Beweis, daß die Bildungen nicht plötzlich abgebrochen wurden, sondern daß eine allmähliche, langsame Veränderung eintrat.

Raumann, der unstreitig gründlichste Vertreter dieser neueren Anschauungen, die bis auf die letzte Zeit ganz allgemeine Anerkennung gefunden, definiert die Formation nun folgendermaßen\*): „Eine Gebirgsformation oder Formation schlechthin ist der Inbegriff sehr ausgedehnter oder auch sehr zahlreicher vorherrschender Gebirgsglieder, welche ein selbständiges Ganzes bilden und sich durch ihre petrographischen und paläontologischen Eigenschaften, durch ihre Struktur und Lagerungsfolge als gleichzeitige Produkte gleichartiger Bildungsprozesse zu erkennen geben.“ Es scheint somit, Rau-

---

\*) Raumann, Lehrbuch der Geognosie. 2. Aufl. Leipzig 1858 ff. 2. Bd. S. 2 f.

mann verlange eine wirkliche Uebereinstimmung sowohl der petrographischen, stratigraphischen und paläontologischen (die- selbe Gesteinsart, die entsprechende Lagerung der Schichten und derselbe Charakter der Versteinerungen) Charaktere der Schichten, um sie zu einer Formation zusammenstellen zu können. Zur Altersbestimmung übereinander liegender Schichten hat man sich in der That nach dieser Lehre Rau- mann's gehalten. Ganz anders jedoch verhält es sich in be- zug auf nebeneinander liegende, zumal örtlich weit getrennte Schichten, wo die Lagerungsverhältnisse total im Stiche lassen. Da sollen nur noch die Fossilien ent- scheiden.

Zur Begründung dieser, die paläontologischen Verhältnisse so stark betonenden Lehre geht Raumann\*) von der Annahme aus, „daß die Tier- und Pflanzenwelt von ihrem ersten Auf- treten an bis zur gegenwärtigen Periode der Erdgeschichte eine Reihe verschiedener Entwicklungsstufen durchlaufen habe, daß also zu verschiedenen Zeiten verschiedene Organismen existierten, und daß den sukzessiven sedimentären Bildungs- perioden gewisse sukzessive Schöpfungsperioden im Tier- und Pflanzenreiche entsprechen.“ Tausendfältige Beobachtungen unter allen Zonen, so betont Raumann, haben diese Lehre bestätigt. Von den untersten Schichten an tritt eine allmäh- liche Veränderung unter den Fossilien auf, durchwegs in dem Sinne, daß sie den jetzt lebenden Formen immer ähnlicher werden.

Man hat auch gefunden, daß jede Organismenart ge- rade wie jedes Individuum eine gewisse kürzere oder längere Lebensdauer besitzt, nach deren Ablauf sie erlischt, um nie- mals wieder zu erscheinen, wie wir denn auch gegenwärtig dieses Aussterben solcher Tierarten beobachten können. Diese Tatsache wurde zur Lehre von den sogenannten Leitfos- silien ausgestaltet; man versteht darunter solche Fossilien,

\*) Raumann, a. a. D. S. 21.

Pflanzen oder Tiere, die nur in bestimmten Schichten und Formationen vorkommen. Man bezeichnet sie auch als „Denkmünzen der Schöpfung“, aus denen der Geologe das Alter einer Schicht ersehe, wie der Architekt am Baustile einer Kirche das Jahrhundert erkennt, in welchem sie gebaut wurde, oder wie eine Münze, ein Schwert oder Speer als Beigabe in einem Grabe die Zeit und das Volk erkennen läßt, das hier seine Toten bestattet hat.

Neben dieser Naumann'schen „Formationslehre“, die merkwürdigerweise ebenso von „verschiedenen Entwicklungsstufen“ der Organismen, wie von „juzessiven Schöpfungsperioden“ derselben redet, geht bereits wieder eine neue Richtung durch weite Kreise der Geologen, welche den Formationsbegriff überhaupt nicht als in der Natur begründet anerkennen. Die einzig richtige Chronologie der Erde ruht nach ihnen auf dem Fundamente der Entwicklungslehre; es gibt eine allmähliche Entwicklung der Organismen, aber keine Schöpfungsperioden. Es sind daher nur die „paläontologischen Zonen“, die kleinsten Bezirke der dünnen Lagen der Erdschichten, die bestimmt charakterisierte Versteinerungen aufweisen, als geologisches Zeitmaß zu verwenden, gleichwie man für die natürliche Systematik der Tiere und Pflanzen von Klassen, Ordnungen u. s. w. als etwas Künstlichem, Gemachtem absehen müsse und nur das Individuum zugrunde legen dürfe. Darwin schrieb an einen ersten Vertreter dieser Richtung, Mojsiowicz, folgende Zeilen der Billigung und Anerkennung: „Ich habe endlich Zeit gehabt, das erste Kapitel Ihrer „Dolomit-Risse“ zu lesen, welches mein Interesse in außerordentlichem Maße erregt hat. Was für eine wunderbare Veränderung der geologischen Chronologie stellen Sie durch Zugrundelegung der Deszendenztheorie und durch Anwendung der stufenweisen Veränderung derselben Gruppe von Organismen als Zeitmaß in Aussicht! Ich habe nie gehofft zu erleben, daß jemand einen solchen Schritt vorschlagen würde. Doppel, Neumayr und Sie werden sich

ein dauerndes und bewundernswertes Verdienst um die edle Wissenschaft der Geologie erwerben, wenn sie Ihre Ansichten so verbreiten können, daß sie allgemein bekannt und angenommen werden.“

Dreimal hat also im Verlaufe des ersten Jahrhunderts der historischen Geologie, wie die Formationslehre auch heißt, ihren Hauptgrundsatz und Ausgangspunkt geändert. Das erwirkt kein festes Vertrauen auf sie. Jung ist die Wissenschaft, stürmisch ihr Vorwärtsschreiten. „Auch in der Wissenschaft wechseln die Moden,“ sagt Cotta\*) „insofern bald diese, bald jene Reihe von Untersuchungen vorherrschend kultiviert wird. In der Geologie waren die Tagesfragen wechselnd physikalischer, chemischer, mineralogischer und organischer Natur.“

Uebersicht der Formationen, nach den jetzt allgemein angenommenen Anschauungen der Geologen (Fig. 18):

I. Azoisches Zeitalter (Urgebirge): ohne Versteinerungen.

1. Primitiv = (erste) Formation.

II. Paläozoisches Zeitalter (Alttertum).

2. Kambriische Formation (Kambrien: das jetzige englische Nordwales).

3. Silurische Formation (Silurien: das jetzige englische Wales).

4. Devonische Formation (Devon: das jetzige englische Devonshire).

5. Karbonische Formation (Karbon: Steinkohle).

6. Dyas= oder permische Formation (Dyas: in zwei Stufen geteilt: Rotes Lotliegendes und Zechstein. Perm: russisches Gouvernement).

---

\*) Cotta, Die Geologie der Gegenwart. Leipzig. 1886 p. XVII.

III. Mesozoisches Zeitalter (Mittelalter).

7. Trias = Formation (Trias: in drei Stufen geteilt: bunter Sandstein, Muschelkalk und Keuper).

8. Jura = Formation (nach dem Juragebirge benannt).

9. Kreide = Formation.

IV. Känozoisches Zeitalter (Neuzeit, Tertiärzeit).

10. Eocän = Formation.

11. Neogen = Formation.

V. Anthropozoisches Zeitalter (Auftreten des Menschen).

12. Diluvial = Formation.

13. Alluvial = Formation (jetzige Bildungen).

Zimmerhin stehen dieser Formationslehre noch einige Bedenken entgegen, welche sie nicht so gesichert erscheinen lassen, wie sie selbst fest und sicher zu stehen glaubt.

Vorab kann kaum angenommen werden, daß das jetzige Auftreten der Organismen allerorts auf der ganzen Erde durch alle Entwicklungsperioden hindurch ein so gleichmäßig fortschreitendes war, wie dies vorausgesetzt ist. Schon zur Steinkohlenzeit war das Klima nicht mehr ein an allen Punkten der Erde gleichmäßiges, wie dies noch immer häufig behauptet wird, denn schon aus dieser Formation sind Gletscherablagerungen bekannt. Wenn es also schon damals klimatische Verschiedenheiten gab, — jener Faktor, welcher auf das Auftreten der Organismen immer von größter Bedeutung war, — so dürfen wir nicht ohne weiteres von der Verschiedenheit der Organismen auf Verschiedenheit der Formationen, in denen diese Organismen versteinert vorkommen, und ebensowenig von der Gleichheit der Organismen auf die Gleichzeitigkeit der Ablagerungen schließen, sondern im ersten Fall zunächst nur auf Ungleichheit, im zweiten auf Gleichartigkeit der allgemeinen Lebensbedingungen, ganz besonders der klimatischen Verhältnisse derjenigen Orte, in welchen die Fossilien gefunden worden.

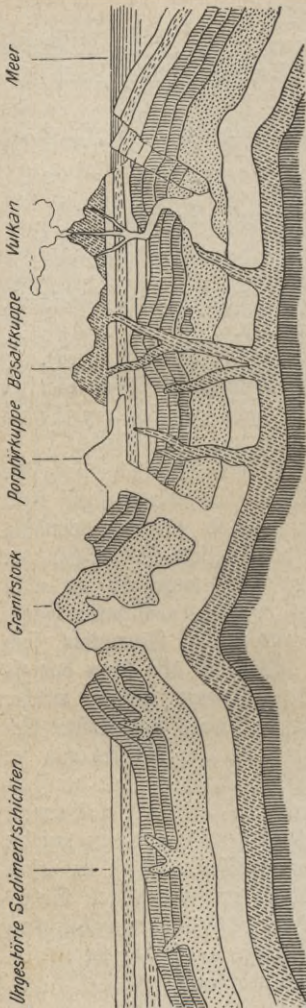


Fig. 18. Idealer Durchschnitt durch die feste Erdrinde.

Ein zweites Bedenken besteht darin, daß die genannten Formationen fast ausschließlich nur Meeresablagerungen darstellen. Wie sah es zu jenen Zeiten auf dem trockenen Festlande aus? Welche Organismen haben damals auf dem Festlande gelebt? Zur Steinkohlenzeit z. B., wo sich die Steinkohlenformation an feuchten Meeresufern, aus Torfmooren bildete — welche Organismen gab es damals auf dem trockenen Festlande drinnen und auf den verschiedenen Meeren draußen? Gewiß bildeten sich auch an diesen Orten Ablagerungen, und wer verbürgt uns, daß wir sie — verleitet durch die jetzt herrschende Formationslehre — jetzt andern Entwicklungszeiten der Erdgeschichte, andern Zeitaltern und Formationen zuschreiben?

Gewiß ist mit der Entwicklung der Erde auch die Welt der Organismen in gewissem Sinne fortgeschritten. In der That,

wenn wir einen Wechsel der Organismen in den Erdschichten auffinden, so erkennen wir auch meist schon am Wechsel der Gesteinsart, daß am betreffenden Orte Veränderungen stattgefunden. Die früheren Organismen wanderten aus, neue zogen ein, solche, welche auf die neuen Bodenverhältnisse, Tiefenlage u. dgl. besser angepaßt waren. So beobachten wir es heute noch. Von keiner einzigen Tierart ist es aber nachgewiesen, daß sie sich hierbei wirklich weiter entwickelt hat. In manchen Fällen mögen „Anpassungen“ an die neue Lebensweise vorgekommen sein. Aber nur bei großen „kritischen Perioden“, wie sie der amerikanische Geologe J. Le Conte nennt, d. h. in solchen Zeiten, wo auf einem großen Teil der Erde in kurzem eine Veränderung in der Erdkruste oder in klimatischer Beziehung eingetreten, wo also ein Auswandern in günstigere Lagen nicht so leicht möglich wurde, nur bei solchen „kritischen Perioden“ also konnte es zu weitgreifenderen Veränderungen auch der Organismen kommen. Eine solche „kritische Periode“ war nach Le Conte z. B. die Gletscherzeit, ferner in Amerika die Laramie-Epoche (oberstes Glied der Kreideformation), ferner gab es nach diesem Geologen auch eine solche im Perm und vor der paläozoischen Zeit. „Die Hauptentwicklung der höheren Formen fällt in die relativ kürzere kritische Periode, die für die Organismen eine harte Zeit, eine Zeit des heftigsten Kampfes ums Dasein war, so daß nur wenige Individuen gleichzeitig existieren konnten und die Vermehrung derselben heruntergesetzt war. Dadurch soll das Fehlen der Uebergangsformen z. B. zwischen den Beuteltieren und den eigentlichen Säugetieren erklärt werden.“\*)

Zum gleichen Resultate gelangt auch, gestützt auf eine Untersuchung der böhmischen Kreide, der Geologe und Ingenieur Jan Dlabac in seinen „Studien über die Probleme

---

\*) Vgl. Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie 1896. 2. Bd. 3. H. S. 424 f.

der Erdgeschichte" (Jungbunzlau 1901). Er schreibt u. a. (S. 191): „Die Reste der Fauna und Flora in den Formationen können keine natürliche Grundlage zur Abgrenzung der geologischen Zeitabschnitte bilden; einerseits waren es die Umwälzungen der Erdrinde und die damit stufenweise verbundene Abkühlung, andererseits die Diluvialfluten und damit verbundene Uebergießungen der Meere, welche Veranlassung zu Veränderungen in der Meeresfauna und zur Vernichtung einer zahlreichen Festlands-Fauna gaben. Eine Abgrenzung der geologischen Zeiträume nach den paläontologischen Gesichtspunkten, die jetzt allein entscheidend ist, ist daher unnatürlich.“

Die Diluvialzeit möge als Beispiel einer solchen „kritischen Periode“ dienen. Zunächst ist das Diluvium in der Tat, wie Le Conte es verlangt, eine allgemeine Erscheinung. Neumayr\*) sagt in seiner „Erdgeschichte“: „Wenn man allerdings die meisten geologischen Karten, namentlich die Uebersichtskarten in kleinem Maßstabe betrachtet, so scheint das Verhältnis ein ganz anderes zu sein, und das Diluvium nimmt nur einen verhältnismäßig geringen Raum ein. Allein eine solche Darstellung entspricht nicht der Natur, sie ist nur aus Zweckmäßigkeitsrücksichten gewählt, um einen besseren Ueberblick über den geologischen Bau zu gewähren. Wollte man das Diluvium in seiner vollen Ausdehnung in die Karten einzeichnen, so würde, abgesehen von den bedeutenden Gebirgen, von den Wüstenstrecken und Karstregionen, fast alles von einem gleichartigen Mantel der jungen Deckschichten umhüllt erscheinen, aus dem nur hier und da die älteren Gesteine hervorsehen.“

Das Diluvium hat ferner durchaus nicht den Charakter einer ruhigen Ablagerung, größtenteils erscheint es als Folge großartiger Ueberschwemmungen. Zu gleicher Zeit trat ein ganz außerordentlicher Klimawechsel ein und zwar ein rascher,

\*) Neumayr, Erdgeschichte. 2. Bd. S. 553 f.



ein sozusagen plötzlicher. Das bezeugen vorab die zum Theil in aufrechter Stellung eingefrorenen Mammute und das plötzliche Verschwinden so vieler Tierarten. „Die Wasser- und Gletscherwirkungen waren auch ganz gewaltige. Die Sand-, Ton-, Lehm- und Geröllablagerungen sind bisweilen fast bergähnlich.“

In dieselbe Zeit ungefähr, wie die Wasserwirkungen, fällt eine fast überall auf der ganzen Erde eintretende vermehrte Tätigkeit der gebirgsbildenden Kräfte. Dahin gehört z. B. die letzte Hebung der Alpenkette, teilweise auch diejenige des Jura; die Hebung der norddeutschen Ebene aus dem tertiären Nordmeere; die Bildung des südlich der Alpen gelegenen Senkungsgebietes des Mittelmeeres in bedeutend größerer Ausdehnung, als wir es heute sehen; die Trennung Englands vom europäischen Festland; nach Abich ist damals ein Teil des östlichen Kaukasus unter das Kaspische Meer gesunken, nachdem es kurz zuvor zur gleichen Zeit wie die Alpen entstanden war; noch in die Diluvialzeit hinein reicht auch die Faltung des Thianschan, Kienlün und Himalaja; Mesopotamien war theils in Hebung, theils in Senkung begriffen; die Andenkette ist zur gleichen Zeit entstanden, wie die bereits genannten Kettengebirge der alten Welt; ein ganzes Festland, das südatlantische (Helenis), zwischen Brasilien und der Alpenkette, ist ganz unter Wasser verschwunden; der Isthmus von Panama, zumeist aus vulkanischen Tuffen bestehend, trennt den Stillen Ocean vom Atlantischen erst seit dieser gleichen Zeit.

Daraus folgt nun zuerst, daß auch die Erdgeschichte nicht immer einen so ruhigen, gleichmäßigen Verlauf genommen, wie dies zumeist angenommen wird. Und so ist auch von dieser Seite her Bresche geschossen in die bisherige Formationslehre. Wir sagen nicht, daß sie als solche etwa eine ganz verfehlte Spekulation sei, wohl aber, daß die Prinzipien, auf welche sie sich stützt, bisher im all-

gemeinen zu einseitig betont und angewendet worden.

4. Es erübrigt noch, etwas über das Alter der Ablagerungen beizufügen. Lyell stellte hierüber zuerst den Grundsatz auf, daß nur die heute tätigen Ursachen und Kräfte auch früher tätig waren und zwar in gleicher Weise wie heute. Gewiß, wer wollte das leugnen, daß die vordem in der Natur wirkenden Kräfte die nämlichen waren, wie die jetzt noch in derselben wirkenden? Sehr fraglich ist es aber, ob die Bedingungen, welche die Art ihrer Wirksamkeit bestimmen, vordem die gleichen waren, wie heute. Einige Beispiele mögen dies klarlegen.

Dowler hatte für das Alter eines in den Mississippi-Ablagerungen gefundenen Menschenhädels die Zahl von 50,000 Jahren berechnet. Wohl auf denselben Fund bezieht sich die mehr „exakte“ Zahl von 51900 Jahren, welche Karl Vogt für den Mississippi-Menschen ansetzt, während er dem Delta desselben ein Alter von 126000 Jahren zuschreibt. Lyell hält dieses Delta als ganz besonders geeignet für eine zuverlässige Zeitbestimmung und teilte ihm in runder Zahl 100 000 Jahre zu. Nun kam aber Humphrey, einer der Ingenieure, welche mit der offiziellen Untersuchung des Mississippi-Deltas in den Jahren 1851 bis 1861 betraut worden waren, und berechnete das Alter des ganzen Deltas auf — 4000 Jahre; und zu dem gleichen Ergebnisse kam die von der Smithsonian-Institution veranlaßte wissenschaftliche Expedition des Jahres 1867, welche im Staate Louisiana, im Mississippi-Delta und Mississippi-Tale geognostische Untersuchungen anstellte.

Ein ebenso berühmtes Beispiel ist der Niagara-Fall (Fig. 19). Dieser mächtige Wasserfall frißt nämlich die Gesteinsbänke, über welche er schäumend in die Tiefe stürzt, immer mehr aus. Infolgedessen rückt er unter Bildung einer tiefen, steilwandigen Schlucht immer weiter vom Ontario-See zurück. Nach Lyell brauchte der Niagara, um

die 12000 m lange Schlucht auszutiefen, durch welche er heute, unterhalb des Falles bis Queenstown fließt, 36000 oder „wahrscheinlich mehr“ Jahre, (jährlich ca.  $\frac{1}{3}$  m). Die übrigen Autoren folgten ihm in Treue und Glauben. Es wurde namentlich betont, daß durchaus kein Grund vorliege zur Annahme einer veränderten Arbeitsweise des Wasserfalles. Etwas erschüttert wurden aber diese Annahmen bereits durch Kj er ul f („Einige Chronometer der Geologie“). Aus seinen Angaben wird ersichtlich, daß die Niagara-Arbeit früher um vieles schneller vor sich gegangen ist. Das Niveau der Seen, von denen seine Wasser herkommen, stand beträchtlich höher, der Niagara hatte deshalb eine bedeutendere Wassermasse, auch die Wasserkraft an sich war hiedurch verstärkt, und die Arbeit ging also viel rascher vor sich; dazu kam, daß die Rinne, worin die Kraft früher arbeitete, nur 800—1200 Fuß breit war, während sie jetzt 2900 Fuß beträgt, woraus wiederum folgt, daß die Arbeit früher konzentrierter, also kräftiger und rascher vor sich gegangen sein muß.

Ganz zum Falle kamen aber die schönen

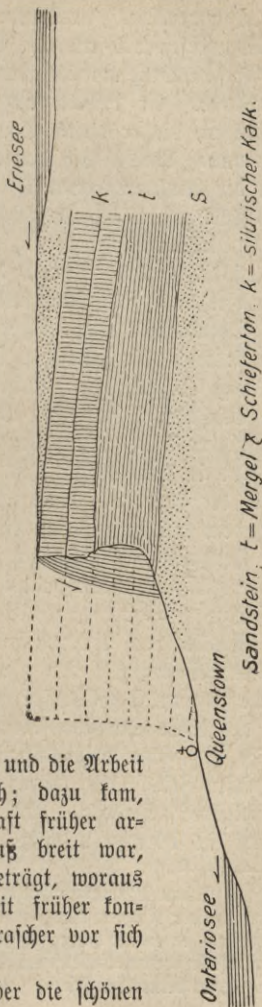


Fig. 19. Niagara-fall.

Berechnungen Lyell's durch neueste Untersuchungen des Niagara-Falles und seiner Wirkungen. Prof. Wright hielt hierüber auf der Versammlung amerikanischer Naturforscher zu Boston 1897 eine Rede. Er erklärte auf Grund seiner eigenen Untersuchungen, die er diesen Sommer an Ort und Stelle vorgenommen, Lyell's Schätzungen für übertrieben und glaubt, daß der Fluß nur etwa 10000 Jahre gebraucht habe, um den Fall zu bilden, da nach mäßiger Schätzung von den 21 m dicken Schiefertönen, welche den Niagarafallstein tragen, jährlich 2,5—5 cm durch Erosion zerstört würden, also viel mehr, als man bisher angenommen hat. \*)

Obendrein kommt noch der Geologe Taylor mit einer Studie über die „Großen Seen“ und findet heraus, daß die enge Schlucht von 1200 m Länge lediglich ein Werk der Erie-Wasser zur Zeit des „Nipissing-Sees“, d. i. der vereinigten drei großen Seen vor der Hebung des Landes, sei und in ganz kurzer Zeit hergestellt werden konnte, während der etwa 3400 m lange breitere Schluchtteil wohl von dem heutigen Strom eingeschnitten worden, wozu aber die Zeit von 5000 Jahren genügte; wenn man durchwegs die ungünstigsten Maßzahlen ansetze, so komme man höchstens auf eine Zeitdauer von 10000 Jahren.

Endlich noch ein neuestes Beispiel einer übertrieben hohen Altersbestimmung. Im Jahre 1896 veröffentlichte Dr. Nüesch von Schaffhausen seine Funde aus Nachgrabungen in der Nähe Schaffhausens: „Das Schweizersbild“ (Fig. 20), eine Niederlassung aus paläolithischer und neolithischer Zeit.“ In bezug auf die Altersberechnungen geht er folgenderweise vor. Die oberste Deckschicht, die Humusschicht ist 40 cm mächtig; die darunter liegende Schicht

---

\*) Schon Marcom hat darauf hingewiesen, daß die Gesteinsunterlage der Niagarafälle sehr verschiedenartig zerklüftet sei, so daß bisweilen in einem Jahre große Gesteinsmassen von der Kante der Wasserfälle herunterfallen, während in andern Jahren die Zerstörung kaum bemerkbar sei.

von wiederum 40 cm Dicke gehört der neolithischen Zeit an. Nun sind „nach allgemeiner Annahme“ (!) seit der neolithischen Zeit 4000 Jahre verflossen; auf 1000 Jahre trifft es also eine Zunahme von 10 cm für die Humusschicht.

Aber schon dieses Fundament der ganzen Berechnung ist nichts weniger als sicher. So schreibt Nadaillac\*) in bezug auf diese angeblichen 4000 Jahre der neolithischen Zeit: „Diese Benennungen (Steinzeit, Bronze- und Eisenzeit) haben aber eigentlich nur lokalen Wert; sie bezeichnen Entwicklungszustände, welche die verschiedenen Völker zu sehr verschiedenen Zeiten durchgemacht haben . . . Das Steinzeitalter als solches ist von den folgenden Epochen nicht scharf getrennt, sondern ragt zum Teil weit in die Zeitalter der Metalle hinein . . . Können wir demnach das Ende der Steinzeit weder im allgemeinen, noch im besonderen für ein einzelnes Volk genau präzisieren, so scheint anderseits sicher, daß der Anfang derselben mit dem Anfang des Menschengeschlechtes überhaupt zusammenfällt.“ — Diese 4000 Jahre für die Humusschicht sind also eine rein willkürliche Annahme. Noch unwissenschaftlicher ist das folgende Verfahren.

Nüesch überträgt nämlich dieses ganz willkürliche Maß der Schichtzunahme von 10 cm auf 1000 Jahre bei der Humusschicht ohne weiteres auch auf die früheren Schichten. So kommt er dann auf folgende Zahlen: die zweitoberste „neolithische“ Schicht mit 40 cm Mächtigkeit stellt einen weiteren Zeitraum von 4000 Jahren dar, dann folgt nach unten die „Breccienschicht“, 80—120 cm mächtig, also 8000—12000 Jahre alt; dann die „gelbe Kulturschicht“ von 30 cm Mächtigkeit, also 3000 Jahre alt, endlich die „untere Nagetierschicht“, 50 cm mächtig, 5000 Jahre ausmachend; zusammen also 24000—29000 Jahre.

---

\*) Nadaillac, Die ersten Menschen und die prähistorischen Zeiten. Stuttgart (Enke) 1884. S. 3 und 4.

Nun bedenken wir einmal, daß alle diese unter der Humusschicht liegenden Schichten Zeugnis dafür ablegen, daß der Mensch sich hier niedergelassen hatte, und daß diese Ansiedelung des Menschen selbst vieles dazu beigetragen haben muß, daß die Schichten rascher als sonst angewachsen sind. Das gilt schon für unsere Zeit, wie viel mehr für die prähistorische Zeit, wo der Mensch alles mögliche und un-



Fig. 20. Schwetzersbild. Profil längs der östlichen Felswand.

mögliche auf dem Wohnplatze hat liegen lassen, nicht bloß die Knochen der Tiere, die Steinwerkzeuge, die Asche und dgl., sondern namentlich Erde, Steinchen, die unwillkürlich herbeigeschleppt werden und in kurzem eine beträchtliche Menge ausmachen. Von einer irgendwie auch nur annähernd genauen Berechnung kann also hier absolut nicht die Rede sein.

Was die oben erwähnte Berechnung des Alters der Humusschicht betrifft, sei noch an das Beispiel von Troja erinnert. Diese Stadt ist historisch, liegt nicht an einem

überhangenden Felsen, wie die kleine Niederlassung vom Schweizerbild, wo also fortwährend noch eine Ablagerung von Verwitterungsprodukten stattfand, und doch hat sich über der Stadt eine 20—30 m mächtige Schicht angesammelt, unter welcher sie Schliemann herausfinden mußte. Und die Humusschicht vom Schweizerbild, auch ehemalige Wohnstätte von Menschen, beträgt nur 40 cm und soll doch 4000 Jahre alt sein!

Wenn nun schon die Zeitbestimmung einzelner verhältnismäßig noch junger Ablagerungen auf der Erdoberfläche mit so viel Schwierigkeit und Unsicherheit verbunden ist, was müssen wir dann von den Berechnungen des Alters der gesamten Erdschichten sagen? Falsch ist es vorab, die Gesamtstärke der Ablagerungen aus der Dicke aller bekannten Schichten zu berechnen. So findet man hier und da in „populären“ Büchern die Dicke dieser Ablagerungen bis auf 5 geographische Meilen angegeben. Nun ist aber zu bedenken, daß an keiner Stelle der Erde alle Sedimentschichten vorkommen und daß die vorhandenen noch in sehr ungleicher Mächtigkeit (Dicke) auftreten. Nach den aufgerichteten, emporgehobenen Gebirgsschichten überschreitet diese Mächtigkeit nirgends das Maß von ca. 8000 Metern, und es dürfte also die durchschnittliche Dicke der sedimentären Schichten der Erdrinde das Maß von 5000—6000 Metern kaum überschreiten.

Ferner hat man für die Schnelligkeit der Ablagerungen namentlich der älteren Formationen sozusagen gar keinen sicheren Anhaltspunkt.

Es hat daher auch gar keinen Wert, hier bestimmte Zahlen anzuführen\*); die Berechnungen gehen tatsächlich so

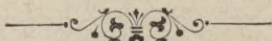
---

\*) Nur ein Beispiel. Häckel, ein Anhänger großer Zahlen, sagt, daß man in der Erdgeschichte nicht nach Jahrtausenden, sondern nach paläontologischen oder geologischen Perioden rechnen müsse, von denen jede viele hundert Jahrtausende und manche vielleicht Millionen von Jahrtausenden umfasse.

weit auseinander, daß man das ganze Verfahren fast als Spielerei bezeichnen darf.

---

Wallcott, Direktor der geologischen Landesuntersuchung in Washington, kommt zu dem Resultat, daß alle Sedimentärformationen eine Gesamtdauer von 45,150,000 Jahren gehabt haben, daß also die geologische Zeit höchstens nach Zehnern von Jahrmillionen, nicht aber nach Hunderten oder nach Tausenden gemessen werden dürfe. Das ganze paläozoische Zeitalter z. B. umfaßt nach ihm einen Zeitraum von 17,500,000 Jahren, die mesozoische Zeit einen solchen von etwa 7,300,000 Jahren.





#### IV. Die Eiszeit.



Eines der wichtigsten Ereignisse aus der diluvialen Erdgeschichte ist die sog. Eiszeit. Wir müssen auf dieselbe, wenn auch in möglichster Kürze, noch besonders eingehen, nicht etwa in der Hoffnung, irgendwie den Wirrwarr der Meinungen über die Ursache der Eiszeit heben zu können, sondern in der Absicht, um den Leser auch in diese vielbesprochene Frage wenigstens einigermaßen einzuführen. Zudem ist diese Episode für die Erdgeschichte der Jetztzeit, zum Verständniß der jetzigen Verhältnisse auf der Oberfläche der Erde wohl die wichtigste gewesen.

Alle Geologen der Gegenwart sind darin einig, daß mit dem Uebergang der Tertiär- in die Diluvialzeit bedeutende klimatische Veränderungen eintraten, eine Kälteperiode, während welcher nicht bloß der ganze Norden unseres Planeten, sondern auch noch die nördlich gemäßigte Zone desselben fast ganz in Eis und Gletscher erstarrt war. Man nennt das die Eiszeit. Um ein Verständniß hievon zu bekommen, ist es wohl am besten, zuerst die gegenwärtigen Gletscherverhältnisse kennen zu lernen, indem wir wenigstens im Geiste mit einander eine kleine Gletschertour unternehmen und uns dabei genauer nach all dem umsehen, was uns zum Verständniß der Eiszeit von Nutzen sein kann.

Am unteren Ende eines Gletschers (Fig. 21) angelangt, fällt uns zunächst eine mehr oder weniger große Oeffnung in das Gletschereis, das Gletschertor, auf. Da fließt der Gletscherbach heraus, die Geburtsstätte irgend eines berühmten Stromes oder auch nur eines Gebirgsbaches. Der Zugang zum Gletschertor ist mehr oder weniger verrammelt durch einen bald größeren bald kleineren Haufen meist eckiger, geschliffener, auch gerigter Gesteine in halbmondförmigem Bogen. Das ist die sogenannte Endmoräne.

Und jetzt hinauf auf den Gletscher. Die Zeit zur Beobachtung der für uns wichtigen Gletscherverhältnisse ist günstig; kein frischgefallener Schnee deckt das Gesteinsmaterial zu, welches der Gletscher mit sich führt und aus welchem wir wichtige Schlüsse auf die Ablagerungen früherer Gletscher ziehen können.

Das Gesteinsmaterial ist auf dem Gletscher nicht so unregelmäßig verstreut, wie es auf den ersten Blick namentlich auf einem recht großen Gletscher vielleicht scheinen mag. Da, wo die Grundlage des Gletschers, die Talsohle, nicht zu steil und uneben ist, sehen wir diesen Gesteinschutt ziemlich regelmäßig in langen Linien sich dem Gletscher entlang hinabziehen (Fig. 22). Man nennt das die Längsmoränen. Auch am Rande des Gletschers, wenn er nicht zu sehr zerklüftet und zerpalten ist, sehen wir solche Längslinien aus Gestein, und diese heißen Seitenmoränen, während die in der Mitte des Gletschers Mittelmoränen genannt werden. Unterbrochen werden sie bisweilen von den Gletscherpalten, durch welche die Gesteine zugleich mit dem geschmolzenen Eiswasser hinabstürzen, oft bis auf die Talsohle hinab, um dort vom Gletscher weiter geschoben zu werden; das sind die Grundmoränen.

Woher kommt aber all dies Gletschermaterial? und wie läßt sich die so regelmäßige Anordnung desselben auf dem Gletscher erklären? Um diese Frage beantworten zu können, müssen wir weiter wandern, hinauf gegen die oberen Regionen des Gletschers.

Unten haben wir gesehen, wie der Gletscher noch in die Region des üppigen Pflanzenwuchses hineinragt. Das ändert sich nun allmählich ganz, und schließlich finden wir nichts mehr als kahle Felsen, mit ganz wenigen Pflänzchen besetzt, welche gegen die Zerbröckelung des Gesteins nur geringen Schutz bieten. Zudem ist der tägliche Wechsel der Temperatur gerade an diesen Felsen ein ganz gewaltiger. Am Tage erwärmt sich das Felsgestein und dehnt sich dabei aus, in

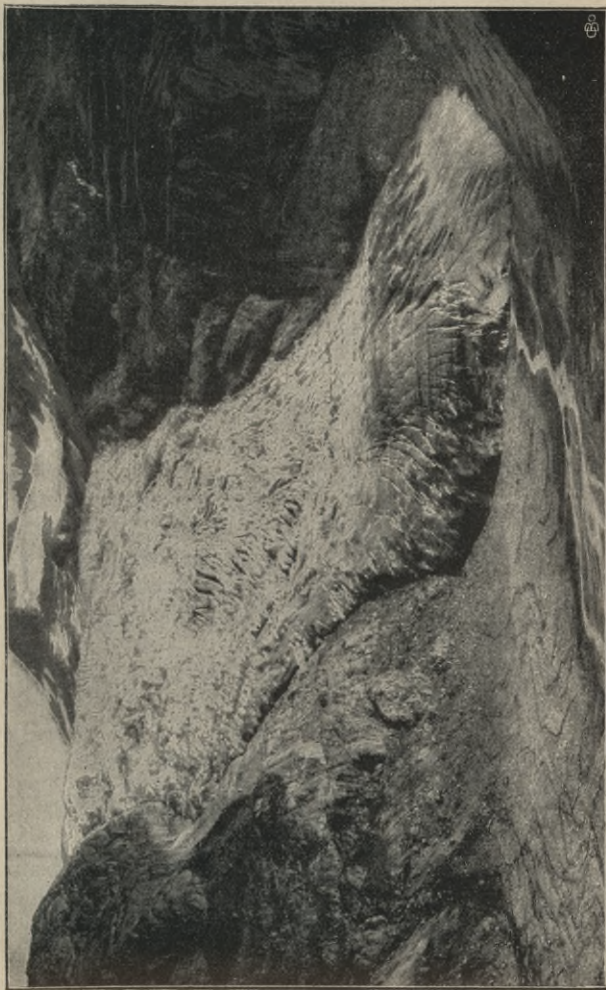


Fig. 21 Rhonegletscher.

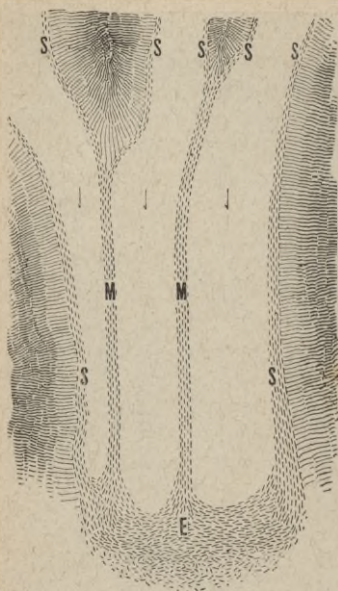


Fig. 22. Moränenbildung.

- S = Seitenmoränen,  
 M = Mittelmoränen,  
 E = Endmoräne.

Die Pfeile geben die Richtung der Gletscherbewegung an.

der Nacht herrscht sogar im Sommer Gefriertemperatur, und das Gestein zieht sich dabei wieder zusammen. So entstehen zunächst kleine Risse und Spältchen. Sofort sammelt sich da Feuchtigkeit an, gefriert in der Nacht, sprengt das Gestein immer mehr auseinander, bis endlich kleinere und größere Trümmer sich lösen und auf den unten vorbeiziehenden Gletscher hinabfallen. Und die langen Linien? Nun ja, die entstehen deswegen, weil die Gletschermasse nicht ruht, sondern vorbeizieht, eigentlich fließt, denn die Bewegung geschieht nach Art der Wasserbewegung im Flusse; in der Mitte fließt das Wasser am schnellsten, so auch das Eis im Gletscher, daher dringt der

Gletscher am unteren Ende in der Mitte auch weiter vor und beschreibt dort den erwähnten Halbmondbogen, am Rande dagegen bleibt das Eis wegen der dort stärkeren Reibung etwas zurück. Seit vielen Jahren schon wurden genaue Messungen über diese Gletscherbewegungen vorgenommen. Die Schnelligkeit derselben hängt vorab von der Neigung der Talsohle und von den Niederschlagsmengen ab und wechselt von 5 m bis 200 m im Jahre. Die Gletscher ziehen also nach unten und mit ihnen auch das Gestein. Während

also die gestern auf den Gletscher hinabgefallenen Felsstrümmern heute bereits 1—10 m vorwärts gerückt sind, fällt heute und morgen wieder neue Trümmermasse nach, und so entstehen eben die langen Moränenlinien. Auch die Mittelmoränen waren zuerst Seitenmoränen, entstanden, wie wir das leicht beobachten können, durch Zusammenfließen zweier oder mehrerer Gletscherarme in ein gemeinsames Flußgebiet.

Wie schließen wir nun von diesen gegenwärtigen Gletschererscheinungen auf frühere Zustände? Ein Beispiel von einem Schweizergletscher mag uns hierüber Aufschluß geben. Vom Tödi und Hausstock an treffen wir durch das ganze Sernf- und Linthtal hinaus und längs des linken Ufers am Zürichsee bis nach Zürich hin eine eigentümliche rote, porphyrartige Gesteinsart an, nach dem Sernstal Sernisit genannt, welcher in der Schweiz nirgends als festes Felsgestein vorkommt, als eben am Tödi, dann vom Sernstal an bis zum Wallensee hinaus am Käpfstock und Freiberg, am Hausstock und Mürtchenstock, im Murgtal, Schiltal und Weisstannental. Ein Teil der Stadt Zürich steht auf einer Endmoräne dieses Gletschers. — Die Sernisiten sind nicht wie die Bachkiesel rund und geglättet, sondern eckig, teils geritzt, teils geschliffen; sie können also nicht durch Flüsse dorthin getragen worden sein. Dazu kommt die moränenartige Lagerung der Gesteine. Es ist also keine andere Erklärung zulässig, als daß diese Gesteine durch Gletscher dahingetragen worden. Noch mehrere andere Endmoränen desselben Gletschers sind bekannt, so z. B. die 15—18 m hohe Halbinsel von Hurden gegen Rapperswil hin; es sind dies Ablagerungen während des Rückzuges des Linthgletschers, als eben mildere klimatische Verhältnisse eintraten. Die Seitenmoränen dieses alten Gletschers, namentlich auf der linken Seite des Zürichsees in Menge vorhanden, geben uns endlich auch noch die Ausdehnung dieses Gletschers in die Breite an, so daß man den ehemaligen Lauf dieses Linthgletschers ganz genau kennt.

Ein weiteres Kennzeichen ehemaliger Gletscherausbreitung für einen bestimmten Ort sind die sogenannten erratischen Blöcke oder Irrblöcke (Fig. 23), auch Findlinge genannt. Im großen Parke des Hotels Auenstein auf dem Auenberg bei Brunnen befinden sich mehrere kolossale Felsblöcke aus Gotthardgestein („Geißberger“). Wie sind sie dorthin gekommen? Weit



Fig. 23. Irrblock bei Monthey im Unterwallis, vom Montblanc herstammend, 20,5 m lang, 9,7 m hoch und 10,2 m breit.

und breit findet sich dort kein solches Gestein, sie können also nicht etwa durch einen Felssturz dorthin gelangt sein. Die ehemalige größere Ausbreitung des Neufgletschers vermag allein wieder eine befriedigende Erklärung zu geben.

Und wer hat nicht schon die „Strudellöcher“ im „Gletschergarten“ zu Luzern (Fig. 24) gesehen? Auch sie beweisen, daß dort einst ein Gletscher vorbeigezogen. Solche „Strudellöcher“ entstehen nämlich in der Talsole eines Glet-



schers, wenn bei einer Gletscherspalte Wasser nach Art eines Wasserfalles hinabstürzt und zufällig vom hinabgefallenen Gestein ein Stück auf dem Felsgrunde in Wirbelbewegung gerät.

Bisweilen läßt sich auch noch die ehemalige Dicke des Gletschers bestimmen. Noch gegenwärtig sind die Gletscher unserer Alpen bis mehrere hundert Meter dick. Der kühne Zug Nansen's quer durch Grönland hat gezeigt, daß dieses Land stellenweise mit einer 2000—3000 Meter mächtigen Eisschicht zugedeckt ist und daß die grönländischen Gletscher täglich mit einer Geschwindigkeit von 22 m vorwärts fließen. Daß die Gletscher der Eiszeit mächtiger waren, als gegenwärtig ihre verhältnismäßig nur kleinen Reste in den Alpen, ist an sich schon selbstverständlich. Wir haben aber auch tatsächliche Beweise hiefür. Noch sieht man z. B. im Rhonetal die Politur, Streifung und Ritzung der Felswände in einer Höhe von über 1000 m über der Talsole, im Berner Oberland ist dasselbe der Fall, und im Reußtal läßt sich bis nach Amsteg hinab hoch über der Talsole die Politur im Felsgestein verfolgen.

Weitere Beweise für die Existenz einer derartigen Kälteperiode liefert die Pflanzen- und die Tierwelt, die noch aus jener Zeit in einigen Resten erhalten geblieben. Oswald Heer fand z. B. in der unteren Süßwassermolasse der Schweiz, aus einer Zeit, die der Bergletscherung fast unmittelbar vorausgegangen, über 400 Arten versteinelter Pflanzen, welche auf eine damals ganz üppige Vegetation schließen lassen. Mit der Klimaveränderung starben alle diese Pflanzenarten in unsern Gegenden aus, dafür wanderte eine Anzahl nordischer und alpiner Pflanzen mit dem Vordringen der skandinavischen und alpinen Gletscher weit hinaus in das Flachland. Diese Gletscherflora bestand außer Moosen und Flechten in Ried- und Wollgräsern (*Carex*- und *Eriophorum*-Arten), aus niedrigen, den Boden rasenartig überziehenden Weiden, dazu kommen die Moosbezirke, der Alpenknöterich, die Silber-



Fig 24. Partie aus dem Gletschergarten in Luzern.

wurz (*Dryas octopetala*) und eine Menge anderer Pflanzen, die sich später mit dem Rückzuge der Gletscher auch wieder nach Norden oder hoch hinauf auf die Alpen zurückgezogen haben. Ueber 40 Arten derselben kommen auch noch im Flachlande der Schweiz vor, hauptsächlich in Moorgegenden; man nennt sie „Reliktenflora“. Der berühmteste Fundort solcher jetzt noch lebender „Gletscherpflanzen“ ist in der Schweiz Einsiedeln, wo sich u. a. noch folgende seltene Pflanzen vorfinden: *Betula nana*, *Hierochloa odorata*, *Juncus supinus* und *J. stygius*, *Orchis Traunsteineri*,

Malaxis paludosa, Trientalis europaea, Meum athamanticum und einige sehr seltene Carex-Arten.

Auch ein großer Teil der Eiszeittiere ist ausgestorben, so z. B. das Mammut, das Rhinoceros, der Urochse (*Bos primigenius*, *priscus* und *longifrons*), der Elch, der Riesenhirsch, der Höhlenlöwe, die Höhlenhyäne, der Höhlenbär; andere Tiere haben sich ebenso wie die Pflanzen in die Alpen und in den hohen Norden zurückgezogen, z. B. die Gemse, der Steinbock, das Murmeltier, das Rentier, der Eisfuchs, der Vielfraß, die Schneegans.

Aus all dem geht unstreitig hervor, daß es einst eine Eiszeit gab, „eine Kälteperiode, deren Temperatur jedenfalls um einige Grade niedriger war als die jetzige“ (Neumayr); es gab aber auch „Zwischeneiszeiten, in welchen die Temperatur stieg und das Eis zurückging“. Ueber die Ausbreitung der Eiszeit gibt beiliegendes Kärtchen am besten Aufschluß (Fig. 25). Nach Penck waren in Europa ca. 100000, auf der ganzen Erde etwa 700000 Quadratmeilen mit Eis bedeckt.

Die Gletscherforscher streiten immer noch seit mehr als 20 Jahren ganz gewaltig über die Frage, wie viele Eiszeiten, bezw. Zwischeneiszeiten es gegeben habe. Wir lassen uns hier auch auf diese Frage nicht näher ein; es genüge folgende Uebersicht.

Am weitesten geht wohl Geikie mit seiner Annahme von 6 Eiszeiten für Europa. Ihm widersprach schon Keilhack, der nur 3 Eiszeiten zugeben will.\*\*) Beiden trat darauf Boldrich entgegen in seiner Rede an der 71. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte zu München 1899, worin er wenigstens für Nordeuropa nur eine Eiszeit anerkennen will.\*\*\*) Der erste Gedanke von der Existenz

\*) Petermann's Mitteilungen. 1896. 70 ff.

\*\*) S. „Globus.“ 1900. S. 231. Für eine nur einmalige Vereisung Schwedens tritt auch der schwedische Staatsgeologe Holst ein in einer Schrift: „Hat es in Schweden mehr als eine Eiszeit gegeben?“ Berlin 1899.

mehrerer Eiszeiten in den Alpen ging von der Schweiz, von Oswald Heer, aus, und schien hier am ehesten eine mehrfache Eiszeit angenommen werden zu müssen. Aber auch hier nimmt mehr und mehr eine andere Auffassung überhand. So schreibt der Geologe Dr. Léon du Pasquier\*): „Als feststehend darf in der That betrachtet werden, daß die ganze



Fig. 25. Ausbreitung der Gletscher zur Eiszeit in Europa.

Mittelschweiz wiederholt von Gletschern bedeckt war . . . . . Ob wirklich zwei Eiszeiten anzunehmen sind, oder ob große Schwankungen zur Erklärung aller Erscheinungen ausreichen, darüber ist viel gestritten worden. Ich kann mich auf diese Frage indessen umsoweniger einlassen, als sie in

\*) L. du Pasquier, „Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz“. 31 Lief. 1891. S. 27 f.

dem unsern Betrachtungen unterworfenen Gebiete nicht zu lösen ist. Ich werde daher die Ausdrücke „erste“ und „zweite“ Eiszeit als theoretische und meiner Ansicht nach zu weittragende Begriffe fallen lassen und lediglich von den durch die Thatfachen unmittelbar geforderten letzten und vorletzten Vergletscherungen sprechen.“

Für Rußland gibt es sicher nur eine Eiszeit. \*)

Für Amerika ist die Annahme einer Zwischeneiszeit bis jetzt ganz unbewiesen, und lassen sich die Verhältnisse auch ohne eine solche Annahme erklären. \*\*)

Eine der wichtigsten Thatfachen, welche namentlich imstande ist, die weitgehende Wirkung der Temperaturabnahme zur Eiszeit zu demonstrieren, ist die damalige Vergletscherung auch südlicher Länderteile Europas und anderer Kontinente. Nachgewiesen ist dies u. a. von den Mittelmeerländern Dalmatien, Italien, Sizilien, Rhodos, vom südlichen Frankreich und Spanien, ferner vom Libanon und Sinai, vom Gebiete des Amazonenstromes, von Neuseeland, Süd- und Ostafrika u. s. w. Prof. Brückner in Bern betont besonders, daß an all diesen Orten dieselben nordischen Tiere zu dieser Eiszeit sich vorfanden, weshalb man daraus auf die Gleichzeitigkeit der Eiszeitbildungen in all diesen Ländern schließen müsse. Es ist dieser Punkt sehr wichtig für die Erklärung der Eiszeit.

Es existieren hierüber mehr als ein Duzend Hypothesen; und nur wenige davon vermochten sich längere Zeit zu halten und die Anerkennung einiger Forscher zu erwerben; keine einzige ist frei von Widersprüchen mit Thatfachen, die nicht ignoriert werden dürfen\*\*\*). Man darf daher wohl sagen,

\*) S. Gää, 1893. S. 311 f.

\*\*) S. Naturw. Wochenschrift von Potonié. 1892. S. 83.

\*\*\*) Ich nehme hierin auch die Hypothese P. Reichgauer's nicht aus, der die Eiszeit auf eine Verschiebung des Erdäquators zurückführt. Wohl könnte durch diese Hypothese, die manches für sich hat, die Entstehung der Eiszeit erklärt werden, nicht aber der seitherige Rückgang der Gletscher innerhalb einer so kurzen Zeit.

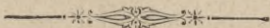
daß die Geologie die eigentümliche Erscheinung der Eiszeit nicht zu erklären vermag. Die Naturwissenschaft ist hier genötigt, eine Tatsache anzunehmen, wofür sie keinen natürlichen Grund anzugeben weiß. Es geht daraus mit Evidenz hervor, daß die Eiszeit eine Ausnahmerscheinung in der Geschichte der Erde, eine Katastrophe ist, die nicht durch die regelmäßig wirkenden Kräfte der Natur erklärt werden kann. So lang die Geologie sich nicht auf diesen Standpunkt stellt, wird ihr die Eiszeit ein Rätsel bleiben, aber sie bekennt sich ja lieber zum „ignoramus et ignorabimus“, als zu einer noch so wahrscheinlichen Hypothese, welche zu den gegenwärtigen Modetheorien allerdings in Widerspruch steht. Ich meine die Hypothese des Verfassers dieses Bändchens von der Eiszeit als Folge der „Sündflut“.\*) Selbstverständlich hat sich Gott zur Ausführung auch dieser Großtat der natürlichen Kräfte und Ursachen bedient. Die Eiszeit ist die ganz natürliche Folge der Sündflut — so sagen wir — aber die Sündflut war eine außerordentliche Ausnahmerscheinung in der Erdgeschichte, die nicht herbeigeführt wurde durch den regelmäßigen Verlauf der Naturmächte, ausgeführt freilich durch die Kräfte und Mächte der Natur, die auch jetzt noch eine „Sündflut“ zu bewerkstelligen imstande wären, wenn nicht Gottes Wille ihnen eine andere Richtung gegeben hätte.

Aber, wendet man sogleich von allen Seiten ein, die Eiszeit gehört ja der vorgeschichtlichen Zeit an, wie kann sie also eine Folge der Sündflut sein? Ja freilich berechnete Croll, daß die diluviale Eiszeit nach seiner Hypothese vor 50000 bis 25000 Jahren eingetreten sein müsse, und vor 20 Jahren noch galt es als ausgemachte „Tatsache“, daß die Eiszeit zum mindesten 100000 Jahre zurückliege. Es ging hier aber allmählich mit diesen großen Zahlen, wie bei

---

\*) P. M. Gander, Die Sündflut in ihrer Bedeutung für die Erdgeschichte. Münster i. W. 1896.

der andern schon behandelten Frage nach dem Alter der Erde. Gegenwärtig redet wohl kein Geologe mehr von 100000 Jahren, die seit der Eiszeit verfloßen sein sollen, und die Tatsachen, auf welche sich die niedrigen Zahlen stützen, beweisen klar und deutlich, daß die Hypothesen, welche auf hohe Zahlen angewiesen sind, am besten sofort preisgegeben werden. Heim z. B. berechnet für die Schweiz aus einer Endmoräne, die im Vierwaldstättersee liegt, eine Zeit von „wahrscheinlich“ 16000 Jahren; Brückner ebenso aus Nareanschwemmungen 14—15000 Jahre; Warren kommt auf eine Zeit von höchstens 10000 Jahren für die Nacheiszeit. Ich denke, auch diese Zahlen werden nicht so ganz absolute Geltung beanspruchen wollen; wir wissen ja, daß alle derartige Rechnungen auf sehr unsicherer Grundlage beruhen. Doch sehen wir aus ihnen, daß die Geologie nicht ungeneigt ist, allmählich etwas einzulernen und nicht mehr von Nebenabsichten sich leiten zu lassen. Schließlich wird Hermann Klein doch noch recht bekommen, der schon 1871 in die „Natur- und Offenbarung“ schrieb (S. 422), „daß die Eiszeit in Mitteleuropa, wenigstens in ihrem Ausgange, durchaus noch in die historische Epoche hineinfällt, daß sie, wie Oskar Fraas treffend hervorhebt, gewiß nicht höher hinaufreicht, als in die Zeit der Blüte von Babylon und Ninive.“







## V. Gegenwart und Zukunft der Erde.

1. Jegige Veränderungen an der Erdoberfläche. 2. Die Zukunft der Erde nach den Darstellungen der Chemiker, Physiker und Astronomen.



## 1.

**W**asser, Feuer (Druck) und Organismen arbeiten noch immerfort an der Gestaltung der Erdoberfläche. Die Wasserwirkungen der Gegenwart sind jenen der früheren Erdperioden so vollkommen gleichgeblieben, daß wir hier nur schon Gesagtes wiederholen müßten, wollten wir sie noch einmal beschreiben. Dagegen müssen wir hier etwas einläßlicher auf die beiden andern Naturkräfte eingehen. Vorab schauen wir jetzt etwas genauer nach, wie die Organismen gegenwärtig noch zur Erdschichtenbildung beitragen.

a. Die organischen Bildungen sind teils pflanzliche, teils tierische.

Die niedrigste Gruppe pflanzlicher Organismen, die hier in Betracht kommen, sind die Spaltalgen oder Diatomeen, deren mikroskopisch kleine, aber sehr mannigfache Formen (Fig. 26) sich fast in allen süßen und salzigen Gewässern finden; sie scheiden die in außerordentlich geringer Menge im Wasser gelöste Kieselsäure (im Meerwasser 0,001%, im Wasser des Rheins 0,004%) aus und bilden daraus ihren zierlichen Kieselpanzer. Da sich diese Organismen außerordentlich rasch durch bloße Teilung vermehren, so können sich die auf den Meeresboden abfallenden toten Kieselstelette bisweilen bis zu Schichten von Meter-Dicke ansammeln und daselbst eine magere, weißliche Erde bilden, die man Kieselgur oder Infusorienerde nennt. Oft werden diese Diatomeenpanzer im Wasser wieder aufgelöst und zerstört. Im allgemeinen nennt man alle Meeresablagerungen von Diatomeen „Diatomeenschlick“.

Die größte Bedeutung für die Erdschichtenbildung haben jene Pflanzen, welche zur Bildung der Ackererde und namentlich des Torfes beitragen. Ueber die Vorgänge bei der Torfbildung in chemischer und mechanischer Beziehung werden seit Jahren schon an vielen Orten Studien angestellt;

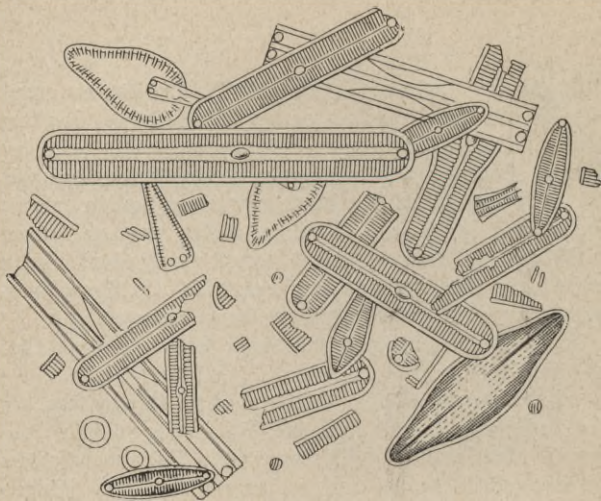


Fig. 26. Diatomeenpanzer.

die Resultate derselben sind aber nicht derart, daß man sich jetzt eine klare Vorstellung über alle einzelnen Prozesse machen könnte.

Die Braunkohle und Steinkohle älterer Formationen sind weiter in der Verkohlung der Pflanzensubstanz fortgeschrittener Torf.

Bei den tierischen Ueberresten sind fast immer alle Weichteile verschwunden und nur die aus vorherrschend mineralischen Stoffen bestehenden festen Körperteile, z. B. die aus phosphor- und kohlensaurem Kalk gebildeten Knochen, Zähne, die harten Hautschilder der Wirbeltiere, die aus sogenanntem Chitin gebaute Hülle der Gliedertiere, die Kalkschalen der niederen Tiere (Mollusken, Stachelhäuter u. s. w.) blieben erhalten und haben zur Bildung dicker Kalkschichten, ja ganzer Kalkgebirge beigetragen. Es wird uns dies begreiflich, wenn wir an die jetzigen Vorgänge im Meere denken.

Die wichtigsten Gebirgsbildner unter allen Tierarten sind die mikroskopisch kleinen Foraminiferen (= Lochträger), die sich um ihren Körper zumeist aus Kalk eine von feinsten Löchlein durchbohrte Schale bauen (Fig. 27). Als im Jahre 1875 die Tiefseeforschungen im nördlichen Atlantischen Ozean zum Zwecke der Legung eines Kabels begannen, erhielt man zum erstenmale genauere Kunde über das Vorkommen der Foraminiferen in solchen Meerestiefen. Auf dem Boden des sogenannten Telegraphen-Plateau's, eines von Norden nach Süden verlaufenden Höhenzuges im genannten Ozean, 1000 bis 2000 Faden (1 Faden = 2 Meter) tief, entdeckte man den Globigerinenschlamm, ein Gemenge

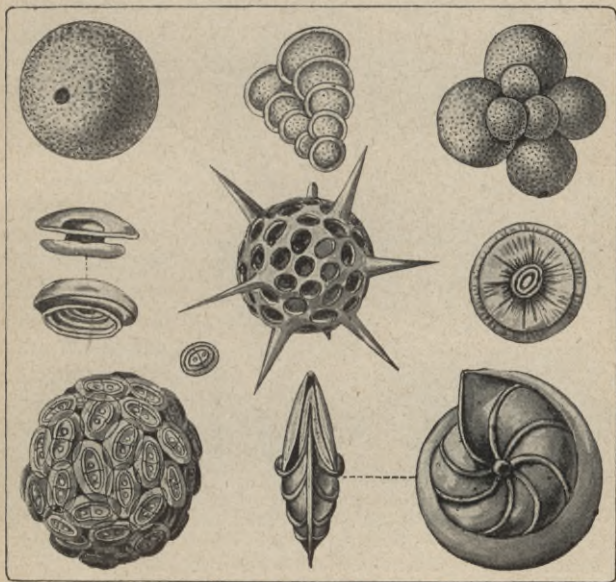


Fig. 27. Globigerinenschlamm mit Foraminiferen, Kokkolithen u. s. w.

von verschiedenen Foraminiferen (toten und lebenden), Koffolithen, Diskolithen, Cyatholithen, Koffosphären, Rhabdosphären, Strahlieren, Spaltalgen u. j. w., unter denen aber die kugeligten Globigerinen stark vorherrschen. Die späteren Untersuchungen der berühmten Challenger-Expedition kamen zu demselben Resultate auch für die andern Ozeane. „Die chemische Analyse des getrockneten Tiefseeschlammes ergibt meist etwa 50—60% kohlensauren Kalk, 20—30% Kieselerde und 10—20% Tonerde, Eisenoxyd u. j. w., also eine den gewöhnlichen unreinen Kalksteinen ziemlich genau entsprechende Zusammensetzung. Zuweilen herrschen auch die organischen, aus kohlensaurem Kalk bestehenden Schälchen vor, und der-



Fig. 28. Kreidetierchen.

artige Proben von Tiefseeschlamm stimmen sowohl in ihrer chemischen Beschaffenheit, als auch bei mikroskopischer Betrachtung fast genau mit der weißen Kreide (Fig. 28) von Nordeuropa überein.“\*)

Am zahlreichsten sind die tropischen und gemäßigt warmen Meere von den Foraminiferen

\*) Zittel, Handbuch der Paläontologie. I. Bd. Leipzig 1876 bis 1880. S. 68. — Nach Lohmann sind es die Skeletteile, die Schalen von Flagellaten (Koffolithosphoridae), die in der Tiefe von 20—80 m in ungeheurer Zahl leben, welche als Hauptbestandteil der Kreideablagerungen anzusehen sind.

bewohnt, in den arktischen Meeren kommen sie nur dort in größerer Menge vor, wo sie von dem Schmelzwasser des Eises geschützt sind. Da kriechen sie teils auf dem Meeresboden umher, teils leben sie schwimmend an der Oberfläche, teils schwebend in verschiedenen Tiefen, bis endlich die Zeit kommt, wo sie alle tot auf den Meeresboden sinken und in dem Bodensatz begraben werden. In welcher Massenhaftigkeit dies immerfort geschieht, geht aus der Beschreibung No 11's hervor; er sagt: es sei „wie ein fortwährender und unausgesetzter Regen“; andere vergleichen dies noch treffender mit den Schneeflocken, die in dichtgedrängten Haufen aus dem Wolkenmeere fallen und schließlich auch den Erdboden mit einer mächtigen Schneeschicht bedecken. Schulze berechnete die Zahl der Foraminiferengehäuse in einem Gramm gesiebten Sandes vom Molo di Gaeta auf 50000, wobei sie ungefähr die Hälfte der Sandkörnchen ausmachen.

In Tiefen von 2100—2300 Faden beginnt der Foraminiferenschlamm sich stark zu mengen mit einem graugrünlischen bis rötlichen Schlamm und Ton. In noch größeren Tiefen findet man gar keine Schalen mehr; der Meeresboden ist von da an nur mit rötlichem Ton bedeckt. Nun sehen wir aber schon in unsern Kalkalpen, daß sich aller Kalk allmählich in grauroten Schlamm auflöst und zwar durch Einwirkung des kohlenäurereichen Wassers, das über dem Gestein dahinfließt. Ebenso lassen sich künstlich aus Foraminiferenschalen, wie aus jeglicher Kalkart, mittelst schwacher Säuren jene Produkte, roter Schlamm und Ton, herstellen, und so unterliegt es keinem Zweifel, daß der rote Tiefseeschlamm, der bis in die weitesten Gebiete der Ozeane sich hinauszieht, nichts anderes ist, als gewissermaßen die Mische, das letzte Zerfallsprodukt der Foraminiferenschalen.

„Diese wichtigen Entdeckungen,“ schreibt Zittel,\*) „werfen auf die Kalksteinbildung neues Licht. Man kann sich

\*) Zittel, a. a. O. S. 71.

kaum des Gedankens erwehren, daß viele unreine, versteinungsarme marine Kalksteine früherer Formationen, in denen sich Foraminiferen nicht mehr nachweisen lassen, aus einem, dem grauen Tieffeeschlamm entsprechenden Material gebildet wurden und ebenso mögen manche dicke Ton-schiefer das erhärtete Ueberbleibsel ehemaliger Foraminiferen-Ablagerungen darstellen.“ Kleine Ursache, große Wirkung!



Fig. 29. Korallentiere.

Bekannt sind ferner auch die Muschelbänke, welche der Hauptmasse nach aus den Schalen von Muscheln und Schnecken gebildet sind. Die Austern siedeln sich gerne an Felsen und an schlammigem, unbewegtem Sande an, am liebsten in Meerwasser mit 2—3% Salzgehalt; sie vermögen in kurzer Zeit mehrere Kilometer lange und breite Bänke herzustellen, weil sie mit ihren Schalen mit einander verwachsen und ein mehr oder weniger festes Kalklager bilden.



Das bekannteste Beispiel aber von Erdschichtenbildung durch Tiere sind wohl die Korallenriffe. Die Korallentiere (Fig. 29) kommen nur in der tropischen Zone vor, wo die Jahrestemperatur des Meerwassers nie unter  $20^{\circ}$  C hinabsteigt. Dazu sind sie auch an einen bestimmten, gleichmäßigen Salzgehalt des Meerwassers gebunden und können sich auch nicht unter 40 m Tiefe lebend erhalten.

Ein einzelnes Tier baut sich aus dem Kalkgehalt des Wassers, den es zu einem Gehäuse für seinen Körper umgestaltet, zu einem ganzen Korallenstock aus, das heißt aus dem ersten Tiere, das sich irgendwo angesiedelt, entstehen nach und nach durch Knospung so viele, daß sie allmählich einen weiten Raum ausfüllen und einen zusammenhängenden großen Felsen im Meere darstellen. Man unterscheidet drei Arten solcher Korallenfelsbildungen: Küstenriffe, Damm- oder Wallriffe und Ringinseln oder Atolle (Fig. 30).

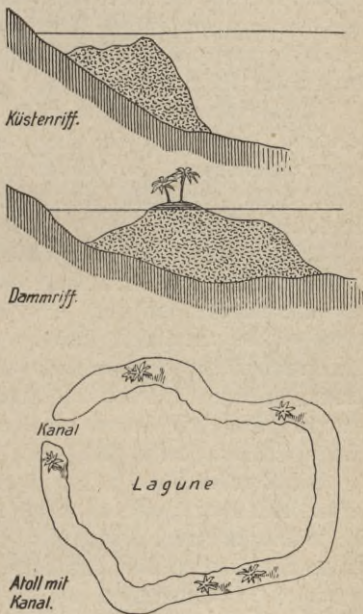


Fig. 30. Korallenbauten.

Küstenriffe sind solche Korallenbauten, welche sich unmittelbar an das Küstenland einer Insel oder auch des Kontinents anschließen und in der Regel nur dort unterbrochen sind, wo Flüsse mit Süßwasser ins Meer münden.

Die Damm- oder Wallriffe sind vom Festlande durch einen mehr oder weniger breiten Kanal getrennt und ziehen sich den Küsten der Inseln oder Festländer entlang, wie künstliche Hafendämme, sind von Zeit zu Zeit aus demselben Grunde unterbrochen, wie die Küstenriffe, und gestatten so einen freien Zugang vom offenen Meere her in die zwischen dem Riffe und dem Festland liegende Lagune. Das größte Wallriff liegt an der Nordostküste von Australien; es erstreckt sich, allerdings mit einigen Unterbrechungen, auf eine Länge von 250 geographischen Meilen und liegt ost 10—12 Meilen von der Küste entfernt.

Atolle oder Ringinseln heißen die einen Kreis bildenden Riffe, welche nicht eine Insel, sondern eine Salzwasserlagune umschließen. Im Stillen Ozean gibt es etwa 300 solcher Atolle, gewöhnlich nur einige Meter hoch, oft mit Vegetation bekleidet.

Früher glaubte man, daß die Korallentiere aus den größten Tiefen des Meeres ihren Bau wie eine Mauer in die Höhe führen; tatsächlich gibt es ja Korallenriffe von 1000—1200 m Tiefe. Seitdem man aber weiß, daß die Tiere nur in der oben angegebenen geringen Tiefe leben können, ist diese Erklärung der Korallenbauten hinfällig geworden. Die einfachste und von den meisten Forschern bestätigte Erklärungsweise ist folgende (Fig. 31).

Die Korallen setzen sich zuerst an den Küsten eines Festlandes oder einer Insel an günstiger Stelle fest; so sind alle Bildungen zuerst Küstenriffe. Wenn nun das Land, um welches sich das Riff angelagert hat, ins Sinken gerät, so müssen die Korallentiere, um sich in der richtigen Tiefe halten zu können, nach oben weiterbauen; aus dem Küstenriff wird so ein Wallriff. Bei fortgesetztem Sinken verschwindet endlich, wenn das Zentrum des Baues eine Insel ist, dieselbe gänzlich unter der Meeresfläche, und es bleibt infolge des Weiterbauens der Korallen nur noch das ringförmige Riff, das Atoll, auf der Höhe erhalten, und tritt

nach schwacher Hebung des Gebietes (meist sind es vulkanische Inseln) über die Meeresfläche empor.

Der Korallenfels ist in den tieferen und ebenso in den über Meer gelegenen, abgestorbenen Teilen ein aus zerbrochenen Korallen und Muschelschalen u. s. w. gebildeter Kalkstein. Im Laufe der Zeiten wird das Gestein so fest, daß man äußerlich keine Spur von organischer Struktur mehr an ihm wahrnimmt.

b. Die Korallenbildung setzt, wie wir gesehen, Senkungen und Hebungen gewisser Gebiete der Erdrinde voraus; aber auch die Entstehung der Kettengebirge und Massengebirge, die Faltenbildungen der Erdrinde, mit andern Worten die ganze Formationslehre beruht auf der Voraussetzung, daß immerfort, seitdem es eine feste Erdkruste gibt, Hebungen und Senkungen in dieser Erdrinde eingetreten sind. Es ist hier nicht der Ort, auf die Theorie dieser Veränderungen an der Erdoberfläche einzutreten, es fragt sich nur: können wir auch in der Jetztzeit noch diese Wirkungen des Gewölbedruckes, oder wie andere wol-

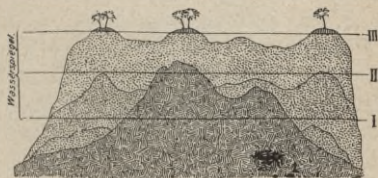


Fig. 31. Entstehungsweise der Korallenbauten  
I. Küstenriff. II. Wallriff. III. Atoll.

len, des feurigflüssigen Erdinnern, beobachten?

Plötzliche Hebungen und Senkungen treten sozusagen bei jedem größeren Vulkanausbruche und Erdbeben zutage. Davon soll aber hier nicht weiter die Rede sein; sie sind ja immer nur auf verhältnismäßig ganz kleine Gebiete beschränkt und haben somit für die Gestaltung der Erdoberfläche im allgemeinen wenig Bedeutung. Anders bei den allmählichen, säkularen Hebungen und Senkungen, die fortwährend über große Erdgebiete ihre Wirkungen ausdehnen, vorab an den Meeresküsten leicht beobachtet werden, weil sich hier die

Schwankungen des Festlandes am leichtesten konstatieren lassen. Halten wir kurze Rundschau!

Wir beginnen mit den Nordküsten Europas. Schon seit dem 16. Jahrhundert wurden hier Verschiebungen zwischen dem Land und dem Meere beobachtet; genauere Messungen und Untersuchungen aber, ob sie auf Schwankungen des Festlandes oder nicht vielmehr auf eine Vor- und Rückwärtsbewegung des Meeres zurückzuführen seien, wurden erst im 19. Jahrhundert angestellt. Letztere Annahme lag zunächst und hatte bis in die neueste Zeit sehr eifrige Vertreter. Gegenwärtig steht es aber durchaus fest, daß man es in der That mit Hebungen und Senkungen des Festlandes zu tun hat, weil die Strandlinien sich ungleich verschoben haben, was selbstverständlich nicht sein könnte, wenn das Meer sich zurückziehen oder weiter vorrücken würde (Fig. 32). Einige Beispiele!

Die Hauptstadt Islands, Reykjavik, steht auf altem Meeresboden; die Küste muß sich seit jener Meeresablagerung um ca. 22 Meter gehoben haben. Genaue Beobachtungen seit dem Jahre 1897 haben dagegen wieder festgestellt, daß der Boden dort sich gegenwärtig wieder senkt. \*) Die ganze Küste Norwegens, von Varanger bis Bergen, von 3200 Kilometer Länge, ist dagegen in Hebung begriffen. Schichten von Muscheln mit abwechselnd unterbrochenen Streifen von bald gröberem, bald feinerem, vom Meere abgelagertem Material liegen 10—12 Meter über dem jetzigen Meerespiegel. Alte Strandlinien sind in verschiedene Höhen, bis 30 und 60 Meter über Meer gehoben. — Die Südküste Schwedens ist in Senkung, die Ostküste Scandinaviens und Finnland sind gegenteils in Hebung begriffen. Auch die Nordküste Schottlands hebt sich, Südingland und die Westküste Frankreichs, die holländische, belgische und friesische Küste senken sich. Unterseeische Tiefmoore und Wälder, ca. 3 Meter

\*) Vgl. Globus, 1899. S. 227.



Fig. 32. Aufsteigende und sinkende Küstengebiete.

unter der jetzigen normalen Fluthöhe, sind an mehreren Orten zu sehen. Nach Quena ult befinden sich in der Bucht von Quarnenez (Nordfrankreich) in 5—6 Meter Tiefe unter dem Meerespiegel Druidensteine, Altäre, Mauerwerke, steinerne Sarkophage, sowie die Pflaster der von der versunkenen Stadt Ns nach Quimber und Carhair führenden Straßen. Lebour schätzt die Senkung an dieser Stelle auf 3 Meter im Jahrhundert.

Im Mittelländischen Meere lassen wir Italien als Vulkangebiet außer Betracht. Die Küste von Istrien bis Griechenland hinab ist Senkungsgebiet, ebenso die ägyptische Küste; das Ausflußgebiet der Rhone dagegen und die kleinasiatischen Küsten heben sich.

In Amerika befindet sich unter anderm das ganze Küstengebiet von Chile bis Patagonien in Hebung, ebenso der ganze Nordrand des mexikanischen Golfes; die Ostküste Patagoniens aber und ein Teil der brasilianischen Küste sind in Senkung begriffen, ebenso die Ostküste der Vereinigten Staaten von Nordamerika und die Südküste Grönlands, während die Hudsonsabay mitten zwischen diesen Senkungsgebieten so stark sich hebt, daß seit kurzer Zeit neue Inseln zum Vorschein gekommen, Wasserstraßen und Hasenplätze zu leicht für die Schifffahrt geworden sind und daß, wenn die Hebung in gleicher Weise anhält, die ganze Bucht in wenigen Jahrhunderten verschwunden sein wird.

Am großartigsten aber treten die Hebungen und Senkungen im Bereiche des Stillen Ozeans auf, erstere vorherrschend an den Ostküsten Asiens, letztere in dem ungeheuren Gebiete der ozeanischen Inseln.

„Nach Bessel“, so faßt Jacob\*) die Resultate der bisherigen Untersuchungen kurz und übersichtlich zusammen, „ändert sich das gegenwärtig bestehende Verhältnis zwischen

---

\*) Jacob, Unsere Erde. Freiburg i. Br. (Herder). 2. Aufl. 1895. S. 317.

Festlands- und Meeresareal im allgemeinen und der Hauptsache nach dahin, daß die Kontinente nach Norden und Westen immer mehr emportauchen, also anwachsen, während nach Süden und Osten hin das Meer — infolge steten Sinkens des Festlandes — sich mehr und mehr erweitert.“

Also auch gegenwärtig ist die Erde noch nicht zur Ruhe gekommen; das wird erst dann eintreten, wenn sie einmal durch und durch erstarrt sein wird, wie gegenwärtig der Mond, müde und matt vor Alter und Arbeit, die sein Antlitz, wie bekannt, mit tiefen Furchen durchzogen haben.

2. Weiß endlich die Wissenschaft auch etwas Bestimmtes und Sicheres zu sagen von dem künftigen Schicksale der Erde?

Jede kosmische und geologische Umgestaltung ist ein Stück Weltuntergang. Die Welt- und Erdentwicklung, wie wir sie bisher gefunden haben, bedingen an sich einen Anfang, aber auch einen Abschluß, ein Ende.

Die Chemiker sagen uns, daß die Organismen eine Menge gasförmiger Stoffe verbrauchen, deren Quantität seit der Urzeit der Erde schon bedeutend abgenommen, und die mit der Zeit einmal ganz verbraucht und verschwunden sein werden. Speziell läßt sich dies nachweisen an den für die Organismen notwendigsten Stoffen, an der Kohlensäure, am Wasserstoff und am Sauerstoff. Die starre Erdkugel saugt bei der Verwitterung, bei der Entstehung neuer Stoffverbindungen u. s. w. mehr von diesen Stoffen auf, als sie deren von sich gibt. Schließlich muß also bei der Erde eintreten, was wir beim Monde bereits sehen, und die ganze Atmosphäre ist dann von der festen Erdmasse aufgesogen, total verschwunden.

Die Gesamtwassermasse der Erde beträgt ungefähr den 24 000sten Teil der Erdmasse; nun saugen aber die Gesteine vermöge ihrer Porosität und namentlich bei beginnender Verwitterung durchschnittlich viel mehr Wasser auf als den 24 000sten Teil ihrer eigenen Körpermasse. Es muß also

einst eine Zeit eintreten, wo alles Wasser aufgefogen sein wird. — Und von der Kohlen Säure bemerkt Neumayr\*): „Sicher ist, daß die in der Atmosphäre enthaltene Kohlen Säuremenge in wenigen Jahrtausenden verbraucht wäre, wenn dieser Stoff nicht fortwährend aus dem Inneren der Erde sich erneuern würde; Vulkane, Mosetten und Quellen, welche Kohlen Säure ausströmen, sind darum die Erhalter des organischen Lebens auf der Erde.“ Mit der fortschreitenden Abkühlung der Erde, bezw. mit der Abnahme jener Wärme bildenden Kräfte der Erdrinde, welche eben als die Ursache der Kohlen Säurebildung zu betrachten sind, müssen selbstverständlich auch die Kohlen Säurequellen immer mehr abnehmen und schließlich ganz versiegen, und damit ist auch das Ende des organischen Lebens erreicht.

Eine Analogie dieser zukünftigen Vorgänge auf unserer Erde haben wir an jenen Planeten unseres Sonnensystems, welche jünger als die Erde, zuletzt entstanden, in der Entwicklung aber am weitesten fortgeschritten sind, weil sie von Anfang an aus weniger verdünnten Stoffen sich gebildet und schneller sich abgekühlt haben. Alle Planeten und der Erdmond weisen in dieser Beziehung eine sehr interessante Stufenfolge auf. Der Erdmond, der lektentstandene Himmelskörper unseres Sonnensystems, hat diese Entwicklung bereits durchlaufen: seine früheren Meere, deren Spuren man ja so deutlich noch erkennt, sind gänzlich ausgetrocknet; nicht die geringste Verdunstung, noch auch die Spur einer Wolke sind auf ihm zu beobachten; auch hat die Spektroskopie daselbst noch nichts von Wasserdampf entdeckt. — Vom Mars ist bekannt, daß er kein einziges Meer besitzt, das den Namen eines Ozeans verdiente, sondern nur noch Binnenmeere von geringer Ausdehnung, welche durch die eigentümlichen „Kanäle“ mit einander verbunden sind. Ebenso ist konstatiert, daß auf dem Mars sich viel seltener Wolken bilden als auf der

---

\*) Neumayr, Erdgeschichte I. 96.



Erde, daß die Atmosphäre viel trockener ist und die Verdunstung viel schneller verläuft. — Die Venus dagegen ist schon mit einer Atmosphäre umgeben, und wegen ihrer Feuchtigkeit erscheint sie stets stark bewölkt. — Auf dem Jupiter endlich sehen wir, wie sich Flammarion ausdrückt, nur eine Anhäufung von lauter Dunstmassen.

Ein neuer chemischer Beweis für den einstigen Untergang der Welt ergibt sich aus der Radioaktivität des Urans, Thoriums u. s. w. Die Atome dieser Elemente befinden sich nach Crookes in einem Zustande des Zerfalles, indem sie fortwährend Urmaterie in Form von Elektronen von sich schleudern, woraus sich nach William Ramsay Helium bildet. Hierüber bemerkt nun Witt in der Rundschau des Prometheus Nr. 788 (1904. S. 127): „Man muß zugeben, daß schließlich der reaktionsfähige Stoff, aus dem die uns bekannten Himmelskörper aufgebaut sind, sich in die reaktionsunfähigen Elemente auflöst, in Helium, Argon, Neon, Xenon und ihre uns noch unbekannteren Verwandten, welche eben, weil sie nicht mehr sich zu Verbindungen vereinigen können, sicherlich auch unfähig sind, sich zu ähnlichen Himmelskörpern zusammenzuballen, wie es diejenigen sind, die zur Zeit im Weltraum freifen.“

Einen Schritt weiter als die Chemiker gehen die Physiker; sie zeigen uns, daß der Planet Erde noch in einem andern Sinne als endlich begrenzt gelten muß.

Bekanntlich dreht sich die Erde von West nach Ost um ihre eigene Achse. Es muß aber einmal eine Zeit kommen, da der Tag nicht mehr wechselt mit der Nacht, weil die Erde ihre Achsendrehung eingeüßt hat. Schon Kant hatte darauf aufmerksam gemacht, daß durch die Ebbe und Flut die Umdrehung der Erde um ihre Achse gehemmt und verzögert werde. Durch die vereinte Anziehung des Wassers unserer Meere durch Sonne und Mond wird nämlich eine ungeheure Menge Wassers, ca. 200 Kubikmeilen, auf einem Erdviertel zusammengezogen. Durch das Hin- und Herfließen dieser

bedeutenden Wassermenge, regelmäßig und beständig in je 6 Stunden des Tages, wird an den Küsten eine Reibung hervorgebracht, welche der Erde in ihrer Achsendrehung einen Widerstand entgegensetzt, der freilich verhältnismäßig sehr schwach ist, aber doch die Kraft der Achsendrehung andauernd lähmt. „Wir kommen dadurch,“ sagt Helmholtz\*), „zu dem unvermeidlichen Schlusse, daß jede Ebbe und Flut fort-dauernd und, wenn auch unendlich langsam, doch sicher den Vorrat mechanischer Kraft des Systems verringert, wobei sich die Achsendrehung des Planeten verlangsamten muß“ — bis diese endlich ganz aufhört. Ein Beispiel haben wir ja bereits am Monde, der seine Achsendrehung auch verloren hat, weshalb er uns immer dieselbe Seite zukehrt.

Wie lange es nun geht, bis dies für die Erde eintritt? Soviel ist sicher, wie schon Laplace nachgewiesen hat, daß die mittlere Dauer eines Erdentages seit Hipparch, d. i. also seit ungefähr 2100 Jahren, sich noch nicht um  $\frac{1}{100}$  Sekunde verändert hat. Die Dauer eines Jahrhunderts müßte sich nämlich in diesem Falle um ca. 365 Sekunden verlängert haben, eine Größe, die ganz sicher nachgewiesen werden könnte. Neue Berechnungen des Engländers Adams, des Franzosen Delaunay und des Italieners Plana, welche beide letztere zuerst Gegner Adams in dieser wissenschaftlichen Frage waren, haben die Zunahme des Erdentages seit 2100 Jahren auf 0,01197 einer Zeitssekunde bestimmt, das heißt, jetzt ist der Erdentag in der That um etwas mehr als  $\frac{1}{100}$  Sekunde länger als vor 2100 Jahren und er nimmt durchschnittlich in jedem Jahre um 0,000006 Sekunden zu. Die astronomische Gesellschaft in London bewilligte in der letzten Sitzung des Jahres 1865 dem englischen Entdecker dieser wichtigen astronomischen Wahrheit die große goldene Medaille.

Weiter! Auch die Sonne verliert allmählich ihren Ein-

\*) Helmholtz, Vorträge und Reden, I. Bd. 1884. S. 55.

Auß auf die Erde in bezug auf die Spendung von Licht und Wärme. Auch die Sonne ist nicht unerschöpflich. Im Weltenraum herrscht die Temperatur von  $273^{\circ}$  C. Kälte; die Wärme, welche die Sonne abgibt, kehrt nicht mehr in sie zurück. Mag auch die Wärmestrahlung der Sonne nachweisbar noch nicht abgenommen haben, — Helmholtz glaubt den Grund hiefür in einer allmählichen Zusammenziehung des Sonnenkörpers gefunden zu haben — Sonnenwärme und Sonnenlicht müssen einmal vergehen, weil sie nicht unerschöpflich sind, und damit hat wiederum die Stunde des Todes für alles Leben innerhalb des Sonnensystems geschlagen.\*)

Run der Hauptschlag gegen die Erde! Wenn auch die Sonne, der Zentralkörper der Planeten, an Wärme und eigener Lichtkraft abnimmt, so bleibt sich doch die Anziehungskraft, die er auf die Planeten ausübt, gleich, ja sie nimmt im Verhältnis zur schwindenden Fliehkraft der Planeten im Gegenteile noch zu. Die Abnahme der Fliehkraft, der Schwungkraft der Erde um die Sonne, kommt vorab von dem Widerstande her, den die Erde während ihres Laufes um die Sonne im Weltenraume findet. Dieser Weltenraum ist nämlich mit dem Aether erfüllt, der, wenn auch noch so fein, doch den Himmelskörpern einen gewissen Widerstand entgegengesetzt, wodurch die anfänglich größeren Bahnachsen nach und nach verkleinert werden, bis schließlich ein Planet um den andern in die Sonne, als den anziehenden Zentralkörper, hineinstürzt — und damit ist das totale Verschwinden dieser Himmelskörper im Weltenraume eine vollendete Tatsache.

Ja die Sonne selbst wird schließlich auf ihren Zentralkörper, um den sie ebenfalls kreist, stürzen, so daß aller Stoff

---

\*) Nach Braun's Berechnungen „wird also die Sonne wahrscheinlich noch etwa 6—8 Jahrmillionen in angenähert gleicher Stärke wie jetzt strahlen; dann wird die Strahlung stufenweise abnehmen, um vielleicht erst in 100 Jahrmillionen in das Stadium zu gelangen, da sie ohne Ersatz sich abkühlen wird ähnlich einem heißen Stein.“ Braun a. a. D. 3. Aufl. S. 349.

unseres ganzen Sonnensystems am Ende der Zeiten wieder zu einer einzigen Masse vereinigt sein wird, wie am Anfange der Weltbildung. Darum sagt der englische Physiker Thomson: „Alles wird ein Ende nehmen; die Welt, wie sie ist, hat kein ewiges Bestehen.“ Und sein Landsmann, der große Tyndall schreibt: „Wie die Gewichte einer Uhr ihrem tiefsten Punkte zustreben, von dem sie sich nicht mehr erheben können, wenn nicht eine neue Kraft von außen hinzukommt, um sie aufzuziehen, ebenso müssen im Verlaufe der Jahrhunderte die Planeten in die Sonne stürzen.“

Wie wir schon einmal betont, folgt aus der Tatsache, daß die Erde, wie überhaupt das Weltall, in einer Entwicklung begriffen ist, mit Notwendigkeit, daß sie auch einmal angefangen hat, und so hat denn gerade die neuere Naturwissenschaft, sonst von ganz andern Gedanken beseelt, selbst das Tor weit geöffnet, durch welches „die mittelalterlichen Vorstellungen von einer Schöpfung durch Gottes Allmacht“ ungehindert einziehen konnten. Da kam Robert Mayer im Jahre 1842 und brachte den Beweis für den schon früher erkannten Satz, daß in der materiellen Natur keine Kraft verloren gehe, sondern sich nur in eine andere Form umwandle: Wärme in Bewegung (Arbeit) und Bewegung wieder in Wärme, was in dem kurzen Satze ausgedrückt wird: Die Energie des Weltalls ist konstant. Die Welt ist also ein wahrhaftes Perpetuum mobile; wenn einst die letzten Himmelskörper zu einem einzigen Balle zusammengestürzt sind, so ist die ganze Weltmasse wieder in Wärme und Dampf aufgegangen; — und damit hätten wir wieder den Urnebel, aus welchem neuerdings die Entwicklung eines zweiten Weltalls erfolgen wird. Das war „Rettung in der Not“ — Rettung gegen die finstere Lehre von einem dereinstigen Weltuntergang.

Sie war aber nicht von langer Dauer. Fortgesetzte Untersuchungen zeigten, daß sich wohl die mechanische Arbeit in das volle entsprechende Quantum Wärme umsetzen lasse, nicht aber umgekehrt, sondern daß in letzterem Falle immer

Wärme verloren gehe und zwar, daß sie zuletzt von der unermesslichen Kälte des Weltraums ( $-273^{\circ}$  C) aufgenommen werde\*). Der zweite Urnebel müßte also, vorausgesetzt, daß es zur Bildung eines solchen je kommen würde, jedenfalls in seiner Leistungsfähigkeit schon weit hinter dem ersten zurückbleiben. Und so entgeht man keineswegs der Schlußfolgerung, daß es einst zum Ausgleich der Wärme kommen wird. Dann kann keine mechanische Arbeit mehr geleistet werden, dann tritt absolute Ruhe und Bewegungslosigkeit in der Natur ein. Denn, wie Helmholtz sagt, „nur wenn Wärme von einem wärmeren zu einem kälteren Körper übergeht, kann sie und auch dann nur teilweise, in mechanische Arbeit verwandelt werden.“ Die Naturprozesse streben also einem allgemeinen Ausgleich, einem allgemeinen Stillstande zu.

Clausius hat diese Wahrheit mathematisch begründet und in den Satz zusammengefaßt: Die Entropie des Weltalls strebt einem Maximum zu. Helmholtz erklärt diesen Satz kurz also: „Endlich,“ sagt er, „wird aller Kraftvorrat in Wärme übergehen und alle Wärme in das Gleichgewicht der Natur kommen“ (alle Kräfte der Natur sind nur mehr latent). „Dann ist,“ fährt er weiter, „jede Möglichkeit einer weiteren Umänderung erschöpft, dann muß vollständiger Stillstand aller Naturprozesse von jeder nur möglichen Art eintreten. Kurz, das Weltall wird von da an zur ewigen Ruhe verurteilt sein.“ Mit dem ewigen Kreislauf der Materie ist es also nichts!

Einen Rettungsversuch der materialistisch-mechanischen Weltanschauung machte Nägeli. „Eine Konfigurationsänderung in den Atomen,“ so schreibt er, „und damit die Veränderung ihrer physikalischen Natur ist nicht bloß aus allgemeinen Analogiegründen möglich und wahrscheinlich, sie wird durch bestimmte Erwägungen geradezu gefordert.“ Denn wenn sie ihre heute bekannten Eigenschaften beibehalten, so

\*) Vgl. Schweizer, Die Energie und Entropie der Naturkräfte. Köln (Bachem) S. 7.

haben wir in der Entwicklung der Welt „einen endlichen Prozeß vor uns mit einem Anfang und einem Ende. Das Ende ist der allgemeine Tod, und was kommt nachher? Was ist ferner der Anfang und was demselben vorausgegangen? Offenbar könnten wir zu dem Anfange nur durch die Hypothese gelangen, daß in einem bis dahin unveränderlichen und toten Zustande Bewegung begonnen habe, also nur durch die Annahme eines Wunders und Preisgebung des Kausalgesetzes.“

Mit andern Worten: man muß annehmen, daß bei dem zum zweiten Male (?) entstandenen Urnebel die Atome andere Eigenschaften bekommen, als ihnen vermöge ihrer jetzigen Natur zukommen, Eigenschaften, vermöge welcher sie dann eine zweite Entwicklung des Weltalls beginnen können. Warum muß man dies annehmen? Aus der Erwägung, daß man sonst ein wirkliches Ende und einen wirklichen Anfang des Weltalls annehmen müßte, einen Anfang, der nur von einem ‚Wunder‘, einem allmächtigen Schöpfer hätte herkommen können. Das letztere darf aber nicht sein, also muß das erstere angenommen werden. Ist das nun nicht interessant? Aber woher erhalten denn die Atome die Erneuerung ihrer Kräfte, so daß die Welt immer in ungeschwächter Kraft, ewig sich betätigen kann — entgegen dem Clausius'schen Gesetz? Was ist das anders als der Ruf: nieder mit dem theologischen Wunder, es lebe das physikalische! Ist das aber Wissenschaft?

Zu den angeführten ersten Physikern des 19. Jahrhunderts, Tyndall, Thomson, Clausius, Helmholtz, führe ich noch als weitere Autorität den belgischen Mathematiker F. Liouville an. In einer Vorlesung an der öffentlichen Sitzung der königlich belgischen Akademie der Wissenschaften vom 15. Dezember 1863 „Ueber den Anfang und das Ende der Welt nach der mechanischen Wärmetheorie“ sagte er u. a. folgendes: „Wir haben gesehen, daß das zweite Gesetz von Clausius („Die Wärme, welche ein Naturprozeß durch Umsatz aus einer andern Kraft liefert, kann nie wieder ganz in

diese Naturkraft umgesetzt werden“) zu einem doppelten Resultate führte: daß es nämlich einerseits mehr Umwandlung von Arbeit in Wärme als umgekehrt gibt, so daß die Wärmemenge auf Kosten der Arbeitsmenge beständig wächst; andererseits, daß die Wärme sich auszugleichen, sich gleichmäßig im Raume zu verteilen strebt. Daraus folgt, daß das Universum sich verhängnisvollerweise von Tag zu Tag immer mehr dem endlichen Gleichgewicht der Temperatur nähert. Dann werden die Elemente in Feuer aufgelöst, das ist das verhängte Ziel der Erde. Aus dem Chaos hervorgegangen, wird sie in das Chaos zurückkehren, jedoch mit einem Unterschied: sie wird nicht mehr die Rotationsbewegung des ersten Chaos haben. Diese Rotationsbewegung wird vielmehr ebenfalls ganz in Wärme umgewandelt sein. Die Welt wird daher enden, ohne daß es ihr möglich ist, mittels bestehender natürlicher Formen (Kräfte) sich wieder herzurichten.“

Sehr interessant ist es, wie Häckel gegen die Lehre von der Entropie der Naturkräfte auftritt. „Wenn diese Lehre,“ so schreibt er in seinen „Welträtseln“ (S. 286 f), „richtig wäre, so müßte dem angenommenen (nein: bewiesenen) Ende der Welt auch ein ursprünglicher Anfang derselben entsprechen, ein Minimum der Entropie, in welchem die Temperaturdifferenzen der gesonderten Welteile die größten waren. Beide Vorstellungen sind nach unserer monistischen und streng konsequenten Auffassung des ewig kosmogenetischen Prozesses gleich unhaltbar (selbstverständlich muß Häckel dies behaupten); beide widersprechen dem Substanzgesetz („Die Summe des Stoffes, welche den unendlichen (?) Weltraum erfüllt, und die Summe der Kraft, welche im Weltraum tätig ist, ist unveränderlich“). Es gibt einen Anfang der Welt ebensowenig als ein Ende derselben. Wie das Universum unendlich (?) ist, so bleibt es auch ewig (?) in Bewegung; ununterbrochen findet eine Verwandlung der lebendigen Kraft in Spannkraft statt und umgekehrt; und die Summe dieser aktuellen und potentiellen Energie bleibt immer

dieselbe. Der zweite Hauptsatz der mechanischen Wärmetheorie widerspricht dem ersten und muß aufgegeben werden (und die wahrhaft großen Männer, welche diese Sätze aufstellten und begründeten, haben dies nicht bemerkt!).

„Die Verteidiger der Entropie behaupten dieselbe mit Recht, sobald sie nur einzelne Prozesse ins Auge fassen, bei welchen unter gewissen Bedingungen die gebundene Wärme nicht in Arbeit zurückverwandelt werden kann. So kann z. B. bei der Dampfmaschine die Wärme nur in mechanische Arbeit umgewandelt werden, wenn sie aus einem wärmeren Körper (Dampf) in einen kälteren (Kühlwasser) übergeht, aber nicht umgekehrt. Im großen Ganzen des Weltalls herrschen aber ganz andere Verhältnisse; hier sind Bedingungen gegeben, in denen auch die umgekehrte Verwandlung der latenten Wärme in mechanische Arbeit stattfinden kann. So werden z. B. beim Zusammenstoße von zwei Weltkörpern, die mit ungeheurer Geschwindigkeit aufeinander treffen, kolossale Wärmemengen frei, während die zerstäubten Massen in den Weltraum hinausgeschleudert und zerstreut werden. Das ewige (?) Spiel der rotierenden Massen mit Verdichtung der Teile, Ballung neuer kleiner Meteoriten, Vereinigung derselben zu größeren u. s. w. beginnt dann von neuem.“

Eine Behauptung an der anderen — doch Beweise suchst du vergebens. Der Monismus Häckels verlangt die Ewigkeit des Stoffes und der Kräfte, ohne Anfang und ohne Ende, — daher ist es so, mag die Wissenschaft dagegen sagen, was sie will. Das ist die Logik Häckels, das sein wissenschaftliches (?) Verfahren!

Auch Arrhenarius kommt in seinem „Lehrbuch der kosmischen Physik“ (Leipzig 1903) auf dieses Verschwinden der potentiellen Energie im Weltall zu sprechen, und er meint sehr geistreich, man könnte versucht sein dem Worte ‚Im Anfang war die Kraft‘ das andere Wort entgegenzusetzen ‚Am Ende ist der Stoff‘.



Nun kommt schließlich auch noch die Astronomie und sagt uns, daß ein Untergang der Erde sogar plötzlich durch Zusammenstoß mit dem Kopfe eines Kometen eintreten kann. Die Kometen bestehen nämlich aus einem festeren Kopf oder Kern und einem sehr wenig dichten Schweif (Fig. 33). Letzterer ist so dünn, daß durch ihn die Sterne noch deutlich hindurch-

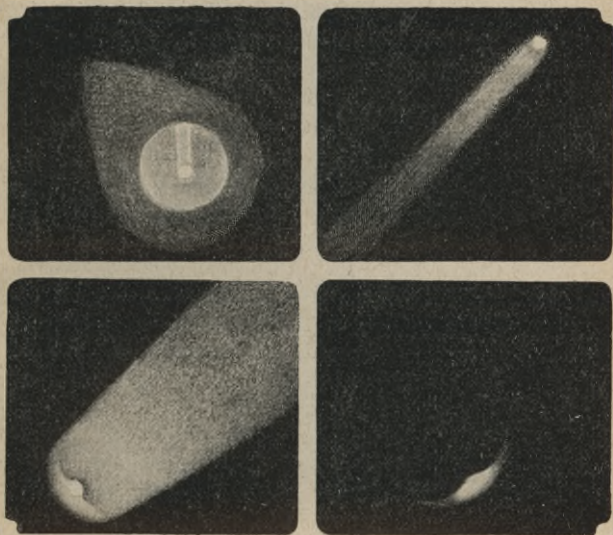


Fig. 33. Einige Kometenformen.

scheinen, und trotzdem die Erde schon mehrmals durch einen solchen Kometenschweif hindurchgegangen, hat man an ihr deswegen noch nie eine Ablenkung, oder überhaupt eine andere Wirkung davon wahrgenommen als einen starken Sternschnuppenfall. Der Kopf jedoch ist bedeutend dichter; nach Peirce, Astronom in Cambridge, sollen die Kometenkern in ihrem Inneren wie die Erde aus Eisen bestehen. Die

Größe derselben wechselt stark. Der Komet von 1811 besaß einen Schweif von 110 Millionen Kilometern, das heißt, er war nahezu so groß wie die Entfernung der Sonne von der Erde; der Komet von 1843 hatte sogar einen Schweif von 250 000 000 Kilometern. Der Kopf aber des Kometen von 1811 hatte die Größe von 2 Millionen Kilometern, während die Erde am Aequator nur einen Durchmesser von 12756 Kilometern besitzt. Daß ein Zusammenstoß der Erde mit einem Kometenkopf nicht ganz glücklich verlaufen müßte, ist einleuchtend.

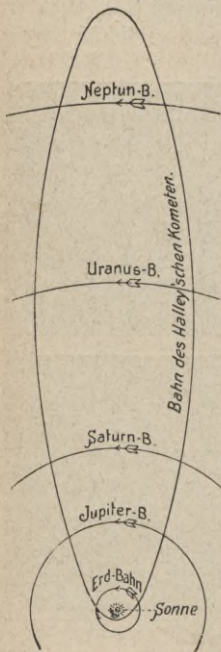


Fig. 34. Bahn des Halley'schen Kometen.

Die Möglichkeit des Zusammenstoßes liegt in der eigentümlichen Bewegungsrichtung der Kometen (Fig. 34). Sie kreisen nämlich nicht nur von Westen nach Osten, wie die Planeten, durch den Himmelsraum, sondern schlagen alle möglichen Richtungsbahnen ein und durchschneiden hierbei auch die Bahnen der Planeten. Durch den Schweif eines Kometen ist die Erde, wie gesagt, schon zu wiederholten Malen hindurchgegangen; die Möglichkeit, daß sie auch einst mit dem Kern eines solchen zusammenstoße, läßt sich nicht leugnen. Dabei kommt dann in Betracht, daß es unter den Kometen auch rückläufige gibt, d. h.

solche, welche in ganz entgegengesetzter Richtung zur Erdbahn durch den Himmelsraum ziehen. So ist z. B. der Fall'sche Weltuntergangskomet des Jahres 1899, der als Tempel I. bezeichnete, am 19. Dezember 1865 von Tempel in Marseille entdeckte Komet, rückläufig, und es würde ein Zu-

ammenstoß desselben mit der Erde mit einer Geschwindigkeit von 33 000 Metern in der Sekunde, das heißt 60—70 mal schneller als die Geschwindigkeit einer Kanonenkugel, die eben den Lauf eines Krupp'schen Geschüßes verläßt, erfolgen. Da die Bewegung bei plötzlichem Stillstand der bewegten Körper sich in Wärme umwandelt, so müßte bei einem derartigen Zusammenstoße die Erde notwendig in ein großartiges Flammenmeer aufgehen.

Ähnliche Weltkatastrophen sind ja den Astronomen schon längst bekannt. Im Jahre 1672 sah Tycho de Brahe im Sternbild der Kassiopeia einen bis dahin unbekanntem Stern ausleuchten, der in kurzer Zeit den Jupiter und die Venus an Glanz übertraf und sogar am hellen Tage sichtbar war. Nach 17 Monaten so starken Leuchtens verschwand er wieder für das unbewaffnete Auge. Eine ähnliche Erscheinung beobachtete Kepler im Jahre 1604. Im 19. Jahrhundert tauchten nicht weniger als 14 ganz neue Sterne auf, die aber alle wieder in kurzer Zeit sich verdunkelten, und von denen keiner die Helligkeit eines Sternes erster Größe erreichte. Das erste Jahr des 20. Jahrhunderts dagegen brachte uns bereits einen solchen neuen Stern erster Größe, 22. Februar 1901. So plötzlich trat dieser Stern auf, daß noch am 19. Februar an der betreffenden Himmelsgegend bei einer Aufnahme derselben mit dem photographischen Fernrohre in Cambridge keine Spur davon sich zeigte, obwohl die photographische Platte noch Sterne 11. Größe enthielt. In der Nacht vom 23. auf den 24. Februar überstrahlte dieser neue Stern im Sternbilde des Perseus schon den hellsten Stern unseres nördlichen Sternhimmels, die Vega im Sternbilde der Leyer. Nicht lange aber dauerte die Herrlichkeit. Schon am 28. Februar war er nur noch ein Stern zweiter Größe, sank von da an rasch in die dritte (7. März), vierte (12. März), fünfte Klasse (1. April) zurück und verschwand jetzt für das unbewaffnete Auge. Sein Licht war und blieb immer dunkelrot. Während des

Erlöschens wurden mehrmals tagelange Lichtschwankungen beobachtet.

Die eigentliche Ursache dieses Ausleuchtens schon erloschener Sterne ist selbstverständlich ungewiß: zur Erklärung desselben wurden verschiedene Hypothesen aufgestellt, von denen keine, auch diejenige nicht, welche einen Zusammenstoß bedeutender Himmelskörper als Ursache annimmt, es zu einer allgemeinen Anerkennung gebracht hat. \*)

Aus all dem geht aber unzweifelhaft hervor, daß auch in bezug auf den Untergang der Erde, wie er in der Bibel (Matth. 24, 29) geschildert wird, Wissenschaft und Offenbarung durchaus übereinstimmen. Nach beiden eilt die Erde immerfort demselben Schicksale entgegen — der Vernichtung. Epping bemerkt zur erwähnten Bibelstelle („Sogleich aber nach der Trübsal jener Tage wird die Sonne verfinstert

---

\*) Herm. Klein äußert sich in der Gaa (1902. S. 146 f.) über die erwähnte Katastrophe im Sternbild des Perseus vom Jahre 1901 also: „Eines ist unter allen Umständen gewiß, nämlich, daß sich bei jenem Stern ein Vorgang ereignet hat, den man nur als eine Weltkatastrophe bezeichnen kann, ein Vorgang, der mindestens einem großen Weltkörper, wahrscheinlich aber einem ganzen Sonnensystem den Untergang brachte. Denn darüber kann kein Zweifel herrschen, daß die Nebelgestalten, welche von dem neuen Stern aufstiegen, sich bis zu Entfernungen von diesem ausbreiteten, welche die Distanz des Planeten Neptun von unserer Sonne vielfach übertreffen, und daß die Schnelligkeit dieser Ausbreitung eine ungeheuer große war. Die Ursache derselben ist augenscheinlich eine Art Explosion gewesen, hervorgerufen durch plötzliche, ungeheure Erhitzung eines oder mehrerer Weltkörper. Das Spektrum der Nova (des neuen Sterns) läßt sich am einfachsten dahin deuten, daß ein wenig heller Fixstern mit einem andern, oder einer fein verteilten Staub- oder Nebelmasse zusammentraf, wodurch als Folge die Umwandlung der Massenbewegung in Molekularbewegung, d. h. eine ungeheure Erhitzung bis zur Vergasung des Ganzen entstand. Der Stern hat sich demnach in einen kosmischen Nebelfleck aufgelöst. Würde der nämliche Vorgang sich in unserm Sonnensystem abspielen, so würde auch hier eine völlige Vergasung der Sonne und der Planeten stattfinden und in einem Augenblicke auch die ganze Erde in glühenden Dampf aufgelöst werden.“

werden und der Mond seinen Schein nicht mehr geben, und die Sterne werden vom Himmel fallen und die Kräfte des Himmels erschüttert werden“) treffend und schlagend: „Wie mancher Aufgeklärter des 19. Jahrhunderts und zu Ende des 18. Jahrhunderts mag wohl diese Stelle von seinen lichten Höhen aus als unsinnig verspottet haben, und wie nimmt sie sich jetzt vom Standpunkt moderner Wissenschaft aus? Wenn die Meteore in der Ebene der Ekliptik dicht geschart zwischen Erde und Mond durchziehen, so ist nichts natürlicher als Verdunkelung von Sonne und Mond; an Sternschnuppenregen wird es dann sicher auch nicht fehlen. Was die Erschütterung der Kräfte des Himmels betrifft, so brauchen wir nur vorauszusetzen, daß ein Haufen, dessen Masse ein Tausendstel von der Mondmasse beträgt, der Bewegung der Erde gerade entgegengesetzt, mit der gewöhnlichen Geschwindigkeit von 6 Meilen auf sie losstürzt, und wir haben eine Revolution in unserer Atmosphäre, wie unsere Einbildungskraft sie kaum fassen kann. Eine solche Masse würde plötzlich eine Wärme erzeugen, die imstande wäre, eine Eiskugel von 5° Kälte und von der Größe unserer Erde vollständig in Wasser zu verwandeln. Dürfte da das Luftmeer wohl im Gleichgewicht bleiben? Ob nun in dieser oder anderer Weise das Weltende von Gott herbeigeführt wird, können wir freilich nicht wissen, aber so viel kann dies Beispiel doch zeigen, daß gesicherte Resultate moderner Forschung mit den Wahrheiten unserer Religion nicht in Konflikt geraten“ (Stimmen v. M. Laach. 30. Bd. 1886 I. 303f.).

„Himmel und Erde werden vergehen, meine Worte aber werden nicht vergehen!“

Und was dann weiter? Der Seher auf Patmos läßt es uns ahnen, wenn er sagt: „Und ich sah einen neuen Himmel und eine neue Erde, denn der erste Himmel und die erste Erde waren vergangen und das Meer ist nicht mehr“ (Apok. 21, 1).



## Alphabetisches Personen- und Sachregister.

- Abtragung 101  
Achsendrehung der Erde 67, 68,  
155  
Adams 156  
Aether 25, 39, 86, 157  
Agricola 104  
Alter der Erdbablagerungen 116  
Alter der Erde 67  
Arago 6  
Arrhenarius 152  
Atoll 148  
Atome 24  
Atomistiker 23  
Aufleuchten erloschener Sterne  
163  
Avicenna 104  
Azoische Zeit 95
- Bakterien (gesteinszeretzende) 100  
Balfour 29  
Baumont, Elie de 107  
Becquerel-Strahlen 28  
Bibel und Naturwissenschaft 34,  
78, 164  
Bode's Gesetz 10  
Bonaventura 34  
Braig 61  
Braun S. J. 57, 62, 76, 157  
Bronn 107  
Brückner 135, 137  
Büchner 75  
Buffon 44
- Cartesius 43  
Chemische Gesteinszeretzung 99  
Clausius 159  
Cotta 67, 110  
Credner 103  
Croll 136  
Crookes, William 30, 31, 155
- Curie 28  
Cuvier 106
- Dalton 23  
Dana 47  
Darwin, Charles 109  
Darwin, George 72  
DeLaunay 156  
Destablung 102  
Demokrit 42  
Diagenese des Gneises 92  
Diatomeen 141  
Dichte der Erde 45  
Diluvium 114  
Diodor 42  
Dislokations-Erdbeben 96  
Disko-Eisen 46, 47  
Dlabac 113  
Doppelsterne 12  
Dowler 116  
Dubois 72.
- Einsteuern's Eiszeitpflanzen 132  
Einsturzbeben 98  
Eiszeit 125, 133  
Eiszeitpflanzen 132  
Eiszeittiere 133  
Elektrolyse 27  
Elektronen 27, 28  
Endmoräne 125  
Entropie 159  
Entstehung der Korallenbauten  
148  
Entwicklungslehre 109  
Entwicklungstrieb in der Ma-  
terie 76  
Entwicklungszustände der Erde  
62  
Epping 166  
Erdbeben 96

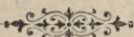
- Erdentaglänge (Abnahme) 155  
 Erdgewicht 46  
 Erdhöhlen 98  
 Erdinneres 49  
 Erklärung der Eiszeit 135  
 Erosion 100  
 Erstarrungskruste 91  
 Ewigkeit der Materie 73
- F**  
 Faulhorn 99  
 Findlinge 130  
 Firmament 86  
 Fischer, Lorenz 75  
 Fixstern-Bewegungen 8  
 " =Spektrum 32  
 " =Stoffe 30  
 " =Weite 4  
 " =Zahl 6  
 Fliehkraft der Erde 57, 58  
 Folie 160  
 Foraminiferen 143  
 Formationen 110  
 Formationsbegriff 105, 106, 107  
 Formationslehre 103  
 Fraas, Oskar 77  
 Fraunhofer 16  
 Friedel 60  
 Fuchsel 105
- G**  
 Gallium 22  
 Gander M. O. S. B. 136  
 Gebirgsbildende Kräfte 96  
 Gebirgsfeuchtigkeit 98  
 Geißie 68, 133  
 Geothermische Tiefenstufen 48  
 Germanium 21  
 Gesteinsbakterien 100  
 Gewölbedruck 96  
 Gipsquellen des Wallis 99  
 Gletscher-Bach 125  
 " =Bewegung 128, 131  
 " =Erosion 101  
 " =Garten in Luzern 130  
 " =Spalten 126
- Gletscher-Lor 125  
 Globigerinenschlamm 143  
 Glutflüssigkeit der Erde 65, 66  
 Gneis 92  
 Granit 91  
 Gravitationsgesetz 11  
 Gregor von Nyssa 42  
 Grönländische Gletscher 131  
 Grundmoräne 126  
 Grundwasser 98  
 Gutberlet, Constantin 62
- H**  
 Häckel 121, 161  
 Hallen'scher Komet 161  
 Hafert, Constantin 65, 77  
 Hebungen 149  
 Heer, Oswald 131, 134  
 Heim, Albert 137  
 Helgoland 101  
 Helium 33  
 Helmholtz 25, 156, 157, 159  
 Herz 25, 26  
 Heraëmeron 78  
 Hipparch 8, 156  
 Hitze des Urnebels 57, 64  
 Hoffmann 72  
 Holger 105  
 Holst 133  
 Hudsonsbay 152  
 Huggins 63  
 Humboldt, A. 46  
 Hummelauer, S. J. 82  
 Humphrey 116
- I**  
 Infusorienerde 141  
 Insolation 48  
 Ionen 27  
 Irreblöcke 130  
 Jupiter 155
- K**  
 Kalksteinbildung 144  
 Kant 50  
 Kant-Laplace'sches System 12,  
 19, 51, 54  
 Fundamente 44



- Rants Anteil 50, 53  
 Ausbildung durch Laplace 53  
 Beurteilung 60  
 Katastrophentheorie 107  
 Reeler, S. 64  
 Reilhack 133  
 Rettengebirge 97  
 Rieselgur 141  
 Rjernlf 117  
 Klein, Hermann 137, 166  
 Rövesligethy 73  
 Kometen 44, 163, 164  
 Kontinente 96  
 Korallenriffe 147  
 Kreichgauer 135  
 Kritische Perioden 113  
 Krustenbildung der Erde 65
- L**  
 Längsmoränen 126  
 Laplace 19, 53, 156  
 Lebour 152  
 Le Conte 113  
 Leitfossilien 93  
 Licht 108  
 Lichtbrechung 16  
 Linthgletscher 129  
 Lohmann 144  
 Lockyer, Norman 17, 31  
 Luzern (Gletschergarten) 130  
 Lyell 107, 116
- M**  
 Mader 83  
 Marcow 118  
 Mars 154  
 Massengebirge 97  
 Maxwell 25  
 Mayer, Robert 158  
 Mechanische Gesteinszersehung  
 100  
 Meereswirkungen 101  
 Mendelejeff 20, 22  
 Mensch 87  
 Metamorphisches Gestein 93  
 Meteoreisen 47
- Meteorsteine 47  
 Meyer, Lothar 20  
 Milchstraße 12, 15  
 Mittelmoränen 129  
 Mississippischädel 116  
 " =Schlamm 103  
 Mojszovics 109  
 Moleküle 23  
 Mond 153, 154  
 Moser, S. 10  
 Moränen 102  
 Münz 99  
 Muschelbänke 146
- N**  
 Nadaiillac 119  
 Nägeli 159  
 Naturspiele 104  
 Naumann 108  
 Nebelflecken 12, 15, 39, 63, 64  
 Nebularhypothese 53  
 Neumayr 114, 154  
 Newlands, Sohn 19  
 Newton 11, 16  
 Niagara 116  
 Nipissing-See 118  
 Norwegen 150  
 Nova 165, 166  
 Nüesch, Jakob 118
- O**  
 Oktaven-Gesetz 20  
 D'Orbigny 106  
 Ovisak-Eisen 47
- P**  
 Pasquier, Léon du 134  
 Peirce 163  
 Pend 133  
 Perioden, kritische 113  
 Periodisches Gesetz der Elemente  
 20, 21  
 Phosphoreszieren des Urnebels  
 59, 65  
 Piazzini 10  
 Plana 156  
 Planeten-Bewegungen 7, 10

- Planeten=Entfernungen 3  
 " =Sturz auf die Sonne  
 157  
 Planetenzeit der Erde 65  
 Planetoiden 10  
 Plateau's Versuch 54  
 Portig 86  
 Primitivformation 94  
 Proctor, R. A. 15  
 Proust 19  
 Pythagoras 103  
  
**Q**uenault 152  
  
**R**adium 28  
 Ramsay 33, 155  
 Reibungswiderstand der Erde 67  
 Reliktenflora 132  
 Reußgletscher 130  
 Reykjavik 150  
 Rheinschlamm 103  
 Ridout 24  
 Ringbildung 53, 54  
 Ritter 49  
 Römer, Claus 4  
 Röll 145  
 Rosenbusch 94  
 Rotation (erfte) 57, 58  
 Rowland 16  
 Ruhetag 87  
 Runsen 101.  
 Rutherford 33  
  
**S**aturnringe 54  
 Schöpfung als göttlicher Akt 84  
 Schöpfungsbericht 34, 78  
 Schulze 145  
 Schutthalde 102  
 Schweizerbild 118  
 Secchi S. J. 25  
 Sedimentbildung 103  
 Seitenmoränen 129  
 Senkungen 149  
 Sernifit 129  
 Skandium 22  
  
 Smith 106  
 Soddy 33  
 Sollas 72  
 Sonnen-Bewegung 8, 87  
 " =Größe 5  
 " =Stoffe 17  
 " =System 5  
 " =Weite 3  
 " =Zeit der Erde 49  
 Spaltalgen 141  
 Spektralanalyse 17  
 Spektrum 17  
 Spencer, Herb. 15  
 Spiralnebel 54, 64  
 Steenstrup 46, 47  
 Sterndissociation 32  
 Sterngruppen 12  
 Sterntypen 32  
 Strahlende Materie 30, 32, 33  
 Strudellöcher 130  
 Sündflut 104  
  
**T**ag (im Hexaëmeron) 80  
 Tagewerke des Hexaëmerons  
 80, 86  
 Talbildung 101  
 Taylor 118  
 Teleologischer Gottesbeweis 77  
 Tempel I. 162  
 Thomson, J. J. 32  
 Thomson, W. (Lord Kelvin) 24,  
 26, 67, 158  
 Tiefenstufe, geothermische 48  
 Tiefseeschlamm 144, 145  
 Torf 141  
 Troja 120  
 Tycho de Brahe 162  
 Tyndall 158.  
  
**U**rgebirge 95  
 Urmaterie 29, 33  
 Urmeer 95  
  
**V**enus 155  
 Verwitterung 99

- Visionstheorie 81  
Vogel 17  
Vogt, Karl 116  
Vulkane 96
- W**ärmestrahlung 47, 68  
Wärmetheorie 75  
Wärmeverlust der Erde 68  
Wallace, R. A. 12, 18  
Wallcott 122  
Warren 137  
Wasserwirkungen 98  
Weltraum (Größe) 3  
Werner 105  
Winkler 47  
Wirbeltheorie 42, 43  
Witt 155  
Wolbrich 133
- Wolkenzeit der Erde 63  
Wollaston 16  
Wright 118
- Z**eemann 27  
Zeitdauer der Erdschichtenbildung 67, 69  
Zeitdauer der organischen Variation 70, 71  
Zeit, relative, der Erdschichten 104  
Zentralmassive 98  
Zittel 144, 145  
Zonen paläontologische 109  
Zürich 129  
Zweckmäßigkeit 76  
Zwischeneiszeiten 133.



## ↔ Einige Preßstimmen ↔

### über Benzigers Naturwissenschaftliche Bibliothek.

**Praxis der kathol. Volksschule, Breslau.** No. 14 vom 15./VII. 05. Die beiden Bändchen (die Erde; die Abstammungslehre) bilden den Anfang einer naturwissenschaftlichen Bibliothek, die auf katholischem Boden steht. Wenn die Fortsetzung dem Anfang entspricht, so liegt hier ein Unternehmen vor, das sich unter andern gleichartigen sehen lassen kann. Der Verfasser zeigt sich als ein tüchtiger Gelehrter und gründlicher Literaturkennner, seine Ausführungen sind klar und interessant. Besonders aber verdient hervorgehoben zu werden, daß er überall die Tatsachen sprechen läßt und ihnen ganz unbefangen gegenüber steht. Ungezwungen ergibt sich das für jeden überzeugten Christen durchaus nicht überraschende Resultat, daß die Resultate der Naturwissenschaft mit dem christlichen Glauben durchaus nicht in Widerspruch stehen. Besonders gilt das vom Bändchen III, das die so heiß umstrittene Abstammungslehre zum Gegenstande hat. Gander findet das zum Beweise für die Deszendenztheorie besonders für die Abstammung des Menschen vom Affen beigebrachte Material unzureichend. Seine sachlichen Ausführungen lassen nicht daran zweifeln, daß er dabei einzig seiner wissenschaftlichen Überzeugung folgt und die Entwicklungstheorie nicht etwa deshalb ablehnt, weil sie mit dem religiösen Dogma in Widerspruch geraten könnte. Er weist vielmehr nach, daß ein solcher Widerstreit künstlich konstruiert werden muß, in der Abstammungslehre an sich ist er nicht enthalten...

**Literarischer Anzeiger, Graz.** No. 8 vom 15./V. 05. Die ersten drei Bändchen sind sämtliche von P. Martin Gander, Professor der Naturgeschichte in Einsiedeln verfaßt; sein Name hat besonders in der Geologie einen guten Klang. Die zahlreichen einschlägigen Fragen aus der Kosmogonie, Geologie, der Entwicklungslehre 2c. 2c., die in diesen drei Bändchen zur Sprache kommen, sind gründlich behandelt. Sehr interessant sind die oft in Bezug auf die wichtigsten Fragen obwaltenden Differenzen zwischen den bedeutendsten Vertretern der Wissenschaft, die manches als Ergebnis der wissenschaftlichen Forschung hingestelltes Resultat in sehr zweifelhaftem Licht erscheinen lassen. Ubrigens wird man den Verfasser gewiß keines einseitigen oder rückständigen Standpunktes beschuldigen können, auch nicht in theologischen Fragen.

**St. Benedikts-Stimmen, Emaus b. Prag.** Heft 9. 1905. Nachdem die ungläubige Naturforschung eingestandenermaßen sich

allmählich überzeugt, daß sie in den Fragen über den Ursprung des Lebens auf Erden vielfach nur irregegangen ist und irreführt hat, ist es eine ungemein wohlthuende Sache, von einem in wissenschaftlichen Kreisen schon längst bekannten und geschätzten Autor im Sinne der gläubigen Naturerkenntnis über alle wirklichen Resultate so belehrt zu werden, wie es in vorliegenden Bändchen 1—4 geschieht. Populär gehalten, leicht verständlich und dabei das Gemüt erfrischend, sind diese Spezimina der Benzigerschen naturwissenschaftlichen Bibliothek sich selbst eigentlich die beste Empfehlung.

**Biblische Zeitschrift, Freiburg.** III. 3. 1905. Diese populär gehaltenen, aber sehr instruktiven Bändchen berühren selbstverständlich auch die Bibel und werden für die Schöpfungsgeschichte eine Apologie der biblischen Auffassung. Der Hauptwert der Schriftchen liegt übrigens darin, daß sie sehr geeignet sich erweisen, Naturerkenntnis nach den neuesten Ergebnissen für einen gläubigen Sinn zu vermitteln.

**Theolog.-praktische Quartalschrift, Linz.** Heft 3. 1905. Das Unternehmen ist ohne Zweifel auf das wärmste zu begrüßen. Es ist hervorgegangen aus dem Bestreben, dem gläubigen Gebildeten zu zeigen, daß zwischen Glaube und Wissen bei den hauptsächlich in Betracht kommenden Fragen kein Widerspruch vorhanden ist. Wie aus der Inhaltsangabe ersichtlich ist, werden in den bereits erschienenen Bändchen sehr interessante aber zugleich auch heikle Themata besprochen. Ihre Bearbeitung lag in tüchtigen Händen. P. Martin Gander O. S. B., Professor der Naturgeschichte in Einsiedeln, verstand es, die weit verzweigten und oft vom verschiedensten Standpunkt aus beantworteten Fragen in knapper und dabei doch verhältnismäßig erschöpfender, gut verständlicher und ansprechender Form auseinanderzusetzen und war redlich bemüht, sowohl der Offenbarung als den neuesten Ergebnissen der naturwissenschaftlichen Forschung gerecht zu werden...

**Wissenschaftliche Beilage zur Germania, Berlin.** No. 4 1905... Der Inhalt dieser ersten Bändchen zeigt, daß der Verfasser sowohl naturwissenschaftlich als philosophisch wohl orientiert und mit dem neuesten Stand der Forschung vertraut ist. Die Polemik ist im allgemeinen ruhig und vornehm. Die bisherigen Bändchen können nach allem als zuverlässige Führer in den behandelten Fragen aufs wärmste empfohlen werden.

**Literarischer Handweiser, Münster.** No. 3. 1905. Wenn die folgenden Bändchen das halten, was man nach den vorliegenden drei sich versprechen zu können glaubt, — und es ist kein

Grund, daran zu zweifeln, — so ist das Unternehmen auf das wärmste allen Gebildeten zu empfehlen und nicht zuletzt der gebildeten Jugend.

**Neue Zürcher Nachrichten.** No. 13 vom 24./VII. 04... Wer Ganders drei erste Bändchen von Benzigers Naturwissenschaftliche Bibliothek studiert, ist auf der Höhe des heutigen naturwissenschaftlichen Tages und darf kühn mit jedem Darwinisten auf die Mensur gehen. Der Verfasser läßt uns tief ins Chaos der Systeme blicken, er entwirrt uns mit leichter Hand das ungeheuerer Netz der Hypothesen, alles in naturgemäßem Gang der Forschung. Dann setzt er selber ein, er mit seiner klugen, klaren, sichern Denkweise, mit seiner ungezwungenen Würdigung des Für und Wider, mit der Bloßstellung der Schwächen und der Anerkennung der Vorzüge im Untersuch, endlich mit dem rechnerisch kalten KassaSturz, womit dieses naturwissenschaftliche Theater abschließt...

**Hochland, München.** Die bisherigen drei Bändchen von Benzigers Naturwissenschaftliche Bibliothek, sämtliche von P. Martin Gander O. S. B. verfaßt, behandeln das Problem der „Schöpfung und Entwicklung.“ Die Einzeltitel lauten: „Die Erde; ihre Entstehung und ihr Untergang,“ — „Der erste Organismus“ — und „Die Abstammungslehre.“ — Grundtatsachen werden jedesmal in gemeinverständlicher Sprache mitgeteilt und durch reichen Bilderapparat angemessen verdeutlicht. Die wichtigsten Theorien werden erörtert und, soweit sie als sachlich begründet erscheinen, ihre Übereinstimmung mit der christlichen Weltanschauung dargetan. Besonders glücklich sind, namentlich im ersten Bändchen, die Hinweise, wie sich oft ganz moderne Theorien den Vorstellungen altchristlicher Denker nähern... Die Bändchen verdienen weiteste Verbreitung.

**Korrespondenz- und Offertenblatt für die ges. kath. Geistlichkeit Deutschlands, Regensburg.** No. 6. 1905. Was die erschienenen Bändchen vor allem auszeichnet, ist der durchaus wissenschaftliche Ernst, der alles durchzieht. Trotzdem ist die Darstellung nicht allzuschwer geraten, so daß die reifere Jugend, besonders unsere Gymnasiasten, die Bändchen schon mit Erfolg benützen. In den Versuchen, die wissenschaftlichen Ergebnisse mit den Andeutungen der Bibel zusammen zu stellen, zeigt der Verfasser eine sehr glückliche Hand; er will nicht mehr beweisen, als bewiesen werden kann und bewahrt sich so das Vertrauen auch kritischer Leser...

➡ Ähnlich lautende Urteile finden sich in zahlreichen angesehenen Zeitschriften und Zeitungen des In- und Auslandes. ➡



Benziäers

Naturwissenschaftliche Bibliothek.

Erschienen sind bis jetzt:

**No. 1. Die Erde.** Ihre Entstehung und ihr Untergang. Von P. Martin Gander, O. S. B., Professor der Naturgeschichte. Zweite Auflage. Mit 34 Textillustrationen und einer Spektraltafel. 176 Seiten.

**No. 2. Der erste Organismus.** Von P. Martin Gander, O. S. B., Professor der Naturgeschichte. Mit 28 Textillustrationen. 160 Seiten.

**No. 3. Die Abstammungslehre.** Von P. Martin Gander, O. S. B., Professor der Naturgeschichte. Mit 28 Textillustrationen. 182 Seiten.

**No. 4. Die Bakterien.** Von P. Martin Gander, O. S. B., Professor der Naturgeschichte. Mit 23 Textillustrationen. 160 Seiten.

**No. 5 und 6. Die Pflanze in ihrem äußeren Bau.** Von P. M. Gander, O. S. B., Professor der Naturgeschichte. Doppelbändchen. Mit 117 Illustrationen. 336 Seiten.

**No. 7. Die Uhren.** Ein Abriss der Geschichte d. Zeitmessung. Von P. Jintan Kindler, O. S. B., Professor der Physik. Mit 65 Textillustrationen. 192 Seiten.

**No. 8. Naturwissenschaft und Glaube.** Angriffe u. Abwehr. Von P. M. Gander, O. S. B., Professor der Naturgeschichte. ca. 180 Seiten.



## No. 9. Wunder der Kleintierwelt.

Von P. Martin Gander, O. S. B. Professor der  
Naturgeschichte. Mit 66 Illustrationen. 224 Seiten.

---

Vom gleichen und andern Verfassern sind in Vor-  
bereitung und liegen teils druckbereit vor:

Darwin und seine Schule.

Die Vulkane und Erdbeben.

Die fünf Sinne des Menschen.

Das Gehirn und seine Tätigkeit.

Der Kalender.

Wind und Wetter.

Die Pflanze in ihrem inneren Bau.

Die Energie.

Die Ameisen.

---

Preis des Bändchens in Leinwand gebunden Mk. 1.50.

---





Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000296002