

Die
WELTWISENSCHAFT

oder

Physik.

Von .

Robert Grassmann.

Zweiter Theil.

Die Erdgeschichte oder Geologie.

Stettin, 1873.

Druck und Verlag von R. Grassmann.

Die
Erdgeschichte oder Geologie.

Von

Robert Grassmann.

Stettin, 1873.

Druck und Verlag von R. Grassmann.

Das Recht der Uebersetzung in fremde Sprachen wird vom
Verleger vorbehalten.

Uebersicht des Inhalts.

	Seite
1. Vorwort	5
Erstes Buch: Die Erdgeschichte zur Zeit der Zellofen.	
2. Die Gestalt und die Gröse der Erde	11
3. Die phyfischen Eigenschaften der Erde	14
4. Die chemischen Eigenschaften der Himmelssteine oder Meteorsteine	29
5. Die chemischen Eigenschaften der Erdschichten	39
6. Die Abkühlungsgesetze der Erde	61
7. Die Zeiträume der Erdgeschichte	68
Erster Zeitraum der Erdgeschichte: Die Schalengeschichte oder die Urgeschichte.	
8. Die Schalengeschichte oder die Urgeschichte der Erde	68
Erster Abschnitt: Die Dunstzeit der Erde, 1500—376° C.	
9. Die Erde als Dunststern	70
Zweiter Abschnitt: Die Meereszeit der Erde, 376—121° C.	
10. Die Erde als Meeresstern	77
11. Die Einwirkung des Wassers auf die Erdschale	79
12. Die Bildung der Granitschale durch das Meer	81
13. Die Bildung der kohlenfauren Gesteine	88
14. Die Winde und Ströme der Meereszeit	91
15. Die Hebung und Senkung des Meeresgrundes	95
Dritter Abschnitt: Die Infelzeit der Erde, 121—75° C.	
16. Die Erde als Infelstern	103
17. Die Arbeit der Infeln	106
18. Die Bildung des Gneises	109
Zweites Buch: Die Erdgeschichte zur Zeit der Pflanzen und Thiere.	
19. Die Verhältnisse der Erde zur Zeit der Pflanzen und Thiere	112
20. Das Luftmeer zur Zeit der Pflanzen und Thiere	114
21. Die Schichten der Erde zur Zeit der Pflanzen und Thiere	137
22. Die Bildung der Schichten zur Zeit der Pflanzen und Thiere	151

	Seite
23. Die Hebungen und Senkungen zur Zeit der Pflanzen und Thiere . . .	165
24. Die Pflanzen- und Thiergeschichte der Erde	174
Zweiter Zeitraum der Erdgeschichte: Die Hügengeschichte oder die Uebergangsgeschichte.	
25. Die Hügengeschichte oder die Uebergangsgeschichte der Erde	175
Erster Abschnitt: Die Grundzeit der Erde, 75—66° C.	
26. Das Luftmeer der Grundzeit	177
27. Die Pflanzen und Thiere der Grundzeit oder Lager und Schwimmer	179
28. Die Schichtenbildung des Grundflötzes	182
29. Die Hebung des Grundflötzes oder der Hundsrück	185
Zweiter Abschnitt: Die Wackezeit der Erde, 66—58° C.	
30. Das Luftmeer der Wackezeit	186
31. Die Pflanzen und Thiere der Wackezeit oder Farn und Krabben . . .	187
32. Die Schichtenbildung des Wackeflötzes	189
33. Die Hebung der Wackezeit	192
Dritter Abschnitt: Die Riffezeit der Erde, 58—50° C.	
34. Das Luftmeer der Riffezeit	192
35. Die Pflanzen und Thiere der Riffezeit oder Blüher und Schwinger .	193
Dritter Zeitraum der Erdgeschichte: Die Gebirgsgeschichte:	
36. Die Gebirgsgeschichte der Erde	196
Erster Abschnitt: Die Kohlenzeit der Erde, 50—43° C.	
37. Das Luftmeer der Kohlenzeit	199
38. Der Altrothe (Old red sandstone)	201
39. Die Hebung des Altrothen: der Harz und der Belchen, 1000 m.	205
40. Der Kohlenkalk (Mountain limestone) und die Fische der Kohlenzeit	206
41. Der Kohlenfandstein (Millstone grit)	207
42. Der Kohlenschiefer mit der Steinkohle	208
43. Die Hebung des Kohlenflötzes: Nordengland, 1200 m.	213
Zweiter Abschnitt: Die Kupferzeit der Erde, 43—37° C.	
44. Das Luftmeer der Kupferzeit	214
45. Das Todtliegende und das Weisliegende	216
46. Der Kupferschiefer und Zechstein und die Saurer der Kupferzeit . .	216
47. Der Rauchkalk	217
48. Die Hebung des Kupferflötzes: der Hennegau, 1400 m.	219
Dritter Abschnitt: Die Salzzeit der Erde, 37—31° C.	
49. Das Luftmeer der Salzzeit	219
50. Der Vogelfandstein	220
51. Die Hebung des Vogelfandsteines: Vogesen u. Schwarzwald, 1600 m.	220
52. Der Neurothe (New red sandstone) und die Vögel der Salzzeit . . .	221
53. Der Muschelkalk	223

	Seite
54. Der Keuper.....	224
55. Die Hebung des Salzflötzes: der Thüringer und der Böhmer Wald, 1800 m.	225
Vierter Zeitraum der Erdgeschichte: Die Alpengeschichte.	
56. Die Alpengeschichte der Erde	227
Erster Abschnitt: Die Jurazeit der Erde, 31—26 ^o C.	
57. Das Luftmeer und die Thiere der Jurazeit.....	229
58. Die Schichten des Juraflötzes	232
59. Die Hebung des Juraflötzes: das Erzgebirge, 2000 m.....	234
Zweiter Abschnitt: Die Kreidezeit der Erde, 26—22 ^o C.	
60. Das Luftmeer und die Thiere der Kreidezeit.....	234
61. Die Blaukreide (Wealden rocks und Neocomien).....	235
62. Die Grünkreide und ihre Hebung: der Monte viso, 2500 m.	236
63. Die Weiskreide und ihre Hebung: die Pyrenäen, 3000 m.....	236
Dritter Abschnitt: Die Kragzeit der Erde, 22—18 ^o C.	
64. Das Luftmeer und die Pflanzen und Thiere der Kragzeit	237
65. Der Beckenkrag (Eocene) und seine Hebung: Corfica, 3500 m.....	239
66. Der Klippenkrag und der Bernkrag und ihre Hebungen: die Alpen, 4000—5000 m.	239
Vierter Abschnitt: Die Fluthzeit der Erde, 18—15 ^o C.	
67. Das Luftmeer und die Thiere der Fluthzeit.....	241
68. Das Wetter und die Thiere der Schwemmzeit	242
69. Das Wetter und die Gebilde der Gletscherzeit.....	245
70. Das Ende der Erdgeschichte.....	253
Anhang: Die Erdgeschichte nach dem Bibelberichte.....	254

1. Vorwort.

Die Erdgeschichte oder Geologie ist eine sehr junge Wissenschaft. Die Mythen der alten Völker über die Entstehung der Welt und der Erde haben weder wissenschaftlichen Werth, noch beanspruchen sie einen solchen; auch die Erzählung des Moses, so genau sie, wie sich im Verlaufe des Werkes ergeben wird, mit den Thatfachen übereinstimmt, ist eine so kindlich naive, so fern von jedem Ansprüche auf Wissenschaftlichkeit, dass sie nicht als ein wissenschaftlicher Versuch der Erdgeschichte gerechnet werden kann.

Die ersten wissenschaftlichen Beobachtungen in der Erdgeschichte machten die alten Griechen. Es sind bei der Geschichte der Erde zwei Kräfte, welche sich geltend machen, das Feuermeer des Innern mit seinen Feuerkratern oder Vulcanen, und das äusere Wassermeer und Luftmeer mit seinen Regen und Gasen. Nach den Mythen der alten Griechen und Römer waltet Ploutōn, röm. Plūton über dem erstern, Poseidōn, röm. Neptunus über dem letztern. Nach diesen beiden Göttern nennt man die Männer, welche alles aus den Wirkungen des innern Feuermeeres ableiten, die Plutonisten oder Feueranhänger, die, welche alles aus den Wirkungen des Wassers ableiten, die Neptunisten oder Wasseranhänger.

Schon zu den Zeiten der Griechen traten beide Richtungen hervor. Die alten Griechen, welche wie Thalēs aus Milētos 640 bis 548 v. Chr. Egypten und die grossen Ablagerungen gesehen hatten, welche der Nil erzeugt, bauten alles auf die Thätigkeit des Wassers. Xenophánēs von Kolophon um 540 v. Chr. beobachtete bereits Versteinerungen von Seethieren. Hēródotos aus Halikarnassós, geb. 440 v. Chr., stellt bereits aus den Versteinerungen Lybiens fest, dass dies Land früher vom Meere bedeckt gewesen sein müsse. Diesen Neptunisten traten als Plutonisten die Männer entgegen, welche die Feuerberge und die heissen Quellen der alten Welt kennen gelernt hatten, Zēnon aus Eléa in Unteritalien um 460 v. Chr. und Empedoklēs aus Agrigentum in Sicilien um 440 v. Chr. Namentlich leitete Strábōn aus Amáseia in Asien um Christi Geburt aus dem Feuermeere der Erde die Hebung Siciliens und der liparischen Inseln ab. Zu weiteren Entwicklungen

gelangten die alten Griechen jedoch nicht. Dann ruhte die Wissenschaft lange Zeiten.

Erst um 1500 mit dem Beginne der neuen Zeit gewinnt auch die Erdgeschichte wieder Leben. Der berühmte Leonardo da Vinci aus Vinci in Toscana 1452—1519, der in den Jahren 1502—1509 technische Reifen durch Italien machte und Grabenbauten leitete, beobachtete wieder die Ablagerung von Schichten am Grunde des Meeres, die Bildung von Versteinerungen und erkannte bereits richtig, dass die Theile, von denen Abschwemmungen stattfinden, und welche deshalb leichter werden, sich heben, die Theile, wo Ablagerungen stattfinden, welche deshalb schwerer werden, sinken müssen, wenn beide auf dem Feuermeere schwimmen. In Deutschland förderte Georg Bauer, gen. Agricola, 1494—1555 die Wissenschaft durch seine Untersuchungen über die Merkmale der Gesteine und die Verhältnisse der Erzgänge, mit ihm beginnt die beobachtende Wissenschaft.

Als die eigentlichen Gründer der Erdgeschichte kann man aber Nicolaus Stenon aus Kopenhagen 1638—1686 und Gottlieb Wilhelm Leibnitz aus Leipzig 1646—1716 bezeichnen, welche zuerst klare Ansichten über die Entstehung der Erde entwickeln und von denen der erstere mehr Neptunist, der letztere mehr Plutonist ist. Die Anmerkungen geben einen Auszug ihrer überaus geistreichen Darstellungen*).

*) Anmerkungen.

Auszug aus Stenon's Prodomus 1669.

- 1) Die Schichtgesteine der Erde sind aus einer Flüssigkeit abgesetzt worden. Der pulverförmige Stoff der Schichtgesteine musste nothwendig zuerst in einer Flüssigkeit aufgeschlämmt sein, aus welcher er sich durch sein eigenes Gewicht niederschlug. Die Bewegungen dieser Flüssigkeit breiteten den Niederschlag aus und gaben ihm eine ebene Oberfläche.
- 2) Die Körper von beträchtlichem Umfange, welche sich in den Schichten finden, gehorchen im Allgemeinen, sowohl hinsichtlich ihrer befondern Lagerung als auch in Beziehung zu einander, den Gesetzen der Schwere.
- 3) Der pulverförmige Stoff der Schichten hat so vollkommen die Gestalt der Körper angenommen, die er umhüllt, dass er die kleinsten Höhlungen derselben ausfüllt und auf der Berührungsfläche sogar den Glanz derselben angenommen hat, obgleich er im Allgemeinen zu der Annahme dieses Glanzes nur sehr wenig geeignet war.
- 4) Im Augenblicke, wo sich eine Schicht bildete, musste sich unter derselben ein anderer Körper befinden, der das fernere Niederfallen des pulverigen Stoffes verhinderte. Es musste also im Augenblicke, wo die unterste Schicht sich bildete, unter derselben ein anderer

Seit jener Zeit hat die Erdgeschichte stete Bearbeiter gefunden. Füchsel unterschied in seiner *Historia terrae et maris* 1762 bereits bestimmte Epochen in der Erdgeschichte. Alle durch Wasser abgelagerten Schichten liegen nach ihm zuerst wagerecht und er-

fester Körper sich befinden. Die untere Schicht war schon fest geworden, sobald sich eine obere Schicht darauf niederschlug.

- 5) Eine Schicht, die sich bildete, musste freilich durch einen andern festen Körper eingezwängt sein oder aber die ganze Erde bedecken. Daraus folgt denn, dass man überall, wo man Abschnitte von Schichten entblößt sieht, entweder weiterhin ihre Fortsetzung oder aber einen festen Körper finden muss, welcher die Schicht verhinderte, sich auszubreiten und wegzufriesen.
- 6) Wenn eine Schicht sich bildete, so war darüber nur Flüssigkeit, und deshalb konnte noch keine der oberen Schichten vorhanden sein, als die unterste sich bildete.
- 7) Was die Gestalt der Schichten betrifft, so entsprachen sicherlich zur Zeit der Bildung einer Schicht ihre Unterfläche und Seitenflächen der Oberfläche der Körper, auf welchen sie ruhte, und von welchen sie eingeschlossen war. — Die Oberfläche aber war im Allgemeinen wagerecht. Folglich sind alle Schichten, ausgenommen die unterste, von zwei wagerechten Ebenen eingeschlossen, und daraus folgt wieder, dass die geneigten oder senkrecht gestellten Schichten zu einer andern Zeit wagerecht waren.
- 8) Die Lagenänderung der Schichten kann einerseits durch hebende Kraft des Feuers, andererseits durch das Ausspülen und Wegführen der untern Schichten bewirkt sein. Jedenfalls sind die Berge durch solche Aenderungen erzeugt und sind nicht ursprünglich.
- 9) Findet man in einer Schicht Spuren von Seefalz, Ueberreste von Seethieren, und überhaupt eine Zusammensetzung ähnlich derjenigen des heutigen Meeresgrundes, so war sicherlich einst zu einer gewissen Zeit das Meer an jenem Orte.
- 10) Findet man in einer Schicht Kohlen, Asche, Bimssteine, Erdpech und verbrannte Körper, so hat sicherlich in der Nähe der Flüssigkeit ein Brand stattgefunden, und dies ist besonders dann ganz gewiss anzunehmen, wenn die Schicht einzig aus Kohle und Asche besteht.

Auszug aus Leibnitii *Protogaea* 1693 (1740).

- 1) Die Erde ist im Anfange eine durch Feuer flüssige Kugel gewesen (§. 2)
- 2) Fixsterne und Sonne sind noch heute feurig flüssige Sterne, dagegen sind die Planeten und die Erde durch Abkühlung Schalsterne geworden, welche unter der Schale ein feurig flüssiges Meer haben. (§. 3). Den Beweis für dies innere Feuer liefern die Erdbeben, welche weite Länder erschüttern wie das von 1691, ferner die Feuerberge und Harzquellen (§. 19).
- 3) Der Kern der Erde ist gediegenes Erz, die Hülle der Erde ist Kiesel-
schlacke, welche beim Erstarren die Gestalt der Spatgesteine (Krystall-
gesteine) annimmt. Diese Spatgesteine aber werden durch chemische

halten erst durch Hebung oder Senkung eine geneigte Lage. Die Hebungen bilden die Epochen, die Schichten zwischen zwei Epochen eine Formation. Er unterschied bereits Meeres- und Süswasserbildungen und zeichnete die erste geognostische Karte von Thüringen. Pallas unterschied in seinem Werke *Observations sur la formation des montagnes* 1777 zuerst die Urgebirge aus Granit, der die höchsten, hebenden Gipfel der Bergketten bildet und die geschichteten Gesteine. Saussure *voyages dans les alpes* 1779—1796 stellte zuerst die Alpen und ihre Gletscher dar.

Einen neuen Abschnitt in der Darstellung der Erdgeschichte bildete A. G. Werner aus Wehrau 1750—1816, Professor an der Bergschule zu Freiberg, der zuerst in seiner kurzen Klassifikation und Beschreibung der Gebirgsarten 1787 genaue Kennzeichen für jede Felsart, und für die Lagerung jeder Schicht feststellte und wissenschaftlich bestimmte. Er unterscheidet die Urgesteine, die Uebergangsteine, die Secundär- oder Flözgesteine und die Tertiärgebilde oder das Schwemmland, und leitete in seiner Neuen Theorie über die Entstehung der Gänge 1791 alle Gesteine aus Niederschlägen des Wassers ab, auch den Granit, Porphyr und Basalt. Er ist also entschiedener Neptunist. Alle Erdbeben stammen nach ihm nur von Erdrutschen her.

Thätigkeit in Schlamm und lose Erde (in Sand und Thon) zerkleinert und bilden das Erdreich für die Pflanzen (§. 3).

- 4) So lange die Erde feurig flüssig war, war alles Wasser der Erde ein Bestandtheil des Luftmeeres und ist erst, als die Erde eine Schale befas und sich weiter abkühlte, als Nebel und Regen verdichtet auf die Erde gekommen, und hat hier das Meer gebildet und, indem es die Erde durchspülte, die Laugenfalze des Kali und Natron in sich aufgenommen. (§. 4).
- 5) Durch das verschiedene Gewicht der Massen und durch Ausbrüche des Dampfes sind dann Senkungen und Hebungen, sind Erdbeben und Zertrümmerungen entstanden, durch welche die Schale bald aus dem Meere gehoben, bald unter das Meer versenkt ward. Aus den Trümmern aber sind am Grunde des Meeres Niederschläge gebildet, welche durch Kitt versteinend die geschichteten Gesteine der Erde in ihren übereinander liegenden Schichten gebildet haben. (§. 4)
- 6) Den Beweis dieser wechfelnden Senkungen und Hebungen bieten die Meeresmuscheln und Fischgerippe, welche in den Schichten auf hohen Bergen gefunden werden (§. 6), sowie die Steinkohlen, welche uns unter das Meer versunkene und verschüttete Wälder zeigen (§. 45). Die Ursache derselben bilden Aushöhlungen der Erde durch Zusammenziehung der Masse bei der Abkühlung oder durch Auslaugung der Erde (§. 6).
- 7) Die bauende Thätigkeit der Flüsse können wir auch heute noch beobachten. Beweise derselben bietet der Nil, der Rhone, der Rhein und der Po (§. 39 und 41).

Im Gegenfatze zu Werner lehrte Hutton in Edinburg Theorie of the earth 1795 den Plutonismus. Alle ungeschichteten Gesteine find nach ihm ohne Ausnahme im geschmolzenen Zustande aus dem Innern der Erde hervorgedrungen und haben die Erdrinde mannigfach zertrümmert, Sandsteine und Trümmergeschiebe gebildet. Alle Krystalle oder Gespate find nach ihm aus feuerflüssiger Schmelzung entstanden. Hall suchte dies durch Verfuche zu beweisen.

Alexander von Humboldt aus Berlin (1769—1859) und Leopold von Buch aus Preusen (1777—1853), beide Schüler Werners, verliesen auch den Neptunismus ihres Lehrers und huldigten mehr dem Vulcanismus. Der erstere unterfuchte auf seinen grosen Reisen nach Amerika 1799—1804 die Feuerberge der Andes und der Cordilleras, und wies nach, dass dieselben grosen Erdspalten angehören, welche die Länder mächtig heben. Der letztere unterfuchte 1815 die canarischen Infeln und erkannte die Eigenthümlichkeit der dortigen Feuerberge, welche er meisterhaft beschrieb. Er leitete aus der Richtung der Gebirgsketten, aus der Hebungslinie der geneigten Schichten, aus dem Alter der gehobenen und der erst nach der Hebung entstandenen wagerechten Schichten das Alter der Hebung ab und unterschied bereits vier Hebungsysteme. Elie de Beaumont hat dann später die weiteren Hebungsysteme hinzugefügt.

W. Smith, geb. 1769, wies gleichzeitig nach, dass jede Schicht der Erde ihre eigenthümlichen Versteinerungen besitze, aus denen man mit Sicherheit auf die Pflanzen- und Thierwelt jener Zeit schliesen könne. Viele bedeutende Forscher sind gefolgt und haben die Petrefaktenkunde oder Versteinerungskunde zu einer strengen Wissenschaft gemacht.

Die Entstehung der ungeschichteten Gesteine aus feurigflüssiger Schmelzung ward seit jener Zeit ebenfo allgemein angenommen, als die Bildung des geschichteten Gesteins aus Niederschlägen des Wassers für alle Zeiten sicher festgestellt ist. Das letztere kann auch von Niemandem mehr bestritten werden, gegen die erstere Annahme ist dagegen Gustav Bischof, Professor in Bonn, zuerst in seiner Geologie 1847—1851 aufgetreten. Derselbe huldigt wieder ganz dem Neptunismus und leitet in der zweiten Ausgabe seiner Geologie 1863—1866 den Granit, Porphy, ja selbst den Basalt aus den Niederschlägen des Wassers ab, und erklärt auch die Erdbeben sämmtlich in Folge von Erdrutschen. Bei der grosen Wichtigkeit der Frage und bei der Tüchtigkeit der Arbeiten Bischofs werden wir noch oft auf seine Geologie zurückkommen müssen,

Beide einander gegenüberstehende Ansichten leiden übrigens noch mehrfach an Einseitigkeiten; die Wahrheit liegt in der Mitte.

Für die Entwicklungsgeschichte der Pflanzen und Thiere hat C. Darwin über die Entstehung der Arten durch natürliche Zuchtwahl 1870 sehr anregende und viel versprechende Gedanken vortragen, welche für die Geschichte der Erde reiche Früchte versprechen, bis jetzt sind dieselben jedoch für die Geschichte der Erde nur sehr wenig benutzt und wissenschaftlich verwerthet, haben vielmehr vielfach zu Dichtungen Anlass gegeben, welche der Wissenschaft keinen Segen bringen.

Die Sprache ist in dem vorliegenden Buche durchweg deutsch gehalten mit möglichster Beseitigung der Fremdwörter. Bei Bezeichnung der chemischen Stoffe behielt ich die üblichen, wenn auch fehlerhaft gebildeten Namen bei, doch habe ich für Calcium und Magnesium die deutschen Namen Kalk und Talk eingeführt und ihre Oxyde als solche bezeichnet. Die Masangaben sind in Metern, bezüglich in geographischen Meilen zu 7420,158 Metern gemacht. Die Rechnungen sind in die Anmerkungen verwiesen, um einem grössern Kreise von Lesern verständlich zu bleiben. Die Berechnung bestimmter Zeiträume für die Abkühlung und für das Eintreten bestimmter Wärmegrade ist nach den Hilfsmitteln jetziger Wissenschaft mit möglichster Sorgfalt ausgeführt; dennoch bietet sie meist nur erste Annäherungen, welche von der Wirklichkeit vielleicht nicht unbedeutend abweichen. Es möchte diese Berechnung daher manchem verfrüht und unberechtigt erscheinen, ist es aber nicht. Denn ohne eine solche Berechnung ist ein Bild der Vorgänge und Verhältnisse gar nicht zu gewinnen und wie grob auch die Annäherung nur sein möge, immer ist sie doch unendlich genauer als die Dichtungen und Träume unserer Geologen, welche ohne Rechnung die Vorgänge zu deuten versuchen. Möge denn auch dies Buch das Seine zur Förderung der Wissenschaft und zur Verbreitung derselben beitragen.

Auser der Erdgeschichte sollte dieser Theil eigentlich auch die Sterngeschichte oder Astrologie umfassen; denn erst die Erde und die Gestirne gemeinsam bilden die Welt, deren Geschichte uns der vorliegende Theil vorführen soll. Aber die Kunde von den Sternen ist noch zu unvollkommen, als dass sich jetzt schon eine wissenschaftliche Geschichte derselben schreiben liesse. Was darüber zu berichten ist, wird in dem Sterngemälde oder in der Astronomie seine Stelle finden.

Erstes Buch:
Die Erdgeschichte zur Zeit der Zellofen.

2. Die Gestalt und die Gröse der Erde.

Das Erste, was wir für die Geschichte der Erde feststellen müssen, ist die Beschaffenheit der Erde, ihre Gestalt und Gröse, ihre physischen und chemischen Eigenschaften, mit der Betrachtung derselben beginnen wir daher die Untersuchung.

Schon ein einfacher Rundblick auf unfre Umgebung zeigt uns, dass die Erde keine Ebene bildet, dass sie eine gewölbte Oberfläche besitzt. Wäre die Erde eine Ebene, so müsste man von einem erhöhten Standpunkte, z. B. von einer Bergspitze, die ganze Ebene übersehen, müsste von jedem Punkte der Ebene die Gebirge der Erde, namentlich die höchsten Gipfel der Erde erblicken können; da man dies nicht kann, so ist die Erde keine Ebene, sondern ein Körper mit gekrümmter Oberfläche.

Die Linie, bis zu welcher wir sehen können, heist der Gesichtskreis (horizōn). Die Entfernung des Auges von dieser Linie oder der Halbmesser des Gesichtskreises giebt uns ein Maß für die Krümmung der Erdoberfläche. Ein Mensch, dessen Auge 1,6 Meter über dem Erdboden ist, kann nun, wenn er auf der hügellosen Erdoberfläche steht, 4500 Meter, wenn er auf einem Berge von 100 Meter Höhe steht, 35'700 Meter, wenn er auf einem Berge von 400 Meter Höhe steht, 71'400 Meter weit sehen. Von den fernern Gegenständen erscheinen nur die Spitzen (z. B. die Spitzen der Thürme, die Segel der Schiffe, die Flügel der Windmühlen), und zwar können wir die Spitzen nur sehen, wenn z. B. bei einem 25 Meter hohen Gegenstande dieser nicht volle 17'850 Meter jenseits des Gesichtskreises liegt. Die Erde hat, wie eine leichte Rechnung in der Anmerkung ergiebt, hiernach eine Krümmung, welche einem Durchmesser von 12'744'800 Metern entspricht, und da auf allen Punkten der Erdoberfläche, auf dem Lande wie dem Meere, dieselbe Erscheinung stattfindet, so kann man sagen: die Erde ist eine Kugel, deren Durchmesser 12'744'800 Meter groß ist

Für jeden Ort heist dann der Punkt des Himmels, welcher senkrecht über dem Kopfe des Beobachters steht, der Scheitelpunkt (zenith) des Ortes, der entgegengesetzte Punkt der Fuspunkt (nadir), der Kreis, welcher einen rechten Winkel oder 90 Grade von diesen Punkten absteht, der Gesichtskreis (horizōn), des Ortes, der Kreis, welcher a Grade über dem Gesichtskreife steht, ein Höhenkreis (almucanharat) von a Grad Höhe. Endlich heissen die Kreife, welche durch Scheitel- und Fuspunkt gehen, die Scheitelkreife (verticale), und zwar zählt man diese von der Mittagslinie des Ortes ab nach West und nach Ost und sagt, der Scheitelkreis von b Grad Abstand habe b Grad Weite (azimuth). Das ganze Netz nennt man ein Scheitelnetz.

Indessen ist diese Bestimmung über die Gröse der Erde aus dem Gesichtskreife doch nur eine ungenaue. Will man zu einem genauern Ergebnisse gelangen, so muss man einen andern Weg einschlagen, der genauere Messungen zulässt, und dieser Weg ist die Beobachtung der Sterne. Denken wir uns zwei Orte A und B auf der Erde, einen auf der nördlichen und einen auf der südlichen Halbkugel, und beobachten wir von diesen aus die Sterne, so bemerken wir, dass es für jede der beiden Halbkugeln einen Punkt am Himmel giebt, der feststeht, und um den die Sterne am Himmel einen Kreis beschreiben. Man nennt diese beiden Punkte, die Erdpole des Himmels, und zwar den einen den Nordpol, den andern den Südpol. Die Kreife, welche diese Pole verbinden, nennt man die Mittagslinien oder Meridiane, die Kreife, welche die Sterne am Himmel beschreiben, nennt man Sternkreife oder Parallelkreife.

Beobachtet man nun von beiden Orten denselben Stern, wenn er in der Mittagslinie steht, und misst man in dem Orte A den Winkel, welchen die Linie nach diesem Sterne mit der nach dem Nordpole, und in dem Orte B den Winkel, welchen die Linie nach demselben Sterne mit der nach dem Südpole bildet, so ist die Summe dieser Winkel genau 180° , d. h. genau ebenfogros, als wenn wir die Sterne vom Mittelpunkte der Erde aus beobachtet hätten. Mit den neuesten Fernrohren können wir die Winkel bis auf $\frac{1}{10}$ Sekunde messen; es ergiebt sich also, dass die Summe der Winkel noch nicht um $\frac{1}{10}$ Sekunde von 180° abweicht, und dass also auch der einzelne Winkel, welcher an einem Orte der Erdoberfläche durch die Linien nach 2 Sternen gebildet wird, noch nicht um $\frac{1}{10}$ Sekunde von dem Winkel abweicht, welchen die Linien nach den beiden Sternen am Mittelpunkte der Erde bilden.

Statt der Winkel an der Oberfläche der Erde kann man daher, wenn Sterne in der Mittagslinie des Ortes stehen, auch die gleichen Winkel am Mittelpunkte der Erde setzen.

Dies giebt ein treffliches Mittel zur Gradeintheilung der Erde. Die beiden Punkte der Erdoberfläche, deren Scheitelpunkt ein Pol des Himmels ist, nennt man die Erdpole der Erde, und zwar den Nordpol und den Südpol, den Kreis der Orte, deren Scheitelpunkt einen rechten Winkel oder 90 Grade von den Polen absteht, nennt man den Erdgleicher (Aequator). Den Kreis der Orte, deren Scheitelpunkt a Grade nördlich (bez. südlich) von dem Gleicher absteht, nennt man einen Breitenkreis (Parallelkreis) von a Grad nördlicher (bez. südlicher) Breite. Der Pol steht für diesen Ort a Grade hoch über dem Gesichtskreise des Ortes, die Polhöhe ist mithin der Breite gleich. Den Kreis der Orte, deren Scheitelpunkte gleichzeitig in derselben Mittagslinie (Meridiane) liegen, nennt man einen Längenkreis (Meridian) der Erde. Der Längenkreis, welcher durch die Sternwarte von Greenwich bei London geht, ist der Anfangspunkt für die Zählung der Längengrade. Von ihm aus theilt man jeden Breitenkreis von Westen nach Osten in 360° oder besser in 24 Stunden, wie auch die Sonne diesen Raum in 24 Stunden durchläuft. Alle Orte, welche b Stunden Länge haben, haben also b Uhr Nachmittag, wenn in Greenwich Mittag ist. Das ganze Netz nennt man das Erdnetz.

Die Gröse und Gestalt der Erde lässt sich nun sehr genau ermitteln, es bedarf nur noch, dass die Gröse eines Grades auf der Oberfläche der Erde genau gemessen wird. Eine Reihe von Gradmessungen sind zu diesem Zwecke mit grossen Kosten veranstaltet, unter denen die in Peru, die in Lappland, die in Frankreich, in England, in Dänemark, in Preussen, in Russland und die zwei in Ostindien die wichtigsten sind. Aus ihnen ergiebt sich, wenn der Grad des Gleichers gleich 15 deutschen Meilen (60 Seemeilen) gesetzt wird, jede Meile (vier Seemeilen) gleich $7420_{,158}$ Meter, der Durchmesser des Gleichers (Aequators) gleich $1718_{,56734}$ Meilen oder gleich $12^{\circ}752932$ Meter, die Achse der Pole gleich $1713_{,328}$ Meilen oder gleich $12^{\circ}713164$ Meter, die Abplattung der Erde an den Polen also gleich $\frac{1}{299_{,15246}}$, die Oberfläche der Erde gleich $9^{\circ}281870$ Quadermeilen oder $511_{,048}$ Billionen Quadermeter, der Raum der ganzen Erde gleich $2650^{\circ}187000$ Würfelmeilen oder $542_{,645}$ Trillionen Würfelmeter.

Alle Thatfachen dieser Nummer sind schlechthin sicher und von allen wissenschaftlichen Männern anerkannt.

Anmerkungen.

1. Berechnung des Gesichtskreifes.

Sei h die Höhe des Berges in Metern, sei c die Entfernung, bis zu welcher man von der Höhe des Berges sehen kann, sei d der Durchmesser der Erde, so ist $d + h$ Sekante, h der ausserhalb des Kreifes liegende Abschnitt, c Tangente am Kreife und nach einem bekannten Satze der ebenen Raumlehre das Quadrat der Tangente gleich der Sekante mal dem äusseren Abschnitte, d. h.

$$c^2 = (d + h) h \quad \text{und} \quad d = \frac{c^2}{h} - h.$$

Ist also $h = 100$ Meter, $c = 35700$ Meter, so ist $d = 12'744800$ Meter. In Wirklichkeit hat der Gleicher der Erde einen Durchmesser von 12'752932 Meter oder von 1718,₈₇₃₄ geogr. Meilen zu 7420,₁₅₈ Meter.

Die Entfernung, bis zu welcher man sehen kann, ist bei

1 Meter Höhe	3571, ₄ Meter.	20 Meter Höhe	15971, ₈ Meter.
2 - - -	5050, ₇ - -	30 - - -	19561, ₄ - -
3 - - -	6185, ₉ - -	40 - - -	22587, ₅ - -
4 - - -	7142, ₈ - -	50 - - -	25253, ₆ - -
5 - - -	7985, ₉ - -	60 - - -	27664, ₀ - -
6 - - -	8748, ₁ - -	70 - - -	29860, ₅ - -
7 - - -	9449, ₀ - -	80 - - -	31943, ₆ - -
8 - - -	10101, ₄ - -	90 - - -	33881, ₃ - -
9 - - -	10714, ₂ - -	100 - - -	35714, ₀ - -
10 - - -	11293, ₈ - -		

Bei der 100fachen Höhe ist die Entfernung, bis zu welcher man sehen kann, zehnfach.

2. Die Gröse der Erde.

Die deutsche Meile, von der 15 auf einen Grad des Gleichers gehen, hat eine Gröse von 7420,₁₅₈ Metern.

Für die Breite b des Polnetzes ist dann in Metern die Gröse des Breitengrades $= 1,949037 (57013,_{109} - 286,_{837} \cos 2b + 0,_{611} \cos 4b - 0,_{001} \cos 6b)$, des Längengrades $= 1,949037 (57156,_{285} \cos b - 47,_{825} \cos 3b + 0,_{060} \cos 5b)$.

Der ganze Gleicher hat dann $15 \times 360 = 5400$ deutsche Meilen. Der Durchmesser des Gleichers ist $d = 5400 : \pi = 1718,_{8734}$ deutsche Meilen. Die Achse zwischen den Polen c ist $= 1713,_{328}$ deutschen Meilen.

Die Erde ist eine Umdrehungslinse oder ein Rotations-Ellipsoid, deren Inhalt $\frac{4}{3} \pi c d^2 = \frac{4}{3} \pi \cdot 1723,_{328} (1718,_{8734})^2 = 2650'187000$ Würfelmeilen ist.

3. Die physischen Eigenschaften der Erde.

Die erste und wichtigste physische Eigenschaft eines Körpers ist sein Gewicht. Hängt man in einer Drehwage an einem einfachen Seidenfaden einen wagerechten Stab auf, der an beiden Enden kleine Kugeln trägt und nähert einer dieser Kugeln eine grössere Kugel, so wird die kleine Kugel von der grossen angezogen

und geräth in Pendelschwingungen. Sowohl durch Rechnung als durch Beobachtung lässt sich das Gesetz ermitteln, nach dem Pendelschwingung, Entfernung und Gewicht der anziehenden Kugel von einander abhängen und lässt sich aus zweien derselben das dritte berechnen. Das Gesetz der Anziehung ist folgendes:

Je zwei Körper ziehen sich gegenseitig an. Die Anziehungskraft ist das Zeug oder Product aus den Gewichten der beiden Körper, getheilt durch das Quader (Quadrat) ihrer Entfernung; dieselbe wirkt augenblicklich bis in die weitesten Fernen.

Bei der Erde ist nun die Entfernung des Pendels vom Schwerpunkte, dem Mittelpunkte der Erde bekannt, ebenso ist das Gewicht, die Länge des Pendels und die Dauer der Pendelschwingung bekannt, es lässt sich also das Gewicht der Erde aus den Versuchen an der Drehwaage durch Rechnung finden.

Der erste, welcher zu diesem Behufe Versuche mit der Drehwaage anstellte, war Cavendish. Er umschloss die Drehwaage mit einer grossen Glaswand, um die Einwirkung der Luftbewegung auf die Schwingung der Kugeln aufzuheben, beobachtete mit dem Fernrohre aus grosser Entfernung die Schwingungen, um jede Einwirkung des Leibes des Beobachters auf die Kugeln unmöglich zu machen, brachte die Anziehung der Glaswand in Abrechnung und fand nun im Mittel aus 24 Versuchen das Raumbgewicht (specifische Gewicht) der Erde gleich $5,48$. Später fand Reich in Freiberg aus 19 noch sorgfältigeren Versuchen das Raumbgewicht der Erde gleich $5,44$; endlich hat Baily umfassende Versuche angestellt, aus denen sich ein Raumbgewicht der Erde von $5,68$ ergibt. Diese Zahl muss als die am meisten verbürgte angesehen werden. Die ganze Erde ist also $5,68$ mal so schwer, als ob sie ganz aus reinem Wasser bestände, und da ein Würfelmeter Wasser eine Tonne oder 2000 Zollpfund wiegt, so hat die ganze Erde ein Gewicht von $6149,847$ Trillionen Tonnen oder $12,3$ Quadrillionen Zollpfund.*)

Diese gewaltige Masse der Erde hat nun eine dreifache Bewegung, wie dies in dem Sterngemälde ausführlich nachgewiesen ist; denn

- 1) dreht sie sich täglich, genau in $0,9972666$ Tagen einmal um ihre Achse am Gleicher, mit einer Schnelligkeit von $5414,8$ Meilen im Tage oder $465,031$ Metern in der Sekunde;

*) Anm. Das Raumbgewicht der Erde ist $5,68$, der Rauminhalt 2650187000 Würfelmeilen, jede zu $(7420,158)^3$ Würfelmetern, das Gewicht eines Würfel-meters Wasser ist eine Tonne oder 2000 Zollpfund. Das Gewicht der Erde ist demnach $5,68(7420,158)^3 2650187000$ Tonnen.

- 2) bewegt sie sich in einem Jahre, genau in $365,25637$ Tagen einmal um die Sonne mit einer mittlern Schnelligkeit von 29219 Metern in der Sekunde;
- 3) bewegt sich die Erde mit der Sonne um die Achse des Milchstrassen-Reiches nach Mädler mit einer Schnelligkeit von $54253,77$ Metern in der Sekunde, welche Zahl aber sehr unſicher iſt.

Die Arbeit, welche die Erde hienach leiſtet, iſt eine gewaltige. Sehen wir von der Drehung um die Achſe ab, bei welcher jeder Theil der Erde eine verſchiedene Schnelligkeit beſitzt und die im Verhältniſſe zu den andern Bewegungen nur gering iſt, ſo bleiben noch zwei Bewegungen übrig. Von dieſen iſt die Bewegung um die Sonne ſo bedeutend, daſſ, wenn die ganze Bewegung in Wärme umgewandelt würde, die ganze Erdmaſſe dadurch um 102250° C. erwärmt würde. (Die Bewegung um die Achſe des Milchſtrassen-Reiches iſt, wenn wir die obige Bewegung zu Grunde legen, ſogar ſo bedeutend, daſſ ſie die ganze Erdmaſſe um 352529° C. erwärmen würde, beide zuſammen würden demnach die ganze Erdmaſſe um 454779° C. erwärmen, d. h. bis zu einem Grade, von dem man gar keine Vorſtellung beſitzt.) *) Alle dieſe Thatſachen ſind übrigens auf ganz ſichere Beobachtungen gegründet, von allen Phyſikern anerkannt und ſind daher wiſſenſchaftlich ganz ſicher.

Doch wir kehren zur Betrachtung der Verhältniſſe auf unſerer Erde zurück. Die mittlere Wärme der Erde beträgt auf der Oberfläche 15° C. Wollen wir die Wärme im Innern der Erde kennen lernen, ſo müſſen wir in die Tiefe der Erde eindringen. Eine allgemeine Zunahme der Wärme iſt das Erſte, was uns bei dieſem Eindringen entgegentritt. Freilich reichen die Bergwerkſchachte und Bohrlöcher bis jetzt nicht tiefer als 607 Meter unter den Meeresspiegel; indessen hat doch auch ſchon dieſe geringe Tiefe des Eindringens in die Erde die Thatſache erwieſen, daſſ die Wärme im Innern der Erde zunimmt, und zwar in 100 Meter Tiefe jedesmal um 3° C. **). Dieſe Zunahme iſt eine ganz all-

*) Die Wärme oder die Arbeit einer Bewegung iſt gleich dem Quader der ſchnelligkeit, getheilt durch die Arbeit der Wärmeeinheit, d. h. durch $(91,37654)^2$ Meter. Die Wärme, welche der obigen Bewegung entſpricht, iſt demnach $(29219)^2 : (91,37654)^2$, bezüglich $(54253,77)^2 : (91,37654)^2$.

**) Nach den 12936 Beobachtungen, welche Reich in den Silberbergwerken Freibergs während der Jahre 1829—1831 in Bohrlöchern der Felſwände angeſtellt hat, nimmt die Wärme erſt in $133,3$ Metern Tiefe um 3° C. zu; es darf aber hier nicht unbeachtet bleiben, daſſ das Erz dieſer Berg-

gemeine, für die verschiedensten Gegenden der Erde beobachtete; nur im Meerwasser und soweit der Boden gefroren ist, findet sie nicht Statt. Nach den Gesetzen der Wärme kann man mit Sicherheit auf eine weitere Zunahme der Wärme nach dem Innern der Erde zu schliessen. Die warmen Quellen, welche aus dem Innern der Erde kommen, beweisen überdies die Wärme-Zunahme unmittelbar. Nimmt man demnach an, dass auch für grössere Tiefen dasselbe Gesetz gelte, dass die Wärme auf je 100 Meter Tiefe um 3° C. zunehme; so erhält man für die verschiedenen Tiefen der Erde folgende Wärmegrade.

An der Oberfläche der Erde 15° C. Wärme.

In	500 Meter Tiefe	30° C.	-	
-	2833	-	-	100° C. - Schwefel schmilzt.
-	6167	-	-	200° C. -
-	9500	-	-	300° C. - Zinn schmilzt.
-	12833	-	-	400° C. - Blei u. Zink schmelzen.
-	26167	-	-	800° C. - Glasige Lava schmilzt.
-	32833	-	-	1000° C. - Silber u. weisses Gusseisen schmelzen.
-	39500	-	-	1200° C. - Basalt, Gold u. graues Gusseisen schmelzen.
-	49500	-	-	1500° C. - Lava u. Eisen schmelzen.

Die Feuerberge oder Vulcane, welche geschmolzene Lava auswerfen, stammen also mit ihren Adern aus 49500 Meter oder $6\frac{2}{3}$ Meilen Tiefe. Solcher Feuerberge giebt es aber in allen Theilen der Erde, theils noch speiend, theils erloschen, überaus viele, die Anmerkung giebt eine Uebersicht der bekannten. Dies beweist, dass überall auf der Erde die Wärme nach der Tiefe zu bis 1500° C. zunimmt, und dass wir in $6\frac{2}{3}$ Meilen Tiefe diese Wärme überall voraussetzen dürfen. Besteht demnach das Innere der Erde in dieser Tiefe aus Lava, und bereits die nächsten Nummern werden den Beweis führen, dass es sich also verhält, so ist die Lava in $6\frac{2}{3}$ Meilen Tiefe überall geschmolzen, die Erde selbst ist dann eine feurig flüssige Kugel, welche nur eine feste Schale von $6\frac{2}{3}$ Meilen Dicke trägt.

werke ein besserer Leiter ist, als andre Felsen, und dass daher der Wärme-Unterschied im Erze geringer sein muss, als in andern Gesteine. In dem Bohrloche von Grenelle war in 573 m. Tiefe 28° C., während in den 29,6 m. tiefen Kellern ebenda 11,7° C. herrschte; hier nimmt also die Wärme auf je 100 m. um 3° C. zu. In Steinkohlenbergwerken nimmt sie auf 98,6 m., in dem Genfer Bohrloche des de la Rive auf 94,6 m. um 3° C. zu.

Ist diese Thatsache richtig, so muss eine Reihe von Erscheinungen daraus hervorgehen, welche die nothwendige Folge dieser Thatsache, zugleich der sicherste Beweis derselben ist. Eine flüssige Masse nimmt, wenn sie in Ruhe ist, die Gestalt einer Kugel, wenn sie in drehender Bewegung ist, die Gestalt eines Rotations-Ellipfoides oder einer Drehungslinse an, die an den Polen der Drehungs-Achse abgeplattet ist. Nach den ausgezeichneten Rechnungen von Laplace in seiner *mécanique céleste* 1800—1806 beträgt diese Abplattung für die Erde $\frac{1}{309}$, nach der späteren, genaueren Berechnung von Ivory $\frac{1}{289}$. Die ausgezeichnetsten Gradmessungen bestätigen diese Abplattung, sie ergeben $\frac{1}{306}$, doch ist diese Zahl nicht sicher. Ebenso ergeben die Beobachtungen der Pendelschwingungen eine Abplattung von $\frac{1}{289}$ und stimmen also genau mit der Rechnung. Die Erde ist demnach eine feurig flüssige Kugel.

Auf diesem feurig flüssigen Meere des Erdinnern ruht nun die feste Schale von $6\frac{2}{3}$ Meilen Dicke. Die Oberfläche dieser festen Schale beträgt, wie wir oben sahen, 9'281870 Quadermeilen; bei solcher Flächenausdehnung ist eine Dicke von $6\frac{2}{3}$ Meilen überaus gering. Die feste Schale kann sich daher nicht in sich selbst tragen, sie schwimmt auf dem Feuermeere des Innern und wird von dem Feuermeere getragen. Werden auf einem Theile Schichten von der Schale weggespült oder Theile aufgelöst und fortgetragen, so wird dieser Theil steigen, werden auf einem andern Theile Schichten abgelagert, so wird dieser Theil sinken müssen. Kurz, wenn die feste Schale auf dem Feuermeere schwimmt, werden alle Theile der Erde theils Hebungen, theils Senkungen erfahren; da aber die Veränderungen sehr allmälige sind, so werden auch die Hebungen und Senkungen einen langfamen Verlauf nehmen und erst in längern Zeiträumen sichtbar werden. Die Anmerkung giebt uns einen Ueberblick der beobachteten Hebungen und Senkungen. Es ergiebt sich daraus, dass alle Küsten, an denen man bisher allein Beobachtungen über diese Vorgänge angestellt hat, in steter Bewegung sind. In Schweden beträgt die Hebung z. B. an den Ufern des bothnischen Meerbusens 1 bis 2 Meter in 100 Jahren. Die feste Schale der Erde schwimmt also auf dem Feuermeere des Innern.

Das Feuermeer des Innern bildet demnach die bei weitem größte Masse der Erde. Nur der $\frac{1}{137}$ te Theil des Durchmessers ist fest, $\frac{136}{137}$ sind noch feurig flüssig, nur $\frac{1}{48}$ des Raumes, nur $\frac{1}{92}$ des Gewichts der ganzen Erde ist fest, alles Uebrige ist noch feurig flüssig. Oder mit andern Worten, während nur 58 Millionen

Würfelmeilen des Erdkörpers zur festen Schale gehören, bilden noch 2592 Millionen Würfelmeilen das Feuermeer der Erde. Dies gewaltige Feuermeer der Erde ist aber auch noch nicht eine gleichmäßige Masse. Die Lava, welche die Oberfläche dieses Feuermeeres bildet, hat nur ein Raumbgewicht von $2,81$, dagegen hat die ganze Erde ein mittleres Raumbgewicht von $5,66$, oder hat etwa das doppelte Raumbgewicht. Das Feuermeer der Erde hat mithin in der Tiefe ein größeres Raumbgewicht, als an der Oberfläche, und da nur die reinen Erze oder Metalle ein so großes Raumbgewicht besitzen, so ergiebt sich, dass die Tiefe des Feuermeeres der Erde von einem Erzmeere gebildet wird, und dass über dem Erzmeere ein Steinmeer geschmolzener Lava lagert. Die Erze sind in diesem Meere wegen ihres größern Raumbgewichtes untergefunken und umgeben den Mittelpunkt der Erde, die leichtere Lava schwimmt auf denselben, und auf dem Lavameere endlich schwimmt die feste Schale mit einem Raumbgewichte von 3 bis $2,4$ und mit zahlreichen Spalten, welche die Felsen der Schale nach allen Richtungen durchsetzen.

Die Wärme in dem Feuermeere ist im Ganzen eine gleichmäßige. In jedem gleich zusammengesetzten Theile des Feuermeeres steigen nämlich die wärmeren Theilchen nach oben, da sie durch die Wärme leichter werden, und theilen den Theilchen des oberen Meeres ihre Wärme mit. Die Theilchen des oberen Meeres steigen demnächst, wenn sie dadurch wärmer werden, abermals so weit auf, als das Raumbgewicht der Theilchen das gleiche ist, und theilen hier wieder ihre höhere Wärme den Theilchen des demnächst oberen Meeres mit und sofort bis zur Oberfläche des obersten Feuermeeres. Das gesammte Feuermeer der Erde hat also nahe die gleiche Wärme von 1500° C.

In der festen Schale der Erde nimmt nun diese Wärme allmählig, und zwar auf je 100 Meter im Mittel um 3° C., ab, bis sie an der Oberfläche der Erde 15° C. beträgt. Die Erdmasse aber hat mit dieser festen Schale noch nicht ihr Ende erreicht. Auf der festen Schale wogt nämlich einerseits noch ein Wassermeer, andererseits ein Luftmeer.

Das Wassermeer der Erde bedeckt ungefähr $\frac{3}{4}$ der Erdoberfläche. Von den 9'281870 □Meilen der Erdoberfläche sind 6'813384 □Meilen mit Wasser bedeckt und nur 2'468486 □Meilen Land, wo die feste Schale aus dem Meere hervortaucht, d. h. das Wasser beträgt $73,4053$ Hundertel der Oberfläche der Erde. Die Tiefe des Meeres ist leider erst zum geringen Theile ermittelt.

Laplace hatte früher in seiner *mécanique céleste* 1800—1806 die mittlere Tiefe der Wassermeeere aus den Gefetzen der Ebbe und Flut auf $2\frac{1}{2}$ Meile geschätzt. Später gab er diese Schätzung auf und folgerte aus der Abplattung der Erde an den Polen, dass die Oberfläche der Erde sehr nahe im Gleichgewichte stehen müsse, und dass daher die mittlere Tiefe der Wassermeeere nicht beträchtlich von der mittlern Höhe des Landes über dem Meeresspiegel abweichen könne. Da nun die letztere nach A. v. Humboldt's Untersuchungen höchstens 958 Fus beträgt, so würde das Wassermeer hienach höchstens 1000 Fus tief sein können. Aber beide Folgerungen stimmen nicht mit der wirklichen Tiefe der Meere überein, diese wechselt nämlich nach der Karte, welche Maury für das atlantische Meer giebt, von 0 bis 8000 Meter Tiefe und kann im Mittel auf 2200 Meter Tiefe angenommen werden. Dieselbe ist in dem vorliegenden Werke auf 2200 Meter, oder, wenn man das Wasser über die ganze Erde, über Festland wie Meer, gleichmässig vertheilt denkt, im Mittel auf 1600 Meter Tiefe angenommen.

Das Wasser durchdringt aber ferner alle Spalten der Gesteine, ja durchzieht und tränkt selbst die feste Masse des Gesteines, wie Bischof dies im zweiten Bande seiner *Geologie*, erste Auflage, ausführlich dargethan hat, und dringt so tief in das Innere der Erdschale ein, bis die Hitze das Wasser in Wasserdunst verwandelt und die Spannkraft des Wasserdunstes im Stande ist, die ganze auf demselben lastende Wassermasse zu tragen. In der Tiefe von 20000 Metern ist gegenwärtig dieser Hitzegrad erreicht, wie dies die Berechnung der Anmerkung beweist. Die Felsen haben jetzt in dieser Tiefe eine Hitze von 600° C.; der Wasserdunst oder der Dampf hat dafelbst eine Spannkraft von 2007 Luftfäulen (Atmosphären) oder, da eine Luftfäule soviel wie eine Wasserfäule von $10\frac{1}{3}$ Meter wiegt, von 20739 Meter Wasserhöhe und trägt mithin die ganze auf ihm lastende Wasserfäule. Das tropfbar flüssige Wasser kann mithin gegenwärtig nicht tiefer dringen. Alle Fellen bis 20000 Meter Tiefe sind also gegenwärtig von Wasser durchspült, und nimmt man den Wassergehalt dieser Fellen auch nur auf vier Hundertel des Raumes an, so ergiebt sich abermals eine Wasserfäule von 800 Meter Tiefe, welche in den Fellen vorhanden ist. Alles Wasser der Meere und der Erdschichten wird also auf die ganze Erde gleichmässig vertheilt eine Wasserhülle von 2400 Meter Tiefe darstellen, welche einerseits die Meere der Erde füllt, andererseits bis 20000 Meter in die Erdspalten eindringt und in dem Luftmeere Dünste und Wolken bildet, welche Regen herabgießen,

das Land tränken, Quellen, Bäche und Flüsse speifen und die Spalten der Felsen auf dem Festlande füllen.

Auf dem Feuermeere der Erde schwimmt also die feste Schale der Erde, die zwar zahlreiche Spalten trägt, aber das Wasser gelangt nicht in diesen Spalten bis zu dem Feuermeere der Erde, nur 20000 Meter dringt es von oben in die Erdschale von 49500 Meter Dicke ein und bleibt also noch etwa 29500 Meter vom Feuermeere getrennt. Den Zwischenraum zwischen beiden Meeren aber erfüllt in den Spalten der Erde der Wasserdunst oder das Dampfmeer, das einerseits auf dem Feuermeere ruht, während es andererseits das Wassermeer trägt.

Ueber dem Wassermeeere der Erde wogt endlich das Luftmeer der Erde. Die Erdluft drückt auf das Wassermeer mit dem Drucke einer Luftsäule oder Atmosphäre, welche einer Säule von $10\frac{1}{3}$ Meter Wasser das Gleichgewicht hält oder auf jeden \square Meter Oberfläche mit einem Gewichte von $10\frac{1}{3}$ Tonne drückt.

Die ganze Erde zerfällt hiernach in 5 Sphären: ein Erzmeer, ein Lavameer, ein Dampfmeer in den Spalten der festen Schale, ein Wassermeer und ein Luftmeer.

Um die Stoffe kennen zu lernen, aus denen die Erde in den verschiedenen Schichten besteht, muss man aus diesen Schichten die Stoffe herbeischaffen und diese chemisch untersuchen. Auf der Erde kann man auf diese Weise nur die obersten Schichten der Erdschale unmittelbar untersuchen, soweit sie durch tiefere Schichten gehoben und blogelegt sind. Man lernt auf diese Weise aus dem Luftmeere und Wassermeeere der Erde die durch beide gebildeten geschichteten Gesteine und unter denselben die gespateten Gesteine: den Gneis, den Granit, den Porphy und ähnliche, kennen, deren Ursprung bereits zweifelhaft ist, indem die einen diese Gesteine aus dem Feuermeere; die andern aus dem Wassermeeere ableiten.

Will man tiefer bis zu den unzweifelhaft aus dem feurig flüssigen Steinmeere erstarrten Gesteine vordringen, so muss man sich zu den Quellen wenden, welche aus diesen Gesteinen bis zur Oberfläche aufsteigen, d. h. zu den warmen Wasserquellen oder zu den feurigen Lavaströmen der Feuerberge. Die erstern kommen höchstens aus einer Tiefe von 20000 Metern, die zweiten aus einer Tiefe von 49500 Metern. Beide zeigen uns die Beschaffenheit in jenen Tiefen nicht rein, da sie auf dem Wege mit mannigfachem andern Gesteine in Berührung gekommen und verändert sind.

In das Feuermeer der Erde selbst kann man nicht eindringen.

Man weis nur aus dem Raumbewichte der Erde, dass es in seinen tieferen Schichten aus geschmolzenem Erze bestehen muss. Um auch über diese Schichten Aufschluss zu gewinnen, wird man sich demnach an andere Sterne wenden müssen, deren Bau man genau kennt und untersuchen kann, d. h. an die Meteorsterne oder Steinsterne, wie wir sie nennen wollen; erst, nachdem wir diese kennen gelernt, werden wir dann auch die Erde erforschen können.

Alle Thatfachen dieser Nummer sind sicher und werden allgemein anerkannt.

Anmerkungen zu den physischen Eigenschaften der Erde.

1. Die Feuerberge der Erde.

Europa ist der an Feuerbergen ärmste Erdtheil; doch hat es im Norden die Insel Island mit dem Feuer speienden 1600 m. hohen Hekla und den Feuerbergen Scaptar-Jökul, Oeräfa-Jökul, Herdubreid, Leirhnukur, Trolladyngiur und Snaefells-Jökul, welche eine Reihe von SSW. nach NNO. bilden, in deren Verlängerung die feurgesteinige Insel Jan-Mayen unter 70° 50' Breite liegt. In Deutschland liegen am Rheine in der Gegend von Laach und Rieden und bei Bonn in der Eifel alte erloschne Krater von Feuerbergen. Ebenso liegen in Frankreich bei Clermont und weiter südlich und südöstlich die Erhebungskegel des Montdor, Cantal und Mezène, sowie viele andere Punkte im Velay und Vivarais, wie bei Agde und Béziers im Dep. Hérault (Comptes rendus Th. 18 S. 155) und mehre Punkte in der Provence, welche erloschene Krater von Feuerbergen darstellen. In Spanien finden sich dergleichen bei Olot und Castel-Follit in Catalonien und auf den Colombretes-Inseln bei Valencia. In Italien tragen das Albaner Gebirge bei Rom und die Roccamonfina bei Teano nordwestlich von Neapel, sowie Sardinien erloschene Krater. In Italien ist aber ausserdem der Vesuv 1200 m. hoch noch thätig, und zeigen die Insel Ischia noch 13, die phlegräischen Felder bei Puzzuoli westlich von Neapel auf 3 □ Meilen noch 27 Krater von Feuerbergen, von denen die Solfatara noch gegenwärtig heisse Dämpfe aushaucht und der 140 m. hohe Monte nuovo im Jahre 1538 innerhalb 48 Stunden gebildet wurde, endlich liegen östlich von diesen und vom Vesuv, mit ihnen in einer geraden Linie von 21 Meilen Länge, in Apulien bei Melfi der Krater des Vultur und der Lago d'Ansanto, welche beide nach Daubeny noch Gase aushauchen. Auf Sicilien erhebt sich der höchste Feuerberg Europas, der Aetna, 3400 m. hoch. Nördlich davon zeigen die Liparischen Inseln mehrere theils thätige, theils erloschene Feuerberge, und zwar Volcano den beständig dampfenden, 406 m. hohen Volcano, mit einem 1000 m. breiten und 200 m. tiefen Krater, Volcanello nördlich davon drei Krater, Lipari nördlich davon die erloschenen Feuerberge Monte Guardia, M. S. Angelo und M. Campobianco mit einem Krater von 1000 m. Durchmesser, Stromboli nördlich davon den 923 m. hohen, fortwährend Lava ergiesenden Stromboli, endlich Saline nordwestlich von Lipari die beiden erloschenen Feuerberge Monte Salvatore und M. della Valle di Spina. Südwestlich von Sicilien liegt ferner gegen Tunis zu die Insel Pantellaria mit erloschenem Krater und stieg im Juli 1831 die Feuerinsel Julia oder Ferdinandea zwischen Pantellaria und Sciacca

bis 71 m. hoch aus dem Meere hervor, ward aber nach einem halben Jahre vom Meere wieder zerstört. In Griechenland endlich ward nach Strabón etwa 300 Jahre v. Chr. auf der Halbinsel Methónē ein 1330 m. hoher Feuerberg gebildet. Von hier aus erstreckt sich in einer nach SO. bis OSO. geneigten Linie eine Reihe von Inseln: Poros, Antimilo, Milo, Argentiera, Polino, Policandro und Santorin, welche aus Feurgestein bestehen, zum Theile noch Dämpfe aushauchen, und deren letzte mehrfach seit 184 v. Chr. bis jetzt Bildung kleiner Inseln, Auswürfe von Bimsstein und Dampf-Aushauchungen gezeigt hat.

In Afrika zeigt Abyssinien 14 Meilen östlich von Ankober eine Gruppe erloschener und einen noch thätigen Feuerberg, den Dofane, und zeigt sich an der Küste im innersten Winkel von Guinea eine 4000 m. hohe Gruppe von Feuerbergen, der größte Theil des Innern ist noch nicht unterfucht. Dagegen sind die Inseln dieses Erdtheils sehr reich an Feuerbergen. Die Azoren sind sämmtlich aus Feurgestein gebildet und tragen Feuerberge, welche wiederholt thätig gewesen sind. Sie bilden zwei Reihen, eine nördliche: Corvo, Graciosa, Terceira, St. Miguel und Formigas, und eine südliche von 80 Meilen Länge: Flores, Fayal, Pico mit dem Pico alto von 2430 m. Höhe und Santa Maria. Die Insel Madeira hat einen schönen, 1330 m. hohen Krater. Die Canarischen Inseln bilden einen Kranz von 60 Meilen Länge: Palma, Gomera, Teneriffa mit dem 3800 m. hohen Pico de Teyde, Gran Canaria, Fuerteventura und Lanzerotte mit den grosartigsten und schönsten Kratern. Von den Capverdischen Inseln trägt Fuego einen Krater; ebenso sind die Inseln Ascension und Tristan da Cunha westlich von Afrika von Feurgestein gebildet. Oestlich von Afrika trägt die Insel St. Paul einen Krater, der Flammen speit, und die Insel Amsterdam südlich davon einen Feuerberg; die Insel Bourbon zeigt einen noch thätigen Krater von 2500 m. Höhe, und St. Mauritius einen erloschenern Feuerberg, ebenso ist die Insel Theil im rothen Meere ein noch thätiger Feuerberg von 280 m. Höhe, die Insel Perim ein erloschener.

In Vorder-Asien begegnen uns in Arabien grosse erloschene Krater bei Aden, und in Hadramaut sogar ein noch thätiger, stets Dampf ausstosender Feuerberg Bir-Babut, sowie viele alte Lavaströme bei Mocha, Sana, Medina, ebenso finden wir in Syrien und Palästina die deutlichsten Spuren früher thätiger Feuerberge. In Klein-Asien finden wir zwei erloschene Feuerberge, den Arghi-Dagh bei Käsarea 4100 m. und den Hassan-Dagh 2670 m. Der Kaukasus hat im Elbrus 5780 m. und im Kasbek 5100 m. zwei riesige erloschene Feuerberge, zwischen denen mehrere niedrigere liegen. Armenien ist ausserordentlich reich an meist erloschenern Feuerbergen. Das Hochland zwischen Araxes und Kur trägt in einer Strecke von 54 Meilen eine Menge von Feuerbergen: Am obern Kur den Krater von Akhalzik und den Krater des Tschylidir, dann den des Alaghez 4300 m., den des Agmangan 3700 m. mit einem Kratersee von 3100 m. Höhe, die Krater des Agdagh und Bosdagh, anschliessend hieran südöstlich die Hochebene von Agridja mit drei grossen Kratern, von denen der Karantyschdagh noch 3476 m. hoch, und südlich endlich ein Hochland von 2800 m. Höhe mit 4 Kratern, von denen der Kissalidagh über 3200 m. hoch. Südlich vom Araxes sind die Feuerberge Takal-Tau und der 5400 m. hohe Ararat, an dessen Füsse sich 1840 ein fürchterlicher Ausbruch ereignete. Am Wansee ist nördlich der Seiban-

Dagh, südlich der Sindsjar. Südlich vom Kaspi-See sind der Sawalan im Westen ein erloschener, der Demawend 4600 m. hoch bei Teheran und der Abischtscha im Osten zwei Dampf aushauchende Feuerberge. Auch Vorder-Indien zeigt auf der Halbinsel Cutsch viele einzelne und am westlichen Fulse der Ghats eine Reihe erloschener Feuerberge.

In **Hinter-Aden** beginnen die Feuerreihen der ostasiatischen Inseln, zuerst die Sumatra-Reihe. Die aus Feuernstein gebildeten Inseln Rambri 1000 m. hoch, Tsheduba und Regnain beginnen südlich der Küste von Arracan, dann folgt nach 80 Meilen die aus demselben Gesteine gebildete Insel Narcondam und 17 Meilen südlicher die Insel Barren Island mit einem 560 m. hohen, stets thätigen Krater, wieder 108 Meilen südlich folgen dann die Feuerberge Sumatra's. Im Westen 1 Meile nördlich vom Gleicher der Pasaman 4300 m., dann östlicher unter dem Gleicher der Kafumbra 4690 m., wieder östlicher 2 Meilen südlich vom Gleicher der Sinkalang und der Berapi, letzterer 4100 m. und stets dampfend, dann $1\frac{1}{2}^{\circ}$ südlich vom Gleicher der Gunong-Api und der Gunong-Dempo, letzterer 3950 m. und fast beständig Dämpfe aushauchend, endlich östlich auf der Insel Cracatao in der Sunda-Strasse der im Jahre 1680 noch speiende Feuerberg dieser Insel. Die Sunda-Reihe streicht 360 Meilen nach Osten. Sie beginnt auf Java an der Sunda-Strasse mit dem Djunging, zählt südlich Batavia 7 Feuerberge, ferner westlich Batavia 16 bis 3000 m. hohe Feuerberge, unter denen der Gede stets, der Sumbing bisweilen dampft und der 1500 m. hohe Lamongang überaus thätig ist. Dann folgen östlich von Batavia noch 16 Feuerberge in zweien nach OSO. streichenden Reihen, unter ihnen der Galungung verrufen durch seinen verheerenden Ausbruch von 1823 und der Papandayang 2300 m., der 1772 bei feinem Ausbruche 40 Dörfer zerstörte. Dann folgen östlich von Java die kleinen Sunda-Inseln: Bali-Pik und Lombok, Sumbawa mit dem Tomborn, der durch seinen fürchterlichen Ausbruch im Jahre 1815 berüchtigt ist, Gunong-Api jede mit einem, Flores mit 3, Lomblen und Pantar, der stets thätige Gunong-Api II. und Domme jede mit einem Feuerberge. Die Molukken-Reihe streicht 450 Meilen nach Norden. Diese Reihe beginnt auf der westlichsten Spitze Neu-Guinea's mit einem sehr hohen, dampfenden Feuerberge, dann folgen die Feuerberge von Nila und Siroa, der neben Banda aufsteigende Gunong-Api III. mit äusserst heftigen Ausbrüchen und die bei Amboina südlich von Ceram gelegene Insel Hitu mit dem Wowani. Nördlich vom Gleicher folgt auf Gilolo der Feuerberg Gammacanore, nördlich auf Mortay der Feuerberg Tolo, bei Ternate drei Inseln aus Feuernstein und auf Ternate ein 1280 m. hoher Feuerberg mit sehr heftigen Ausbrüchen, auf der nordöstlichsten Spitze von Celebes der Feuerberg Klobat, dann die Inseln Siao und Abu, auf Mindanao drei Feuerberge, die Inseln Fuego und Ambil. Auf der Insel Luzon trägt die südliche Halbinsel Camarines auf 30 Meilen Länge allein 10 Feuerberge, unter denen der Yfarg der bedeutendste ist, die andere Insel noch 4 Feuerberge. Nördlich davon sind die Inseln Camiguin und Claro-Babuyan aus Feuernstein gebildet, und hatte letztere noch 1831 einen bedeutenden Ausbruch; Formosa endlich trägt wenigstens 4 Feuerberge.

Oestlich der Molukken-Reihe streicht die Nipon-Reihe 435 Meilen nach Norden. Nördlich von den Feuerbergen im östlichen Guinea beginnt die Reihe mit den Marianen, welche mehrere Feuerberge theils noch thätig

zeigen, dann folgen in der Reihe los Volcanos und die Bonin-Inseln mit 7 Feuerbergen, dann die drei aus Feurgestein bestehenden Inseln Fatiffo, Nokifima und Vries. Nördlich davon erhebt sich auf Nipon der mit ewigem Schnee bedeckte Fusi, der nach japanischer Urkunde 285 vor Chr. in einer Nacht gebildet sein soll, während gleichzeitig eine Landschaft von 8 Meilen Länge und 2 Meilen Breite versank und in den See Mitsunami verwandelt wurde. Nördlich deselben sind auf Nipon noch der Afama und im Norden der Tefan, der Pic Tilefus und der Yake-yama zu nennen. Weiter nördlich liegt in derselben Linie bei Ochozk eine an Feurgestein reiche Gegend Sibiriens. Mit dieser Reihe stößt die Kiufiu-Reihe zusammen, welche nach NNO. streicht. Sie beginnt mit der Dampf aushauchenden Schwefelinsel, dann folgen die Feuerberge auf Jewosima und Tanegasima, dann auf Kiufiu selbst die zum Theile in furchtbarer Weise thätigen Feuerberge Miyi, Binonokubi, Unfengadake und Afono, dann die Feuerberge auf Sikolf und der Sira auf Nipon, welcher uns bis zum Fusi geleitet. Die Kurilen-Reihe streicht von Jeso aus 230 Meilen nach NNO. Die Inseln Oosima und Kooosima südlich von Jeso, letztere mit stets dampfendem Feuerberge, eröffnen die Reihe, dann folgen die Feuerberge von Jeso, dann die der Kurilen, der dampfende Feuerberg von Sturup, der Feuerberg, der die ganze Insel Süd-Tschirpooi mit Auswürfen beschüttet hat, der dampfende Saruitscheff auf Matua, der seit 1780 stets thätige Rankoko, die drei Feuerberge von Anakutan, endlich der Feuerberg von Poromuschir und der Alaid westlich vom Cap Lopatka, welche beide 1793 heftige Ausbrüche hatten. Die Kamtschatka-Reihe streicht 75 Meilen in drei Reihen nach ONO. und zählt 21 noch thätige Feuerberge. Unter ihnen der Klintschewskaja 4930 m. stets thätig und mit mächtigen Ausbrüchen, der Tolbatschinskaja 2600 m., der 1739 durch glühende Laven furchtbare Verheerungen erzeugte.

In Nord-Amerika schließt die Aleuten-Reihe an die Kurilen-Reihe an. Die Aleuten-Reihe streicht von West-Sitkin 170 Meilen nach Ost und ONO. und enthält 36 Feuerberge. Unter diesen heben wir hervor die zwei breuenden Berge von Umnak, die im Jahre 1796 neu entstandene Insel Joanna Bogosslova, welche noch im Jahre 1819 den Umfang einer deutschen Meile und 700 m. Höhe hatte, den thätigen 1700 m. hohen Makuschin auf Unalaska und den thätigen 2800 m. hohen Schischaldin auf Unimack, sowie die drei Feuerberge der Halbinsel Aläska. Die Cordilleren Nordamerikas zeigen nur wenige Feuerberge. An der Westküste von Cooks Einfahrt liegt der 3770 m. hohe Feuerberg Pik Jlämän. Ob der Elias und der Cerro de buen tiempo Feuerberge sind, ist zweifelhaft; dagegen ist nördlich der Insel Sitka auf dem Festlande unzweifelhaft ein Feuerberg, und sollen zu den Seiten des Columbia-Flusses die Feuerberge St. Helens und Hood und auf der Halbinsel Californien der Feuerberg de las Virgines liegen. In Mexico tritt dann wieder eine Reihe von Feuerbergen auf. Die Mexico-Reihe streicht hier 119 Meilen nach Osten und enthält 7 Feuerberge, im Westen den Dampf und Asche auswerfenden Colima 3400 m., dann den 1759 entstandenen Jorullo, dann 22 Meilen östlich den erloschenen Toluca und den 5500 m. hohen Popocatepetl und nördlich von demselben den erloschenen Istaccihuatl, dann den Cofre de Perote und den Citlaltepétl, endlich im Osten den kleinen, durch seinen gewaltigen Ausbruch von 1793 bekannten Tuxtla. Die Guatemala-Reihe streicht von Popocatepetl nach SO., beginnt 85

Meilen von diesem, streicht 170 Meilen weit und enthält 38 Feuerberge, namentlich bei Guatemala. Im NW. beginnt der Soconusco, dann nach 22 Meilen folgen in 18 Meilen 10 Feuerberge von 4000 m. Höhe, unter ihnen der unmittelbar bei Guatemala liegende, nur Wasser speiende Volcan d'Agua. Jenfeit Guatemala folgen 6 Feuerberge bis zum Meerbufen Amapala, unter denen drei, der de Pacaya, der Ifalco und San Miguel sehr aufgeregt und thätig. Dann folgen 9 Feuerberge bis Nicaragua, unter ihnen der durch den fürchterlichen Ausbruch von 1834 bekannte Coliguina und der äuserst thätige Masaya. An der Südseite des Sees von Nicaragua folgen 6, im See selbst einer, der unaufhörlich arbeitende Ometepe, im Staate Costarica endlich folgen noch 6 Feuerberge. Die Antillen-Reihe liegt östlich von dieser Reihe und zeigt mehre erloschene Feuerberge auf den kleinen Antillen.]

In Süd-Amerika zeigen uns die Galopagos etwa 2000 Krater, unter ihnen zwei, auf Albemarle und Narborough, noch in voller Thätigkeit. Auf den Andes beginnen nun die Gipfel der höchsten Feuerberge. Zuerst die Quito-Reihe 105 Meilen nach SSW. streichend mit 17 Feuerbergen. Nördlich beginnt auf der mittlern Andenkette der Toiima 5630 m., dann folgen der Puracé und Sotara, und auf der östlichen Kette der stets dampfende de la Fragua. Bei Pasto beginnt mit dem 4200 m. hohen Feuerberge von Pasto die westliche Kette von 7 Feuerbergen, zuletzt der 5860 m. hohe Pinchincha und der 4900 m. hohe Carguairazo, dessen Gipfel 1698 zusammenbrach. Die östliche Reihe endlich beginnt nun nach Süden zu und zählt 6 Feuerberge, namentlich den 5960 m. hohen, fortwährend thätigen Cotopaxi und den stets dampfenden, 5360 m. hohen Sangay. Die Bolivia-Reihe beginnt 225 Meilen südlicher mit dem Feuerberge Chuquibamba, streicht 85 Meilen weit nach Süden und zählt 8 bis 9 Feuerberge, unter ihnen den beständig thätigen Vulcan von Arequipe und zuletzt den von Atacama. Nach einem Zwischenraume von 165 Meilen folgt nun die Chile-Reihe mit 24 Feuerbergen in 165 Meilen. Im Norden der 7260 m. hohe Aconcagua, die stets dampfenden Feuerberge von Peteroa und von Antuco, von Villarica und von Oforno. Auch in Patagonien sieht man noch weite Lavafelder, Feuerberge sind hier aber nicht bekannt.

In Australien streicht die Hebriden-Reihe von Neu-Guinea über die Neuen Hebriden bis nach Neu-Seeland, 12 Feuerberge sind darauf bereits beobachtet.

Im Weltmeere sind die Sandwichsinfeln fast alle durch Feuergesteine gebildet. Auf Hawaii ist der 4960 m. hohe Mauna Roa ein alter Feuerberg, an dessen Abhang der 1210 m. hohe, $\frac{3}{4}$ Meilen breite Krater Kiraua mit grossen Seen glühender Lava und steten Ausbrüchen und die beiden thätigen Feuerberge Mauna Hararai 3460 m. und der Ponahohoa. Von den Freundschaftsinfeln sind wenigstens 3, von den Gesellschaftsinfeln wenigstens Otaheiti mit Feuerbergen versehen, die auch auf den Marquesas-Infeln und der einsamen Osterinsel nicht fehlen. Auserdem aber sind ganz im Süden unweit Victorialand Infeln von Feuergestein und hohe Feuerberge beobachtet, der Erebus 3900 m. hoch, noch in voller Thätigkeit, und sind auch an der Küste von Alexandersland und auf Youngs Infel Feuerberge gefunden.

Auf der ganzen Erde sind also bis jetzt mehre Taufende auf die verschiedensten Länder und Zonen vertheilte Feuerberge aufgefunden, die grossen-

theils noch gegenwärtig thätig sind. Die Zahl derselben würde sich noch bedeutend vermehren, wenn man die Basalte hinzurechnete, welche ohne Zweifel durch Feuer gebildet sind. Da jedoch Bischof in der zweiten Ausgabe seiner Geologie, wo er einseitiger Neptunist geworden ist, behauptet sie seien durch Wasser gebildet, so übergehe ich sie hier, um nicht den obigen Beweis abzuschwächen.

2. Die Hebungen und Senkungen der Erdschale.

In Europa sind die Hebungen und Senkungen der Erdschale am längsten in Schweden beobachtet, und zwar seit 1743. Die Linie von Sölvitsborg nach Helfingborg bezeichnet die Scheide beider. Das Land südlich von dieser Linie bis Ystadt und Trälleborg senkt sich. So liegt das alte Steinpflaster von Trälleborg 1 m. tief, ein Torfmoor $\frac{2}{3}$ m. tief unter dem Meere und der Stafsteen ist in 87 Jahren seit Linné's Zeiten um 127 m. näher an das Meer gerückt. Dagegen heben sich die Küsten nördlich von jener Linie. So hebt sich die Küste von Gothenburg bis Uddewalla und die von Stockholm bis Gefle in 100 Jahren um $\frac{2}{3}$ —1 m., die Küste des Bothnischen Meerbufens in 100 Jahren um 1— $1\frac{2}{3}$ m. Diefem Umstande ist es denn auch zuzuschreiben, dass Luleå in 28 Jahren $\frac{1}{5}$ Meile, Piteå in 45 Jahren $\frac{1}{10}$ Meile ins Land gerückt ist und frühere Hafenstädte jetzt Binnenstädte sind. Zu Uddewalla findet man überdies Balanen jetzt noch lebender Arten, die nur im Meere haben leben können, an den Felsen in einer Höhe von 67 m. über dem Meere, zu Hellefaaen fogar dieselben in einer Höhe von 140 m. über dem Meere. Im Thale bei Södertelje liegen die Schichten, welche Muscheln jetzt in der Ostsee lebender Arten führen, 20 m. über dem Meere. Man fand in denselben Ueberreste alter Kähne, Anker, eiserne Nägel und beim Auswerfen des Grabens von Södertelje in 21 m. Tiefe mitten im Sande eine Holzhütte, und in der Mitte derselben einen Steinheerd mit Kohlen und Bränden. Die Schichten, welche diese Hütte bedeckten, enthielten gleichfalls Muscheln und bewiesen, dass das Land mit der Hütte erst unter das Meer gesunken und dann zu seiner jetzigen Höhe gehoben ist. Ebenfo wird in Norwegen die Küste gehoben, nördlich von Drontheim sitzen blaue Mergelthone mit Muscheln jetzt lebender Arten in 130—160 m., stellenweise selbst 200 m. über dem Meere; in Spitzbergen findet man sie 40 m. über dem Meere. Im nördlichen Russland findet man dergleichen 36 Meilen von der Küste in 50 m. Höhe, so beim Einflusse der Waga in die Dwina, an der Petschora findet man sie 45 Meilen von der Küste. In Großbritannien findet an der Ost- und Südküste Senkung, an der Westküste Hebung Statt. In Schottland findet man am Firth of Forth, in Yorkshire am Humber untermeerische Wälder und Torfmoore, welche 5 bis 8 m. hoch mit Meeresmuscheln führendem Thone bedeckt sind, am Wash sind die Stämme und Stubben eines untermeerischen Waldes bei niederm Wasserstande noch sichtbar, und auf Cornwall hat man bei Befin-Bridge 4 m. unter dem Meeresspiegel alte Töpfergeschirre und in 2 m. Tiefe römische Strassenbauten gefunden. Dagegen steigen im Westen die Muschellager jetzt lebender Arten in Nord-Devonshire bis 40 m., und zwar erheben sie sich unmittelbar an der Küste am Severn und den Küsten von Lancashire kaum merklich, steigen aber im Innern des Landes bis 200 m., ja am Moel-Tryfan in Caernarvonshire und in Shropshire bis 400 m., und ähnlich in Schottland, wo sie bei Glasgow und bei Gamrie

bis 110 m. aufsteigen. In Irland hat man die Muschellager 70 m. hoch über dem Meere beobachtet. In Frankreich sinken die Lande am Kanal. Bei Beauport und Cancale findet man untermeerische Wälder mit Trümmern von Gebäuden bis 20 m. unter dem jetzigen Hauptwasserstande, und zwar sind diese Wälder im Anfange des 8. Jahrhunderts plötzlich versunken. Dagegen hebt sich die Westküste Frankreichs in der Vendée. So liegen unweit La Rochelle die Ueberreste eines 1752 auf einer Austerbank gescheiterten Schiffes gegenwärtig 5 m. über dem Meere mitten in einem angebauten Felde von Bourgneuf, und hat die Gemeinde des Ortes in 25 Jahren 500 Hektare Land gewonnen. Port Bahaud, wo fonst die holländischen Schiffe ihre Salzladungen nahmen, liegt jetzt 3000 m. vom Meere. Im südlichen Frankreich liegt sogar eine Ablagerung jetzt noch im Meere lebender Muscheln mitten in Frankreich unweit Autun im Dep. Saone et Loire bei Tournus 67 Meilen vom Mittelmeere und 180 m. über dem Spiegel deselben. In Spanien finden sich am Felsen von Gibraltar in den Höhen von 16, 23, 56, 88 und 200 m. Muschelablagerungen jetzt lebender Arten. Auf Sardinien finden sich dergleichen in 50 m. Höhe, die Austern sippenweise geordnet fest auf dem Kalksteine, auf dem sie lebten, häufig mit Scherben eines groben, schlecht gebrannten Töpfergeschirrs gemengt. Auf Sicilien findet man bei Palermo Muschelablagerungen 60 bis 80 m. hoch, am Aetna 60 m., bei Cifali 100 m., bei Nizzeti 200 m. und an der Catira selbst über 300 m. hoch. In Italien zeigt der Serapistempel bei Puzzuoli unweit Neapel noch 3 aufrecht stehende Marmorfäulen von 13 m. Höhe. Diese sind nach der Römer Zeit (wahrscheinlich im Jahre 1198 bei dem letzten Ausbruche der Solfatara) bis 7 m. unter das Meer gesunken, die unteren 4 m. von Schwemmschichten umhüllt, welche Muscheln enthalten, die obern 3 m. aber von Bohrmuscheln vielfach durchlöchert. Dann ist der Tempel wieder gehoben (wahrscheinlich 1538 bei der Bildung des Monte nuovo) und steht jetzt über dem Meere. Die Küste sinkt jetzt aber wieder. Auch in Dalmatien ist die Küste jetzt wieder im Sinken begriffen.

Von den andern Erdtheilen fehlen noch genaue Beobachtungen über die allmäligen Hebungen und Senkungen der Erdschale. Hier sind es nur die plötzlichen Hebungen, bezüglich Senkungen, welche, in die Augen fallend, zu genaueren Beobachtungen Veranlassung gegeben haben. Am wichtigsten von allen die plötzliche Hebung, welche in der Nacht vom 18. zum 19. November 1822 plötzlich die Gegend um Valparaifo in Südamerika hob. Ungefähr 4000 Quadermeilen wurden in dieser Nacht $\frac{1}{3}$ Meter, Valparaifo selbst 1, Quintero $1\frac{1}{3}$ Meter hoch gehoben, so dass Austern, Patellen und andere dem Felsen anstizende Muscheln nebst zahllosen Fischen ins Trockne gerathen waren.

Beschränkt man jedoch den Blick nicht bloß auf die letzten Zeiten der Erde, zieht man die Bildungen der Sandsteine und Kalksteine mit in den Kreis der Betrachtung, so ergeben sich für jeden Theil der Erde die zahlreichsten Beweise wiederholter Hebungen und Senkungen, indem die über einander lagernden Schichten bald Pflanzenwuchs ausserhalb des Meeres, bald Meeresmuscheln, dann wieder Süßwasserbildungen u. s. w. nachweisen. Weiterer Beweise für die wechselnden Hebungen und Senkungen bedarf es also nicht.

3. Die Tiefe, bis zu welcher das Wasser in die Spalten der Erdschale eindringt.

Bezeichne e die Spannkraft des Wasserdunstes in Luftfäulen, t den Cent. Wärmegrad desselben, so ist nach der Dulong'schen Formel, welche für höhere Wärmegrade am besten gilt,

$$e = [1 + 0,007153 (t - 100)]^5.$$

Gegenwärtig nimmt die Wärme auf je 100 Meter Tiefe um 3° C. zu, mithin ist sie in 20000 Meter Tiefe 600° C., und ist bei dieser Wärme $e = 2007$ Luftfäulen oder $= 20739$ Meter Wasserdruck, d. h. der Wasserdunst trägt in 20000 Meter Tiefe den ganzen Druck der Wasserfäule.

4. Die chemischen Eigenschaften der Himmelssteine oder Meteorsteine.

Aus dem Himmelsraume sind zu verschiedenen Zeiten Steine, die Meteorsteine oder Himmelssteine*) auf die Erde niedergefallen. Dieselben sind sorgfältig gesammelt und in neuester Zeit chemisch untersucht. Man unterscheidet nach ihrem Raumgewichte zwei Arten: das Meteor Eisen oder Himmelseisen und das Meteor Silikat oder den Himmelsbafalt.

1. Das Himmelseisen oder Meteor Eisen.

Das Himmelseisen hat ein Raumgewicht von $7,2$ bis $7,9$ im Mittel $7,55$ und bildet zum Theile recht grose Massen. Die folgende Tafel zeigt uns die Zusammenetzung desselben, doch konnten in die Tafel nur diejenigen Angaben aufgenommen werden, bei welchen alle Stoffe geschieden sind.

*) Da die Meteorsteine mit den Meteoriten oder den Erscheinungen im Luftmeere der Erde nichts zu thun haben, so ist der Name unpassend, überdies undeutsch. Das Eigenthümliche dieser Steine ist, dass sie aus dem Himmelsraume zur Erde kommen. Im Gegensatze zu den irdischen Steinen heißen sie daher passend Himmelssteine. Der Name ist genau und ganz unzweideutig. Das Meteor Eisen heist dann ebenso Himmelseisen. Das Meteor Silikat ist dem Bafalte nahe gleich zusammengeetzt und wird daher passend Himmelsbafalt genannt. Dasselbe hat Adern von Eisen und daneben ein reines Silikat, welches ganz der Lava entspricht, und welches ich daher Himmelslava nenne.

Die Zusammenfetzung des Himmelseifens.

Fundort.		Quelle.	Fe.	Ni.	Co.	Cu.	Sn.	Mg.	P.	C.	Si.	Rück-stand.	Summe.	Land.
1.	Arva	Bergemann: Pogg. Ann. 100, 256	81,90	7,17	0,36	—	—	—	0,35	3,59	—	6,63	100	
2.	Atacama	Damour: Eifen von Junkal	92,03	7,00	0,62	—	—	—	0,21	—	—	—	99,86	
3.	dgl.	Frapolli: Jahrb. Min. 1857, 264	88,01	10,25	0,70	—	—	0,22	0,33	—	—	—	99,51	
4.	Bear Creek	Smith: Am. J. (2) 43, 384	84,87	14,29	0,84	—	—	—	—	—	—	—	100	Denver, Colorado
5.	Bohumilitz	Berzelius: Pogg. Ann. 27, 118	93,77	3,81	0,21	—	—	—	—	—	—	2,21	100	
6.	Burlington	Clark: Wien. Ak. Ber. 42	89,75	8,90	0,62	—	—	—	—	—	—	0,70	99,97	(Burlington)
7.	Cambria	Rammelsberg: Monatsb. 1870, 444	88,76	10,65	0,08	0,04	—	—	—	—	—	—	99,53	{Otfeago Co., Newyork
8.	Capland	Baumhauer: Jahresb. 1867, 1050	82,77	14,32	2,52	—	—	—	0,26	—	—	—	99,87	{Lockport, Newyork
9.	dgl.	Böcking: Ann. Ch. Ph. 96, 246	81,30	15,23	2,01	—	—	—	0,08	—	—	0,88	99,50	
10.	Carthago	Boricky: Jahrb. Min. 1866, 808	90,02	7,83	0,24	—	—	—	0,09	—	0,61	1,21	100	Tennessee
11.	Coopertown	Smith: Am. J. (2) 31, 264	89,59	9,12	0,35	—	—	—	0,04	—	—	—	99,10	Robertfon Co., Tennessee
12.	Cosby Creek	Bergemann: Pogg. Ann. 100, 254	90,09	6,52	0,33	—	—	—	0,02	—	—	2,23	99,19	Cocke Co., Tennessee
13.	Cumberland Hills	Smith: Am. J. (2) 19, 153	97,54	0,25	0,06	—	—	—	0,12	1,5	0,49	—	99,96	Campbell Co., Tennessee
14.	Denton County	Riddell: Wien. Ak. Ber. 41	94,02	5,43	—	—	—	—	—	—	—	0,33	99,78	Texas
15.	Durango	Damour: Eifen von Junkal	93,38	5,89	0,39	—	—	—	0,23	—	—	—	99,89	S. Francisco del Mexquital
16.	Elbogen	Berzelius: Pogg. Ann. 33, 135	88,23	8,52	0,76	—	—	0,28	—	—	—	2,21	100	
17.	Franklin County	Smith: Am. J. (2) 49, 331	90,58	8,53	0,36	—	—	—	0,05	—	—	—	99,52	Kentucky
18.	Greenville	Clark: Ann. Ch. Ph. 82, 367	80,59	17,10	2,04	—	—	—	—	—	—	0,12	99,85	Green Co., Tennessee
19.	Hraschina	Wehrle: Baumg. Ztschr. 3, 222	89,8	8,9	0,7	—	—	—	—	—	—	—	99,4	Agram
20.	Knoxville	Smith: Am. J. (2) 19, 153	82,88	14,62	0,50	0,06	—	0,14	0,19	—	0,39	—	98,78	Tazewell Co., Tennessee
21.	Lagrange	Smith: Am. J. (2) 32, 264	91,21	7,81	0,25	—	—	—	0,05	—	—	—	99,32	Oldham Co., Kentucky
22.	Lenartó	Clark: Ann. Ch. Ph. 82, 367	91,39	6,69	0,51	0,16	—	—	—	—	—	1,25	100	
23.	Madifon County	Smith: Am. J. (2) 32, 264	90,98	7,82	0,43	—	—	—	—	—	—	—	99,23	N. Carolina
24.	Marshal County	Smith: Am. J. (2) 32, 264	90,12	8,72	0,32	—	—	—	0,10	—	—	—	99,26	Kentucky
25.	Nelson County	Smith: Am. J. (2) 30, 240	93,10	6,11	0,41	—	—	—	0,05	—	—	—	99,67	Kentucky
26.	Niakornak	Forchhammer: Pogg. Ann. 93, 155	93,52	1,61	0,25	0,49	—	—	0,16	1,76	0,39	—	98,20	Grönland
27.	Oaxaca, Misteca	Bergemann: Pogg. Ann. 100, 246	87,52	10,11	0,75	0,55	—	—	0,07	—	—	1,00	100	

28.	Rasgata		Wöhler: Ann. Ch. Ph. 82, 243	92,35	6,71	0,25	—	—	—	0,35	—	—	0,45	100,11	(Rasgata)	
29.	Russel Gulch		Smith: Am. J. (2) 32, 264	90,156	7,84	0,78	—	—	—	—	—	—	—	99,20	Bogota, Colorado	
30.	Santa Rofa	a.	Wichelhaus: Pogg. Ann. 118, 634	95,54	2,90	0,53	—	—	—	0,87	—	—	—	99,84	Tocavita	
31.	dgl.	b.	Smith: Am. J. (2) 19 und 47	92,75	6,62	0,48	—	—	—	0,02	—	—	—	100,07	fall 1837 gefallen fein	
32.	Schwetz		Rammelsberg: Pogg. Ann. 84, 153	93,18	5,77	1,05	—	—	—	—	—	—	0,10	100,10		
33.	Tabarz		Eberhard: Ann Ch. Ph. 96, 286	92,76	5,69	0,79	—	—	—	0,86	—	—	0,28	100,38		
34.	Tarapaca		Darlington: Phil. Mag. (4) 10, 12	93,61	4,62	0,36	—	—	—	—	—	—	1,21	99,80	Chile	
35.	Toluca	a.	Uricoechea: Ann. Ch. Ph. 90, 249	90,40	5,02	0,04	—	—	—	0,16	—	—	4,10	99,72		
36.	dgl.	b.	Taylor: Am. J. (2) 22, 374	90,72	8,49	0,44	—	—	0,25	—	—	—	0,38	100,46		
37.	dgl.	c.	Pugh: Ann. Ch. Ph. 98, 383 - }	90,43	7,62	0,72	—	—	—	0,15	—	—	—	0,90	99,82	
38.	dgl.	d.		87,89	9,05	1,07	—	—	—	0,62	—	—	—	0,56	99,19	
39.	(Jotlahuacan)	e.	Böcking: Jahrb. Min. 1856, 257	90,42	7,53	1,01	—	—	—	—	—	—	1,04	100		
40.	(Ocotillan)	f.	Bergemann: Pogg. Ann 100, 246	85,49	8,17	0,56	—	—	—	—	—	—	5,00	99,22		
41.	(Tejupilco)	g.	Böcking: Jahrb. Min. 1856, 257	88,33	10,10	0,80	—	—	—	—	—	—	0,77	100		
42.		h.	dgl.	87,88	9,28	0,80	—	—	—	—	—	—	2,04	100		
43.	Trenton		Smith: Am. J. (2) 47, 271	91,08	7,20	0,53	—	—	—	0,14	—	—	0,45	99,35	Washington Co., Wisconsin	
44.	Tucson		Genth: Am. J. (2) 20, 119	89,7	9,7	0,54	0,01	—	—	0,13	—	—	—	99,94	Sonora	
45.	Tula		Auerbach: Pogg. Ann, 118, 363	96,4	2,63	—	—	0,07	—	—	—	—	0,90	100	Netachaevo	
46.	Zacatecas	a.	Müller: J. Chem. Soc. 11, 236	90,51	5,81	0,48	—	0,50	—	0,24	—	—	2,66	100,20		
47.		b.	Bergemann: Pogg. Ann. 100, 255	85,42	9,73	—	—	—	—	—	—	—	2,53	97,68		
Mittel von No. 1—47				89,86	7,95	0,59	0,03	0,02	0,01	0,13	0,15	0,04	0,90	99,68		

Das Himmelseisen enthält also in Hundert Theilen nahe 90 Theile Eisen, nahe 8 Theile Nickel, $0_{,59}$ Kobalt, $0_{,15}$ Kohle, $0_{,13}$ Phosphor, $0_{,03}$ Kupfer, $0_{,02}$ Zinn und $0_{,01}^*$ Talk (Magnesium). Von diesen sind Eisen und Nickel die Hauptbestandtheile und kommen auf 1 Korb (Atom) Nickel 7 bis 25, im Mittel 9 bis 10 Korb Eisen. Dies Himmelseisen hat in den Steinernen wegen seines grossen Raumgewichtes unzweifelhaft den Kern, die tiefsten Schichten des Sternes gebildet. Der leichtere Himmelsbafalt mit einem Raumgewichte von $2_{,7}$ bis $3_{,4}$ hat offenbar auf diesem Eisenmeere geschwommen. Als der Himmelsbafalt dann erstarrte, musste er, wie jeder erstarrende Körper, sich zusammenziehen und Hohlräume, selbst Spalten erhalten, wie man sie deutlich am Monde beobachten kann, und musste das Eisen in diese Spalten eindringen und Adern im Himmelsbafalte bilden, wie wir dies fogleich sehen werden.

2. Der Himmelsbafalt oder das Meteorfilikat.

Der Himmelsbafalt lagert mit einem Raumgewichte von $2_{,7}$ bis $3_{,4}$ auf dem Himmelseisen. Er besteht aus zwei Theilen, dem Himmelseisen und der Himmelslava. Das Himmelseisen bildet zunächst die Grundmasse (so bei der Pallasmasse), in welche die spatige oder krystallinische Lava porphyrartig eingewachsen ist: der Himmelsporphyr. Bald aber, und zwar in den weit überwiegenden Fällen, bildet die Lava die Grundmasse, das Eisen erscheint nur in Adern bis feinen Blättchen: der Himmelsbafalt. Die folgenden Tafeln zeigen uns die Zusammenfetzung dieses Himmelsbafaltes.

Die Zusammenfetzung des Himmelsbafaltes.

4.

Fundort.	Quelle.	Himmels- eifen.	Schwefel- eifen.	Chrom- eifen.	Graphit.	Lava.	Land.
1. Alessandria	Missaghi: Pogg. Ann. 118, 361	20, ⁴⁵	10, ⁵³	1, ⁸¹	—	67, ²¹	
2. Bachmut	Wöhler: Wien. Ak. Ber. 46	11, ¹⁰	5, ¹⁰	2, ¹⁰	—	81, ¹⁰	
3. Blansko	Berzelius: Pogg. Ann. 33, 8	20, ¹³	2, ⁹⁷	0, ⁶³	—	76, ²⁷	
4. Borkut	Nurifany: Wien. Ak. Ber. 20, 398	21, ⁰⁷	3, ¹⁶	0, ⁶³	—	75, ¹⁴	
5. Bremervörde	Wöhler: Pogg. Ann. 98, 609	23, ¹⁵	—	0, ³¹	0, ¹⁴	76, ⁰⁵	
6. Buschhof	Grewingk u. Schmidt: Meteoritenfälle ¹⁾	5, ⁶⁹	5, ⁹³	0, ³³	—	87, ⁹⁰	
7. Cafale	Bertolini: Pogg. Ann. 136, 594	23, ⁰²	1, ³⁷	0, ⁰⁶	—	75, ⁵⁵	
8. Chantonnay	Berzelius: Pogg. Ann. 136, 594	—	—	—	—	—	
9. dgl.	Rammelsberg: Chemische Natur ²⁾	7, ⁸⁹	6, ¹⁶	0, ⁹⁷	—	82, ⁷⁷	
10. Chateau Renard	Dufrénoy: Pogg. Ann. 53, 411	9, ²⁵	0, ⁹⁶	—	—	89, ⁷⁹	
11. Dacca	Hein: Wien. Ak. Ber. 54, 558	10, ⁵⁶	2, ⁰⁵	—	—	87, ¹³⁹	
12. Danville	Smith: Am. J. (2) 49, 1	3, ¹	—	—	—	96, ⁹	Alabama
13. Dhurmſala	Haughton: Pogg. Ann. 136, 447	8, ⁴²	5, ⁶¹	4, ¹⁶	—	81, ⁸¹	
14. Dundrum	dgl. dgl. 136, 455	20, ⁶⁰	4, ⁰⁵	1, ⁵⁰	—	73, ⁸⁵	Irland
15. Enſsheim	Crook: On the chem. constit. ³⁾	9, ⁰	5, ⁶⁴	0, ⁶	—	84, ¹⁰	
16. Girgenti	vom Rath: Pogg. Ann. 138, 541	8, ³	5, ²	1, ¹	—	85, ⁴	
17. Guernſey Co.	Smith: Am. J. (2) 30, 31	—	—	—	—	—	Ohio
18. dgl.	Madelung: Dissertation, Göttingen 1862	6, ¹¹	—	—	—	92, ⁸⁶	New Concord
19. Harrifon Co.	Smith: Am. J. (2) 28, 409	5	—	—	—	95	Indiana
20. Honolulu	Kuhlberg: Pogg. Ann. 136, 445	4, ³²	6, ³⁰	1, ³⁵	—	86, ¹²	
21. Kakova	Harris: Ann. Ch. Ph. 110, 121	1, ³⁹	—	0, ⁰¹	—	98, ⁶⁰	
22. Klein Wenden	Rammelsberg: Pogg. Ann. 62, 449	22, ⁹⁰	5, ⁶¹	1, ⁰⁴	—	70, ⁴⁵	
23. Krähenberg	vom Rath: Pogg. Ann. 137, 328	3, ⁵⁰	5, ⁶²	0, ⁹⁴	—	89, ⁹⁴	
24. Linn County	Rammelsberg: Monatsb. 1870, 457	10, ⁵⁴	6, ³⁷	—	—	83, ⁰⁹	Jowa
25. Lixna	Kuhlberg: Pogg. Ann. 136, 444	15, ⁴⁹	5, ⁸⁴	0, ⁶⁹	—	77, ⁹⁴	Dünaburg
26. Mauerkirchen	Crook: On the chem. constit. ³⁾	3, ⁵²	1, ⁹²	0, ⁷²	—	92, ⁶⁸	
27. St. Mesmin	Pifani: Compt. rend. 62, 1326	5, ⁶⁶	3, ⁰⁰	2, ¹⁸	—	89, ¹⁶	Dpt. Aube
28. Mezö Madaras	Wöhler: Ann. Ch. Ph. 96, 251	19, ⁶	—	—	0, ²⁵	80, ¹⁵	

Chemische Eigenschaften der Himmelssteine

33

Fundort.	Quelle.	Himmels- eisen.	Schwefel- eisen.	Chrom- eisen.	Graphit.	Lava.	Land.
29. Montréjean	a. Damour: Compt. rend. 49, 31	11, ₆	—	0, ₆	—	87, ₁₈	Ausson, H. Garonne
30. dgl.	b. Harris: Ann. Ch. Ph. 110, 181	8, ₅₀	4, ₈₃	1, ₁₂	—	84, ₆₂	
31. Muddoor	Crook: On the chem. constit. ³⁾	8, ₈₆	4, ₂₃	0, ₂₄	—	86, ₇₆	
32. Murcia	Meunier: Compt. rend. 66, 639	15, ₀₀	20, ₅₂	0, ₉₂	—	63, ₃₃	gefallen 24./12. 1858
33. Nashville	Baumhauer: Pogg. Ann. 66, 498	11, ₄₉	4, ₈₇	1, ₉₇	—	81, ₇₀	Summer Co., Tennessee
34. Nerft	Kuhlberg: Pogg. Ann. 136, 448	6, ₂₆	5, ₅₆	0, ₆₅	—	85, ₉₀	
35. Oefel	Goebel: Pogg. Ann. 99, 642	14, ₂₅	5, ₈₇	1, ₁₄	—	78, ₂₄	
36. Ohaba	Bukeifen: Wien. Ak. Ber. 31	23, ₂₀	13, ₁₄	0, ₅₆	—	63, ₂₁	
37. Ornans	Pifani: Compt. rend. 1868	1, ₈₅	6, ₈₁	0, ₄₀	—	90, ₃₆	
38. Parnallee	Pfciffer: Wien. Ak. Ber. 47	6, ₈₄	7, ₁₆	—	—	85, ₇₀	
39. Pillistfer	Growingk u. Schmidt: Meteoritenfälle ¹⁾	21, ₆₇	9, ₃₈	0, ₇₁	—	68, ₁₂	
40. Pultusk	vom Rath: Festschr. d. niederrh. Gef. ⁴⁾	10, ₀₆	3, ₈₅	—	—	86, ₀₉	
41. dgl.	b. Werther: J. f. pr. Chem. 105, 1	21, ₀₈	4, ₈₆	1, ₃₀	—	72, ₇₆	
42. dgl.	c. Rammelsberg: Monatsb. 1870, 418	21, ₇₈	2, ₇₇	1, ₃₀	—	74, ₁₅	
43. Richmond	dgl. dgl. 1870, 453	8, ₂₂	4, ₃₇	—	—	87, ₁₁	Virginien
44. Sauguis	Meunier: Compt. rend. 66, 639	8, ₀₅	3, ₀₄	—	—	90, ₄₈	St. Etienne, Bass. Pyrén., gef. 7./9.
45. Seres	Berzelius: Pogg. Ann. 16, 611	—	—	—	—	—	Macedonien [1868]
46. Shergotty	Crook: On the chem. constit. ³⁾	—	—	—	—	—	
47. Skye	Ditten: J. f. pr. Chem. 64, 121	8, ₂₂	4, ₃₂	0, ₂₆	—	87, ₂₀	Norwegen
48. Stauropol	Abich: Bullet. Petersb. 2, 439	10, ₂₅	2, ₉₅	—	—	86, ₈₂	
49. Tadjera	Meunier: Compt. rend. 66, 639	8, ₃₂	8, ₀₄	0, ₂₀	—	84, ₅₄	Bez. Setif, Algerien, gef. 9./6. 1867
50. Tourinnes-la-Grosse	Pifani: Compt. rend. 58, 169	8, ₆₇	6, ₀₆	0, ₇₁	—	84, ₂₈	Belgien
51. Uden	Baumhauer: Pogg. Ann. 116, 184	1, ₇₇	0, ₇₂	0, ₇₆	—	96, ₁₈	
52. Utrecht	dgl. dgl. 66, 465	9, ₁₄	5, ₁₀	0, ₂₀	—	85, ₅₆	Niederlande
	Mittel von No. 1—52	11, ₃₅	4, ₆₃	0, ₄₁	0, ₀₁	83, ₀₇	

¹⁾ Meteoritenfälle von Pillistfer, Buschhof und Jaast. Dorpat 1864. — ²⁾ Chemische Natur der Meteoriten. Berlin 1870, 148.
³⁾ On the chem. constit. of met. stones. Göttingen. — ⁴⁾ Festschrift der niederrh. Gef. z. Jubil. d. Univ. Bonn.

Das Schwefeleisen ist hier FeS, das Chromeisen FeCr^2O^4 , das Himmelseisen in den Adern zeigt nahe dieselbe Zusammenfetzung wie das im Eisenmeere, wie dies die folgende Tafel zeigt.

Die Zusammenfetzung des Himmelseisens in den Adern

Fundort.		Fe.	Ni.	Co.	Cu.	Sn.	Mg.	P.	C.	Si.	Rückstand.
a.	Pallasmasse ¹⁾	88,17	10,73	0,46	0,07	—	0,005	—	0,004	—	0,48
	Rittersgrün ²⁾	87,31	9,63	0,58	—	—	—	1,37	—	—	—
2.	Bachmut	90,00	9,09	0,04	—	—	—	—	—	—	—
17.	Guernsey County	86,88	12,67	0,44	—	—	—	—	0,01	—	—
19.	Harrison County	86,78	13,24	0,34	0,03	—	—	—	0,02	—	—
21.	Kakova	82,95	14,41	1,08	0,10	—	—	—	0,12	—	—
28.	Mező Madaras	92,35	7,40	0,25	—	—	—	—	—	—	—
30.	Montréjean	86,18	12,81	0,76	0,25	—	—	—	—	—	—
33.	Nashville	85,0	13,0	1,4	—	0,57	—	—	—	—	—
Mittel		87,29	11,44	0,59	0,05	0,06	0,01	0,17	0,01	—	0,05

Wir ergänzen diese Tafel durch eine zweite, wo Nickel und Kobalt nicht gefondert sind, und trennen beide im Verhältnisse der obigen Tafel von 11,44 zu 0,59, dann ergibt sich die folgende Tafel.

Die Zusammenfetzung des Himmelseisens in den Adern

Fundort.		Fe.	Ni. u. Co.	Cu.	Sn.	Mg.	P.	C.	Si.	Rückstand.
5.	Bremervörde	91,96	8,04	—	—	—	—	—	—	—
6.	Buschhof	73,25	26,37	—	—	—	0,19	—	—	—
10.	Chateau-Renard	86,82	13,18	—	—	—	—	—	—	—
11.	Dacca	84,18	14,40	0,94	0,47	—	—	—	—	—
13.	Dhurmsala	81,71	18,29	—	—	—	—	—	—	—
14.	Dundrum	95,4	4,6	—	—	—	—	—	—	—
15.	Enlshcim	78,1	12,0	—	—	—	—	—	—	10,0*)
16.	Girgenti	87,3	12,7	—	—	—	—	—	—	—
20.	Honolulu	62,1	37,0	—	—	—	0,9	—	—	—
22.	Klein Wenden	88,98	10,35	0,21	0,35	—	0,11	—	—	—
23.	Krähenberg	84,7	15,3	—	—	—	—	—	—	—
25.	Lixna	88,06	11,03	—	—	—	0,9	—	—	—
27.	St. Mesmin	87,3	12,7	—	—	—	—	—	—	—
29.	Montréjean	89,53	10,47	—	—	—	—	—	—	—
31.	Muddoor	87,2	12,8	—	—	—	—	—	—	—
32.	Murcia	90,99	9,07	—	—	—	—	—	—	—
34.	Nerft	78,25	20,97	—	—	—	0,80	—	—	—
35.	Oefel	82,58	16,25	—	—	—	1,25	—	—	—
36.	Ohaba	92,24	7,76	—	—	—	—	—	—	—
38.	Parnallee	84,01	15,08	—	—	—	0,91	—	—	—
39.	Pillistfer	91,27	8,67	—	—	—	—	—	—	—
Mittel		85,04	14,15	0,05	0,04	—	0,24	—	—	0,48
Mittel aus allen 30 Fällen		82,38	12,85	0,66	0,05	0,05	0,00	0,22	0,00	0,35

¹⁾ Berzelius: Pogg. Ann. 33, 123. — ²⁾ Rube: Berg- u. Hütten-Ztg. 1862, 72.

*) Der Rückstand soll Phosphor sein.

Die Zusammenfetzung des Himmelseisens ist also in den Gängen nahe dieselbe wie im Eisenmeere. Es bleibt endlich noch die Zusammenfetzung der Himmelslava festzustellen; dafür dient uns die folgende Tafel.

Die Zusammenfetzung der Himmelslava oder des Chondrits.

	Fundort.	SiO ₂ .	Al ² O ₃ .	FeO.	MgO.	CaO.	Na ² O.	K ² O.	Summe.
1.	Alessandria	59,63	13,78	3,76	17,81	5,00	—	—	
2.	Bachmut	46,18	3,38	18,58	29,19	1,78	0,55	0,27	
3.	Blansko	48,95	2,94	11,54	32,49	1,22	0,98	0,24	
4.	Borkut	46,53	3,61	16,88	26,24	2,58	2,51	0,82	
5.	Bremervörde	59,70	3,08	5,73	29,46	—	1,55	0,58	
6.	Buschhof	40,96	2,82	23,82	30,91	0,81	0,30	0,37	
10.	Chateau Renard	42,60	4,34	32,65	19,02	0,20	0,98	0,31	
11.	Dacca	37,90	3,03	26,69	27,41	1,34	2,47	1,16	
12.	Danville	48,27	1,68	21,27	24,45	2,97	0,31	0,39	
13.	Dhurmala	50,37	0,76	15,13	32,10	—	0,36	0,29	
14.	Dundrum	51,39	1,16	11,18	30,34	2,60	0,99	0,57	
15.	Enfist eim	42,51	1,75	36,49	15,62	1,96	0,45	0,28	
16.	Girgenti	46,61	2,68	19,22	28,89	1,99	1,61	—	
18.	Guernsey Co. b.	43,50	2,48	26,76	25,27	2,71	—	—	
19.	Harrison County	47,06	2,35	26,05	27,61	0,81	0,42	0,68	
20.	Honolulu	46,04	2,24	22,24	28,46	—	1,02	—	
21.	Kakova	41,24	5,46	24,60	27,06	1,51	1,92	0,26	
22.	Klein Wenden	46,18	5,23	11,21	32,75	3,66	0,41	0,53	
23.	Krähenberg	46,37	0,67	22,56	27,13	2,15	1,12	—	
24.	Linn County	46,88	2,40	17,49	31,36	1,41	0,46	—	
25.	Lixna	46,77	3,23	16,91	32,17	—	0,92	—	
26.	Mauerkirchen	44,81	1,84	24,55	26,10	2,28	0,26	0,16	
28.	Mező Madaras	54,43	3,93	6,14	29,71	2,25	2,91	0,63	
29.	Montréal a.	47,22	2,27	20,97	27,30	0,98	0,69	0,14	
30.	dgl. b.	44,68	2,61	20,94	29,71	—	1,31	0,21	
31.	Muddoor	41,78	2,99	20,67	32,98	0,89	0,38	0,31	
32.	Murcia	46,14	0,80	8,26	44,10	0,14	0,55	—	
33.	Nashville	47,64	6,14	17,35	27,29	0,84	0,40	0,02	
34.	Nerft	46,57	4,10	18,66	29,79	0,06	0,76	0,10	
35.	Oefel	49,45	2,51	14,19	29,35	2,36	1,09	1,05	
38.	Parnallee	46,03	2,78	19,67	27,11	0,71	1,96	0,56	
39.	Pillistfer	56,65	3,66	3,40	34,74	0,70	0,50	0,35	
40.	Pultusk a.	48,88	1,27	16,71	31,26	0,32	1,56	—	
42.	dgl. c.	45,88	2,11	20,00	30,51	1,57	—	—	
43.	Richmond	46,18	2,53	15,82	32,41	3,06	—	—	
44.	Saëguis	50,33	—	4,52	44,09	0,56	—	0,50	
45.	Seres	39,56	2,70	22,67	26,30	1,86	1,51	3,26	
46.	Shergotty	45,33	2,34	21,20	30,16	0,55	0,28	0,14	
47.	Skye	46,26	2,46	21,22	26,32	2,37	—	—	
48.	Stauropol	43,57	5,15	14,13	31,97	2,63	1,12	0,79	
49.	Tadjera	47,05	1,98	16,97	30,63	3,24	—	—	
51.	Uden	46,35	4,26	24,05	21,49	2,36	0,98	0,51	
52.	Utrecht	46,55	2,58	18,51	28,61	1,73	1,68	0,27	
	Mittel	46,91	2,96	18,17	29,02	1,54	0,87	0,36	99,83
	O-Mittel	25,02	1,38	4,04	11,61	0,44	0,22	0,06	42,77
	Körbe-Mittel	12,51	0,46	4,04	11,61	0,44	0,22	0,06	29,34

Die Himmelslava bildet eine grüne bis schwarze, körnige Masse und besteht aus Augitarten, in denen aber der Kalk zurücktritt oder meist ganz fehlt, wie im Broncit, aus Olivin, neben denen auch Anorthit mit Thonerde vorkommt. Die Zusammenfetzung dieser Stoffe ist folgende:

1. Augitarten: Augit (Fe, Mg, Ca) Si O³,
 Diopfid (Mg, Ca) Si O³,
 Broncit (Fe, Mg) Si O³, wo 1 Korb Fe auf 1 bis
 11 Mg,
 Enstatit Mg Si O³,
 2. Olivin: (Mg, Fe)² Si O⁴, wo 1 Korb Fe auf 1 bis 8 Mg,
 3. Anorthit: (Ca, Al²) Si O⁸, wo 1 Korb Al auf 1 bis 18 Ca*).
3. Die Himmelssteine vor dem Falle.

Die Himmelssteine erscheinen zuerst als Feuerkugeln, welche erst dann sichtbar werden, wenn sie in das Luftmeer der Erde gelangen. Man beobachtet dieselben in 1 bis 30 Meilen Höhe, wo sie oft als feurige Kugeln von 160 bis 800 Metern Durchmesser erscheinen. Gelangen sie in die tiefern Schichten unfers Luftmeeres, so zerspringen sie bisweilen unter furchtbarem Krachen und schleudern erhitzte Bruchstücke bis zur Gröse von 2½ Meter Länge auf die Erde herab. Diese Bruchstücke haben von jeher als Himmelssteine oder Meteorsteine die Aufmerksamkeit der Menschen auf sich gelenkt; sie zeichnen sich aus durch ihre eckige, bruchartige Gestalt, durch ihr inneres spatiges (krystallenes) Gefüge und häufig durch eine äusere, einige Zehntel Millimeter starke Rinde von pech- oder glasartiger, glänzender Beschaffenheit.

Diese Steinsterne gelangen aus dem Weltenraume zur Erde. Jedenfalls sind sie nicht ein Erzeugnis der Erdluft. Denn da sie in wenigen Sekunden das ganze Luftmeer der Erde durchfliegen, so können sie nicht innerhalb desselben gebildet sein, indem zur chemischen Vereinigung und Schmelzung, wie zur demnächst folgenden Abkühlung und Spathbildung Monate erforderlich sind.

Diese Steinsterne müssen ferner bei ihrer geringen Gröse längst die Wärme des Weltraumes, d. h. eine Wärme von — 60° C. angenommen haben. Mit dieser Kälte treten sie in das Luftmeer der Erde ein, erfahren aber hier sofort eine bedeutende Erhitzung.

*) Beachten wir, dass in dem Himmelsstein der Anorthit und der Augit ebensoviele Korb Basen als Säure hat, dass aber der Olivin doppelt soviele Korb Basen als Säure hat, so ergibt sich für die Himmelslava folgende Zusammenfetzung: Es kommen auf 4,32 Korb Olivin, 0,46 Korb Anorthit und 7,27 Korb Augit.

Die Feuerkugeln treten nämlich in das Luftmeer ein mit einer Geschwindigkeit von $3\frac{1}{2}$ bis $23\frac{3}{4}$ Meilen oder von 28000 bis 176000 Metern in der Sekunde. In dem Luftmeere der Erde finden sie nun einen bedeutenden Widerstand, indem die Luft nicht so schnell ausweichen kann und daher vor der Feuerkugel zusammengepresst wird. Die Bewegung der Feuerkugel wird dadurch langsamer, da aber Bewegung nicht verloren gehen kann, so verwandelt sich die verlorene Bewegung in Wärme. Gehe also von der Bewegung die Hälfte verloren, so würden die Steine dadurch auf 46948° C. bis $1^{\circ}854900^{\circ}$ C. erwärmt werden können*). Da diese Wärme aber nur an der Oberfläche der Steine dort, wo die Pressung stattfindet, entstehen kann, und die Lava selbst ein sehr schlechter Wärmeleiter ist, so wird das Innere des Steines wenig erwärmt werden, die Oberfläche und die umgebende Luft dagegen werden glühend heis.

Die Folge dieser Erhitzung ist, dass die Feuerkugel in der Erdluft als eine leuchtende, glühende Feuerkugel von 160 bis 800 Meter Durchmesser erscheint, obwohl (nach den Bruchstücken zu urtheilen) ihr wirklicher Durchmesser nur etwa 10 Meter messen dürfte. Die zweite Folge ist, dass die Bruchstücke selbst sich deshalb sofort nach dem Falle erhitzt anfühlen. Die pechartige, glasähnliche Haut der Oberfläche von einigen Zehntel Millimeter Dicke beweist überdies im Gegensatze zum inneren spatigen Gefüge, dass der Stein durch die äuserliche Erhitzung oberflächlich geschmolzen und dann schnell wiederum erkaltet ist. Diese oberflächliche Erhitzung erzeugt überdies in den obersten, aus schlecht leitender Lava bestehenden Schichten eine so plötzliche Ausdehnung und Erhitzung, während die tiefer liegenden Schichten in eisiger Kälte verharren, dass durch diese ungleiche Ausdehnung die Feuerkugel nothwendig zerspringen muss. Die Feuerkugel zerspringt also unter furchtbarem Krachen; einzelne Bruchstücke werden auf die Erde geschleudert, während andre in den weiten Weltraum zurückgeworfen werden. Wenn die Feuerkugeln kurz vor dem Platzen bisweilen in dunkler Wolke erscheinen, so kann dies bei der heftigen Bewegung der Luft in den mit Wasserdunst gefättigten untern Schichten unsers Luftmeeres kein Erstaunen erregen.

Die Himmelssteine, welche zur Erde fallen, sind demnach nur

*) Die Wärme oder die Arbeit einer Bewegung ist gleich dem Quader der Schnelligkeit, getheilt durch die Arbeit der Wärmeinheit, d. h. durch $(91,37654)^3$ Meter. Die Wärme, welche der obigen Bewegung entspricht, ist demnach $(28000)^2 : (91,37654)^2$, bezüglich $(176000)^2 : (91,37654)^2$.

Bruchstücke der Feuerkugeln. Um diese selbst wieder herzustellen, muss man diese Bruchstücke in der Weise zusammensetzen, dass die Steine vom grösten Raumgewichte, d. h. das Himmelseifen, den Kern, der Himmelsporphyr die mittlern Schichten, die Himmelslava die oberflächlichen Schichten bilden. Das Ganze stellt dann eine Kugel oder einen Stern dar von etwa 10 Meter Durchmesser und zeigt uns einen Stern im Kleinen.

Die Thatfachen der Nummer sind auf die besten Unterfuchungen gegründet, schlechthin sicher und allgemein anerkannt. Die Auffassung über das Zerspringen der Steinsterne ist neu und wenn auch, wie mir es scheint, sicher, so doch noch nicht allgemein anerkannt.

5. Die chemischen Eigenschaften der Erdschichten.

Die Erde zeigt nun mit den Himmelssteinen eine auffallende Uebereinstimmung im Baue der innern Schichten, soweit sie dem Feuermeere der Erde angehören. Wie bei den Himmelssteinen muss man auch hier das den Kern bildende Erzmeer von dem Lavameere unterscheiden, welches auf dem Erzkerne schwimmt.

1. Das Erzmeer der Erde.

Wie wir schon oben sahen, ist das Raumgewicht der Erde $5_{,68}$, das der Erdlava aber $2_{,5}$ bis 3 , im Mittel $2_{,81}$; das der Erdschale, welche auf der Erdlava schwimmt, ist jedenfalls nicht gröser als das der Erdlava. Die Erdlava und die Erdschale haben mithin ein viel geringeres Raumgewicht als die Erde im Ganzen, der Kern der Erde, auf dem die Lava schwimmt, muss demnach ein gröseres Raumgewicht als die Erde im Ganzen, d. h. gröser als $5_{,68}$ haben. Von allen Stoffen der Erde haben im Ganzen aber nur die gediegenen Erze ein gröseres Raumgewicht als $5_{,68}$ *). Hieraus folgt:

*) Anm. Ueberficht der Stoffe, welche ein gröseres Raumgewicht haben als $5_{,68}$.

Antimon $6_{,646}$ — $6_{,723}$.
 Arfenik $5_{,766}$ — $5_{,96}$.
 Arfenikkies $6_{,127}$ — $7_{,228}$.
 Blei $11_{,333}$ — $11_{,445}$.
 Bleiglätte $9_{,277}$ — $9_{,5}$.
 Bleiglanz $7_{,568}$ — $7_{,585}$.
 Bleispath $6_{,460}$.
 Bleivitriol $6_{,298}$ — $6_{,70}$.
 Calomel $7_{,14}$ — $7_{,70}$.
 Chrom $5_{,900}$.
 Eisen gegossen $7_{,0}$ — $7_{,5}$.

Himmelseifen $7_{,2}$ — $7_{,9}$.
 Gold gediegen $14_{,667}$ — $18_{,000}$.
 Gold gegossen $19_{,236}$ — $19_{,253}$.
 Iridium $15_{,588}$ — $15_{,862}$.
 Kadmium $8_{,604}$.
 Kobalt $8_{,71}$.
 Kobaltglanz $6_{,296}$.
 Kupfer gediegen $8_{,584}$.
 Kupfer gegossen $8_{,667}$ — $8_{,727}$.
 Kupferglanz $5_{,695}$ — $5_{,735}$.
 Kupferoxyd $6_{,093}$ — $6_{,40}$.

Den Kern der Erde bildet ein Meer feurigen Erzes von einem Raumgewichte, das über $5_{,68}$ beträgt.

Auf der Erde giebt es aber nur ein Erz, das allgemeine Verbreitung findet, das ist das Eisen. Die Erden der obersten Schichten, die geschichteten Steine, Sandsteine wie Kalksteine, die Urgesteine, der Gneis und Porphyr, die aus den Feuerbergen ausgeworfene Lava, sie alle enthalten Eisen in nicht unbedeutender Menge und verdanken diesem Eisen sämmtlich ihre Färbung. In der Lava der Erde und im Basalte der Erde ist das Eisen sogar noch reichlicher vorhanden als in der Himmelslava. Da nun auch bei den Himmelssteinen das Eisen den Kern der Sterne bildet, so kann man mit ziemlicher Sicherheit schliesen, dass auch auf der Erde das Erzmeer überwiegend aus geschmolzenem Eisen bestehen wird.

Nehmen wir demnach als überaus wahrscheinlich an, dass das Erzmeer der Erde aus Eisen vom Raumgewichte $7_{,2}$ bis $7_{,9}$, im Mittel also $7_{,55}$ bestehe, so kann man die Gröse des Eisenmeeres berechnen, und ergibt sich, dass das Eisenmeer einen Halbmesser von $727_{,062}$ d. M. oder $5'394460$ Meter oder $84_{,5995}$ Hundertel des ganzen Erdhalbmessers hat, und dass das Erzmeer $60_{,54853}$ Hundertel des Raumes, $80_{,48266}$ Hundertel des Gewichtes der ganzen Erde ausmacht*).

Kupferoxydul $6_{,05}$.

Mangan $8_{,013}$.

Mennig $9_{,096} - 9_{,19}$.

Molybdan $8_{,600}$.

Nickel $8_{,279}$.

Osmium $10_{,000}$.

Palladium $11_{,30} - 11_{,50}$.

Phosphoreisen $6_{,700}$.

Phosphorkupfer $7_{,122}$.

Platinerz $16 - 18_{,940}$.

Platin geschmolzen $20_{,855}$.

Quecksilber gefroren $14_{,391}$.

Quecksilberoxyd $11_{,085} - 11_{,280}$.

Quecksilberoxydul $11_{,074}$.

Rhodium $11_{,000}$.

Schrittellur $5_{,723} - 5_{,800}$.

Selenblei $7_{,697}$.

Silber $10_{,474}$.

Silberglanz $6_{,9} - 7_{,2}$.

Silberoxyd $7_{,143} - 7_{,25}$.

Speiskobalt $6_{,466}$.

Tantalit $6_{,291} - 7_{,900}$.

Tellur $6_{,115} - 6_{,258}$.

Thorerde $9_{,402}$.

Tungstein $5_{,9} - 6_{,076}$.

Uran $9_{,000}$.

Wismuth gediegen $9_{,812} - 9_{,737}$.

Wismuth gegossen $9_{,822} - 9_{,850}$.

Wolfram $6_{,9} - 7_{,6}$.

Wolframmetall $17_{,22} - 17_{,60}$.

Wootz $7_{,665}$.

Zink $6_{,861} - 7_{,215}$.

Zinn $7_{,295}$.

Zinnstein $6_{,30} - 6_{,96}$.

Zinnober $8_{,124} - 8_{,098}$.

*) Berechnung der Gröse des Erzmeeres.

Sei V der Raum, E das Raumgewicht, R der Halbmesser, G das Gewicht der ganzen Erde, sei v der Raum, e das Raumgewicht, r der Halbmesser, g das Gewicht des Erzmeeres, sei endlich v_1 der Raum, e_1 das Raumgewicht des Lavenmeeres und der Schale, so ist $v_1 = V - v$,

2. Das Lavameer der Erde.

Ueber dem Erzmeere der Erde wogt nun ein Lavameer*), auf welchem die Schale der Erde schwimmt. Die Schale taucht in dieses Meer so tief ein, dass sie von dem Lavameere getragen werden kann, gerade wie ein Flos oder ein Schiff, das auf dem Wasser schwimmt. Die flüssige Lava steigt in den Spalten der Erdschale bis dahin auf, wo eigentlich die Oberfläche des Lavameeres sein müsste, aber bei dem Aufsteigen kühlt sie nun ab und erstarrt, nur in den breiteren Adern erhält sie sich flüssig und wird hier in den Schloten der Feuerberge sichtbar.

Die Erdlava ist zum Theile aus diesen Feuerbergen ausgeflossen, wenn zu Zeiten Wasserstrahlen zur Erdlava gedrungen sind. Durch die Hitze sind diese Strahlen dann in Wasserdampf verwandelt, die Lava ist gehoben, Schlacken, Asche und ähnliche leichtere Stoffe sind nebst reichlichem Wasserdampfe ausgeworfen. Die ausgeflossene Lava, welche wir zur Unterscheidung von der Lava des Lavameeres Kraterlava nennen wollen, kann man dann chemisch untersuchen, die folgende Tafel zeigt uns das Ergebnis der Untersuchung.

$$VE = ve + v_1e_1 = ve + (V - v)e_1 = v(e - e_1) + Ve_1,$$

mithin $V(E - e_1) = v(e - e_1)$ und $v = V \frac{E - e_1}{e - e_1}$. Ferner aber ist $V : v = R^3 : r^3$

oder $r^3 = \frac{vR^3}{V} = R^3 \frac{E - e_1}{e - e_1}$, $r = R \sqrt[3]{\frac{E - e_1}{e - e_1}}$, $v = V \frac{R^3}{r^3}$. Endlich ist $\frac{g}{G} = \frac{ve}{VE}$

$$= \frac{r^3e}{R^3E}.$$

Setzen wir demnach $E = 5,68$, $R = 859,4367$ d. M. $= 6'376466$ Meter, $G = 1$, ferner $e = 7,55$, $e_1 = 2,81$, so ergibt sich $r = 0,945995$ R oder $r = 727,062$ d. M. $= 5'394460$ Meter, $v = 0,16054053$ V und $g = 0,2048266$ G.

*) Lava ist aus dem it. lava das flüssige Gestein entlehnt und stammt vom Verb lav, gr. λούω, fin. lovi-ō, lat. lav-are baden, waschen.

Die Zusammenfetzung der Kraterlava.

	SiO ₂ .	Al ₂ O ₃ .	Fe ² O ₃ .	FeO.	MnO.	MgO.	CaO.	Na ₂ O.	K ₂ O.	H ₂ O.	Sonst.	Summe.
1.	49,89	15,83	—	12,43	—	4,34	10,44	4,127	2,124	—	—	99,54
2.	51,89	17,92	—	11,16	0,82	6,90	10,128	1,173	0,39	—	—	101,109*
3.	49,63	22,17	—	10,80	0,63	2,68	9,105	3,07	0,98	—	—	99,31
3b.	43,35	15,10	3,43	10,35	3,00	3,50	10,115	3,195	2,105	0,196	—	96,24
4.	55,82	15,08	—	15,18	—	4,21	6,54	2,51	0,195	—	—	100,59
5.	60,06	16,59	—	11,37	—	2,40	5,56	3,60	1,145	—	—	101,103
6.	56,68	14,93	—	13,93	—	4,10	6,11	3,16	1,107	—	—	100,58
7.	54,76	13,61	—	15,60	—	1,35	6,14	3,11	1,121	0,107	1,172	98,117*
8.	49,37	16,81	—	11,85	—	7,52	13,101	1,124	0,120	—	—	100
9.	49,60	16,89	—	11,592	—	7,56	13,107	1,124	0,120	—	—	100,108
10.	50,64	19,67	8,53	—	—	4,04	8,109	4,52	3,196	0,173	0,129	99,87
11.	46,26	16,42	11,101	8,14	—	2,23	3,179	6,197	1,196	—	1,180	98,58*
12.	68,35	13,92	2,28	—	—	2,20	0,84	4,129	3,124	—	4,164	99,76
13.	51,14	14,0	—	8,11	—	7,1	12,10	3,18	3,16	—	—	100
14.	52,16	14,25	—	14,47	—	4,16	9,187	3,190	0,168	—	—	99,79
15.	54,58	15,38	—	9,11	—	1,148	6,188	8,193	3,134	—	—	100*
16.	46,148	22,66	4,168	5,100	—	1,148	5,175	1,194	8,194	0,119	0,156	97,168*
17.	49,194	17,78	6,119	6,117	—	1,127	7,187	1,168	7,165	0,110	0,140	98,145*
18.	52,190	18,93	—	8,112	—	1,150	6,162	8,126	3,167	—	—	100*
19.	49,123	15,77	—	11,185	—	6,101	6,197	5,156	4,101	—	—	99,110*
20.	48,103	20,78	4,172	3,127	—	1,116	10,118	3,165	7,112	0,117	0,186	99,194*
21.	48,164	13,113	17,127	—	—	2,161	7,172	1,188	6,199	2,114	—	100,138
22.	47,15	20,0	—	9,18	0,12	1,19	8,16	8,19	0,15	0,16	—	98,10
23.	50,17	23,7	—	10,16	0,19	2,16	4,17	5,14	0,12	—	—	98,12
24.	50,132	15,149	3,159	7,159	—	3,171	7,107	2,130	8,193	—	—	99,100*
25.	49,157	13,137	3,152	8,153	—	5,185	10,136	3,103	5,177	—	—	100*
26.	44,188	21,129	—	9,184	—	5,121	8,192	2,107	8,196	—	—	100,157
27.	47,116	19,129	3,170	6,130	—	3,174	8,107	2,167	7,179	—	0,169	99,171*
28.	42,146	18,149	3,135	6,181	—	3,164	8,170	7,112	4,158	2,131	2,196	99,192*
Mittel	50,177	17,124	2,149	8,190	0,117	3,167	8,107	3,198	3,150	0,125	0,118	99,152
O-Mittel	27,107	8,105	0,175	1,198	0,104	1,147	2,131	1,108	0,159	0,122	0,113	43,169
Körbe	13,153	2,168	0,125	1,199	0,104	1,147	2,131	1,108	0,159	0,122	—	24,115

Anmerkungen.

Fundorte, Beschreibung und Untersuchung der Kraterlava.

1—3. Aetna auf Sicilien. Dolerit-Masse.

1. Lava nördlich von Catania vom Jahre 124 vor Chr. Raumgewicht 2,1954 (Sartorino). Joy in Rammelsberg Handwörterb. Suppl. 5, 158. 1853.
 2. Lava bei Catania vom Jahre 1669. Raumgew. 2,1852. Graue Grundmasse. Labrador 54,180, Augit 34,116, Olivin 7,198, Fe³O₄ 3,106 %. Löwe in Pogg. Ann. 38, 160 neu berechnet von Roth.
 3. Lava vom Jahre 1852. Raumgew. 2,186. Masse dunkelgrau, porig, schwach magnetisch. Labrador und Augit 95, Olivin 1,189, Fe³O₄ 2,164 %. K. v. Hauer in Wien. Ak. Ber. 11, 89.
- 3b. Capverdische Inseln. Basalt-Masse. Fogo, südöstlicher Strom, wohl vom Jahre 1769. Schwärzlich dichte Masse. Labrador 54, Augit 19, Olivin 19, Magnet und Titaneisen 7 %. Deville in Zeitschr. d. geol. Gef. 5, 693.

4–9. Island. Pyroxen-Andesit-Masse, etwas magnetisch, zu schwarzem Glafe schmelzend.

4. Lava bei Hals. Raumgew. 2,919 bei 5° C. Masse grauschwarz, körnig bis spathig, voll von Blasenräumen. In Salzsäure unlöslich. Sparfam schlackiges Fe³O⁴ und Oligoklas. Genth in Ann. Ch. Ph. 66, 22.

5. Lava von Efravolshraun. Raumgew. 2,776 bei 5° C. Masse schwarz ins Graue, ungespathet, blaß, scheinbar fast dicht. Masse Oligoklas 71,37, Augit 29,66 %, darin wenig Olivin und schlackiges Fe³O⁴. Genth in Ann. Ch. Ph. 66, 24.

6. Hekla-Lava vom Jahre 1845 oberhalb Naefurholt. Raumgew. 2,819 bei 5° C. Masse schwarz ins Graue, blaß bis dicht. Wenig Oligoklas sichtbar. Genth in Ann. Ch. Ph. 66, 25.

7. Hekla-Lava vom Jahre 1845. Raumgew. 2,623 bei 18° C. Masse schwarz. Hin und wieder Oligoklas sichtbar, TiO² 1,72 % der Masse. Damour in bullet. geol. (2) 7, 85.

8. Hekla, alter Lavastrom. Masse grauschwarz, blaß, leicht schmelzbar. Bunfen in Pogg. Ann. 83, 202.

9. Hekla, Strom WNW. bis zur Thjorfa. Raumgew. 2,844. Masse grauschwarz, blaß, leicht schmelzbar, zeigt Anorthit und Olivin. Anorthit 55,59, Augit 40,46, Olivin 4,51. Genth in Ann. Ch. Ph. 66, 17.

10–11. Laacher-See. Nephelinit-Masse. Lava von Niedermendig.

10. Die Masse enthält SO³ 0,29 und Spuren TiO² und FeS². Raumgew. 2,1906 O. Hesse in J. pr. Chem. 75, 216.

11. Die Masse enthält Augit, Fe³O⁴ 13,27, Apatit 3,95, PO⁵ 1,60 % und Spuren von Cl. Bergemann in Karsten und v. Dechen Archiv 21, 41

12. Lipari. Liparit-Masse. Lava vom Monte Guardia. Die Masse thonsteinähnlich, röthlich braun; die Masse giebt beim Glühen 4,64 Verlust, meist S und SO³. Abich vulkan. Erscheinungen 1841, 25.

13. St. Miguel, Azoren-Infel. Dolerit-Masse. Lava des Pico do Fogo vom Jahre 1652. Masse grauschwarz, höchst feinkörnig, mit Labradortheilchen von Hirsekorn-Größe und ziemlich vielen Augit- und Olivinkörnern. Bunfen in Hartung die Azoren 1860, 97.

14. Teneriffa, Canarische Infeln. Dolerit-Masse. Lava von Los Majorquines. Raumgew. 2,945. Masse dunkelgrau, sehr blaß. Labrador 48,31, Augit 51,55, etwas Fe³O⁴. Ch. St. Cl. Deville in Zeitschr. d. geol. Gesellschaft 5, 692.

15–27. Vesuv. Leucitophyr-Masse.

15. Lava von der Punta del palo. Graue Masse mit hellgrünen Augiten und glänzenden Blättchen. Dufrenoy Mémoire pour servir à une descr. géol. 4, 368. Neu berechnet von Rothe.

16. Lava vom Jahre 1811. Masse grauporig mit 37,8 % Leucit. Rammelsberg in Pogg. Ann. 98, 160.

17. Dieselbe, Leucit zum Theil abgefondert, mit 36 % Leucit. Rammelsberg in Zeitschr. d. geol. Gefellsch. 11, 503.

18. Lavastrom vom Jahre 1834 vom Piano. Masse dunkelgrau, schlackig, mit Hohlräumen und kleinen grünen Augiten. Dufrenoy in Mémoire p. servir à une descript. géol. 4, 369.

19. Derfelbe Lavastrom aus dem Krater. Raumgew. 2,89. Masse matt grün-

- lichgrau mit vielen gläsernen Leuciten. Abich vulkanische Erscheinungen 1841, 127.
20. Derselbe Lavaström, Mitte des Stromes (aus den Steinbrüchen von Granatello). Masse hellgrau mit Augit, Leucit, Olivin, Fe^2O^4 , sehr wenig Glimmer, Soladith, Gyps und mit NaCl 0,82, SO^3 0,04. Wedding in Zeitschr. d. geol. Gef. 10, 395.
 21. Derselbe Strom, Schlacke. Masse schmutzig roth, sehr porig, mit schwarzem Glimmer. W. Flight in Queenwood Obs. vol. 7, 1.
 22. Lava vom Mai 1855. Masse grau, spathig. Ch. St. Cl. Deville in Bull. géol. (2) 13, 612.
 23. Dieselbe Lava. Masse schwarz, etwas gläsern. Ch. St. Cl. Deville ebenda.
 24. Dieselbe Lava, Strom bis S. Giorgio a Cremona. Masse grau, porig, mit Leucitkörnern. Rammelsberg in Zeitschr. d. geol. Gef. 11, 503
 25. Dieselbe Lava, Leucit zum Theil abgefondert. Rammelsberg ebenda.
 26. Lava vom Jahre 1858. Masse schwarz, höchst porig. Rammelsberg in Zeitschr. d. geol. Gef. 11, 503.
 27. Dieselbe Lava. Rammelsberg ebenda.
 28. Vultur, Lava von Melfi bei Neapel. Hauynophyr. Masse grau, feinporig, mit vieler. blauen und braunen Hauynen 21,97 %, Cl 0,52, SO^3 2,44 %. Rammelsberg in Zeitschr. d. geol. Gef. 12, 275.

Die Zusammenfetzung der in diesen Laven vorkommenden Verbindungen ist

Andesin $(\text{Ca}, \text{Na})\text{SiO}^3 + \text{Al}^2\text{Si}^3\text{O}^9$,
 Anorthit $\text{CaSiC}^3 + \text{Al}^2\text{SiO}^5$,
 Apatit $\text{CaCl} + 3 \text{Ca}^3\text{PO}^8$,
 Augit $(\text{Ca}, \text{Mg}, \text{Fe})\text{SiO}^3$,
 Hauyn $\text{R}^2\text{SiO}^4 + \text{Al}^4\text{Si}^2\text{O}^{12}$,
 Labrador $(\text{Ca}, \text{Na})\text{SiO}^3 + \text{Al}^2\text{Si}^2\text{O}^7$,
 Leucit $\text{KSiO}^3 + \text{Al}^2\text{Si}^3\text{O}^9$,
 Magneteifen Fe^2O^4 ,
 Nephelin $(\frac{1}{2} \text{Na}, \frac{1}{2} \text{K})^4\text{Si}^3\text{O}^{10} + 2 \text{Al}^4\text{Si}^3\text{O}^{12}$,
 Oligoklas $(\text{Na}, \text{Ca}, \text{K}, \text{Mg})^2\text{Si}^3\text{O}^8 + \text{Al}^4\text{Si}^6\text{O}^{18}$,
 Olivin $(\text{Mg}, \text{Fe})^2\text{SiO}^4$.

Die Tafel ergibt, dass die Kraterlava der Himmelslava in der Zusammenfetzung wesentlich entspricht. Der Sauerstoff der Basen verhält sich zum Sauerstoffe der Säure bei der Himmelslava wie 100:141, bei der Kraterlava wie 100:166.

Noch mehr tritt diese Uebereinstimmung bei der ältern Lava, d. h. bei dem Basalte, hervor. Bei diesem verhält sich der Sauerstoff der Basen zu dem der Säuren wie 100:142, also fast genau wie bei der Himmelslava. Die folgende Tafel zeigt uns dies Verhältnis.

Die Zusammenfetzung des Erdbafaltes*).

	SiO ₂ .	Al ₂ O ₃ .	Fe ₂ O ₃ .	FeO.	MnO.	MgO.	CaO.	Na ₂ O.	K ₂ O.	H ₂ O.	Sonst.	Summe.
1.	47 ₁₉	14 ₆	—	14 ₁₁	—	7 ₈	10 ₁₁	4 ₁	1 ₁₄	—	—	100
2.	49 ₀	7 ₁₄	—	17 ₆	—	10 ₁₁	12 ₇	2 ₀	1 ₃₂	—	—	100
3.	47 ₀	14 ₆	—	12 ₈	—	7 ₆	12 ₄	1 ₃	4 ₃	—	—	100
4.	51 ₁₄₂	15 ₃₉	—	21 ₁₀₄	—	3 ₆₈	4 ₀₉	2 ₃₇	1 ₀₇	0 ₅₅	—	99 ₆₁ *
5.	50 ₈₆	16 ₆₆	—	14 ₇₇	—	0 ₉₅	8 ₀₆	7 ₃₅	1 ₃₅	—	—	100
6.	45 ₇₃	10 ₄₉	3 ₄₉	26 ₈₂	0 ₁₂	11 ₃₀	9 ₉₃	1 ₈₇	1 ₄₃	3 ₁₄	0 ₁₄₈	100 ₈₇ *
7.	45 ₀₆	13 ₄₆	3 ₈₄	8 ₅₄	—	10 ₅₈	11 ₅₀	2 ₄₉	1 ₂₁	1 ₅₀	0 ₁₁₅	98 ₃₃ *
8.	44 ₄	12 ₁	3 ₅	12 ₁₁	—	9 ₁₁	11 ₃	2 ₇	0 ₈	4 ₄	—	100 ₁₅
9.	42 ₄₆	5 ₉₄	28 ₇₂	—	—	—	13 ₆₄	10 ₄₄	—	—	—	101 ₂₀
10.	46 ₀₁	9 ₆₉	7 ₉₆	13 ₈₆	—	7 ₃₆	10 ₈₃	2 ₇₀	0 ₈₄	0 ₇₅	—	100*
11.	46 ₁	13 ₂	—	16 ₆	—	7 ₀	7 ₃	2 ₇	1 ₈	4 ₉	—	99 ₆
12.	53 ₀	18 ₀	—	9 ₅	—	3 ₅	6 ₉	3 ₁	2 ₇	3 ₇	—	100 ₃
13.	40 ₆₄	9 ₄₅	10 ₄₀	3 ₀₆	—	11 ₁₄₇	14 ₀₂	2 ₀₁	0 ₇₄	4 ₀₂	1 ₁₁₅	96 ₉₆ *
14.	37 ₂₀	7 ₉₃	18 ₁₄₀	—	—	4 ₃₃	16 ₆₀	0 ₄₈	1 ₈₁	7 ₄₀	3 ₇₀	97 ₈₆
15.	46 ₃₂	11 ₈₆	4 ₅₀	7 ₂₅	0 ₁₅	11 ₈₂	10 ₄₃	4 ₀₉	2 ₁₀	1 ₇₅	0 ₃₇	100 ₆₅
16.	45 ₄₂	12 ₂₁	—	15 ₀₃	—	7 ₉₅	12 ₆₀	3 ₁₇	1 ₅₃	2 ₁₂	—	100 ₀₄
17.	48 ₈₁	15 ₀₃	3 ₇₆	8 ₅₀	—	8 ₀₉	7 ₈₅	3 ₄₂	1 ₁₂	2 ₁₂	—	98 ₆₁ *
18.	51 ₅₈	13 ₇₅	6 ₆₂	10 ₈₄	0 ₀₁	6 ₈₆	5 ₉₇	0 ₉₃	—	2 ₉₉	0 ₁₀₁	99 ₅₆ *
19.	55 ₈₆	14 ₅₀	6 ₀₈	5 ₆₇	—	4 ₁₁₉	9 ₂₄	0 ₁₅	—	0 ₇₃	—	96 ₄₂ *
20.	49 ₂₀	25 ₆₀	11 ₀₉	—	—	3 ₀₇	4 ₉₁	1 ₂₃	—	1 ₆₁	1 ₈₄	98 ₅₅
21.	48 ₂₈	12 ₆₇	15 ₀₆	—	—	16 ₃₂	4 ₈₀	—	—	2 ₀₀	0 ₁₁	100
22.	45 ₉	10 ₂	—	13 ₀	0 ₃	6 ₃	10 ₃	3 ₆	1 ₂	2 ₄	1 ₀	100 ₂
23.	51 ₆₆	10 ₃₄	23 ₃₃	—	—	1 ₆₇	6 ₆₆	—	—	3 ₀₀	0 ₃₄	97 ₀₀
24.	36 ₆₉	14 ₃₄	22 ₃₀	—	—	9 ₁₈	15 ₅₉	3 ₉₃	0 ₇₇	—	—	102 ₇₉
25.	43 ₁₁	13 ₄₁	16 ₅₁	—	—	9 ₀₅	14 ₃₃	2 ₃₁	1 ₃₈	1 ₆₇	—	101 ₇₇
26.	47 ₀₆	13 ₄₁	16 ₂₅	—	—	7 ₃₃	10 ₄₉	3 ₀₂	1 ₃₈	0 ₈₄	—	100 ₂₄
27.	39 ₄₂	11 ₂₅	17 ₃₇	—	—	11 ₁₄	16 ₀₈	3 ₂₉	0 ₁₁	1 ₇₀	—	100 ₆₆
28.	45 ₂₉	17 ₃₂	9 ₈₈	4 ₃₅	—	6 ₀₂	11 ₀₉	3 ₀₅	1 ₆₂	1 ₄₄	—	100 ₀₆ *
29.	43 ₂₄	1 ₉₉	7 ₆₄	15 ₃₁	—	6 ₁₀	10 ₉₆	0 ₁₆	1 ₁₅	0 ₆₅	1 ₈₀	100*
30.	42 ₆₄	17 ₁₁	5 ₂₉	4 ₈₀	—	7 ₃₄	14 ₅₆	3 ₄₃	1 ₃₈	2 ₃₅	2 ₃₂	101 ₂₄
31.	42 ₂₂	18 ₂₆	5 ₈₈	4 ₉₉	—	6 ₁₈	13 ₆₁	3 ₀₄	1 ₄₆	2 ₃₅	2 ₀₁	100
32.	44 ₈₅	17 ₅₆	—	13 ₇₅	—	1 ₃₂	9 ₇₄	12 ₈₃	0 ₂₄	0 ₆₀	—	101 ₇₉
33.	51 ₂₇	11 ₉₆	5 ₀₀	12 ₁₉	—	7 ₅₃	6 ₂₈	2 ₂₇	2 ₄₀	1 ₅₇	—	100 ₁₄₇ *
Mittel	46 ₂₃	13 ₆₁	7 ₆₆	8 ₆₈	0 ₀₆	7 ₂₉	10 ₆₄	2 ₆₃	1 ₂₀	1 ₈₉	0 ₁₄₆	100 ₃₅
O-Mittel	24 ₆₆	6 ₃₆	2 ₃₀	1 ₉₃	0 ₀₁	2 ₉₂	3 ₀₄	0 ₆₈	0 ₂₀	1 ₆₈	0 ₂₂	44 ₀₀
Körbe	12 ₃₃	2 ₁₂	0 ₇₇	1 ₉₃	0 ₀₁	2 ₉₂	3 ₀₄	0 ₆₈	0 ₂₀	1 ₆₈	0 ₀₉	25 ₇₇

Anmerkungen.

Fundorte, Beschreibung und Untersuchung des Bafaltes.

1—3. Azoren. St. Miguel. Bunfen in Hartung Azoren 1860, 97.

1. Zwischen Pico da Cruz und Pico do Corvaó. Masse schwarzgrau mit einzelnen Olivinkörnern.

2. Nordküste beim Dorfe Maja. Masse bräunlichgrau mit sehr vielen Augit- und Olivinkörnern.

*) Bafalt ist entlehnt aus dem lat. bafaltes, und dies Wort stammt (Plin. 36, 7. 11) aus Afrika und bezeichnet eine schwarze und sehr harte Marmorart Aethiopiens.

3. Pica da Mafra bei Mosteiros. Masse grau, weisfleckig, etwas porig, mit ziemlich vielen Spathen von Augit und Olivin.
4. Baden: Steinsberg bei Sinsheim. Masse mit Olivin, Mefotyp, Glimmer, felten Hornblende. C. Gmelin in Leonhard Beiträge zur miner. Kenntnis von Baden 3, 43.
5—9. Böhmen. No. 5 Struwe in Pogg. Ann. 7, 349.
6. Engelhaus bei Carlsbad. Masse mit $0,344$ PO^5 , $0,504$ SrO und $5,506$ Fe^3O^4 ; Augit und Olivin treten sichtlich hervor. Rammelsberg Handwörterb. Suppl. 4, 16.
7. Petschau. Masse mit $3,16$ Fe^3O^4 und $0,15$ CuO , reich an Olivin. Köhler in Rammelsberg Mittheilungen 1860.
8. Kammerbühl bei Eger. Masse mit sichtbarem Labrador, Olivin, Augit. Ebelmen in Ann. min. (4) 7, 40.
9. Ebenda, Schlacke. Liebig in Leonhard Bafaltgebilde I. 271.
10. Fichtelgebirge. Bollenreuth. Masse reich an Olivin, mit $11,354$ % Fe^3O^4 . Baumann in Rammelsberg Handwörterb. Suppl. 4, 14.
11—12. Haute-Loire. Ebelmen in Ann. min. (4) 7, 26 und 34.
11. Crouzet, Canton de Loudes. Masse schwarz mit Labradorblättchen und Olivin, schwach magnetisch.
12. Polignac. Masse blaugrau mit Spur TiO^2 , etwas zerfetzt.
13—14. Hegau.
13. Stetten. Masse mit $9,95$ Fe^3O^4 , $1,508$ Mn^2O^3 und $0,07$ SrO . C. G. Gmelin in Leonhard Bafaltgebilde 1, 266.
14. Hohenhöwen. Masse schlackig, durch Brauneisenstein braun, in den Hohlräumen Aragonit und Apatit. J. Schill Jahrb. Mineral. 1857, 44.
15—16. Hessen Grosh. Engelbach in Geol. Specialk. Sect. Schotten 1859, 53.
15. Geifelstein Südseite. Masse grauschwarz, dicht mit dunkelgrünem Olivin, $0,847$ Apatit, $6,531$ Fe^3O^4 , $0,027$ Cl , $0,347$ PO^5 und Spur von Fl und TiO^2 .
16. Salzhausen. Masse blau mit gelbem Olivin.
17—19. Hessen Provinz. Meissner. No. 19 zu Rofenbielchen bei Eschwege. No. 17 Girard in Pogg. Ann. 54, 562.
18—19. Gräger in Brandes und Wackenroder pharm. Archiv (2) 19, 98.
20. Java Gede. v. d. Boon Meesch in Leonhard Bafaltgeb. I. 260.
21. Mähren. Köhlerberg bei Freudenthal. Masse mit $0,73$ KPO^6 , $0,11$ NiO und Spur von Co . Zulkowsky Wien. Ak. Ber. 34, 44.
22. Rhein bei Linz. Masse mit 54 Labrador, 24 Augit, 10 sichtbarem Olivin, 10 Fe^3O^4 , 2 % H^2O stark magnetisch, 1 TiO^2 . Ebelmen in Ann. min. (4) 12, 638.
23. Rhône, Beaulieu bei Aix. Gueymard Ann. min. (4) 18.
24—27. Rhön. E. Schmid in Pogg. Ann. 89, 291.
24. vom Kreuzberg, 25. von der Felskuppe am Pferdekopfe, 26. vom Steinernen Haufe, 27. vom Beier. Alle mit kleinen Spathen von Olivinen.
28—31. Sachfen.
28. Stolpen. Masse mit $7,82$ Fe^3O^4 . Sinding in Pogg. Ann. 47, 184.
29. Groser Winterberg. Masse mit $11,08$ Fe^3O^4 , $3,93$ % Apatit, $1,80$ PO^5 . Kittredge in Rammelsberg Mittheilungen 1860.
- 30—31. Bärenstein südlich von Annaberg. Pagels de bafaltae transmutatione 1858, 19 und 20.

32. Schlefien. Kreuzberg nordwestlich von Striegau. Streng in Pogg. Ann. 90, 120.

33. Thüringen. Steinsberg bei Suhl. Peterfen in Rammelsberg Wört. 1, 84.

Der Erdbafalt zeigt uns also sehr nahe daselbe Verhältnis, welches die Himmelslava und die Kraterlava bieten, kein anderes Gestein der Erde zeigt uns eine so vollständige Uebereinstimmung mit jenen Laven. Da nun beide Laven unzweifelhaft aus feurig flüssiger Masse hervorgegangen sind, da der Bafalt auch mit den Laven das Gefüge, die Einschlüsse an Olivin u. s. w. gemein hat, so muss man auch den Bafalt für ein auf feurig flüssigem Wege entstandenes Gestein anerkennen, wie dies allgemein geschieht. Die Einwürfe, welche Bischof in seiner neuen Ausgabe der Geologie dagegen erhebt, sind ohne Bedeutung und zeigen nur, wie weit auch ein tüchtiger Mann sich verirren kann, wenn er gewisse Lieblingsansichten verfolgt.

Der grössere Gehalt der Kraterlava an Kieselsäure erklärt sich daraus, dass die Kraterlava in der Erdschale lange Zeit mit Gesteinen in Berührung gestanden welche, wie der Granit, reich an Kieselsäure sind. Auch die Wände der Krater, auch die Aschen, die Obsidiane, Bimssteine und Schlacken, welche die Feuerberge auswerfen, und welche unzweifelhaft aus den Wänden der Krater abstammen, zeigen einen sehr hohen Gehalt an Kieselsäure und lassen über den Ursprung des höhern Kieselsäure-Gehaltes der Kraterlava keinen Zweifel.

Für die Meereslava im Lavameere der Erde werden wir demnach den Gehalt der Lava an Kieselsäure etwas zurückführen und das Verhältnis der Himmelslava, in welcher der Sauerstoff der Basen zu dem der Säuren wie 17,75 : 25,02 steht, zu Grunde legen können, dann erhalten wir folgendes Verhältnis:

Zusammensetzung der Laven.

Mittel der	SiO ² .	Al ² O ³ .	Fe ² O ³ .	FeO.	MnO.	MgO.	CaO.	Na ² O.	K ² O.	H ² O.	Sonst.
Himmelslava . . .	46,91	2,96	—	18,17	—	29,02	1,54	0,87	0,36	—	—
Meereslava	47,11	18,89	2,73	9,75	0,18	4,02	8,84	4,36	3,84	—	0,28
Bafalt	46,23	13,61	7,66	8,68	0,06	7,29	10,64	2,63	1,20	1,89	0,46
Kraterlava	50,77	17,24	2,49	8,90	0,17	3,67	8,07	3,98	3,50	0,25	0,48

Für den Sauerstoff ergibt sich dann das folgende Verhältnis:

Das Sauerstoffverhältnis in den Laven.

Mittel der	SiO ₂ .	Al ₂ O ₃ .	Fe ² O ₃ .	FeO.	MnO.	MgO.	CaO.	Na ₂ O.	K ₂ O.	H ₂ O.	Sonst.	Summe.
Himmelslava	25,02	1,38	—	4,04	—	11,61	0,44	0,22	0,06	—	—	42,77
Meereslava	25,12	8,82	0,82	2,17	0,04	1,61	2,53	1,12	0,65	—	—	42,88
Bafalt	24,66	6,36	2,30	1,93	0,01	2,92	3,04	0,68	0,20	1,68	0,22	44,00
Kraterlava	27,07	8,05	0,75	1,98	0,04	1,47	2,31	1,08	0,59	0,22	0,13	43,69

Es kommen demnach auf 1 O der Basen bei der Himmelslava, bei der Meereslava und bei dem Bafalte 1,12 O der Kieselfäure und enthalten überdies bei den Erdenlaven die Basen mit 1 Korb Sauerstoff und die mit 1½ Korb Sauerstoff nahe gleichviel Sauerstoff, während erstere bei der Himmelslava sehr vorherrschen.

3. Die Lavenschale der Erde.

Die feste Schale der Erde ist in ihren unteren Schichten offenbar aus demselben Gesteine gebildet, welches das Lavameer erfüllt, der Unterschied beruht allein darin, dass dies Gestein in der Erdschale nicht mehr feurig flüssig, sondern bereits erstarrt ist.

4. Die Granitschale der Erde.

Die Schichten der Erde, welche an die Oberfläche der Erdschale treten, zeigen freilich eine wesentlich andere Zusammensetzung. Sehen wir zunächst von den unzweifelhaft durch Wasser abgesetzten, geschichteten Gesteinen ab, welche sämtlich aus Geröllen und Geschieben der tiefer liegenden Urgesteine gebildet sind, und welche erst später ihre Erörterung finden werden, so wird die Erdschale in ihren oberen Lagen aus Urgestein gebildet. Dieses Urgestein besteht aus Granit oder aus Porphyry und ähnlichen Gesteinen. Von den Plutonisten werden dieselben für feurigen Ursprunges, von den Neptunisten für wässrigen Ursprunges gehalten. Ehe wir eine Entscheidung über diese Ansichten treffen, geben wir eine Uebersicht ihrer Zusammensetzungen.

Die Zusammenfetzung des Granits*).

	SiO ² .	Al ² O ³ .	Fe ² O ³ .	FeO.	MnO.	MgO.	CaO.	N ² O.	K ² O.	H ² O.	CaCO ³ .	Summe.
1.	73,13	12,49	—	2,58	0,57	0,27	2,40	2,61	4,13	0,53	—	98,71
2.	71,20	12,61	—	4,54	0,39	0,35	2,02	2,66	4,76	0,43	—	99,36
3.	76,02	12,71	—	1,25	0,31	0,14	1,20	2,44	4,90	0,48	—	99,45
4.	71,93	12,89	—	5,56	0,10	0,47	1,81	1,86	4,88	0,49	—	99,99
5.	73,41	14,87	—	1,73	0,20	0,34	1,79	2,58	4,33	0,57	—	99,81
6.	72,11	15,60	—	1,53	0,26	0,34	1,26	2,27	5,00	0,83	—	99,20
7.	69,31	16,40	—	4,30	0,03	0,83	3,06	3,29	2,87	0,84	—	100,93
8.	68,39	17,87	—	2,40	0,85	0,85	3,12	3,58	2,99	0,80	—	100,84
9.	71,46	15,57	—	1,81	0,09	0,58	1,43	2,03	6,39	0,76	—	100,12
10.	81,77	7,02	—	2,74	1,44	—	0,98	2,04	3,92	—	—	98,90
11.	70,73	14,16	—	3,23	—	—	0,66	1,03	2,54	5,37	1,10	98,81
12.	70,38	12,64	3,16	—	—	—	0,53	2,84	3,13	5,90	1,16	99,74
13.	73,00	13,64	2,44	—	—	—	0,11	1,84	3,53	4,21	1,20	99,97
14.	70,28	16,44	2,60	—	—	—	—	2,04	2,82	5,79	—	99,97
15.	70,32	16,12	3,20	—	—	—	—	1,34	3,39	4,65	0,96	99,98
16.	74,24	13,64	1,40	—	—	—	—	1,48	2,72	3,95	1,20	98,63
17.	70,82	14,08	3,47	—	—	—	—	2,65	2,31	4,64	1,39	99,67
18.	73,24	15,45	1,60	—	—	—	—	0,99	3,08	4,59	1,20	100,15
19.	73,20	15,48	1,72	—	—	—	—	0,86	3,18	4,80	—	99,34
20.	73,28	12,64	2,00	—	—	—	—	1,72	2,97	4,70	1,04	98,35
21.	70,32	11,24	4,80	—	—	—	—	0,73	3,01	3,39	1,62	98,72
22.	66,60	13,26	7,32	—	—	—	—	1,22	3,36	3,60	2,31	100,01
23.	68,56	14,44	5,04	—	—	—	—	0,43	3,85	3,36	2,78	99,46
24.	71,80	11,72	3,88	—	—	—	—	2,12	3,06	4,77	0,95	98,30
25.	75,00	13,24	2,52	—	—	—	—	0,69	3,07	4,33	0,80	99,65
26.	70,48	14,24	3,72	—	—	—	—	1,48	3,66	4,26	1,59	99,83
27.	71,41	12,64	—	4,76	—	—	—	0,63	1,90	3,03	5,47	99,74
28.	71,24	14,36	3,36	—	—	—	—	0,64	1,48	3,13	4,09	99,80
29.	72,08	14,36	3,02	1,50	—	—	—	0,36	1,17	2,91	5,58	100,98
30.	71,00	13,60	3,28	1,30	—	—	—	0,51	1,06	3,27	5,73	99,75
31.	64,60	14,64	6,04	—	—	—	—	2,80	3,16	4,02	3,15	99,54
32.	74,20	10,84	1,88	—	—	—	—	2,84	4,77	3,12	0,83	98,48
33.	62,08	15,92	7,72	—	—	—	—	2,16	5,52	3,34	2,19	99,82
34.	66,56	13,52	6,76	0,18	—	—	—	1,32	1,20	3,75	2,73	98,21
35.	80,24	12,24	0,72	—	—	—	—	0,89	5,58	0,40	—	100,07
36.	70,79	16,63	—	2,53	—	—	—	0,68	1,82	6,32	3,69	102,69
37.	74,82	16,14	—	1,52	—	—	—	0,47	1,68	6,12	3,55	104,30
38.	67,49	17,33	—	3,46	—	—	—	1,17	1,68	2,73	5,24	101,24
39.	75,68	13,69	2,58	—	—	—	—	0,24	0,68	2,81	3,47	100,21
40.	71,91	13,29	3,30	—	—	—	—	0,78	0,89	3,51	4,38	99,06
41.	70,09	15,44	6,13	—	—	—	—	1,20	3,27	4,19	—	100,32
Mittel	71,59	14,09	2,28	1,14	0,10	0,50	1,89	3,27	4,16	0,84	0,08	99,83
O-Mittel	38,18	6,55	0,68	0,25	0,02	0,20	0,54	0,84	0,71	0,75	0,01	48,73
Körbe	19,09	2,18	0,23	0,25	0,02	0,20	0,54	0,84	0,71	0,75	—	24,81

*) Granit ist gebildet aus dem lat. grānum s. Korn und bezeichnet den aus sichtbaren Körnern gebildeten Stein. Das lat. grānum steht für garnum und ist ein uraltes Wort, goth. kaurna s., ksl. zrūno s. und stammt vom Urverb gar zerreiben.

Anmerkung. Fundorte.

1—3. Schlefien: 1. Striegau, Streitberg. 2. Ebenda Ganggranit. 3. Nordostseite der Sturmhaube. 4—5. Harz: 4. Holzemmenburg. 5. Plessburg in der Nähe des Ilfensteins. 6. Heidelberg: Ganggranit. 7—9. Tatra: 7. Meerauge im Fischenthal. 8. Kleines Kohlbachthal. 9. Völkerthal, Südabhang des Tatra. No. 1—9 Streng in Pogg. Ann. 90, 122—130. 10. Oestreich: Teufelsmauer SW. von Krems. Hornig Wien. Ak. Ber. 7, 586. 11. Tyrol: M. Mulatto bei Predazzo. Kjerulf Christiania Silurbecken 1855, 7. 12—35. Irland. Haughton Quaterly Journ. geol. soc. 12, 177 und 14, 301. 12. Dublin, Dalkey Quarries. 13. Dublin, Fox Bock. 14—15. Dublin, Three Bock Mountain. 16. Wicklow, Enniskerry. 17. Wicklow, Ballykrocken. 18. Carlow, Kilballyhugh. 19. Wexford, Blackstairs Mountain. 20. Wexford, Ballyleigh. 21. Wicklow, Cushbawnhill. 22. Wexford, Ballymotymore. 23. Wexford, Ballinamuddagh. 24. Wexford, Carnsore. 25. Mourne-District, Slieve Corragh. 26. Carlingford-District, Fus des Slieve na glogh. 27. dgl., Grange Irish. 28. Newry-District, Wellington Inn. 29. Oestlich von Newry, Fathom Look. 30. Südlich von Newry, Jonesborough. 31. Newry-District, Newry-Quarry. 32. dgl. Elvangranit. 33. dgl. Goragh Wood Stat. 34. dgl. füdlich der Station. 35. Wexford, Croghan Kiushela. 36—38. Bunfen, Mittheilung 1861. 36. Schweiz, Gottharthospiz. 37. Piemont, Baveno. 38. Elba. 39—40. Baden, König Geol. Beschr. der Geg. von Baden 1861. 39. Zwischen dem Conversationshaufe und dem höhern Rondel. 40. Westseite des Friesenberges. 41. Schlefien: Thaer. Mittheilungen von Rose 1861, Warmbrunn, Granitit.

Fast dieselbe Zusammenfetzung zeigt uns der Porphyr, wie die folgende Zusammenstellung ergibt.

Die Zusammenfetzung des Porphyrs*).

	SiO ₂ .	Al ₂ O ₃ .	Fe ² O ₃ .	FeO.	MnO.	MgO.	CaO.	N ² O.	K ₂ O.	H ₂ O.	CO ₂ .	Summe.
1.	81,05	11,49	—	2,28	—	0,40	0,40	2,56	2,07	0,93	—	101,518
2.	79,25	10,99	—	1,63	0,10	0,04	0,47	0,32	6,74	0,50	—	100,04
3.	77,92	10,00	—	2,69	—	0,36	0,76	1,13	5,20	1,15	—	99,21
4.	77,91	12,00	—	1,83	—	0,55	0,21	1,04	6,33	0,54	—	100,41
5.	77,50	12,90	2,50	—	—	0,35*	0,40	1,59	3,96	0,90	—	100,00
6.	76,93	13,89	—	1,33	0,19	0,04	0,95	2,43	5,23	0,52	—	101,51
7.	76,92	12,99	1,15	—	—	0,98	0,68	0,68	4,27	1,97	—	99,54
8.	76,60	12,38	—	2,49	—	0,20	1,02	1,94	4,28	1,08	—	100,44
9.	76,55	8,21	—	4,05	—	0,24	0,24	3,92	3,63	1,39	—	98,24
10.	76,30	11,53	—	2,65	0,11	0,16	0,41	2,59	5,45	1,14	—	100,34
11.	76,05	12,69	—	1,99	—	0,13	0,76	2,66	6,61	0,54	—	101,43
12.	75,83	13,19	—	2,23	0,19	0,46	1,01	0,00	7,87	0,55	—	101,33
13.	75,82	8,73	3,65	—	—	1,45	—	2,65	6,59	1,11	—	100,00
14.	75,62	10,01	3,65	—	—	—	0,47	3,84	4,16	1,10	—	98,85
15.	75,56	9,86	5,09	—	—	—	0,81	2,16	5,42	1,50	—	100,40
16.	75,54	9,46	1,89	—	—	2,84	—	2,56	6,47	1,24	—	100,00
17.	75,19	10,86	—	3,21	—	0,36	0,48	3,98	3,08	0,71	—	97,87
18.	75,17	12,72	—	3,26	0,98	0,39	0,40	0,00	7,77	1,35	—	102,03
19.	75,16	13,07	—	2,53	0,36	0,56	0,58	0,00	6,52	1,62	—	100,38
20.	75,13	15,15	—	1,22	0,14	0,24	0,53	0,00	6,93	1,57	—	100,91
21.	75,07	12,24	—	2,31	—	0,21	0,76	1,11	7,00	0,60	—	99,30
22.	74,23	14,77	1,31	—	—	1,35	—	4,80	1,34	0,99	—	98,79
23.	74,21	13,37	—	1,94	—	0,46	1,00	3,56	4,15	1,18	—	99,89
24.	74,11	13,69	—	1,75	0,22	0,05	1,38	1,54	5,67	0,56	0,92	99,90
25.	73,98	13,27	—	2,59	0,13	0,23	0,79	0,22	7,09	0,90	—	99,20
26.	73,79	15,81	—	1,56	0,31	0,07	0,75	3,82	3,76	0,84	—	100,71
27.	72,17	16,05	—	1,50	—	0,83	2,37	1,39	6,07	1,62	—	102,00
28.	71,70	15,00	2,90	—	—	0,52*	0,40	2,39	5,87	1,20	—	100,00
29.	70,85	14,12	2,72	—	—	—	1,62	5,23	3,57	0,65	—	98,76
30.	70,50	13,50	5,50	—	—	0,40	0,25	3,55	5,50	0,77	—	100,07
31.	67,54	14,97	—	5,14	0,02	1,30	2,84	2,28	4,58	1,08	1,23	100,97
32.	66,38	18,06	—	3,83	0,18	0,49	0,71	3,61	7,25	0,89	—	101,40
33.	66,19	13,43	—	6,46	—	2,36	0,46	2,56	5,08	2,57	—	99,11
34.	65,10	19,80	1,20	—	—	—	—	—	13,60	—	—	99,70
35.	64,80	18,50	2,50	—	—	1,60	0,60	—	11,50	—	—	99,50
36.	64,25	12,64	—	8,83	—	1,14	2,50	2,60	4,33	1,15	—	97,24
37.	63,78	16,22	—	7,21	—	1,64	2,82	3,23	3,31	2,49	—	100,70
38.	63,55	16,34	—	7,05	0,10	1,72	1,66	2,05	4,79	1,31	0,48	99,05
39.	61,95	16,89	—	8,27	0,53	1,57	1,84	2,87	4,27	2,50	—	100,19
40.	61,87	15,76	—	7,31	0,28	1,46	2,04	3,67	4,29	0,75	3,09	100,54
41.	61,68	16,99	—	10,00	0,13	1,61	0,81	2,08	2,64	4,56	0,33	100,83
42.	61,50	13,78	—	11,89	—	1,58	1,20	2,10	5,29	2,66	—	100,00
43.	60,28	16,65	—	10,51	0,13	1,67	3,15	2,47	2,47	3,61	1,94	102,88
44.	59,87	11,21	—	14,88	—	2,75*	3,12	1,44	3,65	2,54	—	99,46
Mittel	71,62	13,52	0,78	3,32	0,09	0,79	0,99	2,14	5,36	1,29	0,18	100,08
O-Mittel	38,19	6,31	0,23	0,74	0,02	0,32	0,28	0,55	0,91	1,15	0,13	48,83
Körbe	19,09	2,10	0,08	0,74	0,02	0,83	0,28	0,55	0,91	—	0,06	24,16

*) Pórfhyr ist aus dem gr. porphyritēs purpurfarben entlehnt, und dies ist vom gr. porphýra, dem Namen der Purpurschnecke, gebildet. Der Pórfhyr hat seinen Namen von seiner rothen Farbe.

Anmerkungen. Fundorte.

1. Pfalz, Donnerberg bei Falkenstein. 2. Harz, Lauterberg, Groser Gang am Schwarzfelder Zoll. 3. Heidelberg, Dossenheim. 4. Brilon, Bruchhäufer Steine. 5. Côte d'or, Saulieu. 6. Harz, Gang im Granit der kleinen Hohnsteinklippe. 7. Meissen, Dobritzer Porphyr. 8. Waldenburg, halbe Höhe des Sattelwaldes. 9. Christiania, Gang bei Trosterud, Hof Rås. 10. Harz, Kantorkopf bei Ilfburg. 11. Harz, steiler Steig bei Hasserode. 12. Harz, Kuckhahnthal bei Sachfa. 13. Wettin, jüngerer Porphyr. 14. Halle, Tauzberg bei Diemitz. 15. Halle, Lobejün. 16. Waldenburg, Alt-Lässiger Schlosberg. 17. Christiania, Nyholmen. 18. Harz, Thal der geraden Lätter oberhalb Lauterberg. 19. Harz, Ravenskopf, Spitze nördlich von Sachfa. 20. Harz, Westabhang des Auerberges. 21. Thüringer Wald. 22. Schlesien, Gottesgab. 23. Böhmen, Zinnwald. 24. Harz, Gang unter Holzemmenthal. 25. Harz, Pfaffenthalerkopf bei Lauterberg. 26. Harz, Ludwigshütte am rechten Bodeufer. 27. Schottland, Infel Arran. 28. Niève, Montreuilon. 29. Halle, Sandfelsen. 30. Kreuznach. 31. Harz, linker Abfall des Bodehales unterhalb Lucashof. 32. Harz, Forstweg bei Hüttenrode. 33. Halle, Schiedsberg bei Lobejün. 34. Maine et Loire, Doué. 35. Desgl. Rablay. 36. Halle, Martinschacht bei Lobejün. 37. Harz, linker Abhang des Bodehals an der Tragfurter Brücke. 38. Harz, linker Abhang des Kaltethals, SW.-Theil des Eichberges. 39. Harz, Elbingerode, wo der Weg nach Hasselfelde die Stadt verläßt. 40. Harz, an der Kirche in Trautenstein. 41. Harz, Schlossgarten von Wernigerode, nahe am Kirchhofe von Nöschenrode. 42. Harz, Martinschacht bei Lobejün. 43. Harz, wie 41. 44. Halle, Martinschacht bei Lobejün, Grünstein.

Quellen. Bischof Lehrb. d. chem. Geol. 1854. 2. 1662 no. 1. 22. — Cacarrié Ann. Min. (4) 8, 769 no. 34. 35. — Delesse Bullet. géol. (2) 6, 638 no. 5. 28. — Fuss Mittheilungen von G. Rofe no. 15. — Hochmuth Bergwerksfreund 11, 444 no. 13. 33. 36. 42. 44. — Kjerulf Das Christiania-Silurbecken 1855 no. 9. 17. — Rentsch Die Pechsteine 1860, 36 no. 7. — v. Richthofen Zeitschrift d. geol. Gef. 8, 644 no. 16. — Schweizer Pogg. Ann. 51, 287 no. 30. — Streng Mineral-Jahrbuch 1860, 147 und 267 no. 2. 6. 10. 11. 12. 18. 19. 20. 24. 25. 26. 31. 32. 37. 38. 39. 40. 41. 43. — Tribolet Ann. Ch. Pharm. 87, 331 no. 3. 4. 8. 21. 23. 27. — Wolff E. Journal f. pract. Chemie 34, 195 no. 15. 29.

Der Granit und der Porphyr zeigen, wie sich auf den ersten Blick ergibt, eine von den Laven wesentlich verschiedene Zusammensetzung; die Kieselsäure waltet im Granit und im Porphyr so vor, dass der Sauerstoff der Kieselsäure das Vierfache von dem der Basen beträgt. Es enthält nämlich der Granit in der Kieselsäure 38,18 %, der Porphyr 38,19 % seines Gewichtes an Sauerstoff, während die Basen bei ersterem nur 9,79 %, bei letzterem nur 9,36 % des ganzen Gewichtes an Sauerstoff enthalten. Ebenso beträgt der Sauerstoff bei den Basen mit 1½ Korb Sauerstoff 2¼ bis 2¾ mal so viel als bei den Basen mit 1 Korb Sauerstoff.

Ebenso zeigen der Granit und Porphyr auch in ihrem Baue die wesentlichsten Abweichungen von den Laven. Denn während

in den Laven die ganze Masse ein sehr gleichartiges Gepräge hat, in welchem nur sehr kleine Gespathe hervortreten, erscheint der Granit schon dem bloßen Auge aus drei wesentlich verschiedenen Bestandtheilen zusammengesetzt, welche oft große Gespathe bilden, nämlich aus Quarz, aus Feldspath und aus Glimmer*), und zwar bildet der Quarz 25 bis 40, der Feldspath 25 bis 50, der Glimmer 15 bis 35 Hundertel des Gewichts, oder im Mittel der Quarz bildet $32\frac{1}{2}$, der Feldspath $42\frac{1}{2}$, der Glimmer 25 Gewichtstheile. Von diesen besteht der Quarz aus reiner Kieselsäure ohne alle Bafen, der Feldspath zum Theile aus Orthoklas ($K^4Si^3O^8 + Al^4Si^3O^{24}$), zum Theile aus Oligoklas (NaO, CaO, KO, MgO) $^2Si^3O^8 + Al^4Si^3O^{18}$, und zwar kommen auf 39 Theile Orthoklas etwa 6 Theile Oligoklas; endlich der Glimmer besteht theils aus Kaliglimmer $RSiO^3 + \frac{1}{2}Al^4Si^3O^{12}$, theils aus Magnesiaglimmer $\frac{3}{6}R^2SiO^4 + R^4Si^3O^{12}$, wo in dem Glimmer aber auch noch Wasser krystallinisch enthalten ist. Der Porphyr ist ebenso wie der Granit zusammengesetzt.

Die Frage bleibt nur noch, wie diese spathigen Gesteine entstanden sind, ob auf feurigem oder auf wässrigem Wege. Es ist das große Verdienst Bischof's, bewiesen zu haben, dass diese Gesteine auf wässrigem Wege entstehen können, später hat er überdies den Beweis geführt, dass sie auf feurigem Wege nicht entstehen können. Der Beweis gründet sich in feinen wesentlichen Theilen auf folgende Thatfachen:

1. Es sind nicht nur der Granit und Porphyr gespathet oder krystallifert, sondern ebenso zeigen auch geschichtete Gesteine, welche ganz unzweifelhaft durch Wasser niedergeschlagen sind, spathiges Gefüge, z. B. der Gneis. Ebenso geht Granit ohne Weiteres in geschichtetes Gestein über.

2. In den Gesteinen mit spathigem Gefüge ist bereits eine Versteinerung, nämlich der Schwanzschild des Homalonotus, und

*) Quarz, frz. quartz, engl. quartz, böhm. kwarc ist eine Nebenform des Stammes Warze und bezeichnet die warzenartigen Hervorragungen des Quarzes im Granit. Warze, ahd. warza, agf. veart, vear, vearh ist daselbe Wort mit verruca Anhöhe, Warze und stammt vom Urverb var warm fein, schwellen, lit. ver-du, ksl. var-iti koche, goth. var-ms, nhd. warm und bezeichnet die Warze als etwas Hervortretendes.

Glimmer, af. glimo stammt mit dem Verb glimmen vom Urverb ghar ghir, ghil, ghli, sskr. ghar, gr. chlī-ō schmelzen, leuchten, lit. žer-iù, ksl. zr-ē-ti glänzen und bezeichnet das glänzende Gestein.

Feldspath bezeichnet das Gespath des Feldes.

zwar im Porphyr, nachgewiesen. Ein Thier konnte aber im Feuermeere nicht leben; es konnte nur in Schichten vergraben werden, welche durch Wasser gebildet sind.

3. Das gespathete Gestein enthält Ammoniak und Kohle und beweist also, dass Thiere und Pflanzen zur Zeit, als sich das Gestein gebildet hat, gelebt haben.

4. Der Glimmer des Granites und des Porphyr enthält Spathwasser, er kann also nur entstanden sein, als es bereits Wasser auf Erden gab, d. h. als die Erde unter 376° C. Wärme hatte. Auf feurig flüssigem Wege, zur Zeit, als es noch kein Wasser gab, kann auch Spathwasser nicht gebildet sein. Granit und Porphyr können also auf feurigem Wege nicht entstanden sein.

5. Der Granit hat drei verschiedene Bestandtheile: Quarz, Feldspath und Glimmer, deren Schmelzpunkte äußerst verschieden sind. Dennoch findet man, wie Vogt in seiner Geologie 1847 Bd. 2 S. 212 sich ausdrückt, sehr häufig ein Quarzgespath, welches auf der einen Seite in den Feldspath sich eingedrängt hat, während andererseits der letztere einen Eindruck im Quarzgespath erzeugte. Ebenso finden sich in den grobkörnigen Graniten, welche Schörle (Turmalin) enthalten, die Gespathe des Schörls, rund umgossen von Quarzmasse, welche so genau den Abklatsch des Schörles bildet, dass sogar die Risse und Spalten des letztern von Quarzmasse ausgefüllt sind. Offenbar war hier das Gespath des Schörls schon gebildet, ehe die Quarzmasse erstarrte, und doch bildet der Schörl eine weit schmelzbarere Masse als der Quarz, und hätte der letztere jedenfalls vor dem Schörle erkalten müssen. Vogt hat hiemit den unumstößlichen Beweis geliefert, dass der Granit nicht auf feurig flüssigem Wege gebildet sein kann, denn die Annahme einer Erstarrung, bei welcher die Körner des Quarzes viele Millionen Jahre sollen in weichem, halbflüssigem Zustande geblieben sein, ist eine ebenso unglückliche als unmögliche Annahme. — Es bleibt also für die Erklärung dieser Thatfachen wieder nur die Entstehung auf nassem Wege durch Wasser übrig.

6. Grose Gespathe, wie der Granit und wie namentlich einzelne Drusenräume im Granite sie zeigen, können feurig flüssig nie entstehen.

7. Ebenso wenig kann sich beim Erstarren aus dem feurig flüssigen Zustande jemals die freie Kieselsäure für sich niederschlagen, zumal auf Erden Basen im Ueberflusse vorhanden sind.

8. Daselbe Feuermeer kann nicht dicht neben einander die verschiedensten spathigen Gesteine aus demselben Meere gebildet

haben; dennoch finden wir dicht neben einander Granit und Porphyr, Diorit und Dolerit, Serpentin und Trachyt, Basalt und Lava.

9. Endlich ist noch nie ein geschmolzener Granit beobachtet. Aus den Feuerbergen wird stets nur Lava ausgeworfen, nie Granit. Schmilzt man aber den Granit durch Feuer und lässt ihn dann erkalten, so entsteht nicht wieder Granit, sondern ein Gestein, das, der Lava ähnlich im Gefüge, eine Sonderung der verschiedenen Theile nicht erkennen lässt.

10. Granit kann also nie durch das Feuermeer entstehen. Nachzuweisen bleibt nur noch, wie er denn eigentlich entsteht; dies wird im Folgenden geschehen.

Da der Granit und Porphyr durch Einwirkung des Wassers auf die Erdschale entstanden ist, so kann er nicht tiefer sein, als das Wasser in die Erde dringt. Das Wasser dringt aber, wie wir in no. 3 sahen, 20000 Meter tief in die Erde ein, während die feste Schale bereits 49500 Meter Dicke hat. Auf die Lavenschale der Erde kommen mithin 29500 Meter Dicke, auf die Granitschale und die Flöttschale, welche wir sofort werden kennen lernen, kommen zusammen 20000 Meter, auf die Granitschale allein 10000 Meter.

5. Die Flöttschale der Erde.

Die Schale der Erde besteht in ihren obersten Schichten aus Flötzen*), d. h. aus wagerecht abgelagerten Schichten, welche unzweifelhaft aus Wasser gebildet sind und zahlreiche Versteinerungen an Pflanzen und Thieren enthalten. Die Ueberreste dieser Pflanzen und Thiere erscheinen in den Schichten als mehr oder minder reicher Gehalt an Kohle. Im Thonschiefer bildet dieselbe 0,3 bis 8,65 % des Raumes, ähnlich ist der Gehalt der jüngern Schichten. Man greift mithin nicht zu hoch, wenn man bei den vom Wasser getränkten geschichteten Gesteinen den mittlern Gehalt an Kohle auf zwei bis drei Tausendtel des Raumes annimmt. Da nun gegenwärtig die geschichteten Gesteine 10000 Meter Dicke erreichen, so beträgt der Kohlengehalt der Schichten 20 bis 30 Meter Kohle, d. h. soviel, dass dadurch die ganze Erde 24 Meter hoch mit Kohle vom Raumgewichte 1,25 bedeckt sein würde.

Die Schichten der Flöttschale besitzen, soviel man durch

*) Flötz, ahd. flazzi, isl. flatr, ndf. flot bezeichnet eine wagerechte, ebene Erd- oder Steinschicht und stammt vom Urverb plu schwimmen, fliesen, sskr. plu, gr. plý-nō, plév-ō, lat. plu-it es regnet, lit. pláu-ju, agf. flov-an fliesen, ahd. flaw-ja, dann erweitert ahd. vlozan, nhd. fliesen, floss, geflossen.

Messung und Schätzung ersehen kann, eine mittlere Tiefe von 10000 Metern mit einem mittlern Raumgewichte von 2,7, doch muss dabei bemerkt werden, dass diese Angabe noch keine wissenschaftliche Sicherheit hat. Die Schichten der Flötzschale bestehen dabei aus zwei wesentlich verschiedenen Gesteinen, aus Trümmergesteinen und Kohlenläuregesteinen. Von diesen sind die Trümmergesteine aus Trümmern des Granites, Porphyrs oder eines andern Urgesteines gebildet und zeigen in ihren Bruchstücken noch deutlich diesen Ursprung. Sie bilden etwa $\frac{2}{3}$ der Flötzschale oder 6667 Meter Dicke mit einem mittlern Raumgewichte von 2,7.

Die Kohlenläuregesteine dagegen bestehen aus kohlenlauren Salzen, vorwiegend aus kohlenlaurem Kalk, sie bilden nach Bischofs Schätzung in seiner Geologie $\frac{1}{3}$ der Flötzschale oder 3333 Meter mittlerer Dicke mit dem mittlern Raumgewichte 2,7 oder 3103 Meter Dicke bei dem Raumgewichte 2,9. Die Kohlenläure bildet im Mittel 44 Hundertel ihres Gewichtes*). Diese Kohlenläuregesteine sind ebenfalls unzweifelhaft durch Wasser gebildet, das beweisen einerseits die zahlreichen Versteinerungen und Thiergehäufte in denselben (die jüngeren Schichten, wie Jura, Kreide, bestehen fast nur aus Thiergehäufen), das ergibt sich auch daraus, dass die kohlenlauren Gesteine in der Hitze sofort ihre Kohlenläure entweichen lassen und die Bafen ohne Kohlenläure zurücklassen. Die Vulcanisten haben dies auch sämmtlich zugestanden. Nur den Marmor, d. h. den spathig gebildeten kohlenlauren Kalk, wollen sie durch Erstarren feurig flüssigen Gesteines erklären. Freilich lässt auch der Marmor beim Erhitzen seine Kohlenläure fahren, nur unter starkem Drucke kann er die Kohlenläure behalten. Die Vulcanisten nehmen also einen solchen Druck an, um die Entstehung des Marmors auf feurigem Wege möglich zu machen. Aber nach der eignen Ansicht der Vulcanisten soll sich unter dem geschmolzenen Marmor ein Meer geschmolzenen Granites mit freier Kiesellläure befunden haben. In der Hitze nun treibt Kiesellläure die Kohlenläure stets aus, auch unter dem heftigsten Drucke und bildet kiesellaure Kalkerde oder sogenannten todtebrannten Kalk.

*) Unter den kohlenlauren Salzen bildet der kohlenlaure Kalk die Hauptmasse. Sein Korbgewicht ist 50. Von den andern kohlenlauren Salzen bilden nur noch der kohlenlaure Talk und das kohlenlaure Eisenoxydul bedeutende Lager, das Korbgewicht des erstern ist 42, das des letztern 58, das Mittel beider also 50. Man kann daher allgemein 50 als das Korbgewicht der kohlenlauren Salze setzen, und kommen dann auf die Base 28, auf die Kohlenläure 22 Theile.

Der Marmor kann sich also nicht auf feurigem Wege gebildet haben. Auch zeigen weder die Himmelssteine, noch die aus Feuerbergen ausgeworfenen Kratergesteine je Marmor. Auch der Marmor kann demnach nicht feurig flüssig entstanden sein. Wir werden im Folgenden die Art, wie er entstanden ist und die Bedingungen, unter denen er entstehen muss, kennen lernen.

6. Das Wassermeer der Erde.

Auf der festen Schale der Erde lagert nun das Wassermeer der Erde. Die Tiefe desselben beträgt, wie wir in no. 3 sahen, im Mittel der ganzen Erde 2400 Meter mit dem Raumgewichte 1. Von diesem Wasser kommen auf die Erdspalten 800 Meter, auf das eigentliche Meer im Mittel der ganzen Erde 1600 Meter, oder für das Meer allein, wenn man beachtet, dass das Festland kein Meereswasser auser den Spalten enthält, 2200 Meter Tiefe. Im chemisch reinen Wasser sind $\frac{1}{8}$ Wasserstoff und $\frac{8}{9}$ Gewichtstheile Sauerstoff enthalten.

Das Meereswasser ist aber nicht chemisch rein. Es enthält gelöste Salze, welche etwa $3\frac{1}{2}$ Hundertel der Masse bilden. Nach den ausgezeichneten Zerlegungen von Bibra Ann. d. Chem. u. Pharm. 77, 90 sind in 10000 Theilen Meerwasser im Mittel enthalten:*)

Reines Wasser	9647	Theile	
Summe der Salze	353	-	oder 100 Theile
Chlornatrium	267,53	Theile	75,78 Theile
Chlormagnesium	32,34	-	9,16 -
Chlorkalium	12,32	-	3,66 -
Bromnatrium	4,17	-	1,18 -
Schwefelsaurer Kalk	16,40	-	4,82 -
Schwefelsaure Magnesia	19,77	-	5,80 -
Summa	353,00	Theile	100,00 Theile.

7. Das Luftmeer der Erde.

Ueber der ganzen Erde wogt endlich das Luftmeer der Erde mit dem Drucke einer Luftfäule oder einer Wasserfäule von $10\frac{1}{3}$ Meter Wasser. Dieses Luftmeer enthält:

*) Nach Forchhammer über die Bestandtheile des Meerwassers beträgt die Summe der Salze 343,04 und macht davon das Chlor 189,45, die Schwefelsäure 22,53, die Magnesia 20,86, der Kalk 5,61 Theile aus. Auser obigen Bestandtheilen sind im Meere Spuren von kohlenfauren Kalk- und Talksalzen, von Chlorkalium, Jodnatrium und Bromkalk enthalten.

Stickstoff	. 76, ₃₂₇₈₇₆₀	Gewichthundertel,	77, ₃₈₈₀₄₈	Raumhundertel.
Sauerstoff	. 22, ₃₆₆₀₄₈₈	-	20, ₃₄₈₅₉₅	-
Wasserdunst	1, ₃₀₀₀₀₀₀	-	1, ₃₅₁₂₆₃	-
Kohlenäure	0, ₀₅₂₇₅₄	-	0, ₃₃₄₁₀₄	-

Summa 100,₃₀₀₀₀₀₀ Gewichthundertel, 100,₃₀₀₀₀₀ Raumhundertel, wobei allerdings der Gehalt des Luftmeeres an Wasserdunst sehr veränderlich und in der obigen Uebersicht nur der mittlere Dunstgehalt der Luft angegeben ist.

Das Luftmeer hat hiemit aber noch nicht seine Grenze erreicht. Die Luft dringt ein in das Wasser des Meeres. In 10000 Raumtheilen des Meereswassers der Oberfläche fand man (Comptes rendus 6, 616) 196 Raumtheile Luft, und zwar 158 Raumtheile Stickstoff, 14 Raumtheile Sauerstoff und 24 Raumtheile Kohlenäure. Die Luft im Meereswasser ist also viel reicher an Kohlenäure als die im Luftmeere. Ebenso ist auch die Luft im Regenwasser viel reicher an Kohlenäure als die im Luftmeere. Nach Baumert (Ann. Ch. Ph. 88, 17) enthält das Regenwasser bei 19° C. auf 33,₇₆ Sauerstoff, 64,₃₁₇ Stickstoff 1,₇₇ Raumtheile Kohlenäure.

Stellen wir hienach die Ergebnisse unserer Untersuchung über die Schichten der Erde zusammen, so erhalten wir folgende Uebersicht, wobei wir bemerken, dass für das Erzmeer das Raumgewicht des Himmelseisens zu Grunde gelegt ist.

Uebersicht des Gewichtes der Erdtheile.

In Taufendeln der Erde. In Trillionen Tonnen.

1. Erzmeer	804, ₃₈₂₆₆	4949, ₃₅₆₀₀
2. Lavenmeer	183, ₃₇₃₂₂	1129, ₃₉₂₅₅
3. Lavenschale	6, ₃₇₈₆₂	41, ₃₇₃₄₂
4. Granitschale	2, ₃₂₂₄₁	13, ₃₆₇₇₆
5. Trümmergesteine	1, ₃₄₈₇₅	9, ₃₁₄₈₃
6. Kohlenäuregesteine	0, ₃₇₄₃₈	4, ₃₅₇₄₁
7. Wassermeer	0, ₃₁₉₈₇	1, ₃₂₂₁₉
8. Luftmeer	0, ₃₀₀₀₉	0, ₃₀₀₅₄

Summa 1000,₃₀₀₀₀ 6149,₃₈₄₇₀.

Legen wir ferner für das Lavenmeer und die Lavenschale die Zusammenfetzung zu Grunde, welche wir oben ermittelt haben, und nehmen wir einmal an, was wir unten beweifen werden, dass die Granitschale und die Trümmergesteine nebst den Basen der Kohlenäuregesteine und den Salzen des Wassermeeres aus der Meereslava gebildet sei und daher dem Gewichte nach zu den Stoffen der Lava gerechnet werden könne, so ergibt sich die fol-

gende Zusammenfetzung der Erde, wobei aber bemerkt werden möge, dass diese Zahlen nur erste Annäherungen darstellen, und dass im Erzmeere der Erde der Eifengehalt ebenso hoch angenommen ist, wie im Himmelseifen.

	Taufendtel der Erde.	Trillionen Tonnen.
I. Erze: Eifen	742 ₁₇₉₄₁	4568 ₁₁₉₈₄
Mangan	0 ₂₇₂₅	1 ₂₆₇₅₆
Andere Erze	80 ₄₈₂₇	494 ₂₉₅₆₀
Summa	828₂₅₄₉₃	5064₂₈₃₀₂
II. Bilder: Sauerstoff	83 ₂₉₀₂₃	515 ₂₈₆₁₅
Wasserstoff	0 ₂₀₂₂₁	0 ₂₁₃₅₈
Kohle	0 ₂₀₉₁₈	0 ₂₅₆₄₁
Stickstoff	0 ₂₀₀₀₇	0 ₂₀₀₄₂
Summa	84₂₀₁₆₉	516₂₅₆₅₆
III. Kiese: Kiesel	42 ₂₈₀₀₇	263 ₂₂₁₈₄
Summa	42₂₈₀₀₇	263₂₂₁₈₄
IV. Griese: Thon (Aluminium)	19 ₂₅₉₉₉	120 ₂₅₃₇₀
Kalk (Calcium)	12 ₂₂₈₁₇	75 ₂₅₃₀₂
Talk (Magnesium)	4 ₂₆₉₁₀	28 ₂₈₄₇₅
Natrium	6 ₂₃₀₆₄	38 ₂₇₈₂₅
Kalium	6 ₂₂₀₉₁	38 ₂₁₈₄₀
Summa	49₂₀₈₈₁	301₂₆₈₂₂
Sonst	0₂₅₄₅₀	3₂₃₅₁₆
Gefammt 1000	1000₂₀₀₀₀	6149₂₈₄₇₀

Alle Angaben dieser Nummer sind, soweit nicht ausdrücklich ein anderes bemerkt ist, durchaus sicher und auf genaue wissenschaftliche Messungen und Untersuchungen gegründet.

Anm. 1. Berechnung des Gewichtes der Erdtheile.

Sei r_1 der Halbmesser der äusern, r_2 der Halbmesser der innern Grenze einer Schicht und R der Halbmesser der Erde. Sei ferner e das Raumbgewicht der Schicht und E das der Erde, so ist das Gewicht der Schicht g in Taufendteln des Erdgewichtes

$$g = \frac{e(r_1^3 - r_2^3) \times 1000}{ER^3}$$

Nun ist $E = 5,68$, $R = 6376466$ Meter. Ferner ist fürs Luftmeer $r_2 = 6376466\frac{1}{3}$, fürs Wassermeer $r_2 = 6376456$, für die Flötzschalce $r_2 = 6374056$, für die Granitschalce $r_2 = 6364056$, für die Lavenschale $r_2 = 6354056$, fürs Lavenmeer $r_2 = 6324556$, fürs Erzmeer $r_2 = 5394460$. Ferner ist fürs Wassermeer $e = 1$,

für die Flötzschale und Granitschale $e = 2,7$, für die Lavenschale und das Lavenmeer $e = 2,81$, für das Erzmeer $e = 7,55$.

Das Gewicht der ganzen Erde ist 6149,847 Trillionen Tonnen.

Anm. 2. Berechnung des Antheils der einzelnen Stoffe an der Erde.

Im Erze des Himmelseisens bildet das Eifen im Mittel 89,86 % des Erzes oder rund 90 %, diese Zahl legen wir beim Erzmeere der Erde zu Grunde und rechnen die andern 10 % auf andre Erze, dann erhalten wir 724,3428 %₀₀ Eifen und 80,4827 %₀₀ andre Erze. Zu dem Eifen kommen dann noch 18,4503 %₀₀ aus den andern Schichten, wie unten die Berechnung ergibt.

Die ganze Masse des Lavenmeeres und der Lavenschale besteht aus Meereslava. Die Masse der Granitschale und der Flötzschale ist gleichfalls aus Lava durch Einwirkung von Kohlenfäure entstanden; man erhält die Lava für diese Schichten, wenn man die Kohlenfäure der Kohlenfäuregesteine und die Kohle der ganzen Schichten abzieht.

Es sind aber in den Schichten, wie wir oben sahen, 24 Meter Kohle vom Raumgewichte 1,25, d. h. im Ganzen 0,0025 Tausendtel der Erde oder 0,0152 Trillionen Tonnen Kohlen enthalten. Diese Kohle ist nicht ursprünglich gewesen, sie ist aus Kohlenfäure entstanden, welche später ihren Sauerstoff zur Oxydation der Steine gegeben hat. Die 0,0025 %₀₀ Kohle haben 0,0057 %₀₀ O oder in Trillionen Tonnen, die 0,0152 C haben 0,0405 O freigegeben, welche beim Sauerstoffe in Rechnung gestellt werden müssen, nach Abzug von 0,0002 O, welche im Luftkreise der Erde geblieben sind. Die Kohlenfäuregesteine enthalten 44 %₀ des Gewichtes Kohlenfäure, d. h. 0,3273 Tausendtel der Erde oder 2,0126 Trillionen Tonnen. Zieht man diese von der Masse der Granitschale und der Flötzschale ab, so bleiben für dieselben 4,1191 Tausendtel der Erde oder 25,3329 Trillionen Tonnen Lava, im Ganzen also in allen Schichten der Erde 194,6375 Tausendtel der Erde oder 1196,9926 Trillionen Tonnen Lava übrig. Für diese Lava fanden wir oben die folgende Zusammensetzung, aus welcher sich die einzelnen Stoffe leicht berechnen:

	Hun- dertel.	O.	Grund- stoff	Grundstoff	
				in Tau- sendteln.	in Trillionen Tonnen.
SiO ²	47,11	25,12	21,99	42,8007	263,2184
Al ² O ³	18,89	8,82	10,07	19,5999	120,5370
Fe ² O ³	2,73	0,82	1,91	3,7176	22,8625
FeO	9,75	2,17	7,58	14,7326	90,7319
MnO	0,18	0,04	0,14	0,2725	1,6758
MgO	4,02	1,61	2,41	4,6910	28,8475
CaO	8,94	2,53	6,31	12,2817	75,5302
Na ² O	4,36	1,12	3,24	6,3064	38,7825
K ² O	3,84	0,65	3,19	6,2091	38,1840
Sonst	0,28	—	0,28	0,5450	3,3516
	100,00	42,88	57,12		
		Dazu Sauerstoff		83,4810	513,2716
		Summa		194,6375	1196,9926

In der Kohlenfäure sind $\frac{8}{11}$ O und $\frac{3}{11}$ C, darnach ergibt sich 0,2380 %₀₀ O und 0,0683 %₀₀ C, oder in Trillionen Tonnen 1,4637 O und 0,5489 C. Im Meeres-

wasser ist $\frac{1}{9}$ H und $\frac{8}{9}$ O, darnach ergeben sich $0,0221 \frac{\%}{100}$ H und $0,1768 \frac{\%}{100}$ O, oder in Trillionen Tonnen $0,1358$ H und $1,0861$ O. Im Luftmeere endlich sind 23% O und 77% N, darnach ergeben sich $0,0002 \frac{\%}{100}$ O und $0,0007 \frac{\%}{100}$ N, oder in Trillionen Tonnen $0,0012$ O und $0,0042$ N. Hieraus endlich ergeben sich die Zahlen der Nummer.

6. Die Abkühlungsgesetze der Erde.

Die Erde ist nicht immer in dem Zustande gewesen, in welchem wir sie heute finden. Zahlreiche Thatfachen beweisen, dass die Wärme auf der Oberfläche der Erde früher eine viel höhere war, als die heutige. In Sibirien, wo jetzt der Boden in der Tiefe bleibend gefroren ist, weideten zur Zeit der Mammuth zahlreiche Heerden vorweltlicher Elephanten. Die Elfenbein-Zähne und die Knochen liegen noch jetzt im sibirischen Boden vielfach vergraben. In Deutschland, wo jetzt eine mittlere Wärme von 8° C. herrscht, bauten einst Korallen, welche nur in Gegenden von mindestens 22° C. bauen können, das Juragebirge, und war also auch hier die Wärme in der Vorzeit viel gröser. In noch früherer Zeit sind Farnbäume und Palmen, welche jetzt nur den Tropen angehören, in den nördlichsten Ländern der Erde gewachsen und haben hier mächtige Kohlenlager gebildet. Die Erde hat also früher eine höhere Wärme gehabt, als gegenwärtig.

Dringen wir tiefer in die Erde ein, so begegnen wir auch hier einer höheren Wärme. Die Wärme nimmt auf je 100 Meter Tiefe um 3° C. zu, sie ist, wie wir in no. 3 sahen, in 49500 Meter Tiefe 1500° C. warm, die Lava ist dort noch feurig flüssig, die ganze Erde ist in jener Tiefe noch ein Lavenmeer, auf welchem die Erdschale nur schwimmt. Die Erdschale aber ist, soweit sie nicht durch Wasser umgestaltet ist, aus spathigem Gesteine gebildet, welches, wie das spathige Gefüge beweist, einst feurig flüssig war und später erstarrte. Die ganze Erde hat mithin in früher Vorzeit eine Wärme gehabt, wo sie feurig flüssig war und an ihrer Oberfläche über 1500° C. herrschte. Alle Geologen erkennen dies ohne Ausnahme jetzt an.

Die Geschichte der Sterne beweist überdies, dass die Erde früher noch grössere Hitze besessen hat, dass sie einst feurig luftig gewesen ist, dass sie einst dem gewaltigen Luftmeere der Sonne angehört hat, welches in jener Zeit von der Sonne bis zur Erdbahn reichte. Die Geschichte der Sterne beweist, dass alle Sterne von der Gröse der Sonne noch heute feurig flüssig, dass die bedeutend grössern Sterne noch heute feurig luftig sind und dass nur die

kleinen Sterne, wie die Erde, schon eine feste Schale erhalten haben. Die Anmerkung giebt einen kurzen Ueberblick der in der Sternlehre gewonnenen Sätze, soweit sie für die Erde Geltung haben*).

*) Die Sternzeit der Erde.

Im Anfange der Sterngeschichte bildet die Sonne einen gewaltigen Luftstern, der im langsamem Laufe um seine kleine Achse kreift. Ueber 1242 Millionen Meilen beträgt zu dieser Zeit die grose Achse der Sonne, in langsamem Laufe, in 60126 Tagen vollendet sie einmal die Umdrehung um ihre kleine Achse. Aber nun kühlt die Sonne sich ab, zieht sich zusammen, kreift deshalb schneller und schneller um ihre Achse, bis zuletzt in dem gewaltigen Luftmeere der Schwung oder die Centrifuge der äusersten und am schnellsten kreifenden Theilchen der Anziehungskraft der Sonne gleich wird und die äusersten Lufttheilchen, wenn sich die innere Masse noch weiter zusammenzieht, als freier Ring um die Sonne schweben. Luftring auf Luftring löst sich in dieser Weise von der Sonne ab, der Druck der Luft wird dadurch im Innern der Sonnenmasse geringer, die Luft dehnt sich aus, strömt hinaus in die frei schwebenden Ringe und vermehrt ihre Masse, verlangsamte ihren Lauf.

Zur Zeit, als die Erdringe sich von der Sonne lösten, kreihte die Sonne bereits in 365,256 Tagen einmal um ihre kleine Achse, während die grose Achse nur noch 41 Millionen Meilen gros war. Nun lösten sich die Erdringe von der Sonnenlinse und kreihten fort und fort in 20'682000 Meilen Entfernung von der Mitte der Sonne, in 365,256 Tagen einmal den Kreislauf um die Sonne vollendend. Zuerst noch strömten von innen die Luftmassen ein in die Ringe, dann aber, seit die Ringe der Venus sich zu lösen begannen, hörte dies Zuströmen auf. Die Erdringe enthielten um diese Zeit bereits sämmtliche Stoffe, welche die Erde noch heute trägt, ausser den geringen Massen, welche Sternschnuppen, Schweifsterne und Himmelssteine hinzugeführt haben, ist keine Masse später zur Erde hinzugekommen, noch von der Erde weggenommen. Die Ueberlicht in no. 5 zeigt uns also das Verhältnis der Stoffe auf der Erde auch schon für diesen Zeitabschnitt.

Die Ringe der Erde kühlen sich nun gleichfalls ab, und da sie der Mitte der Sonne sich nicht nähern können, so entsteht in den Ringen eine Spannung, sie springen und fliessen nun zu einer Luftlinse, der Erde als Luftstern, zusammen. In derselben Zeit und in derselben Bahn, in welcher die Erde noch heute kreift, kreift dieser Luftstern schon zur Zeit seiner Entstehung um die Sonne; aber noch dreht sich der Luftstern nicht um seine Achse, noch füllt der Luftstern ungemessene Räume, zählt seine grose Achse Millionen von Meilen.

Aber auch der Luftstern der Erde kühlt sich weiter und weiter ab, wird dadurch kleiner und kleiner und beginnt allmählig um seine Achse sich zu drehen. Denn da alle Theile des Luftsternes in gleicher Zeit um die Sonne kreifen, so haben die der Sonne nächsten Theile der Erde eine geringere Schnelligkeit als die mittlern, und die fernsten eine grössere. Wird nun der Luftstern der Erde kleiner, d. h. nähern sich alle Theile dem Mittelpunkt der Erde, so werden die innern Theile zurückbleiben, die äusern voraneilen: die Erde beginnt sich rechtläufig um ihre Achse zu drehen.

Die Erdgeschichte selbst kann sich mit diesen frühesten Zuständen der Erde nicht beschäftigen, sie muss wegen der Einzelheiten und wegen der Beweise auf die Sternlehre verweisen.

Auch die Zeit, da die Erde noch feurig flüssig war, wie die Sonne, und also einen Fixstern bildete, der weithin sein Licht entlandte, gehört der Urzeit an, mit welcher sich die Geschichte der Erde nicht beschäftigt. Erst mit dem Zeitpunkte, da die Wärme der Erde 1500° C. erreichte und eine feste Schale erhielt, beginnt die eigentliche Geschichte der Erde. Letztere untersucht

Zuerst, so lange die Zusammenziehung der Erde nur gering ist, bleibt auch diese Umdrehung nur langsam, bald jedoch nimmt die Schnelligkeit zu und wird so bedeutend, dass abermals der Schwung der äussersten Lufttheilchen der Anziehungskraft der Erde gleich wird. Lufttringe lösen sich und bilden bei ihrem späteren Zerspringen den Begleiter der Erde, den Mond.

Die Erde dreht sich um diese Zeit bereits in 27,³²¹⁶⁶¹ Tagen um ihre kleine Achse, die grosse Achse derselben misst nur noch 103600 Meilen. Aber auch diese Grösse ist mit der jetzigen Erde verglichen noch erstaunenswerth. Nehmen wir auch die kleine Achse der luftförmigen Erde $\frac{1}{3}$ so klein als die grosse an, so ist der Rauminhalt der Erde um diese Zeit doch immer noch 24749 mal so gross als jetzt, oder die Dichte der Luft, aus welcher die Erde in dem ersten Zeitraume bestand, nur 0,¹⁶⁹¹⁹⁸ mal so dicht als die jetzige Luft der Erde.

Bei weiterer Abkühlung der Erde schlugen sich in dieser Luftlinse zuerst diejenigen Stoffe nieder, welche die höchsten Siedepunkte besitzen, d. h. die Erze. Die Erze bilden um diese Zeit im Mittelpunkte der Luftlinse eine tropfbar flüssige Kugel. Die raumschwersten Stoffe sinken nach unten, über denselben lagern sich die raumleichtern je nach ihrem geringern Raumbewichte, die leichtesten bilden die Oberfläche der flüssigen Kugel, um welche ein gewaltiges Luftmeer wogt. Wiederum schlugen sich aus der Luftlinse neue und neue Stoffe nieder, vermehren die Masse der feurig flüssigen Erdkugel und senken sich durch alle die Schichten der Erdkugel, welche raumleichter sind als sie.

Die Erde bietet in diesem Zeitabschnitte denselben Eindruck, welchen heute die Sonne und die Fixsterne bieten; sie ist eine feurig flüssige Kugel, welche weithin Wärme und Lichtstrahlen sendet. Ein gewaltiges Luftmeer von mehr als 600 Luftfäulen (Atmosphären) Druck umgibt diese feurig flüssige Kugel und hindert das Licht hindurchzudringen, so dass die Erde bei klarem Himmel nur wenig leuchtet. Grosse Wolken schwimmen in diesem Luftmeere von feurig flüssigem Gesteine und bilden um die Erdkugel eine weithin leuchtende Lichthülle (Photosphäre), zwischen denen die wolkenfreien Stellen der Erde wie dunkle Erdflecke mit Höfen und Adern genau wie bei der Sonne erscheinen. Nachdem die Erze sich niedergeschlagen haben, beginnen demnächst auch die andern Stoffe sich niederschlagen. Ueber dem feurig flüssigen Erzmeere beginnt ein feurig flüssiges Lavenmeer zu fliessen, und über diesem endlich wogt ein grosses Luftmeer, welches beispielsweise alles Wasser und alle Kohlenäure der Erde enthält.

die Gesetze der Abkühlung der Erde und steigt mit der Erde von Stufe zu Stufe bis zur jetzigen Wärme der Erdoberfläche von 15° C. herab.

Die Gesetze der Abkühlung der Erde sind zuerst vom Professor Gustav Bischof in Bonn wissenschaftlich untersucht und in seiner Wärmelehre 1837 veröffentlicht, sie bilden auch heute noch die wissenschaftliche Grundlage aller Berechnungen auf dem Gebiete der Erdgeschichte. Bischof legte seinen Berechnungen drei Basaltkugeln von $711_{,4}$ mm., $627_{,5}$ mm. und $245_{,5}$ mm. Durchmesser zu Grunde. Er gewann dieselben, indem er geschmolzenen Basalt in Thonformen goss, diese Formen entfernte, sobald die Kugeln hinreichend abgekühlt waren, um fest zu sein, und nun die Abkühlungen beobachtete. Die genauen Beobachtungen mit Wärmemessern begannen, als die Kugeln 288° C. hatten. Die gewonnenen Gesetze sind folgende.

1. Für grose Kugeln gilt das Newton'sche Gesetz, dass nämlich im leeren Raume die Abkühlung gleicher Kugeln in gleicher Zeit sich verhält wie der Wärmegrad derselben.
2. Die Abkühlung zweier Kugeln von gleichem Stoffe, gleicher Dichte und gleichem Wärmegrade verhält sich im leeren Raume umgekehrt wie der Durchmesser derselben.
3. Eine Basaltkugel von $627_{,5}$ mm. Durchmesser gebraucht, um sich von 288° C. bis auf $0_{,01}$ $^{\circ}$ C. über dem Wärmegrade der Umgebung abzukühlen, einen Zeitraum von $6_{,5}$ Tagen.
4. Die Erde gebraucht, wenn man von den Einwirkungen der Sonne und von der schnellen Wärmeleitung der Feuermeere der Erde abieht, zu der gleichen Abkühlung einen Zeitraum von 353 Millionen Jahren.

Es ergeben sich aus diesen Gesetzen leicht die Formeln, nach denen man die Abkühlung der Erde berechnen kann. Die Anmerkungen geben die Formeln, nach denen die Abkühlungszeiten für die Erde in diesem Werke berechnet sind. Freilich sind die erhaltenen Werthe nur erste Annäherungswerthe, da der Einfluss der Sonne bei ihnen auser Anfatz geblieben ist, immer aber sind die gewonnenen Zahlen auch so schon von grossem Werthe, und ist eine wissenschaftliche Erdgeschichte ohne Berücksichtigung derselben unmöglich.

Zweierlei ergibt sich aus diesen Formeln:

1. dass zur Abkühlung der Erde sehr bedeutende Zeiträume erforderlich sind,
2. dass der Wärmegrad der Erde jetzt nahe ein fester ist.

Die Erde bedarf jetzt, auch wenn man von der Einwirkung der Sonne abieht, zur Abkühlung um 1° C. einen Zeitraum von 461465 Jahren. Eine gleiche Langsamkeit der Abkühlung der Erde folgt aus der Vergleichung der Mondbewegung mit der Tageslänge. Der grose Astronom Laplace hat nämlich aus dieser Vergleichung bewiesen, dass seit den Zeiten des Hipparchos, der 150 Jahre vor Chr. lebte, d. h. seit 2000 Jahren, der Tag nicht um $\frac{1}{100}$ Sekunde kürzer geworden ist. Wäre aber die Erde um $1,25^{\circ}$ C. kälter geworden, und hätte sie auch nur die Ausdehnung des Glases, so müsste sie sich um ein $\frac{1}{100000}$ ihres Durchmessers zusammengezogen haben, und da jeder Körper, sobald er kleiner wird, sich schneller dreht, so müsste die Umdrehung um $\frac{1}{50000}$ schneller, d. h. der Tag, der 86400 Sekunden enthält, um $1,728$ Sekunden kürzer geworden sein. Da nun der Tag in 2000 Jahren noch nicht um $\frac{1}{100}$ Sekunde kürzer geworden ist, so kann die Erde in dieser Zeit nicht um $\frac{1,25}{172}^{\circ}$ C., d. h. nicht um $\frac{1}{137}^{\circ}$ C. kälter geworden sein. Die Erde ist also in ihrer gesammten Masse und ebenso an ihrer Oberfläche nicht um $\frac{1}{137}^{\circ}$ C. kälter geworden.

Freilich ist der Beweis in der vorliegenden Form nicht ganz bindend. Die Erde ist nämlich im Innern eine flüssige Kugel, welche einen ganz festen Wärmegrad besitzt. Jeder Wärmeverlust dieses flüssigen Kernes wird nicht eine Verminderung des Wärmegrades, sondern nur ein Festwerden der flüssigen Masse bewirken, die Schale wird dicker. Mag also auch der flüssige Kern beliebig Wärme an die feste Schale abgeben, so lange er flüssig bleibt, behält er seinen Wärmegrad und seine Ausdehnung, zieht sich nicht zusammen. Ebenso wenig aber nehmen diejenigen Theile, welche fest werden, bei diesem Erstarren einen kleineren Raum ein (denn sonst müssten sie in der geschmolzenen Masse untersinken), vielmehr wird ihre Zusammenziehung durch leere Räume vollkommen ersetzt. Nur die Zusammenziehung der bereits festen Schale kann eine Verkleinerung der Erde hervorbringen, und da jene nur $\frac{1}{22}$ der Raumes beträgt, so scheint dieselbe ohne Einfluss zu sein.

Indessen darf doch andererseits nicht unbeachtet bleiben, dass auch der mittlere Wärmegrad dieser Schale von 757° C. ein sehr viel höherer ist als der der Oberfläche von 15° C. oder von 75° über dem Wärmegrade des Weltraumes, nämlich das elffache von diesem. Da nun die Abkühlung sich verhält wie der Wärmegrad selbst, so wird auch diese Abnahme im Innern viel stärker sein als an der Oberfläche. Setzen wir einmal für das Innere dasselbe

Abkühlungsgesetz wie für die Oberfläche, so wäre sie, da der Wärmegrad der elffache ist, auch 11 mal so gros als an der Oberfläche, d. h. es würde sich die Schale der Erde bei der Abkühlung der Oberfläche um 1° C. um das elffache zusammenziehen, und da sie $\frac{1}{22}$ der Erde ist, halb soviel zusammenziehen, als wenn sich die ganze Erde um 1° C. abkühlte.

Berechnet man hienach, wie lange die Erde gebrauchen würde, um sich um 1° C. abzukühlen, so ergibt sich, dass dieselbe in 276940 Jahren noch nicht um 1° C. kühler werden kann.

Berechnen wir nach den Gesetzen der Anmerkung die Zeiten, welche die Erde zur Abkühlung gebraucht, so erhalten wir die folgende Tafel:

Wärme der Erdoberfläche.	Jahre seit Anfang der Schalenbildung.	Abkühlung um 1° C. in Jahren.	Wärme der Erdoberfläche.	Jahre seit Anfang der Schalenbildung.	Abkühlung um 1° C. in Jahren.
1500° C.	0	22775	180° C.	64'349230	149565
1400° C.	2'277530	24392	160° C.	67'340520	163840
1300° C.	4'716730	26256	140° C.	70'617120	181114
1200° C.	7'342300	28428	120° C.	74'239400	202451
1100° C.	10'185130	30992	100° C.	78'288420	218284
1000° C.	13'284320	34066	95° C.	79'379840	225460
900° C.	16'690900	37816	90° C.	80'507140	233092
800° C.	20'472530	42496	85° C.	81'672600	241280
700° C.	24'722160	48501	80° C.	82'879000	250156
600° C.	29'572190	56484	75° C.	84'129780	259396
500° C.	35'220640	67618	70° C.	85'426760	269648
400° C.	41'982400	76776	65° C.	86'775000	280680
376° C.	43'825040	80349	60° C.	88'178400	292628
360° C.	45'110630	83865	55° C.	89'641540	305628
340° C.	46'787940	88169	50° C.	91'169680	319864
320° C.	48'551320	92937	45° C.	92'769000	335458
300° C.	50'410070	98251	40° C.	94'446290	352675
280° C.	52'375090	104207	35° C.	96'209666	371747
260° C.	54'459230	110936	30° C.	98'068400	393000
240° C.	56'677950	118593	25° C.	100'033400	416840
220° C.	59'049810	127385	20° C.	102'117600	443740
200° C.	61'597520	137585	15° C.	104'336300	

Alle Sätze dieser Nummer sind als erste Annäherungen sicher und auf genaue wissenschaftliche Untersuchungen gegründet.

Anm. 1. Die Abnahme des Wärmegrades.

Bezeichne $t_0, t_1, t_2 \dots t_n$ die Wärmegrade einer Kugel zur Zeit 0, 1, 2...n, und bezeichne $v_0, v_1, v_2 \dots v_n$ die jenen Wärmegraden entsprechenden Abkühlungen der Kugel von dem Durchmesser Eins in der Zeiteinheit, so ist nach dem ersten Gesetze von Bischof

$$t_0 : t_n = v_0 : v_n, \text{ d. h. } v_n = t_n \cdot \frac{v_0}{t_0}$$

ferner ist aber

$$t_1 = t_0 - v_0 = t_0 \left(\frac{t_0 - v_0}{t_0} \right) \text{ und } v_1 = t_1 \frac{v_0}{t_0} = v_0 \left(\frac{t_0 - v_0}{t_0} \right),$$

mithin

$$\begin{aligned} t_2 &= t_1 - v_1 = (t_0 - v_0) \left(\frac{t_0 - v_0}{t_0} \right) \\ &= t_0 \left(\frac{t_0 - v_0}{t_0} \right)^2 \quad v_2 = v_0 \left(\frac{t_0 - v_0}{t_0} \right)^2, \end{aligned}$$

mithin

$$t_n = t_0 \left(\frac{t_0 - v_0}{t_0} \right)^n \quad v_n = v_0 \left(\frac{t_0 - v_0}{t_0} \right)^n,$$

oder

$$t_n = t_0 \left(1 - \frac{v_0}{t_0} \right)^n \quad v_n = v_0 \left(1 - \frac{v_0}{t_0} \right)^n,$$

d. h. die Wärmegrade nehmen in der Höhenreihe (geometrischen Reihe) ab, wenn die Zeiten in der Zahlenreihe (arithmetischen Reihe) zunehmen.

Bezeichne ferner $T_0, T_1 \dots T_n$ und $V_0, V_1 \dots V_n$ die entsprechenden Größen für eine Kugel von dem Durchmesser D und sei $T_0 = t_0$, so ist nach dem zweiten Bischofschen Gesetze

$$\frac{V_0}{v_0} = \frac{1}{D}, \text{ d. h. } V_0 = \frac{v_0}{D}$$

und

$$T_n = T_0 \left(1 - \frac{V_0}{T_0} \right)^n = t_0 \left(1 - \frac{v_0}{t_0 D} \right)^n \quad V_n = \frac{v_0}{D} \left(1 - \frac{v_0}{t_0 D} \right)^n.$$

Anm. 2. Die Zeiten der Abkühlung der Erde.

Setzen wir für die Erde den Erddurchmesser gleich Eins; bezeichnen wir ferner den Wärmegrad vor der Abkühlung mit t_0 , den nach derselben mit t_x und die Zeit der Abkühlung in Millionen Jahren, so ist

$$t_x = t_0 \left(1 - \frac{v_0}{t_0} \right)^x = t_0 (\alpha)^x, \quad \text{wo } \alpha = 1 - \frac{v_0}{t_0} \text{ gesetzt ist.}$$

mithin ist

$$x = \frac{\log t_x - \log t_0}{\log \alpha} = \frac{\log t_0 - \log t_x}{-\log \alpha},$$

endlich ist nach dem vierten Bischofschen Gesetze für die Erde

$$0_{,01} = 288 \cdot (\alpha)^{353},$$

mithin

$$\log \alpha = \frac{\log 0_{,01} - \log 288}{353},$$

oder

$$\alpha = 0_{,9713309}$$

$$\log \alpha = 9_{,9973672} - 10,$$

$$\log (-\log \alpha) = 8_{,1015009} - 10 = -1_{,8984991}.$$

Führt man diesen Werth in die obige Formel für x ein, so erhält man

$$\log x = \log (\log t_0 - \log t_x) + 1_{,8984991},$$

wo x die Zeit in Millionen Jahren, t_0 die Anfangswärme, t_x die Endwärme, beide in Centgraden, bezeichnen, aber beide von der Wärme des Weltraums oder von 60° C. unter Null ab gerechnet.

7. Die Zeiträume der Erdgeschichte.

Wir beginnen die Geschichte der Erde mit der Zeit, als die Erde feurig flüssig war und über 1500° C. hatte und theilen die ganze Geschichte der Erde in vier Zeiträume:

1. die Schalengeschichte oder die Urgeschichte, d. h. die Zeit der Erde, da sich unter dem Einflusse eines gewaltigen Meeres die Urgesteine der Erdschale bildeten. Es ist dies die Zeit der Zellofen;
2. die Hügelgeschichte oder die Uebergangsgeschichte, d. h. die Zeit der Erde, als die ersten Hügel auf dem Lande hervortraten und sich die ersten Schichtgesteine, die Uebergangsgesteine bildeten. Es ist dies die Zeit der Marklofen und Wirbellofen;
3. die Gebirgsgeschichte, d. h. die Zeit der Erde, als die Gebirge auf der Erde emporstiegen. Es ist dies die Zeit, als die Schichtgesteine, die Secundärgebilde sich bildeten und die Nichtfäuger auf Erden lebten;
4. die Alpengeschichte, d. h. die Zeit der Erde, als die Alpen oder die Hochgebirge der Erde emporstiegen. Es ist dies die Zeit, wo die Thiergesteine, die Tertiärgebilde, sich niederschlugen und die Säuger die Erde bevölkerten.

Die drei letzten Zeiträume bilden zusammen die Zeit der Pflanzen und Thiere, welche das zweite Buch behandelt.

Die gewöhnliche Erdgeschichte behandelt nur die Zeit der Pflanzen und Thiere.

Erster Zeitraum der Erdgeschichte:

Die Schalengeschichte oder die Urgeschichte der Erde.

8. Die Schalengeschichte oder die Urgeschichte der Erde.

Die Urgeschichte der Erde umfasst die Zeit, wo sich die Urgesteine der Erdschale*) bildeten und es noch keine zelligen Wesen, keine Pflanzen und Thiere auf der Erde gab. Eigentlich gehört diese ganze Zeit der Zellofen noch der niedrigsten Stufe des Weltalls an, und umfasst diese niedrigste Stufe drei grose Zeit-

*) Schale, goth. skalja, an. skál, agf. sceala stammt ab vom Urverb skar, gr. skál-lō für skál-jō, nhd. schälen und bezeichnet die durch Abschneiden getrennte Haut.

räume, die Luftzeit oder die Zeit der Luftsterne, die Fixzeit oder die Zeit der feurig flüssigen Fixsterne und die Schalenzeit oder die Zeit der mit einer festen Schale umgebenen Schalensterne.

Für die Erde müssen wir wegen der ersten beiden grossen Zeiträume auf die Sterngeschichte bezüglich das Sterngemälde verweisen, dagegen werden wir den letzten Zeitraum oder die Schalenzeit für die Erde gefondert betrachten, da wir einmal nur auf der Erde die genauen Verhältnisse dieses Zeitraums erkennen können, und da andererseits dieser Zeitraum für die Ausbildung der Erde von hervorragender Bedeutung ist.

Es beginnt dieser Zeitraum mit dem Zeitpunkte, da die Abkühlung der Oberfläche der Erde 1500° C. erreichte; denn mit diesem Zeitpunkte beginnt die Lava der Erde zu gerinnen und eine feste Schale zu bilden. Der Zeitraum endet mit dem Zeitpunkte, wo die ersten Pflanzen und Thiere auf der Erde erscheinen. Nach den Beobachtungen von Regel soll das Wasser des Karlsbader Sprudels bei 40° C. noch keine zelligen Wesen zeigen, dagegen giebt Cohn an, dass in demselben Wasser höchstens bei $44\text{--}54^{\circ}$ C. noch *Leptothrix lamellosa* wachsen und höchstens bei $31\text{--}44^{\circ}$ C. *Oscillatorien* und *Mastichocladen* leben können, dagegen sollen nach Ehrenberg auf Ischia in heissen Quellen sich grüne und braune Pilze mit lebenden Eunotien und *Oscillatorien* bei $81\text{--}85^{\circ}$ C. finden, und sollen nach Lauder-Lindsay in den Quellen Laugarness auf Island sogar Conferven in einem Wasser wachsen, welches Eier in 4—5 Minuten gar macht. Als die erste Zeit, in welcher zellige Wesen auf Erden erschienen sind, wird man hiernach die Zeit setzen müssen, als die Erde 75° C. hatte. Diesen Zeitpunkt nehme ich demnach als Ende der Urzeit an.

Die Urzeit herrscht also während des Zeitraums, dass sich die Oberfläche der Erde von 1500° bis auf 75° C., d. h. auf ein Zwanzigstel der anfänglichen Hitze abkühlt.

Der vorliegende Zeitraum zerfällt wieder in drei Zeitabschnitte.

Im ersten Zeitabschnitte, der Dunstzeit, wogte über der Erdschale nur ein gewaltiges Dunstmeer von Kohlenfäure und Wasserdunst. Kein Tropfen Wasser berührte in dieser Zeit die Erdschale, kein Meer sammelte sich auf der Feste. Die Erde erscheint von aussen gefehen in der niedrigsten Form der Körperwelt, in der Luftform, als Dunststern.

Im zweiten Zeitabschnitte, der Meereszeit, strömten nun um so grössere Massen Wasser auf die Erde und bedeckten die

ganze Erde mit einem unermesslichen Meere kohlenfauren Gewässers, aus welchem kein Land, keine Insel hervorrage. Die Erde erscheint von ausen gesehen in der zweiten Form der Körperwelt, in der flüssigen Form, als Meeresstern.

Im dritten Zeitabschnitte, der Infelzeit, steigen nun die Felsen und Gesteine als Infeln aus dem Meere heraus, fallen die Regen auf die Infeln herab, und zertrümmern die Gesteine in lose Erde, machen die Erde bereit zum Wohnsitze der Pflanzen und Thiere; aber noch fehlt es an zelligen Wesen auf der Erde, da die Bedingungen für dieselben noch nicht erfüllt sind. Die Erde erscheint von ausen gesehen in der dritten Form der Körperwelt, in der festen Form, als Infelstern.

Mit dem 376.^o C. fällt der erste Regentropfen auf die Erde, mit dem 121.^o C. taucht die erste Infel aus dem Meere empor, wie sich beides aus den Rechnungen der folgenden Nummern ergeben wird. Diese Zeitpunkte bilden mithin die Grenzen der verschiedenen Zeitabschnitte.

Die Urzeit zerfällt in drei Zeitabschnitte: die Schälzeit von 1500^o bis 376^o C., die Meerzeit von 376^o bis 121^o C. und die Infelzeit von 121^o bis 75^o C.

Die Eintheilung der Schälzeit in drei Zeitabschnitte und die Bestimmung der Wärmegrade für die Grenzen der Zeitabschnitte ist in diesem Buche neu und nur soweit sicher, als die obige Begründung eine streng wissenschaftliche und sichere ist.

Erster Abschnitt der Urgeschichte: Die Dunstzeit der Erde 1500—376^o C.

9. Die Erde als Dunststern.

Sobald sich die Oberfläche der Erde unter 1500^o C. abkühlt, beginnt die Lava des Feuermeeres der Erde zu gerinnen; sie erstarrt und bedeckt die Erde mit einer dünnen Schale, welche von den Wogen des Lavenmeeres im Anfange der Schälzeit noch häufig durchbrochen und zertrümmert wird. Aber bald wird die Schale zu stark, als dass sie zertrümmert werden könnte, und bildet nun eine bleibende Scheidewand zwischen dem innern Lavenmeere der Erde und dem äusern Dunstmeere*).

*) Dunst, goth. dauns, an. schw. dän. daun, ahd. tunist, nhd. Dunst, stammt ab vom Urverb dhū blafen, hauchen, heftig bewegen.

Die feste Lavenschale nimmt aber auch jetzt noch Theil an allen Bewegungen des innern Feuermeeres, denn sie schwimmt auf dem Feuermeere; könnte das Meer aus dem Innern der Basaltschale entfernt werden, die Schale würde zusammenbrechen und zertrümmern; nur das Lavenmeer trägt sie, erhält sie und verdickt sie, je mehr die Erde sich abkühlt.

Die Erde bietet zur Dunstzeit das Bild, welches heute die äusern Schalsterne oder Planeten, namentlich Jupiter, gewähren. Denn wie bei diesen ist das Licht, welches die feurig flüssige Erde früher entfandte, bereits erloschen, die feste Schale verhüllt den leuchtenden Kern, die Erde hat aufgehört, ein Fixstern zu sein, sie ist ein Schalstern geworden. Auch auf der Erde fehlt es in der ersten Zeit noch an flüssigem Wasser, wie auf dem Jupiter und den andern äusern Schalsternen. Erst, nachdem sich die Oberfläche der Erde auf 376° C. abgekühlt hat, beginnt der erste Wassertropfen auf die Erde zu regnen, das erste Wassermeer sich zu sammeln.

Andre Stoffe sind es, welche in diesem Zeitabschnitte die Wolken thürmen, die Regen ergiesen. Wie beim Jupiter erscheinen um diese Zeit der Wolkenring des Gleichers und die Wolkenkappen der Pole von 35° Breite ab hellgelb, während die Passgürtel an beiden Seiten des Gleicherringes als dunkle Streifen mit Höfen erscheinen. Woraus aber die Wolken der Dunstzeit auf Erden bestanden haben, welche Stoffe sich in diesem Zeitabschnitte niedergeschlagen haben, das vermag man zur Zeit nicht zu sagen. Wohl möglich, dass Regen von Schwefelerzen, von Blei und andern leicht flüssigen Erzen in dieser Zeit zur Erde geströmt und in das Innere der Erdrinde eingedrungen sind.

Die nachstehende Tafel, nach Bischof's Gesetzen berechnet, gewährt uns einen Ueberblick über die Verhältnisse der Dunstzeit.

Die Verhältnisse der Erde als Dunststern.

Wärme der Erdoberfläche.	Jahre seit Anfang der Schalenbildung.	Dicke der Erdschale in Metern.	Wärmезunahme auf je 100 m. Tiefe in Centgrad.	Größe der Oberfläche in Quadermeilen.
1.	2.	3.	4.	5.
1500° C.	0	0	0,000	9'546600
1400° C.	2'277530	182	56,184	—
1300° C.	4'716730	373	53,671	—
1200° C.	7'342300	600	49,998	—
1100° C.	10'185130	867	46,155	—
1000° C.	13'284320	1179	42,420	9'394100
900° C.	16'690900	1567	38,298	—
800° C.	20'472530	2033	34,425	—
700° C.	24'722160	2633	30,381	—
600° C.	29'572190	3417	26,340	—
500° C.	35'220640	4467	22,389	9'322500
400° C.	41'982400	5983	18,384	—
376° C.	43'825040	6454	17,415	9'304100

Anm. Die Berechnung der Tafel.

Die Spalte 2 ist unmittelbar aus der Tafel in No. 6 entlehnt.

Spalte 3. Für die Berechnung der Dicke der Erdschale ist das nachstehende Gesetz aus Bischofs Wärmelehre S. 466 zu Grunde gelegt:

Ein Punkt im Innern der festen Kugel oder Schale gebraucht die gleiche Zeit wie ein Punkt der Oberfläche, um sich von dem gleichen Wärmegrade T bis zu dem gleichen Grade t abzukühlen.

Wollen wir nun wissen, wie dick heute vor a Jahren die Erdschale gewesen ist, so untersuchen wir nach der Tafel in No. 6, bis zu welchem ° C. die Erdoberfläche von 1500° C. an in a Jahren abgekühlt ist, sei die gefundene Wärme p° C., so ist jetzt, da die Wärme in der Erdschale auf je 100 m. um 3° C. zunimmt, die Wärme p° C. in der Tiefe $\frac{100}{3}(p - 15)$. In dieser Tiefe war die Erdschale also vor a Jahren noch 1500° C., d. h. war noch feurig flüssig.

Spalte 4. Die Zahlen der Spalte 4 ergeben sich unmittelbar aus denen der Spalte 3.

Spalte 5. Die Ausdehnung der Oberfläche ist nach Schitko's Formel für höhere Wärmegrade (Baumgärtner Zeitschrift IV. 436) berechnet

$$V = v \left(1 + \frac{1}{m} \right)^{T + \alpha T^2},$$

wo V die Raumesausdehnung, v = 1,

$$\log \left(1 + \frac{1}{m} \right) = 0,00000076,$$

$$\alpha = 0,0772225,$$

$$T = \frac{\log \left(1 + 0,00375 t^0 \text{ Cent} \right)}{0,00172556}$$

wie beim Glase gefetzt ist und die Erdoberfläche für 15° C. auf 9'260500 Quadermeilen angenommen ist.

a. Das Luftmeer der Dunstzeit.

Dem Luftmeere gehörte zu jener Zeit zuerst an der Stickstoff, welcher heute noch im Luftmeere enthalten ist, und welcher $0_{,77}$ Luftfäulen gleich 8 m. Wasserdruck oder $0_{,70002}$ Tausendtel der Erdmasse bildet*).

Dem Luftmeere gehörte zu jener Zeit ferner an das gefamnte Wasser der Erde, welches die ganze Erde 2400 Meter hoch bedecken würde, oder welches $0_{,31997}$ Tausendtel der Erdmasse wiegt. Es genügt nämlich eine Wärme von 376° C., um diese ganze Wassermasse in Dunstform zu erhalten, wie dies die Anmerkung ergibt**). So lange die Erde an ihrer Oberfläche über 376° C. hatte, konnte es kein flüssiges Wasser auf der Erde geben, sondern gehörte alles Wasser der Erde dem Luftmeere an und bildete in diesem $232_{,26}$ Luftfäulen oder 2400 m. Wasserdruck.

Dem Luftmeere gehörte zu jener Zeit aber endlich auch die gefamnte Kohlenäure der Erde an. Alle Bafen lassen nämlich in der Hitze, zumal, wenn Kieseläure zugegen ist, die Kohlenäure fahren, welche als Luftart entweicht. Bei 1500° Wärme musste also auch die ganze Kohlenäure der Erde dem Luftmeere angehören.

Nun bildet nach der Berechnung in No. 5 die Kohlenäure 44% des Gewichtes in den Kohlenäuregesteinen, und bilden letztere eine Schicht von 3103 Meter Tiefe mit einem Raumgewichte

*) Unterscheidung von Luftmeer und Luftfäule.

Das Luftmeer der Erde wird gewöhnlich Atmosphäre genannt; aber dieser Ausdruck ist zweideutig und deshalb zu vermeiden. Die Atmosphäre bezeichnet nämlich bald den Druck einer Luftfäule, bald den des Luftmeeres; beide aber sind wesentlich zu unterscheiden.

Die Luftfäule hat einen bestimmten, gleichbleibenden Druck, sie drückt so stark wie eine Wasserfäule von $10\frac{1}{3}$ Meter Wasser, d. h. auf einen Quadermeter mit $10\frac{1}{3}$ Tonne Gewicht. Dagegen hat das Luftmeer einen stets veränderlichen Druck, der mit dem Barometerstande steigt und fällt und zur Urzeit $625_{,11}$ Luftfäulen, d. h. auf jeden Quadermeter $6459_{,3}$ Tonnen Gewicht betrug.

**) Bezeichne e die Spannkraft des Wasserdunstes in Luftfäulen oder Atmosphären, t den Cent-Wärmegrad deselben, so ist nach der Dulong'schen Formel, welche für höhere Wärmegrade am besten gilt,

$$e = 1 + 0_{,007153} (t - 100)^5 \text{ oder}$$

$$t = 100 + \frac{\sqrt[5]{e-1}}{0_{,007153}}.$$

Der Druck des gefamnten Wassers auf der Erde ist aber 2400 m. oder, da eine Luftfäule gleich $10\frac{1}{3}$ Meter Wasser ist, $232_{,26}$ Luftfäulen. Führt man dies in obige Gleichung für e ein, so ergibt sich $t = 376^{\circ}$ C.

von $2_{,25}$. Die Kohlenäure dieser Gesteine bildet demnach eine Schicht von $3959_{,36}$ Meter Tiefe und dem Raumbewichte 1. Auserdem aber bildet die Kohle in den Schichten einen solchen Antheil, dass die Kohle eine Schicht von 24 Meter mit dem Raumbewichte $1_{,25}$ bilden würde. Diese Kohle ist erst durch den Wuchs der Pflanzen aus Kohlenäure gebildet, wie dies die Kohlenlager der Erde mit ihren Pflanzenstämmen, Blätterabdrücken u. s. w. unzweifelhaft beweisen. Da nun zur Bildung von 3 Pfund Kohle 11 Pfund Kohlenäure erforderlich sind, so erfordern diese 24 Meter Kohle von $1_{,25}$ Raumbewicht abermals eine Schicht Kohlenäure von 110 Meter mit dem Raumbewichte 1. Im Ganzen bildet also die Kohlenäure auf der Erde eine Schicht von $4069_{,36}$ Meter mit dem Raumbewichte 1 oder, da $10\frac{1}{3}$ Meter eine Luftfäule bilden, $393_{,33}$ Luftfäulen Kohlenäure.

Fassen wir diese Bestandtheile zusammen, so war das Luftmeer der Erde zu jener Zeit zusammengesetzt aus

	Luftfäulen.	Druck in Metern.	Tausendtel der Erde.	Trillionen Tonnen.
Kohlenäure	$393_{,33}$	$4069_{,36}$	$0_{,33365}$	$2_{,06653}$
Wasserdunst	$232_{,26}$	2400	$0_{,31967}$	$1_{,2219}$
Stickstoff	$0_{,77}$	8	$0_{,0007}$	$0_{,0042}$
Summa	$625_{,36}$	$6477_{,36}$	$0_{,35359}$	$3_{,29444}$

b. Die Lavenschale und das Lavenmeer der Dunstzeit.

Unter diesem Luftmeere der Dunstzeit ruht nun die starre, feste Erdschale, welche ihrerseits wieder auf einem gewaltigen Steinmeere schwimmt. Alle Stoffe, welche bei 1500° C. nicht mehr luftförmig bleiben können, haben sich niedergeschlagen und bilden entweder Theile der Erdschale oder des feurig flüssigen Meeres der Erde.

Fast alle Erze, deren Siedepunkte weit über 1500° C. liegen, sind niedergeschlagen und wegen ihres grossen Raumbewichtes nach der Mitte der Erde gefunken, wo sie den Kern der Erde bilden, ein gewaltiges Erzmeer. Nehmen wir das Raumbewicht dieses Erzmeeres gleich dem des Himmelseisens auf $7_{,55}$ an, so bildet dieses Erzmeer $804_{,8266}$ Tausendtel der Erdmasse und besitzt bereits einen Halbmesser von $727_{,062}$ d. Meilen oder 5394460 Meter. Ueber diesem Erzmeere aber wogt um jene Zeit ein gewaltiges Steinmeer, dem alle die Stoffe angehören, welche auch heute noch in diesem Meere zu finden sind. Bei den Steinernen wird diese Schicht von der Himmelslava, bei der Erde, wie wir in No. 5 sahen, von der

Erdlava gebildet. Noch heute bildet die Lava dieses Meeres 190_{,35183} Tausendtel der Erdmasse, die der Schale 4_{,4554} Tausendtel der Erdmasse, und wenn man die Kohlenäure abrechnet, nur 4_{,31206} Tausendtel der Erdmasse. Die Schichten der Granitschale und der Flötzschale zeigen nun zwar eine andere Zusammensetzung als die Lava; da aber diese Schichten nachweislich unter dem Einflusse des Wassers und der Kohlenäure gebildet sind, da es ferner zu jener Zeit noch kein tropfbares Wasser gab, so konnten diese Schichten zu jener Zeit also auch noch nicht vorhanden sein. An ihrer Stelle musste ein Gestein vorhanden sein, welches sich unter dem Einflusse des Wassers und der Kohlenäure in Granit und Flötzgestein umsetzen konnte. Wie wir in No. 12 sehen werden, besitzt die Meereslava diese Eigenschaft vollkommen.

Ueber dem Erzmeere wogte also in der Feuerzeit ein Lavenmeer, welches damals 194_{,36390} Tausendtel der Erdmasse ausmachte, und von der aus Lava gebildeten Erdschale umhüllt wurde. Ueber der festen Erdschale aber wogte unmittelbar das gewaltige Luftmeer. Die Verhältnisse jener Zeit waren also überaus einfach:

	Masse	
	in Tausendteln der Erde. Trillionen Tonnen.	
Erzmeer	804 _{,98266}	4949 _{,35600}
Lavenmeer und Lavenschale	194 _{,36375}	1196 _{,9926}
Luftmeer	0 _{,35339}	3 _{,32944}
Summa	1000 _{,00000}	6149 _{,98470}

c. Die Wettergürtel der Dunstzeit.

Die Erde kreift zu dieser Zeit schon jährlich einmal um die Sonne, und zwar ist das Jahr zu jener Zeit schon ebenso lang wie heute, d. h. genau 365_{,25637} der jetzigen Erdtage. Ebenso dreht sich die Erde täglich einmal um ihre Achse, aber diese Drehung ist langsamer als heute, da die Erde gröser ist, der Tag also länger.

Das Licht der Sonne kann durch das gewaltige Luftmeer noch nicht hindurchdringen, dagegen ist die feurig flüssige Erde noch selbst leuchtend und mit einer Lichtsphäre leuchtender Wolken umgeben. Wie heute die Sonne und der Jupiter, so zeigt die Erde der Dunstzeit schon fünf Wolkengürtel:

Nordpol

90°	}	Wolkenkappe oder nördliche Lichthülle,
35°		
3°		
Gleicher	}	Wolkenring des Gleichers oder Lichthülle,
3°		
35°		
90°	}	Wolkenkappe oder südliche Lichthülle,

Südpol.

Es ist einerseits der grössere Durchmesser des Gleichers, welcher die Abkühlung am Gleicher verlangsamte, andererseits ist es die Einwirkung der Sonne, welche den Gleicher stärker erhitzt als die übrigen Theile der Erde. Von den Polargegenden der Erde eilen daher die kühlen Winde über das Feuermeer der Erde dem Gleicher zu. Eine Menge Flüssigkeit verdunstet durch diese trocknenden Winde, und wird die Dunstform von den Winden fortgeführt; die Gürtel dieser Winde in 35° bis 3° Breite oder der Passgürtel zeigt bleibend heitern Himmel. Sobald die Winde nun aber zum Gleicher treten, stauen sie sich und erzeugen einen Gürtel der Kalme oder Windstille. Die Lüfte steigen in die Höhe, dehnen sich dabei aus, wie der Druck abnimmt, kühlen sich dadurch ab und bilden nun aus den Dünsten Wolken. Ein Wolkenring umgibt den Gleicher, nach außen leuchtend, nach innen mächtige Regengüsse ergießend. Dann strömt die über dem Gleicher aufgewallte Luft nach den höhern Breiten ab, ohne Regen zu geben, bis sie, in höhern Breiten angelangt, bei der stets abnehmenden Größe der Breitenkreise in die untern Luftschichten eindringt und, sich mit diesen Lüften mengend, reichliche Gluthregen giebt und von 35° ab die Erdpole in eine Wolkenkappe oder Lichthülle einhüllt. Mit der Sonne rücken übrigens alle diese Erscheinungen jährlich einmal nach Norden, einmal nach Süden, je nachdem die Sonne nördlich oder südlich vom Gleicher tritt.

Die Sätze dieser Nummer sind in diesem Buche neu, aber meiner Ansicht nach auf streng wissenschaftliche Untersuchungen gegründet und als erste Annäherung durchaus sicher.

Zweiter Abschnitt der Urgeschichte: Die Meereszeit der Erde.

10. Die Erde als Meerstern.

Solange die Wärme an der Oberfläche der Erde höher war als 376° C., folange mithin die Spannkraft des Wasserdunstes gröser war als $232_{,26}$ Luftfäulen, d. h. gröser als der Druck des in dem Luftmeere befindlichen Wasserdunstes, folange war eine Sättigung der Luft mit Wasserdunst, war ein tropfbarer Niederschlag, war die Ansammlung von Wasser in Seen und Meeren unmöglich. Die Oberfläche der Erde blieb eine spathige Laven-schale ohne jede Spur eines höheren Lebens.

Aber allmähig sinkt nun die Wärme der Erdoberfläche unter 376° C., der Druck des Wasserdunstes wird gröser als seine Spannkraft: der Wasserregen beginnt auf die Erde zu fallen, und mit ihm entsteht ein neues, reges Leben, welches, wie wir im Verlaufe dieses Abschnittes sehen werden, die gewaltigsten Veränderungen auf der Erde hervorbringt. Die folgende Tafel gewährt uns einen Ueberblick über die Verhältnisse der Meereszeit*).

Die Verhältnisse der Erde als Meerstern**).

Wärme der Erdoberfläche in $^{\circ}$ C.	Jahre seit Anfang der Meeresbildung.	Dicke der Erdschale in Metern.	Wärmezunahme auf je 100 m. Tiefe in $^{\circ}$ C.	Wärme in der Tiefe von			Wasserdunst des Luftmeeres		Regen bei Abkühlung um 1° C. in Metern.
				0 m.	5000 m.	10000 m.	in Luftfäulen.	in Metern.	
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
376	0	6454	17 _{,457}	376	1248	—	232 _{,26}	2400 _{,0}	22 _{,62}
360	1'285590	6780	16 _{,806}	360	1200	—	191 _{,28}	1976 _{,6}	22 _{,36}
340	2'962900	7260	15 _{,987}	340	1139	—	147 _{,99}	1529 _{,2}	18 _{,12}
320	4'726280	7770	15 _{,192}	320	1080	—	112 _{,92}	1166 _{,8}	14 _{,51}
300	6'585030	8340	14 _{,394}	300	1020	—	84 _{,84}	876 _{,7}	11 _{,47}
280	8'550030	8970	13 _{,596}	280	960	—	62 _{,64}	647 _{,3}	9 _{,11}
260	10'634190	9690	12 _{,798}	260	900	—	46 _{,00}	475 _{,3}	6 _{,95}
240	12'852910	10500	12 _{,000}	240	840	1440	32 _{,54}	336 _{,2}	5 _{,24}
220	15'224770	11430	11 _{,196}	220	780	1340	22 _{,40}	231 _{,5}	3 _{,81}
200	17'772480	12500	10 _{,392}	200	720	1240	15 _{,03}	155 _{,3}	2 _{,74}
180	20'524190	13820	9 _{,552}	180	658	1135	9 _{,72}	100 _{,4}	1 _{,91}
160	23'515480	15290	8 _{,768}	160	598	1036	6 _{,02}	62 _{,2}	1 _{,28}
140	26'792080	17050	7 _{,974}	140	539	937	3 _{,54}	36 _{,6}	0 _{,88}
121	30'22530	19070	7 _{,231}	121	482	844	2 _{,00}	20 _{,7}	0 _{,70}

*) Meer ist ein Wort der Ursprache mari, sskr. mīra für māra, lat. mari-, lit. maré, goth. mari-, ahd. mari, nhd. Meer; es stammt vom Urverb mar verderbe, zerreise und bezeichnet das Verderbende.

**) Die Tafel ist nach den Regeln der Anmerkung zu No. 9 berechnet. Die Spalte 8 ist nach der Formel von Dulong $e = [1 + 0,00715a(t - 100)]^5$ berechnet, wo e den Wasserdunst in Luftfäulen angiebt.

Die Spalte 10 ist aus dem Unterschiede der Zahlen in Spalte 9 berechnet, wobei die Luftfäule gleich $10\frac{1}{3}$ Meter gerechnet ist.

Kaum ist die Abkühlung der Erde bis unter 376° C. vorgeschritten, so nimmt die Erde eine gänzlich veränderte Gestalt an. Sündfluthartige Regen stürzen aus den Lüften auf die dürre Erdschale herab und bedecken die Erde mit einem unermesslichen Wassermeeere, aus dem kein Festland, keine Insel hervorsteht. Der Schalstern mit seiner dürren, lechzenden Lavenschale wird plötzlich in eine gewaltige Wasserkugel, in ein uferloses Meer ohne Anfang und Ende verwandelt.

Die Regen dieser Urzeit der Meeresbildung sind, mit den heutigen Regen verglichen, riesenhafte Gestalten, 1888 mal so stark als die heutigen Regen; denn während jetzt bei der Abkühlung der Luft um 1° C. nur $0,010$ Meter Wasser als Regen herniedertropfen, stürzen im Anfange dieses Zeitraumes bei gleicher Abkühlung $22,352$ Meter Regen hernieder und bedecken meerartig die Erde.

Als die Oberfläche der Erde um 16° C. abgekühlt war und noch 360° C. Wärme hatte, bedeckte bereits ein Meer von 423 Metern mittlerer Tiefe die ganze Erde und lies kein Land, keine Insel auf dem Meere hervorstehen. Das Meer bedeckt in der Meereszeit die ganze Erde, den Pol wie den Gleicher; die ganze Erde ist ein Meerstern geworden.

Aber das Wasser, welches in den ersten Zeiten der Meeresbildung als Regen zur Erde strömt, ist nicht reines Wasser, sondern ein stark kohlenfaures Wasser, das Meer der Meereszeit ist ebenso ein kohlenfaures Meer, welches auf die Erdschale die wesentlichsten Einwirkungen ausübt. Das Luftmeer jener Zeit enthält, wie wir in No. 8 sahen, 392 Luftfäulen Kohlenfäure, während das heutige Luftmeer nur $0,00062754$ Luftfäulen Kohlenfäure enthält. Jedes Nebelbläschen, welches sich in diesem Meere der Kohlenfäure niederschlug, umschloss ein Kugelchen von Kohlenfäure, jeder Regentropfen, der sich bildete, war gefättigt an Kohlenfäure, jeder Regen, der in grossen Tropfen ins Wassermeer stürzte, riss ausserdem durch Bewegung eine Menge Kohlenfäure mit fort und führte sie ins Wassermeer ein. Auch das Wassermeer war mithin mit Kohlenfäure reich getränkt. Da der Kohlenfäuregehalt des Wassers dem Drucke der Kohlenfäure nahe entspricht, so ist der damalige Kohlenfäuregehalt des Meereswassers etwa das 180fache von dem gewesen, was unfre besten künstlichen Kohlenfäuerlinge enthalten, wenn diese unter einem Drucke von 2 bis 3 Luftfäulen Kohlenfäure hergestellt werden. Das Meerwasser der Meereszeit war also ein Kohlenfäuerling im strengsten Sinne des Wortes.

Alle Sätze dieser Nummer sind in diesem Werke neu, aber als erste Annäherungen durchaus sicher und auf streng wissenschaftliche Gesetze gegründet.

11. Die Einwirkung des Wassers auf die Erdschale.

Sobald aus dem Luftmeere der Erde die ersten Tropfen auf die heisse, sengend trockne Erdschale fallen, so beginnt auch das Wasser in die Schale einzudringen. Die Spalten der Schale füllen sich mit Wasser, das Gestein wird feucht und nimmt soviel Wasser auf, als seiner Anziehung entspricht. Aber reicher und reicher fallen die Regen zur Erde, bald bedeckt ein allgemeines Wassermeer die Erdschale in einer Tiefe von einigen Tausend Metern. Das Wasser dieses Meeres nun dringt in die Felsen und Spalten ein und sinkt so tief hinab, bis die Spannkraft des untern Wasserdampfes dem Drucke des obern Wassers und des Luftmeeres das Gleichgewicht hält und Wasser wie Luftmeer trägt.

Das in die Felsen eindringende Wasser ist nun aber Wasser, welches reich mit verdichteter Kohlenäure getränkt ist; es ist kohlenfaures Wasser, welches seine Einwirkung auf die Lavenschale der Erde auszuüben beginnt. Auch heute noch übt das Quellwasser trotz seines geringen Gehaltes an Kohlenäure bedeutende Einwirkungen auf die Bestandtheile der Lava aus.

Nach den Untersuchungen, welche Bischof in seiner Geologie erste Auflage Bd. 1 S. 357 mittheilt, sind in 10000 Theilen kohlenfauren Wassers enthalten gewesen a. nach dem Mittel aus den 33 Quellen des Laacher Seegebietes, b. nach dem Mittel aus 5 Quellen aus den Laven der Eifel

	SiO ² .	FeCO ³ .	MCO ³ .	CaCO ³ .	Na ² CO ³ .	Na ² SO ⁴ .	NaCl.
a.	0 ₃₈₅₂₇	0 ₃₇₉₇₃	3 ₃₁₃₁₉	3 ₃₅₁₂₁	4 ₃₁₁₅₅	0 ₅₄₈₂₉	1 ₃₀₁₈₃
b.	0 ₃₂₈₅₁	0 ₂₆₄₁	3 ₃₀₁₅₅	2 ₃₀₇₉₇	9 ₃₈₁₅₆	4 ₃₂₁₄₇	7 ₃₀₂₀₇

Die trefflichen Untersuchungen von W. B. Rogers und R. E. Rogers (American Journal of science and arts) zeigen uns, wie kohlenfaures Wasser mit mehr Kohlenäure auf Lava und ähnliche Gesteine wirken. Das Gestein ward bei diesen Versuchen so fein gepulvert, dass die Gebrüder Rogers die Oberfläche von 1 Würfel-Millimeter Gestein auf 2₃₅₅₁₂ Quadermeter schätzen, und wurde dann im Filter durch kohlenfaures Wasser ausgezogen. Schon der erste Tropfen der abfließenden Flüssigkeit zeigte Spuren der Basen, in 48 Stunden waren an Kali und Natron, an Kalken und Talken, an Eisenoxydul und Eisenoxyd, an Thonerde und Kieselfäure bis

ein Hundertel des Gesteins entführt und am Grunde der Flüssigkeit kohlenfaures Kali, kohlenfaures Natron, kohlenfaurer Kalk, kohlenfaurer Talk, unter dem Einflusse des Sauerstoffes in der Luft aber statt des kohlenfauren Eisenoxyduls Eisenoxydhydrat niedergeschlagen. Das kohlenfaure Wasser ist also ein mächtiges Mittel, um Lava zu zersetzen, und musste die Lava der Erdschale durch das kohlenfaure Wasser des damaligen Meeres, zumal bei dem hohen Grade der Verdichtung der Kohlen Säure auf das Heftigste angegriffen werden.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass der Bafaltschale der Erde durch das in dieselbe eindringende kohlenfaure Wasser alle diejenigen Stoffe entführt werden mussten, welche durch so stark verdichtete Kohlen Säure auflöslich und ausziehbar sind.

Der Vorgang ist hiebei einfach folgender. Die Kohlen Säure des Gewässers raubt den an Bafen reichen, kieselfauren Salzen der Lava einen Theil ihrer Bafen, verbindet sich mit den Bafen zu doppelt kohlenfauren Salzen, welche in Wasser löslich sind, und fließt nun mit dem Wasser in fernere Räume, bis hier der eine Korb Kohlen Säure wieder verdunstet und nun das einfach kohlenfaure, im Wasser unlösliche Salz sich niederschlägt.

Statt der Lava mit ihren an Bafen reichen kieselfauren Salzen bleibt ein an Bafen armes Gestein zurück, in welchem freie Kieselsäure oder doppelt kieselfaure Salze zurückbleiben. Das zurückbleibende Gestein wird überdies in seinem Spathwasser oder Krystallwasser, wie in der, wenn auch nur wenig geschichteten Lagerung feiner Theilchen, und in den Adern des Gesteines in den Linien, wo das Wasser besonders strömte, die Einwirkung des Wassers auf das Gestein deutlich erkennen lassen.

Eine reiche Bildung kohlenfaurer Gesteine muss die Wirkung dieser Durchsäuerung des Lavengesteines sein. Das kohlenfaure Meerwasser raubt der Lava die Bafen, welche sich mit der Kohlen Säure zu löslichen, doppelt kohlenfauren Salzen verbinden, strömt mit diesen Salzen beladen nach andern Gegenden der Erde und schlägt hier, indem sie die Hälfte der Kohlen Säure frei giebt, ein unlösliches, einfach kohlenfaures Salz nieder. Mächtige Lager kohlenfaurer Salze, welche zur Feuerzeit und Schalenzeit unmöglich waren, müssen die Folgen dieser Niederschläge sein. Die grossen Lager kohlenfauren Kalkes, kohlenfauren Talkes und kohlenfauren Eisenoxyduls, welche man jetzt auf der Erde findet, zeigen uns die Früchte jener Zeit.

Die Kohlen Säure kann der Lava auf diesem Wege alles Eisen-

oxydul, allen Kalk und Talk, von den andern Basen, der Thonerde, dem Eisenoxyd und dem Natron, die Hälfte, vom Kali ein Drittel der Basen rauben. Das Gestein, welches zurückbleibt, muss nun überaus arm an diesen Basen sein und ein großes Uebergewicht an Kieselsäure zeigen, der jene Basen entzogen sind. Vergleichen wir hiemit die Gesteine, welche wir auf der Erde finden, so ergibt sich, dass dies zurückbleibende Gestein nichts anderes ist, als der Granit und Porphy, welcher noch heute unter den geschichteten, durch Wasser neu gebildeten Gesteinen die oberste Lage der Erdschale bildet.

Die Sätze dieser Nummer sind, wenn auch neu, so doch auf die besten wissenschaftlichen Untersuchungen gegründet und durchaus sicher.

12. Die Bildung der Granitschale durch das Meer.

Die Lava der Erdschale ist also durch das in die Spalten und in das Gestein eindringende kohlenfaure Wasser zur Meereszeit in Granit und Porphy umgewandelt, indem die Kohlenäure der Lava alle die Basen entzogen hat, welche durch Kohlenäure ausziehbar sind. Wie schon bemerkt, ist auf diese Weise das ganze Eisenoxydul, der Kalk und der Talk, ist von den andern Basen, der Thonerde, dem Eisenoxyde und dem Natron, die Hälfte, vom Kali ein Drittel durch Kohlenäure ausziehbar. Die folgenden Tafeln zeigen uns einerseits, was durch die Kohlenäure aus der Lava ausgezogen werden kann, und was nicht, andererseits, was im Granite bezüglich im Porphy geblieben und was demnach wirklich ausgezogen ist.

Die Bildung des Granites aus der Lava.

Stoff.	Meere:- Lava.	Davon durch Kohlenfäure		Es ist geblieben Granit.	Es sind aus- gezogen Bafen.	Es ist ver- braucht CO ² .	Neu gebildete kohlen- faure Gesteine.
		unaus- ziehbar.	aus- ziehbar.				
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
SiO ²	47,11	47,11	—	47,73	—	—	—
Al ² O ³	18,89	9,45	9,44	9,35	9,54	—	9,54
Fe ² O ³	2,73	1,35	1,37	1,52	1,21	1,08	1,21
FeO	9,75	—	9,75	0,76	8,99	5,50	14,49
MnO	0,18	0,06	0,12	0,07	0,11	0,07	0,19
MgO	4,02	—	4,02	0,33	3,69	4,06	7,75
CaO	8,84	—	8,84	1,26	7,58	5,96	13,54
Na ² O	4,36	2,18	2,18	2,18	2,18	1,55	3,73
K ² O	3,84	2,56	1,28	2,77	1,07	0,50	1,57
H ² O	—	—	—	0,56	—	—	—
Sonst	0,28	0,14	0,14	0,14	0,14	—	0,14
Summa	100,00	62,86	37,14	66,67	34,31	17,64	52,15

Die Bildung des Porphyrs aus der Lava.

Stoff.	Meeres- Lava.	Davon durch Kohlenfäure		Es ist geblieben Porphyr.	Es sind aus- gezogen Bafen.	Es ist ver- braucht CO ² .	Neu gebildete kohlen- faure Gesteine.
		unaus- ziehbar.	aus- ziehbar.				
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
SiO ²	47,11	47,11	—	47,75	—	—	—
Al ² O ³	18,89	9,45	9,44	9,01	9,88	—	9,88
Fe ² O ³	2,73	1,35	1,37	0,52	2,21	0,00	2,21
FeO	9,75	—	9,75	2,22	7,53	4,60	12,13
MnO	0,18	0,06	0,12	0,06	0,12	0,07	0,19
MgO	4,02	—	4,02	0,53	3,49	3,94	7,53
CaO	8,84	—	8,84	0,66	8,18	6,43	14,61
Na ² O	4,36	2,18	2,18	1,43	2,93	2,09	5,01
K ² O	3,84	2,56	1,28	3,57	0,27	0,13	0,40
H ² O	—	—	—	0,86	—	—	—
Sonst	0,28	0,14	0,14	0,06	0,22	—	0,22
Summa	100,00	62,86	37,14	66,67	34,33	17,15	51,89

Der Granit und der Porphyr sind also nichts anderes als eine Lava, welcher durch die Kohlenfäure ein großer Theil ihrer Bafen geraubt ist. Der Granit und der Porphyr sind nichts anderes als die oberen Theile der Lavenschale, in welche das kohlenfaure Wasser eingedrungen ist. Dies beweist ebenso einerseits ihre Lagerung, als andererseits ihre chemische Zusammenfetzung und ihre Spathing.

Der Granit und der Porphyr lagern nämlich unmittelbar unter den geschichteten Gesteinen und unter dem Urkalke. Alle geschich-

teten Gesteine enthalten Kohle, sie sind also später zur Zeit der Infeln gebildet, als Pflanzen auf Erden wuchsen und die Regen die Gesteine der Infeln zertrümmerten. Der Granit und der Porphyry, welche weder Kohle, noch Schichtung zeigen und unter dem geschichteten Gesteine lagern, sind also jedenfalls vor der Bildung der Infeln gebildet. Andererseits kann der Granit und der Porphyry nicht vor der Bildung des Meeres entstanden sein, dies beweist das in die Gespate des Glimmers eingegangene Spathwasser, dies beweist ferner die Sönderung der verschiedenen Stoffe in Quarz, Feldspath und Glimmer, eine Sönderung, welche beim Erstarren feurig flüssiger Gesteine unmöglich ist. Ueberdies ist bereits in No. 5 der ausführliche Beweis geliefert, dass der Granit und der Porphyry nicht auf feurig flüssigem Wege, sondern nur unter Einwirkung von Wasser entstehen können. Der Granit und der Porphyry sind also zur Meereszeit entstanden.

Ferner hat Bischof in seiner Geologie bewiesen, dass der Granit auf nassem Wege durch Einwirkung kohlenfauren Wassers aus Lava entstehen kann. Fügt man die auf der Erde gebildeten kohlenfauren Salze zu den Stoffen des Granites, so erhält man wieder die Zusammenfetzung der Lava nebst freier Kohlenfäure. Dass nun freie Kohlenfäure im Anfange im Luftmeere der Erde fein musste, haben wir bewiesen, der andere Stoff, aus dem der Granit und die kohlenfauren Salze gebildet sind, muss also die chemische Zusammenfetzung der Lava gehabt haben und kann nichts anderes als Lava gewesen sein. In der That sind schon die Himmelssteine in urdenklichen Zeiten aus Lava gebildet, strömt heute noch die Lava aus den Kratern der Feuerberge, so kann doch auch in der Zwischenzeit nichts anderes als die Lava die Erdschale gebildet haben.

Jedenfalls hat der Granit und der Porphyry nicht ursprünglich die Erdschale gebildet; derselbe hätte nimmer die Stoffe zur Bildung der kohlenfauren Salze hergeben, auch nimmer aus dem Feuer entstehen können. Zu ersterem fehlte es ihm an den erforderlichen Basen, gegen letzteres spricht das Uebergewicht seiner Säuren. Schmelzen wir den Granit und lassen ihn demnächst erstarren, so zeigt derselbe ganz andere Spathungsverhältnisse wie bisher. Während der ungeschmolzene Granit drei verschiedene Bestandtheile: Quarz oder freie Kieselfäure, Feldspath von der Zusammenfetzung $KSi^3O^7 + Al^2Si^3O^9$ und Glimmer von der Zusammenfetzung $nKSiO^3 + Al^4Si^3O^{12}$ zeigt, sind im geschmolzenen und wieder erstarrten Granite diese drei Bestandtheile zu einer Masse vereinigt, die freie

Kieselfäure ist verschwunden und hat sich chemisch mit den Basen vereinigt, wie dies im geschmolzenen Zustande ja auch nicht anders sein kann. Beim Erstarren eines geschmolzenen Granits kann nie und nimmer freie Kieselfäure sich ausfondern und für sich zu Quarz gerinnen.

Dagegen ist in neuester Zeit durch Versuche nachgewiesen, wie der Granit durch das Wasser der Meerzeit hat entstehen können und müssen. A. Daubrée hat in den Heften „Beobachtungen über Gesteinsmetamorphosen und experimentelle Versuche über die Mitwirkung des Wassers bei derselben“ 1858 und „Betrachtungen und Versuche über den Metamorphismus und über die Bildung der krystallinischen Gesteine“ 1861 die Ergebnisse seiner trefflichen Versuche niedergelegt, welche uns hierüber Aufschluss geben. Wasser ward in ein Glasrohr eingeschlossen, dies in ein dickwandiges Eisenrohr gesteckt, der Zwischenraum zwischen beiden mit Wasser gefüllt, endlich das Eisenrohr an beiden Enden durch Eisenpfropfen, Kupferplatten und Schrauben vorsichtig und fest geschlossen, das Ganze auf dem Mauerwerke eines Gasbereitungsofens, der dunkle Rothgluth besitzt, Monate lang einer Wärme von 400° C. ausgesetzt. Das Ergebniss war: Reines Wasser greift das Glas an, das Wasser ist mit ausgezogenen Alkalisilikaten gesättigt, scheidet Quarzgespate und Nadeln des Wollastonit aus und verwandelt das Glas in schiefrige Blätter von je 0,1 mm. Dicke. Eingedichtetes Wasser der Wärmequelle von Plombières bedeckte die Glaswände schon in 2 Tagen mit Gespathen von Quarz und Chalcedon. Reiner, sorgfältig geschlemmter, erdiger Kaolin ($Al^2Si^2O^7 + 2H^2O$) ward durch Wasser der Wärmequelle von Plombières in prismatische Feldspathkrystalle umgewandelt, zwischen denen kleine Quarzkrystalle angeschossen waren. In dem Thone von Klingenberg bei Köln endlich bildeten sich viele sechseckige weisse Blättchen mit dem Ansehen des Glimmers. Alle Theile des Granites sind also bei den Versuchen Daubrée's unter heissem Wasser gefondert neben einander ausgeschieden, und kann demnach über die Bildung des Granites unter dem Einflusse des heissen Meeres der Meereszeit kein Zweifel obwalten*).

Nun können die Erscheinungen der Gespathung im Granite, wo bald ein Quarz dem Feldspathe, bald ein Feldspath dem Quarze

*) Höchst wünschenswerth wäre es, wenn ein geschickter Beobachter Himmelslava oder Basalt der Einwirkung des heissen Wassers aussetzen wollte, doch müsste dann eine Quelle der Kohlenfäure mit eingeführt werden.

eingewachsen ist, wo der Quarz selbst in die Spalten des leichter schmelzbaren Schörls oder Turmalins eingewachsen ist, nicht mehr Wunder nehmen. Die Basen werden der Lava nicht alle auf einmal entrissen, sondern nur nach und nach entführt. Spalten bilden sich hierdurch in der Lava, Risse, in denen die Auslaugung zuerst vor sich geht, und in denen sich dann die neuen Gespathe zuerst wieder ansetzen können. Kohlenfaures Natron und kohlenfaurer Talk bilden sich zuerst in eben so reichem Mase wie der kohlenfaure Kalk; aber indem sie auf kieselfauren Kalk stosen, bilden sie von neuem kieselfaures Natron oder kieselfauren Talk, der sich niederschlägt, während kohlenfaurer Kalk im kohlenfauren Wasser aufgelöst weiter fließt. Natron und Talk können auf diese Weise wiederholt aus ihren kieselfauren Verbindungen durch das kohlenfaure Wasser entführt und durch Umtausch mit dem kieselfauren Kalke wieder als kieselfaure Salze niedergeschlagen werden. Eine vollständige Umgestaltung des Gesteines muss die Folge sein. Grose Blätter von Feldspathen werden sich in spaltenartigen Gängen bilden, während der Quarz, die freie Kieselsäure, in halbflüssigem, gallertartigem Zustande meist die leeren Zwischenräume füllen und die Blätter der Feldspathe umwachsen wird. Die eigenthümlichen und merkwürdigen Erscheinungen, welche oben mitgetheilt sind, finden hieraus ebenso wie das blättrige geschichtete Gefüge des Granites ihre genügende Erklärung.

Uebrigens beweist auch das körnige Gefüge, welches dem Granite seinen Namen gegeben hat, die Bildung desselben durch ein halb auflösendes Mittel. Die Gespathe des Granites sind nämlich nur unvollkommen, blattartig, sind in einander gewachsen und doch wieder in Quarz, Feldspath und Glimmer geschieden, wie dies bei einem aus feurig flüssigem Mittel erstarrenden Gesteine unmöglich ist. Nirgends zeigen sich im Granite die Spathe und rautigen Säulen, welche wir in Drüsenräumen antreffen; wo freie Spathung möglich war, und doch fliesen andererseits die Körner desselben Gesteines durch die halbe Auflösung so in einander, dass man in Sibirien fuslange Glimmertafeln und centnerschwere Quarze gefunden hat, ja dass zu Miask ein ganzer Steinbruch in einem einzigen Feldspathe angelegt ist. Ueber die Bildung des Granites aus der Lava durch den Einfluss des kohlenfauren Meerwassers zur Zeit einer Wärme von 121 bis 376° C. kann mithin kein Zweifel obwalten.

In der That sind von den 37,14 % durch Kohlenäure ausziehbarer Stoffe der Lava beim Granite 34,31 %, beim Porphyry 34,33 %

wirklich ausgezogen, d. h. 93 Hundertel der ausziehbaren Stoffe. Von den einzelnen Basen sind der Kalk, der Talk und das Eisenoxydul am vollständigsten ausgezogen, im Granite sind von diesen Stoffen bezüglich nur 14, 8 und 8 %, im Porphyr nur 7, 13 und 23 % zurückgeblieben.

Um ein Bild von den Vorgängen im Einzelnen zu erhalten, müssen wir auf die Verbindungen zurückgehen, aus denen die Lava zusammengesetzt ist. Wir finden aber in der Lava folgende Verbindungen:

Mit Thon.		Sauerstoff der Base der Säure.
Anorthit	$\text{CaSiO}^3 + \text{Al}^2\text{SiO}^5$	4 : 4
Labrador	$\text{RSiO}^3 + \text{Al}^2\text{Si}^2\text{O}^7$ $\text{R} = \text{Ca, Na}$	4 : 6
Leucit	$\text{KSiO}^3 + \text{Al}^2\text{Si}^3\text{O}^9$	4 : 8
Andesin	$\text{RSiO}^3 + \text{Al}^2\text{Si}^3\text{O}^9$ $\text{R} = \text{Ca, Na}$	4 : 8
Hauyn	$\text{R}^2\text{SiO}^4 + \text{Al}^4\text{Si}^3\text{O}^{12}$ $\text{R} = \text{Ca, Na, K}$	8 : 8
Oligoklas	$\text{R}^2\text{Si}^3\text{O}^8 + \text{Al}^4\text{Si}^6\text{O}^{18}$ $\text{R} = \text{Na, Ca, K, Mg}$	8 : 18
Nephelin	$\text{R}^4\text{Si}^3\text{O}^{10} + 2\text{Al}^4\text{Si}^3\text{O}^{12}$ $\text{R} = \text{Na, K}$	16 : 18
Ohne Thon.		Sauerstoff der Base der Säure.
Augit	RSiO^3 $\text{R} = \text{Ca, Mg, Fe}$	1 : 2
Olivin	R^2SiO^4 $\text{R} = \text{Mg, Fe}$	2 : 2
Apatit	$\text{CaCl} + 3\text{CaPO}^6$	
Magneteifen	Fe^3O^4 .	

Für die Verbindungen der Lava ergeben sich hienach folgende Gesetze:

1. Alle Verbindungen der Lava, welche Thonerde (Al^2O^3) und Eisenoxyd (Fe^2O^3) enthalten, haben auf 1 O (Sauerstoff) der Base R, drei O der Base R^2 .
2. Die Verbindungen der Lava, welche Thonerde Al^2O^3 und Eisenoxyd Fe^2O^3 enthalten, haben nach der Tafel in No. 5 noch $9_{,64}$ O (Sauerstoff) der Base R^2 , mithin ausserdem $3_{,21}$ O der Base R, oder im Ganzen $12_{,85}$ O der Basen.
3. Die Verbindungen der Lava, welche Thonerde und Eisenoxyd enthalten, haben ausser dem Kalke, Talke und Eisenoxydul auch Kali, Natron und Manganoxydul als Basen.
4. Die Verbindungen der Lava, welche keine Thonerde enthalten, haben in den Basen den Rest des Sauerstoffes der Basen nach der Tafel in No. 5 (d. h. $17_{,76}$ abzüglich der obigen $12_{,85}$) $4_{,91}$ O.
5. Die Verbindungen der Lava, welche keine Thonerde ent-

halten, haben nur Kalk, Talk und Eisenoxydul, nicht aber Kali, Natron und Manganoxydul in den Basen.

6. Die Verbindungen der Lava, welche Thonerde enthalten, und die, welche keine Thonerde enthalten, zeigen nahe ein gleiches Verhältniss zwischen dem Sauerstoff der Basen und dem der Säuren, man kann demnach vorläufig für beide das gleiche Verhältniss von 100 : 141,₅ annehmen.
7. Die Verbindungen der Lava, welche Thonerde enthalten, haben unter dieser Annahme in ihrer Kieselfäure 18,₁₇ O, die andern Verbindungen haben in ihrer Kieselfäure 6,₉₅ O

Beachten wir diese Gesetze und vergleichen wir damit den im Granite bezüglich gebliebenen Rest, so ergeben sich folgende Gesetze über die Bildung des Granites und des Porphyr.

1. Auch im Granite und Porphyr enthalten die Thonerde (Al^2O^3) und das Eisenoxyd (Fe^2O^3) nahe das Dreifache des Sauerstoffes wie die Basen mit einem Korb Sauerstoff, das Verhältniss ist beim Granite 7,₂₃ : 2,₅₆, beim Porphyr 6,₅₄ : 2,₈₂.
2. Alle Basen, welche im Granite und Porphyr zurückgeblieben sind, gehören den Verbindungen der Lava an, welche Thonerde enthielten.
3. Das kohlenfaure Wasser ist zwar im Stande, auch die Verbindungen der Lava aufzulösen, welche Thonerde enthalten, aber im mindern Grade als die Verbindungen ohne Thonerde.
4. Von der Thonerde und dem Eisenoxyde der Lava ist etwa die Hälfte (im Granite 50 %, im Porphyr 44 %) zurückgeblieben, die andre Hälfte durch das kohlenfaure Wasser entführt.
5. Von den Basen: Kali, Natron und Manganoxydul, welche nur in den Verbindungen vorkommen, welche Thonerde enthalten, ist der grösste Theil, durch die Thonerde geschützt, im Granite zurückgeblieben. Von diesen Basen sind im Ganzen 60 % im Granite und im Porphyr zurückgeblieben; im Einzelnen sind vom Manganoxydulo 39 bezüglich 33 %, vom Natron 50 bezüglich 33 %, vom Kali 72 bezüglich 90 % im Granite und im Porphyr zurückgeblieben.
6. Der grössere Gehalt des Granites und Porphyr an Kali ist die Folge einer Doppelzerfetzung. Die in grossen Mengen zuströmende Kohlenfäure zerfetzt zunächst die Thon enthaltende Verbindung und entführt das Kali als kohlenfaures Kali; aber dies findet in nächster Nähe, in der un-

zeretzten Thonverbindung, kieselbaren Kalk, raubt diesem die Kieselsäure und tritt statt des Kalkes in die Thonverbindung ein, kohlenfaurer Kalk entweicht. Man kann diesen Vorgang sehr leicht durch Versuche beweisen.

7. Die Verbindungen der Lava, welche keine Thonerde enthalten, werden durch die Kohlenäure gänzlich zersetzt, die Basen, welche dieselben enthalten, Kalk, Talk und Eisenoxydul, verschwinden bis auf geringe aus den Thonerdeverbindungen stammende Reste.
8. In dem Granite finden wir auf $32\frac{1}{2}$ Gewichtstheile Quarz oder freie Kieselsäure im Mittel, $42\frac{1}{2}$ Theile Feldspath, Orthoklas oder Albit ($\text{RSi}^3\text{O}^7 + \text{Al}^2\text{Si}^3\text{O}^9$, wo $\text{R} = \text{K, Na, Ca}$) und 25 Theile Glimmer ($\text{RSiO}^3 + \text{Al}^4\text{Si}^3\text{O}^{12}$ und $\text{R}^2\text{SiO}^4 + \text{Al}^4\text{Si}^3\text{O}^{12}$, wo $\text{R} = \text{K, Mg, Fe, Mn}$). Hiernach sind von dem Sauerstoffe der Kieselsäure des Granites im Quarze $45,39\%$, im Feldspath $40,36\%$, im Glimmer $13,65\%$ enthalten.
9. Die Kieselsäure, welche von der Lava an den Granit übergegangen ist, enthält $25,12$ Theile der Lava an Sauerstoff, und zwar kommen davon im Mittel auf den Quarz $11,40$, auf den Feldspath $10,28$, auf den Glimmer $3,44$ Theile der Lava.
10. Die Verbindungen der Lava, welche keine Thonerde enthalten und ganz zersetzt sind, haben ihre ganze Kieselsäure mit $6,95$ Sauerstoff an den Quarz als freie Kieselsäure abgegeben. Von den Verbindungen, welche Thonerde enthalten, ist die Hälfte zersetzt und enthält in ihrer Kieselsäure $9,09$ Theile Sauerstoff. Von diesen sind noch $4,45$ Theile an den Quarz abgegeben, der Rest von $4,64$ Theilen ist für die Bildung des Feldspathes benutzt, und verdankt er ihm seinen höhern Gehalt an Kieselsäure.

Alle Sätze dieser Nummer sind, wenn auch neu, so doch auf streng wissenschaftliche Versuche gegründet, streng wissenschaftlich abgeleitet und daher sicher.

13. Die Bildung der kohlenfauren Gesteine.

Das kohlenfaure Wasser, welches in die Lava der Erdschale eingedrungen ist, hat der Lava ein volles Drittel ihrer Bestandtheile, volle zwei Drittel ihrer Basen geraubt. Namentlich sind das Eisenoxydul, der Kalk und der Talk der Lava fast vollständig

genommen, von diesen Basen sind nicht weniger als 90 % der Lava entzogen und nur 10 % im Granite zurückgeblieben. Es wird die nächste Aufgabe sein, diese entzogenen Basen zu verfolgen und zu untersuchen, wo dieselben verbleiben.

Das Eifenoxydul zunächst wird durch die Kohlenfäure aus den Verbindungen der Lava fast ganz ausgetrieben und bildet mit der Kohlenfäure kohlenfaures Eifenoxydul (FeCO^3), welches in kohlenfaurem Wasser löslich ist. Wird die überschiesende Kohlenfäure frei, so schlägt es sich als einfach kohlenfaures Eifenoxydul oder als Eifenspath (Spatheisenstein) nieder, der mit Kalkspath, Talkspath und Manganspath gleichspathig oder isomorph ist und daher auch stets Beimengungen von Kalk, Talk oder Manganoxydul enthält*).

Der Kalk, welcher zu der Kohlenfäure eine sehr grose Verwandtschaft besitzt, wird der Lava gleichfalls fast ganz entzogen und verbindet sich mit der Kohlenfäure zu kohlenfaurem Kalke (CaCO^3), der im kohlenfauren Wasser löslich ist und daher entführt wird. Sobald aber die überschiesende Kohlenfäure wieder frei wird, schlägt sich der kohlenfaure Kalk als Kalkspath in schönen Gespathen oder als körniger Marmor in grossen Lagern in Adern oder am Grunde des Meeres nieder. Die zuckerartige Spathung des Marmors**) zeigt uns, wie reich zur Meereszeit die kohlenfauren Quellen an Kalk gewesen sind; die Reinheit desselben von verunreinigenden Stoffen beweist, wie oft derselbe von Wasserströmen ausgewaschen und gereinigt ist. Es hat hier ein ähnlicher Vorgang stattgefunden wie beim Auswaschen des Zuckers, wo die Zuckerform im Zuckerhute mit dem aufgelösten Zucker begossen wird, welcher nun in die Form eindringt, den leichter löslichen Sirup auswäscht und dafür den schwerer löslichen, spathbildenden Zucker niederschlägt. Auch im Marmor ist der aufgelöste kohlenfaure Kalk auf ähnliche Weise in die Fugen des Marmors gedrungen,

*) Der Eifenspath (FeCO^3) kann sich nur so lange erhalten, als die Kohlenfäure in der Luft vorherrscht. Unter einem Luftmeere, welches freien Sauerstoff enthält, verwandelt er sich in höherer Wärme unter Austreibung der Kohlenfäure in Magneteisenstein (Fe^3O^4), in niederer Wärme in Rotheisenstein (Fe^2O^3), bei Gegenwart von Wasser in Brauneisenstein ($\text{H}^2\text{Fe}^2\text{O}^4$ und $\text{H}^6\text{Fe}^4\text{O}^9$, nur in Gängen des Gesteines oder in Lagern, wo er vor dem Sauerstoffe geschützt ist, erhält er sich auch später noch als Eifenspath.

**) Marmor ist aus dem gr. marmaros entlehnt, von wo der erste Marmor gekommen ist. Der Name ist von marmairō glänze, schimmre abgeleitet und bezeichnet den Stein als glänzenden, schimmernden. Die deutsche Form des Namens ist der „Marmelstein“.

hat alle leicht löslichen, unreinen Stoffe wieder aufgelöst und fortgeführt, den reinen, spathbildenden Marmor aber niedergeschlagen. Freilich sind durch die lange Zeit die meisten der Marmorgesteine so verwittert und durch kohlenfaure Gewässer angefressen, dass ihre ursprüngliche Gestalt nur noch in wenigen günstigen Fällen erkannt werden kann.

Der Talk wird von dem Kohlenäure reichen Wasser gleichfalls fast ganz entzogen und verbindet sich mit der Kohlenäure zu kohlenfaurem Talk ($MgCO^3$), der in dem kohlenfauren Wasser aufgelöst bleibt. Alle Quellen aus der Lava oder dem Basalte sind reich an Talk und führt nach Bischof's Geologie allein der Rheinstrom täglich 2162 Tonnen kohlenfauren Talkes dem Meere zu. Aber diesem grossen Gehalte der Quellen an kohlenfaurem Talk entspricht auffälliger Weise nicht das Vorkommen dieser Verbindung in den festen Gesteinen der Erde. Zwar bildet der kohlenfaure Talk gefüllt mit kohlenfaurem Kalke ganze Gebirge spathigen Bitterkalkes oder Dolomites ($(Mg + Ca)CO^3$). Aber der Bitterkalk tritt doch immer nur vereinzelt auf. Der kohlenfaure Talk der Quellen muss also noch eine andre Verwendung finden.

Dies führt uns auf einen merkwürdigen Vorgang in der Erdschale, auf die Wandlungen (Metamorphōsis). Bei diesen Wandlungen nämlich tritt in ein Gespath eine neue Base ein, die zu den Säuren eine grössere Verwandtschaft besitzt als die bisherige Base und diese daher aus dem Gespath austreibt. Das Gespath behält hienach grosentheils seine alte Gestalt, aber an die Stelle der alten Verbindung ist eine neue getreten, welche an sich eine ganz andre Spathgestalt zeigen müsste, und welche daher in fremder Gestalt, der Maske, erscheint. Der Talk ist nun ein solcher Eindringling, welcher vorzugsweise in fremde Gespathe eindringt und die Erze wie die Kalke austreibt. Der in dem Wasser aufgelöste kohlenfaure Talk, der zu allen Gesteinen hinzutreten kann, ist zu diesen Wandlungen vorzugsweise geeignet. Es ist das grosse Verdienst von Bischof, diese Wandlungen in seiner Geologie ausführlich erörtert und nachgewiesen zu haben.

Der kohlenfaure Talk ($MgCO^3$) dringt mit dem Gewässer in die Gesteine ein, der Talk treibt aus dem kieselfauren Kalke und dem kieselfauren Eifenoxydule diese Basen durch Wahlverwandtschaft aus. Durch Umtausch der Säuren wird aus

kohlenfaurem Talk und kieselfaurem Kalke bez. Eifenoxydule

kieselfaurer Talk und kohlenfaurer Kalk bez. Eifenoxydul.

Der kieselfaure Talk bleibt in dem Gespath als Maske (Metamór-

phōis) zurück, der kohlenfaure Kalk, das kohlenfaure Eisenoxydul aber werden weiter geführt. Namentlich finden sich derartige Masken zahlreich in den Spalten der Gesteine, wo die Quellen lebhaft fliesen. Aus Andalufit und Chiasolith, aus Cyanit und Condirit, aus Wernerit und Vesuvian, aus Diallag und Augit werden dadurch Talkgesteine: Talkglimmer und Speckstein, Chlorit, Asbest und Serpentin, welche zum Theile noch die Gestalt ihrer Vorgänger bewahrt haben.

Der größte Theil des in den Quellen enthaltenen kohlenfauren Talkes findet in diesen Maskengesteinen seine Verwendung; kein Wunder, dass der kohlenfaure Talk so selten ins Meer gelangt und Bitterkalke bildet, um so zahlreicher finden wir die Maskennester des Talkes in den Spalten und Gängen der Gesteine.

Alle Sätze dieser Nummer sind durchweg sicher und durch die trefflichsten Versuche nachgewiesen.

14. Die Winde und Ströme der Meereszeit.

Die vorhergehenden Nummern haben uns die gewaltige Wirkung kennen gelehrt, welche die kohlenfauren Gewässer auf die Lavenschale der Erde ausgeübt haben, sobald sie in das Innere der Schale eingedrungen sind. So gewaltige Wirkungen setzen aber auch nicht minder gewaltige Ströme der kohlenfauren Gewässer, setzen einen Kreislauf voraus, durch den das kohlenfaure Wasser in der Schale stetig erneut und stetig wieder ausgeführt wird; denn die Wirkung, welche das kohlenfaure Wasser auf die Schale ausübt, ist gleich dem Zeuge oder Producte aus der Masse der in die Schale eindringenden kohlenfauren Gewässer und der Schnelligkeit ihrer Erneuerung. Die Schnelligkeit dieser Erneuerung hängt aber wesentlich von den Strömen der Gewässer, von den Winden des Luftmeeres ab; dies führt uns auf die Witterungserscheinungen: die Winde und Ströme der Meereszeit.

Die Erde hat, wie wir in No. 8 sahen, bereits als Feuerstern die Entfernung von der Sonne, die Bahn um die Sonne und die Schnelligkeit des Umlaufes um die Sonne erhalten, welche sie noch heute besitzt, das Jahr war daher schon zur Meereszeit genau so lang als jetzt, d. h. es währte genau 365²⁵⁶³⁷ der jetzigen Erdtage. Auch die Lage der Erdoberfläche gegen die Sonnenbahn ist seit dem Anfange des vorliegenden Zeitabschnittes nicht mehr geändert, wie sich aus den Gesetzen der Mechanik beweisen lässt; auch das Rücken der Sonne nach Norden und Süden war mithin im vorliegenden

Zeitabschnitte genau so gros wie jetzt. Auch damals stand die Sonne zur Zeit der Tagnachtgleiche über dem Gleichher, auch damals stand die Sonne in den Wendekreifen $23^{\circ} 27' 54\frac{1}{5}''$ vom Gleichher entfernt.

Dagegen war die Erde damals wegen ihrer höhern Wärme gröser als jetzt, drehte sich mithin langsamer um ihre Achse und hatte Tage von längerer Dauer als jetzt. Theilt man aber den damaligen Sonnentag genau in 24 gleiche Stunden, so stand in denselben Breiten die Sonne ebensoviele Stunden über dem Gesichtskreise wie heute, oder währte der Tag, bezüglich die Nacht in derselben Breite ebensoviele Stunden als jetzt. Jahreszeiten und Tageszeiten stimmten also in der Meereszeit bereits genau mit den jetzigen.

Rechnen wir ferner alle die Punkte, in denen die Sonne wenigstens einmal im Jahre im Scheitel steht, zu den Tropenzonen, alle diejenigen Punkte, in denen der längste Tag oder die längste Nacht länger als 24 Stunden dauert, zu den Polzonen, alle andern Punkte endlich zu den Mittelzonen, so gehörten auch damals schon sämtliche Punkte derselben Zone an wie jetzt, und umfassten schon damals die Tropenzonen alle Orte von 0° bis $23\frac{1}{2}^{\circ}$ Breite, die Mittelzonen alle Orte von $23\frac{1}{2}^{\circ}$ bis $66\frac{1}{2}^{\circ}$ Breite, endlich die Polzonen alle Orte von $66\frac{1}{2}^{\circ}$ bis 90° Breite.

Alle diese Zonen hatten freilich damals eine sehr viel höhere Wärme, als sie heute besitzen. Beachtet man jedoch, dass alle Theile der Erdoberfläche auch in jener Zeit nahe gleich viel Wärme in den Weltraum ausstrahlten, dagegen je nach ihrer Breite und ihrer Stellung zur Sonne sehr verschiedene Wärmemengen von der letzteren empfangen, so wird man auch schon in jener Zeit einen Gegensatz der Zonenwärme annehmen müssen und die Tropenwärme mit gröster Hitze von der Mittelwärme und der Polwärme als der minder heissen unterscheiden können.

Sobald aber einmal dieser Gegensatz der Zonen eingetreten ist, so muss auch ein Kreislauf der Winde stattfinden. Die kalte, schwerere Luft strömt aus den Pol- und Mittelzonen den Tropen zonen zu und bildet in der Nähe der Wendekreise im Passgürtel die immerwährenden Passwinde. Jeder kalte Wind geht dabei, aus je höhern Breiten er kommt, um so mehr in Ostwind über, wie dies in dem Wettergemälde ausführlich nachgewiesen wird. An der heissesten Stelle, wo die Sonne fast senkrecht im Scheitel steht, d. h. im Gürtel der Kalme oder Windstille, begegnen sich nun beide aus Nord und Süd kommende kalte Winde. Die beiden Winde

stauen sich, steigen als Steigewind (courant ascendant) in die Höhe und bilden über der Kalme eine Aufwulstung. Dann fließen sie als obere Winde in den obern Luftschichten den höhern Breiten zu, bis sie durch die geringere Größe der Breitenkreise genöthigt und zum Erfatze der abfließenden Passwinde als Mittagwinde auf die Erde herabsteigen und, indem sie in höhern Breiten mehr und mehr in Westwinde übergehen, den Westergürtel der Mittagwinde oder Westwinde bilden.

Zur Zeit der Tagnachtgleiche finden wir den Kalmengürtel in 0 bis 3°, den Passgürtel von 3 bis 30°, den Westergürtel von 30 bis 50° Breite. Alle drei Gürtel rücken mit der Sonne herauf und hinab, und zwar im Nordfommer um 10° nördliche, im Südfommer um 10° südliche Breite.

Mit dem Kreislaufe der Winde tritt nun auch ein Kreislauf des Wassers ein. Der von der Polgegend zum Gleicher fließende Polwind streicht auf der Oberfläche des alles bedeckenden Wassermeeeres hin und nimmt, indem er in wärmere und wärmere Gürtel tritt, an Wärme und an Wassergehalt zu. Nehmen wir auch nur an, dass der Polwind sich während des Stromes durch den Passgürtel um 10° C. erwärme, so wird er dadurch im Anfange dieses Zeitabschnittes befähigt, eine Wasserschicht von 20 Luftfäulen oder von 207 Meter Wasserhöhe aufzunehmen. Der Polwind trocknet daher aus, der Passgürtel zeichnet sich aus durch feine klare, wolkenfreie Luft, durch welche er als dunkler Streifen weithin sichtbar wird.

An der Grenze der Kalme ist der Wassergehalt der Luft um 207 Meter Wasserdruck größer als beim Eintritte der Luft in den Passgürtel. Aber im Kalmengürtel stauen sich nun die Winde, steigen als Steigwinde in die Höhe und dehnen sich in dem Verhältnisse aus, wie der Druck in der Höhe abnimmt. Die Winde kühlen sich hiedurch ab, die Wasserdünste schlagen sich nieder und bilden mächtige Wolken, den helleuchtenden Wolkenring der Kalme; mächtige Regenströme stürzen nieder in das die Erde bedeckende Wassermeer. Etwa ein Drittel des aufgenommenen Wasserdunstes, d. h. etwa 69 Meter Wasser, mag als Regen aus den Wolken hernieder stürzen und das Meer wellenartig aufschwemmen.

Die aufgestiegene und in der Kalme hoch aufgewulstete Luft fließt nun in den obern Luftschichten von der Kalme nach den höhern Breiten ab. In den Passgürteln fließt sie als oberer Luftstrom über den untern Passwind hin, ohne diesen zu stören. Jenfeit

dieser Gürtel aber in den höhern Breiten drängt dieser obere Wind in die untern Schichten ein, mengt sich mit diesen, kühlt sich dabei ab und giebt von neuem Niederschläge, welche Wolken bilden, die Wolken der Mittagwinde oder der Westergürtel. Heftige Regengüsse stürzen herab und ergiesen die in den Luftschichten noch schwebenden 138 Meter Wasser in das die Erde deckende Wassermeer.

Die in dem Kalmengürtel und in den Westergürteln fallenden Regenmengen erhöhen die Oberfläche des Meeres bedeutend und erzeugen dadurch mächtige Meeresströme. Von den Breiten der Westerwinde fliesen Ströme kalten Wassers in den untern Schichten des Meeres als Polströme dem Passgürtel und der Kalme zu. In der Kalme stauen sich die Ströme, steigen in die Höhe und bilden an der Oberfläche des Meeres einen mächtigen Kalmenstrom von Ost nach West. Durch diesen Meeresstrom, durch die von beiden Seiten andrängenden Driftströmungen der Passwinde und durch die in den Kalmen fallenden Regenmengen erhebt sich das Meer in dem Kalmengürtel und fließt nun an der Oberfläche in großen Strömen, die ich, da sie von Mittag kommen, die Mittagsströme nennen will, der Gegend der Westerwinde zu. Hier bilden diese Ströme die großen, von West nach Ost fließenden Westerströme des Meeres, von denen aus das Wasser mit den Winden in die Passgürtel zurückkehrt und dort erletzt, was von den Winden an Wasserdünsten aufgenommen und fortgetragen war.

Mit dem Kreislaufe des Wassers beginnt nun aber auch ein Kreislauf der Kohlenäure. Das Wasser des Meeres war, wie wir bereits in No. 10 sahen, ein stark kohlenfaures Wasser mit viel mehr Kohlenäure, als unsere besten Kohlenfäuerlinge enthalten. Namentlich aber führten die Regentropfen, welche sich in dem Luftmeere der Kohlenäure bildeten, reiche Mengen von Kohlenäure mit sich. Besonders mussten es also die durch die Regen gebildeten Meeresströme sein, welche vorzugsweise mit Kohlenäure gesättigt waren und immer neue Kohlenäure dem Wassermeere zuführten, während die Passwinde mit dem Wasserdunste, welchen sie dem Meere entführten, auch Kohlenäure mit aufnehmen mussten. Auch die Kohlenäure muss also in jenem Zeitabschnitte einen entsprechenden Kreislauf wie das Wasser gehabt haben. Mit den Regen dem Wassermeere zugeführt, strömt die Kohlenäure in den Meeresströmen dem Passgürtel zu und erhebt sich hier wieder in die Luft, um von neuem durch die Passwinde den Regengürteln zugeführt zu werden.

Alle Sätze dieser Nummer sind sicher und aus sichern und allgemein anerkannten Gesetzen abgeleitet.

15. Die Hebung und Senkung des Meeresgrundes.

Vor allen sind es die Regen der rückkehrenden Winde, welche reich mit Kohlenfäure beladen polwärts von 30° Breite in das Meer sich ergießen und hier die Kaltwasserströme bilden, welche am Grunde des Meeres entlang strömen und der festen Schale die kohlenfauren Gewässer zuführen. Da der Gehalt derselben an Kohlenfäure in der Regenzone am reichlichsten ist, so müssen sie auch vornehmlich in der Regenzone, d. h. polwärts von 30° Breite gewirkt haben, und müssen ihre Wirkungen um so geringer sein, je mehr wir uns dem Gleicher nähern.

Dagegen müssen die aus der festen Schale rückkehrenden, mit doppelt kohlenfauren Salzen beladenen, warmen Ströme dem Gleicher zueilen, von hier nach den Passgürteln gelangen und dort einen Korb ihrer Kohlenfäure mit dem verdunstenden Wasser frei geben, sich aber demnächst am Grunde des Meeres als einfach kohlenfaure Salze niederschlagen.

Die Laven, welche den Grund des Meeres bilden, sind hiedurch vornehmlich in den Regengürteln polwärts von 30° Breite ausgefäuert. Der dritte Theil ihres Gewichts, fast sämtliche Basen sind der Schale entzogen und als doppelt kohlenfaure Salze ins Meer geführt, der kiefelfaure Granit bleibt zurück. Am Grunde des Meeres aber sind dann, nachdem der eine Korb Kohlenfäure verdunstet ist, die einfach kohlenfauren Salze, vornehmlich in den Passgürteln von 0 bis 30° Breite niedergeschlagen und haben wagerechte Schichten kohlenfaurer Salze gebildet, welche halb so viel wiegen als die ausgefäuerte Lava vor der Ausfäuerung. Mit der Kohlenfäure wandert also auch gleichzeitig ein Theil der Schale des Meeresgrundes aus den Regengürteln in die Passgürtel und bildet hier am Meeresgrunde neue Gesteine.

Es möchte hienach auf den ersten Blick scheinen, als müsse durch diese Strömung das Meer in den Regengürteln tiefer, in den Passgürteln flacher geworden sein, und als müsse sich in den Passgürteln von den niedergeschlagenen kohlenfauren Gesteinen im Meere eine Erhebung, ein Hochgrund, gebildet haben. Dem ist aber nicht so. Da die Erdschale auf einem Feuermeere schwimmt, so kann Gleichgewicht und Ruhe nur dann stattfinden, wenn alle Punkte des Erdinnern in gleicher Tiefe gleichen Druck erdulden.

Sobald aber dem Meeresgrunde in den Regengürteln Stoffe entzogen werden, wird er leichter und muss so lange in die Höhe steigen, bis der Druck, den er ausübt, in gleicher Tiefe ebenso gros ist, als der Druck der tiefern Stellen. Ebenso müssen diejenigen Stellen der Passgürtel, in denen sich neue Ablagerungen bilden, so lange sinken, bis auch hier das Gleichgewicht hergestellt ist. Es wird also gerade in den Regengürteln ein Hochland im Meere und in den Passgürteln ein Tiefland im Meere entstehen.

Um die Gröse dieser Erhebungen zu berechnen, müssen wir zunächst durch Rechnung feststellen, wie tief das Meer zu jener Zeit im Mittel gewesen und wie tief das Wasser in die Gesteine der Erdschale eingedrungen ist. Die erste Anmerkung entwickelt die Gesetze, nach denen diese Rechnung ausgeführt ist. Das kohlenfaure Wasser durchfäuert die Lavenschale der Erde bis zu dieser Tiefe, entführt die Basen der Lava und lässt Granit zurück. Der zurückbleibende Granit wiegt nach der Tafel in No. 12 nur $\frac{2}{3}$ so viel als die Lava, aus welcher er gebildet ist, indem $\frac{1}{3}$ der Theile der Lava entführt ist, die Erdschale wird also an der Stelle, wo der Granit gebildet ist, leichter als an den andern Stellen, sie wird daher vom innern Feuermeere, auf dem sie schwimmt, gehoben, der Granit bildet eine Erhebung, einen Hochgrund im Meere. Die zweite Anmerkung lehrt das Gesetz, nach dem die Höhe dieser Erhebung und die Tiefe des Meeresthales berechnet ist.

Die entführten Basen betragen nach der Tafel in No. 11 von der Lava $34_{,51} \%$, sie verbinden sich mit $17_{,64} \%$ der Kohlenfäure und bilden $52_{,15} \%$ des Gewichtes der Lava neue kohlenfaure Gesteine. Die dritte Anmerkung giebt die Gesetze über die Berechnung dieser Gröse, die folgende Tafel enthält die Ergebnisse der Rechnung.

Die Meere und Niederschläge der Meereszeit.

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.
Wärme der Erdoberfläche in ° C.	Wärmezunahme auf je 100 m. in ° C.	Auf 1° Wärmezunahme kommen Meter.	Tiefe des Wassers in den Spalten in Metern.	Mittlere Tiefe des Meeres in Metern.	Tiefe des Meeresthales in Metern	Höhe der Granithöhe über dem Meeresthale. m.	Tiefe der Höhen unter d. Meeresspiegel. Meter	Mächtigkeit der kohlenfauren Gesteine in Metern.	Kohlenläure des Luftmeeres in Metern Wasserdr.	Druck des ganzen Luftmeeres in Metern Wasserdr.
376	17 ⁴⁵⁷	5 ⁷²⁸	0	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0	4069	6477
360	16 ⁸⁰⁶	5 ⁹⁵⁰	666	396 ⁸	488 ⁰	364 ⁷	123 ³	444	3739	5724
340	15 ⁹⁸⁷	6 ²⁵⁵	830	837 ⁶	951 ²	454 ³⁵	496 ⁷	553	3658	5195
320	15 ¹⁹²	6 ⁵⁸²	1014	1193 ⁶	1332 ⁴	555 ³	777 ¹	676	3568	4743
300	14 ³⁹⁴	6 ⁹⁴⁷	1228	1474 ²	1642 ³	672 ¹⁵	969 ⁸	819	3462	4347
280	13 ⁵⁹⁶	7 ³⁵⁵	1450	1694 ⁷	1893 ²	794 ⁰	1099 ²	967	3352	4007
260	12 ⁷⁹⁸	7 ⁸¹⁴	1708	1857 ⁴	2091 ²	953 ³	1155 ⁹	1139	3225	3708
240	12 ⁰⁰⁰	8 ³⁸³	2008	1983 ⁴	2258 ³	1099 ⁶	1158 ⁷	1339	3076	3420
220	11 ¹⁹⁶	8 ⁸³²	2350	2074 ⁵	2396 ²	1286 ⁹	1109 ³	1567	2907	3147
200	10 ³⁹²	9 ³²³	2748	2134 ⁷	2510 ⁹	1504 ⁸	1006 ¹	1832	2711	2874
180	9 ⁵⁵²	10 ⁴⁶⁹	3233	2170 ²	2612 ⁸	1770 ⁴	842 ⁴	2155	2471	2579
160	8 ⁷⁶³	11 ⁴¹²	3797	2185 ⁹	2733 ¹	2188 ⁸	544 ³	2531	2192	2262
140	7 ⁹⁷⁴	12 ⁵⁴¹	4475	2184 ⁴	2797 ⁰	2450 ⁵	346 ⁵	2983	1857	1902
121	7 ²³¹	13 ⁸²⁹	5255	2169 ³	2888 ⁶	2877 ⁴	11 ²	3503	1472	1501

Anmerkungen.

1. Berechnung der Tiefe des Wassers in den Erdspalten und im Meere.

Um diese Tiefe ermitteln zu können, müssen wir einerseits den Druck ermitteln, den das Wasser in den Erdspalten erduldet, und müssen wir andererseits die Spannkraft ermitteln, welche der Wasserdampf bei der Hitze in den Erdspalten entwickelt. Das Wasser wird dann so tief eindringen, bis die Spannkraft des Dampfes die Wasserfäule zu tragen vermag.

a. Druck des Wassers in den Erdspalten.

Das Luftmeer übt, wie wir in No. 8 sahen, ehe sich Wasser niederschlägt, einen Druck von 625¹¹ Luftfäulen oder 6459³ m. Wasser aus. Dieser Druck bleibt für Luftmeer und Wassermeer zusammen derselbe, so lange kein Wasser in die Spalten der Felsen eindringt.

Das in die Felsen eindringende Wasser haben wir nach No. 3 auf 4 Hundertel des Raumes in den Felsen geschätzt. Auf je 100 m., um welche das Wasser in die Felsen eindringt, nimmt also der Druck der Wasserfäule um 100 m. Tiefe zu, während dazu vom Meereswasser 4 m. verbraucht werden, oder der Druck, des Wassers wird auf je 100 m. Tiefe um 96 m. gröser. Sobald aber das Wasser in die Spalten eindringt, dringt auch die Kohlenläure mit ein und verbindet sich mit den Basen der Lava zu Gesteinen, welche sich am Grunde des Meeres niederschlagen; diese Kohlenläure verschwindet mithin aus dem Luftmeere und macht den Druck des Wassers um so viel geringer. Hundert Meter Lava von 2⁸¹ Raumgewicht wiegen aber so viel wie 281 m. Wasser und verbrauchen nach No. 12 zur Bildung der kohlenfauren Gesteine 17⁶⁴ % ihres Gewichtes an Kohlenläure.

Diese Kohlenfäure wiegt so viel wie 49,57 m. Wasser. Auf je 100 m. Tiefe wird also der Druck des Wassers um $96 - 49,57 = 46,43$ m. gröser. In a Meter Tiefe ist demnach der Druck $6459,3 + a \times 0,4643$ m. Hiernach ist die folgende Tafel berechnet.

Tafel des Wasserdruckes in Spalten der Erdschale zur Meeres- und Infelzeit.

Tiefe in Metern.	Druck in Metern.	Auf die Tiefe von Metern	Zunahme des Druckes in Metern.	Auf die Tiefe von Metern	Zunahme des Druckes in Metern.
1.	2.	3.	4.	5.	6.
100	6506,0	100	46,43	10	4,643
200	6552,4	200	92,86	20	9,286
300	6598,8	300	139,29	30	13,929
400	6645,3	400	185,72	40	18,572
500	6691,7	500	232,15	50	23,215
600	6738,1	600	278,58	60	27,858
700	6784,6	700	325,01	70	32,501
800	6831,0	800	371,44	80	37,144
900	6877,4	900	417,87	90	41,787
1000	6923,8	1000	464,3		
2000	7388,1	2000	928,6		
3000	7852,4	3000	1392,9		
4000	8316,7	4000	1857,2		
5000	8781,0	5000	2321,5		
6000	9245,3	6000	2785,8		
7000	9709,6	7000	3250,1		
8000	10173,9	8000	3714,4		
9000	10638,2	9000	4178,7		
10000	11102,5	10000	4643		

b. Spannkraft des Wasserdunstes für die verschiedenen Wärmegrade.

Die Spannkraft des Wasserdunstes e ist nach der für hohe Wärmegrade am besten geeigneten Formel Dulong's, wo t die Centgrade bezeichnet,

$$e = [1 + 0,007153 (t - 100)]^5.$$

Nach dieser Formel ist die folgende Tafel berechnet.

Tafel der Spannkraft des Wasserdunstes von 471 bis 600 ° C.

Wärme in ° C.	Spannkraft in Luftfäulen.	Spannkraft in Metern.	Unter- schied auf 0,1 ° C.	Wärme in ° C.	Spannkraft in Luftfäulen.	Spannkraft in Metern.	Unter- schied auf 0,1 ° C.
1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.
471	651,178	6728,94		506	907,017	9372,51	
472	657,575	6794,94	6,810	507	915,353	9458,65	8,614
473	664,030	6861,61	6,667	508	923,751	9545,43	8,678
474	670,528	6928,79	6,718	509	932,221	9632,95	8,752
475	677,076	6996,45	6,766	510	940,742	9721,00	8,805
476	683,683	7064,72	6,827	513	966,691	9989,74	8,938
477	690,334	7133,45	6,873	516	993,210	10263,17	9,134
478	697,036	7201,70	6,825	519	1020,306	10543,16	9,333
479	703,800	7272,60	7,010	522	1047,992	10829,25	9,536
480	710,605	7342,92	7,032	525	1076,261	11121,36	9,734
481	717,465	7413,80	7,088	528	1105,152	11419,90	9,951
482	724,386	7485,52	7,172	531	1134,655	11724,77	10,162
483	731,351	7557,49	7,177	534	1164,792	12036,18	10,308
484	738,369	7629,81	7,262	537	1195,563	12354,15	10,599
485	745,452	7703,00	7,319	540	1226,981	12678,80	10,822
486	752,578	7776,64	7,364	543	1258,978	13009,44	11,021
487	759,758	7853,83	7,419	546	1291,798	13348,58	11,305
488	767,005	7925,72	7,489	549	1325,237	13694,11	11,518
489	774,294	8001,04	7,532	552	1359,326	14046,37	11,742
490	781,640	8076,95	7,591	555	1394,115	14405,65	11,983
491	789,053	8153,55	7,660	558	1429,631	14772,85	12,233
492	796,510	8230,60	7,705	561	1465,867	15147,29	12,478
493	804,023	8308,24	7,764	564	1502,834	15529,28	12,733
494	811,605	8386,58	7,834	567	1540,544	15918,95	12,989
495	819,222	8465,29	7,871	570	1579,005	16316,38	13,245
496	826,906	8544,69	7,940	573	1618,231	16721,72	13,511
497	834,659	8624,81	8,012	576	1658,235	17135,06	13,778
498	842,459	8705,41	8,060	579	1699,022	17556,56	14,047
499	850,351	8786,96	8,155	582	1740,612	17986,32	14,325
500	858,245	8868,53	8,157	585	1782,990	18424,23	14,597
501	866,222	8950,36	8,243	588	1826,211	18870,85	14,867
502	874,256	9033,98	8,302	591	1870,264	19326,06	15,174
503	882,362	9117,74	8,376	594	1915,166	19790,05	15,466
504	890,517	9202,01	8,427	597	1960,925	20262,89	15,761
505	898,732	9286,90	8,489	600	2007,509	20744,26	16,046
506	907,017	9372,51	8,561				

In der Tafel in No. 10 haben wir die Wärmezunahme auf je 100 m. Tiefe kennen gelernt. Wir kennen also für jede Tiefe den Wärmegrad und daraus die Spannkraft des Wasserdunstes und andererseits den Druck des Wassers und können daraus leicht berechnen, in welcher Tiefe die Wärme hinreicht, damit die Spannkraft der Dämpfe den Druck des Wassers ertrage, bis dahin dringt das Wasser in den Spalten vor.

c. Mittlere Tiefe des Meeres.

Bezeichnet a den Wassergehalt der Erde von 2400 Metern, bezeichnet b den jedesmaligen Wassergehalt des Luftmeeres, wie er in der Tafel zu No. 10 gleichfalls in Metern angegeben ist, bezeichnet endlich c die Tiefe

des Wassers in den Erdspalten und T die mittlere Tiefe des Meeres in Metern, so ist

$$T = a - (b + c : 25).$$

2. Berechnung der Erhebung und Senkung des Meeresgrundes.

Sei $2_{,81}$ das Raumgewicht der Lava, und sei $a \times 2_{,81}$ das Raumgewicht des Granites, wenn man die Spalten des Granites mit rechnet, Betragen ferner die Erhebungen $\frac{1}{n}$ der Erdoberfläche, die Thäler mithin $1 - \frac{1}{n} = \frac{n-1}{n}$ und bezeichne b die Höhe der Erhebungen in Metern vom Meeresthale ab, sei endlich das Wasser c Meter in die Spalten der Erde eingedrungen, so ist, von der Tiefe ab gerechnet, bis zu welcher das Wasser eingedrungen ist, die Erhebung des Granites $c + \left(1 - \frac{1}{n}\right) b$, das Meeresthal $c - \frac{1}{n} b$, und muss, wenn Gleichgewicht herrschen soll, der Granit bis zur Höhe der Erhebung so viel wiegen als die Lava des Thales und das Wasser bis zur Höhe der Erhebung zusammengenommen, d. h. es muss die Gleichung gelten

$$2_{,81} \cdot a \left[c + \left(1 - \frac{1}{n}\right) b \right] = b + 2_{,81} \left(c - \frac{1}{n} b \right),$$

$$\text{d. h.} \quad b = \frac{c(1-a)}{a + \frac{1-a}{n} - 0_{,3558}}$$

Setzen wir demnach, da der Lava beim Granite $\frac{1}{3}$ ihrer Bestandtheile entzogen sind, $a = \frac{3}{4}$, nehmen wir ferner an, dass die Erhebungen des Granites auf der Erde etwa so viel betragen haben, wie jetzt das Festland, d. h. setzen wir $\frac{1}{n} = \frac{1}{4}$, so ist

$$b = \frac{c \frac{1}{4}}{\frac{3}{4} + \frac{1}{16} - 0_{,3558}} = 0_{,5476} c,$$

d. h. die Höhe der Erhebungen b beträgt, vom Meeresthale ab gerechnet, $0_{,5476}$ von der Tiefe, bis zu welcher das Wasser in die Erdschale eingedrungen ist, und das Meeresthal liegt $\frac{1}{4}b$ unter der mittleren Tiefe des Meeres.

3. Berechnung der kohlenfauren Gesteine und der Kohlenfäure im Luftmeere.

a. Berechnung der Tiefe der kohlenfauren Gesteine.

Nach der Tafel in No. 12 geben 100 Gewichtstheile ausgefäuerter Lava $52_{,15}$ Gewichtstheile kohlenfaurer Gesteine. Das Raumgewicht der Lava ist $2_{,81}$, das der kohlenfauren Gesteine kann man im Mittel auf $2_{,9}$ setzen. Es geben demnach 100 Meter ausgefäuerter Lava 50 Meter kohlenfaurer Gesteine, diese Gesteine vertheilen sich auf die Meeresthäler. Bezeichnet c die Tiefe des in die Spalten eingedrungenen Wassers, d die Tiefe der kohlenfauren Gesteine in Metern und bezeichne $\frac{1}{n}$ den Theil der Erdoberfläche, welchen die Erhebungen einnehmen, mithin $1 - \frac{1}{n} = \frac{n-1}{n}$ den Theil der Erdoberfläche, welchen die Meeresthäler einnehmen, so ist

$$d = \frac{1}{2} c \frac{n}{n-1}.$$

Wir haben aber oben $\frac{1}{n} = \frac{1}{4}$ gesetzt, mithin ist

$$d = \frac{2}{3}c.$$

Es kann nicht verkannt werden, dass die Masse der kohlenfauren Gesteine, welche sich am Grunde der Meeresthäler niederschlagen, größer ist als die Masse des über die Linie des Meeresthales aufsteigenden Granitdomes; denn bezeichnet c die Tiefe des in die Spalten eingedrungenen Wassers, b die Höhe des Granitdomes über dem Meeresthale, d die Mächtigkeit der kohlenfauren Gesteine, und bezeichne e die Erdoberfläche, C die Masse des vom Wasser durchspulten Gesteines, nach der Annahme, dass alles Wasser in Lava, und zwar gleich tief, eindringt, und B die Masse des gehobenen Granitdomes, D die der kohlenfauren Gesteine, so ist

$$B = \frac{1}{4}be = 0,1369 C, \quad D = \frac{3}{4}de = 0,5 C.$$

Da nun bisher angenommen ist, dass alle Lava, so weit das Wasser eingedrungen, in Granit verwandelt sei, und dieser Granit $\frac{2}{3}$ der Bestandtheile der Lava enthalte oder dem Raume nach $\frac{3}{4}$ der Masse darstelle, so müsste aller gebildete Granit $\frac{3}{4}C = 0,75 C$ sein, andererseits bliebe für ihn nur der Raum

$$B + C - D = 0,6369 C.$$

Es fehlen hiernach für den Granit der Raum $0,1131 C$, d. h. etwa $\frac{1}{9}$ des Raumes. Beachtet man aber, dass die kohlenfauren Gesteine, welche in $\frac{2}{3}c$ unterinken, bei ihrer Bildung die Wärme des Meeres oder der Erdoberfläche haben und mit dieser geringen Wärme in die tieferen Schichten, zuletzt bis 3500 m., hinabsinken, wo viel hoherere Wärme, zuletzt $262^\circ C$, hoherere Wärme herrschen müsste, so kann man nicht verkennen, dass unter den kohlenfauren Gesteinen die Erdschale kühler, das Wasser daher tiefer, das C daher größer sein wird, dass dagegen unter dem Granitdome das C kleiner sein wird, dass aber durch beides das $\frac{1}{9}C$ leicht eingebracht werden kann. Die obige Rechnung wird also als erste Annäherung ihren vollen Werth behalten.

b. Berechnung der Kohlenfäure des Luftmeeres.

Nach No. 9 beträgt die Kohlenfäure der Erde $393,83$ Luftfäulen oder $4069,6$ Meter Wasserdruck. Nach der Tafel in No. 12 gebrauchen aber 100 Gewichtstheile ausgefäuerter Lava $17,64$ Gewichtstheile Kohlenfäure zur Bildung der kohlenfauren Gesteine. Diese Kohlenfäure wird dem Luftmeere entzogen. Sei also $a = 4069,6$ der ursprüngliche Gehalt des Luftmeeres, c die Tiefe des Wassers in den Spalten, $p = 2,81$ das Raumgewicht der Lava und f die Kohlenfäure des Luftmeeres und Wassermeeres in Meter Wasserdruck, so ist

$$f = a - 0,1764 cp = 4069,6 - 0,4957 c.$$

c. Berechnung des Druckes des gefammten Luftmeeres.

Das Luftmeer enthält auser der eben berechneten Kohlenfäure den in der Tafel von No. 10 berechneten Wassergehalt und den in No. 9 berechneten Stickstoff. Die Summe dieser drei Stücke giebt die Zahl der Tafel.

Aus der Tafel ergibt sich, wie tief das Wasser in die Spalten der Erde eingedrungen ist. Als der erste Regentropfen zur Erde fiel, war die Erde dürr und trocken und durstete nach Regen. 350 Meter tief konnte das Wasser sofort in die Erdspalten ein-

dringen und drang so tief ein. Zu diesem Wasser war aber 4 Hundertel des Raumes oder 22 Meter Wasser genügend. Schon bei 1° C. Abkühlung fielen nach der Tafel in No. 10 $22_{,52}$ Meter Wasser als Regen. Der Fels erhielt also sofort die zur Tränkung erforderliche Regenmenge. Die Lava ward nun so tief, als das Wasser eindrang, in Granit verwandelt, die Tiefe, wie weit das Wasser eingedrungen ist, giebt uns also auch die Tiefe der Granitschale.

Das niedergeschlagene Wasser bildet nun auf der Erde bald ein gewaltiges Meer, dessen Tiefe schon nach 100° C. Abkühlung die jetzige Tiefe erreicht. In dem Meere bildet nun aber der Granit Höhen, während sich im Thale daneben der kohlenfaure Kalk niederschlägt. Zunächst zwar ist das Versinken der Erdschale unter dem Meere so mächtig, dass auch die Granithöhen schneller versinken, als sie emporsteigen. Die Gipfel der Granithöhen sinken tief unter den Meeresspiegel und liegen nach 100° C. Abkühlung über 1000 Meter unter dem Meeresspiegel. Auch bei den folgenden 80° C. Abkühlung verbleiben sie noch in dieser Tiefe, dann aber bei den letzten 80° Abkühlung steigen sie schnell aus dem Meeresgrunde auf und treten, im Anfange der Infelzeit, sobald die Erdoberfläche $120_{,4}^{\circ}$ C. erreicht, als erste Inseln aus dem Meere hervor.

Die Erde, welche am Anfange dieses Zeitraumes noch als todter Schalstern, als starre Lavenkugel erschien, auf welcher kein Regen die Schale tränkte, kein Sonnenstrahl die dicke, von Wasser und Kohlenäure erfüllte Luftmeer zu durchdringen vermochte, hat sich im Laufe dieses Zeitabschnittes in einen gewaltigen Meeresstern verwandelt, auf dem ein riefenhaftes Weltmeer wogt und seine umgestaltenden Einwirkungen auf die aus Lava gebildete Erdschale beginnt; sie ist untergetaucht in das Wasserbad, um aus der Taufe ihres Schöpfers geläutert und geklärt wieder zu erstehen und mit dem Auftauchen des Festlandes ihr zweites Geburtsfest, gleichsam ihr Tauffest zu feiern.

Es ist das gewaltige Luftmeer der Erde, welches die Stoffe zu dieser Meeresbildung geliefert hat. Von den $232_{,26}$ Luftsäulen (Atmosphären) Wassers sind am Ende dieses Abschnittes nur noch zwei, von den $393_{,83}$ Luftsäulen Kohlenäure, welche im Anfange dieses Zeitabschnittes im Luftmeere kreiften, ist nur noch der dritte Theil in dem Luftmeere verblieben, die übrigen Luftsäulen des Wassers und der Kohlenäure sind bereits in das Wassermeer, sind mit dem Wasser in das Innere der Erdschale hinabgestiegen, um hier ihre für das Leben der Erde so überaus segensreiche Wirksamkeit zu vollbringen.

Die äusere Erscheinung der Erde ist durch alle diese Vorgänge eine wesentlich neue geworden; nicht minder bedeutend sind die Veränderungen, welche im Schoosse der Erde, in den Spalten und Gespathen der Lavenschale vorgegangen sind und im nächsten Abschnitte auch in die äusere Erscheinung treten sollen. Aus der Lava ist der Granit geworden, der in Riefenkuppeln sich aus der Meerestiefe erhebt, um als mächtiger Dom mit dem Beginne des nächsten Zeitabschnittes aus den Fluthen des Meeres emporzusteigen, der herrlichste Tempel zur Ehre Gottes und zum Segen der kommenden Geschlechter, von Gott selbst gegründet und erbaut.

Die kohlenfauren Gewässer sind die dienstbaren Geister, sind die Wasserelfen und Berggeister, sind die Feen und Kobolde, welche in der Tiefe des Meeres die Schlösser bauen, die Kuppeln errichten, welche unglaubliche Massen kohlenfauren Erzes, kohlenfauren Kalkes und Talkes in nimmer rastendem Laufe aus den Schichten und Spalten der Erdschale forttragen und am Grunde des Meeres in mächtigen Lagern aufspeichern, um den kommenden Geschlechtern die herrlichsten Fundstätten schneeigen Marmors und trefflichen schwefelfreien Eisenerzes zu bieten und die zum Leben der Pflanzen- und Thierwelt erforderliche Kohlenäure auszuhauchen. Man sieht, die Erde ist zum Hervortreten aus dem Meere vollkommen vorbereitet. Nur noch $\frac{6}{10}^{\circ}$ C. Abkühlung, und die erste Infel tritt aus dem Meere der Meereszeit hervor und führt uns über in den folgenden Abschnitt.

Alle Sätze dieser Nummer sind zwar neu, aber nach genauen mathematischen Gesetzen streng wissenschaftlich abgeleitet und berechnet und daher als erste Annäherungen durchaus sicher.

Dritter Abschnitt der Urgeschichte: Die Infelzeit der Erde.

16. Die Erde als Infelstern.

Sobald die Erde sich unter $120,4^{\circ}$ C. abkühlt, tritt nach der in No. 15 ausgeführten Rechnung, welche wenigstens als erste Annäherung ihren Werth hat, die erste Infel*) aus dem Meere hervor.

Die Witterungsverhältnisse bleiben in dieser Zeit für die Erde im Wesentlichen noch dieselben wie zur Meereszeit. Die Infeln treten zunächst nur vereinzelt hervor und gewinnen daher auf das

*) Infel ist aus dem lat. insula entlehnt und bezeichnet das in salo, d. h. im Meere gelegene, genau wie das gr. enálios.

Wetter keinen entscheidenden Einfluss. Auch in der folgenden Zeit behält das Land noch die Gestalt vereinzelter Inseln; selbst zur Kohlenzeit stellen die jetzigen Festländer Europas und Amerikas nur Inselreiche dar. Der Kreislauf der Winde, die Gürtel der Regen und der trocknenden Winde, die Gürtel der Kalmen, der Passwinde und der Regen gebenden Westwinde bleiben wie zuvor. Die Regen der Westergürtel fallen nach wie vor polwärts von 30° Breite und führen grose Mengen Kohlenfäure mit in das Meer, das dadurch in einen kräftigen Kohlenfäuerling verwandelt wird. Die kohlenfauren Gewässer dringen polwärts von 30° Breite in die Felsen ein, säuern sie durch, führen die Basen in doppelt kohlenfauren Verbindungen aus und lassen den Granit zurück, der nun als Dom aus der Tiefe des Meeres sich erhebt und als Insel oder Eiland hervortritt. Die doppelt kohlenfauren Verbindungen dagegen gehen mit den Meeresströmen nach den Passgürteln. Dort verdunstet der eine Korb Kohlenfäure, das einfach kohlenfaure Gestein schlägt sich am Grunde des Meeres nieder und lässt durch sein Gewicht den Grund des Meeres tiefer sinken.

In der südlichen Halbkugel ist der Gegensatz von Meer und Land auch bis heute noch nicht zur Ausbildung gelangt. In der nördlichen Halbkugel, wo er sich bisher allein entwickelt hat, bildet das Festland heute folgende Antheile des Breitenkreises:

in 0° Breite	0 _{21698,}	in 40° Breite	0 _{47056,}
- 10°	- 0 _{24775,}	- 50°	- 0 _{62546,}
- 20°	- 0 _{31034,}	- 60°	- 0 _{57939,}
- 30°	- 0 _{44403,}	- 70°	- 0 _{352467.}

Das Land bildet darnach gegenwärtig in den Tropen nur geringe Theile des Breitenkreises. Ueberdies ist aber zu beachten, dass die Wüste Saharah jetzt diesem Gürtel angehört, und dass sie noch einen alten Meeresboden darstellt, und dass überhaupt die Länder südlich von 30° Breite verhältnissmässig jung und wenig ausgebildet erscheinen. Von 23° bis 45° bildet das Land schon grössere Antheile der Breitenkreise, kommt aber auch hier, da sich die Passwinde auf- und abschieben, noch nicht zur vollen Geltung. Erst jenfeit des 45.° tritt das Land in seiner vollen Bedeutung hervor; hier sind also auch die ersten Inseln auf der Erde zu suchen; hier zeigt das Meer nach Maury's Angaben über das atlantische Meer auch nur halb so viel Tiefe als mittagwärts. Die folgende Tafel giebt uns über die allgemeinen Verhältnisse der Inselzeit Aufschluss.

Die Verhältnisse der Erde als Infelstern.

Wärme der Erdoberfläche in ° C.	Jahre seit Anfang der Infelbildung	Dicke der Erdschale in Metern.	Wärmezunahme auf je 100 m. Tiefe in ° C.	Wärme in der Tiefe von			Wasserdunst des Luftmeeres in		Regen bei Abkühlung um 1° C. in Metern.
				0 m.	5000 m	10000 m.	Luftfäulen.	in Metern.	
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
121	0	19070	7,231	121	482	844	2,90	20,7	0,70
120	191830	19190	7,191	120	479	839	1,94	20,0	0,54
110	2'256660	20500	6,780	110	449	788	1,41	14,6	0,43
100	4'240850	21920	6,386	100	419	739	1,00	10,3	0,32
90	6'459570	23170	6,085	90	394	699	0,69	7,1	0,23
80	8'831430	25400	5,590	80	360	639	0,46	4,8	0,19
75	10'082210	26400	5,398	75	345	615	0,39	3,9	—

Die Meere und Niederschläge der Infelzeit.

Wärme der Erdoberfläche in ° C.	Wärmezunahme auf je 100 m. in ° C.	Auf 1° C. Wärmezunahme kommen Meter.	Tiefe des Wassers in den Spalten in Metern.	Mittlere Tiefe des Meeres in Meter.	Tiefe des Meeresthales in Metern.	Höhe der Infeln über dem Meeresspiegel. Meter.	Mächtigkeit der Kohlenäuren Gesteine in Metern.	Kohlenäure des Luftmeeres in Metern Wasser.	Druck des ganzen Luftmeeres in Metern Wasser.
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
121	7,231	13,829	5255	2169,3	2888,6	0,0	3503	1472	1501
120	7,191	13,906	5303	2167,9	2893,9	7,9	3535	1441	1469
110	6,780	14,749	5803	2153,3	2871,0	186,3	3869	1193	1216
100	6,386	15,659	6375	2134,3	2845,7	392,4	4250	904	922
90	6,085	16,434	6906	2116,6	2822,1	584,0	4604	646	661
80	5,590	17,989	7760	2084,8	2775,4	894,3	5173	223	236
75	5,398	18,525	8170	2069,1	2758,8	1043,7	5447	20	24,68

Alle Sätze der Nummer find aus wissenschaftlichen Gefetzen auf wissenschaftliche Weise abgeleitet und als erste Annäherungen ficher.

Anm. Die Tafeln sind nach den Regeln zu den Tafeln in No. 10 und No. 15 berechnet, nur für die Höhe der Infeln über dem Meeresspiegel musste die folgende Regel der Berechnung zu Grunde gelegt werden:

Berechnung des Meeresthales und der Höhe der Infeln über dem Meeresspiegel in Metern.

Sei h die Höhe der Infel über dem Meeresspiegel, sei $2,81$ das Raumgewicht der Lava, $2,81 \times a$ das des Granites, sei b die mittlere Tiefe des Meeres und c die Tiefe des Wassers in den Felsen, vom mittlern Meeresspiegel an gerechnet, und nehmen die Infeln, bezüglich die Meereshöhen $\frac{1}{n}$ der Erdoberfläche ein, so ist

a. die Tiefe des Meeresthalcs $\frac{n}{n-1}b$, und ist

b. die Höhe der Infeln über dem Meeresspiegel:

$$2,81 a (h + b + c) = \frac{n}{n-1} b + 2,81 (c - \frac{1}{n-1} b), \text{ mithin}$$

$$h = \left(\frac{1}{a} - 1 \right) c - \left(1 + \frac{1}{n-1} \times \frac{1}{a} - \frac{n}{n-1} \times \frac{1}{2,81 \times a} \right) b.$$

Setzen wir demnach, wie dies oben geschehen ist, $a = \frac{3}{4}$, $n = 4$, so ist

$$h = \frac{1}{3} c - 0,811783 b.$$

17. Die Arbeit der Infeln.

Die Infeln steigen zur Infelzeit in großer Zahl aus den Fluthen des Meeres empor und erreichen eine Höhe bis 1000 Meter. Die Winde, welche über das Meer hinstreichen, stosen sich an diesen Infeln, steigen an ihrem Abhänge in die Höhe und geben beim Aufsteigen mächtige Regen, um so größer, da die Infeln fast fämmtlich dem Westergürtel mit reichlichen Regen angehören. Bei dem reichen Gehalte der Luft an Wasserdunst fallen die Regen 20 bis 40 mal so stark als heute an den Gestaden Irlands oder Englands.

Das Luftmeer ist aber auch in dieser Zeit ein Kohlenfäuremeer, jeder Regentropfen ist also ein mächtiger Kohlenfäuerling, der reiche Mengen Kohlenfäure zur Erde herabführt. Gegen Ende der Infelzeit ist denn auch die ganze Kohlenfäure des Luftmeeres verbraucht und in den kohlenfauren Gesteinen niedergelegt. Die Bildung der kohlenfauren Urgesteine hat hiemit ihr Ende erreicht. Jeder kohlenfaure Tropfen wirkt überdies auf der Infel unmittelbar auf den Granit und lässt denselben daher stark verwittern. Ueberdies hat der Granit von Anfang an große Spalten, in welche das Wasser eindringen, von wo aus es den Granit anfressen und zersetzen kann. Das Wasser hat andererseits in den Spalten der hoch aus dem Meere aufsteigenden Felsen einen viel höheren Druck, fließt daher in schnellerem Laufe dem Meere zu und wird bald wieder durch neues Wasser ersetzt.

Die Zerfetzung des Granites nimmt daher einen viel schnelleren Verlauf. Nicht nur werden der Kalk, der Talk und das Eisenoxydul, welche noch im Granite zurückgeblieben sind, ausgeführt, sondern das kohlenfaure Regenwasser bemächtigt sich auch des Natrons und Kalis im Granite. Auch die jetzigen Kohlenfäuerlinge sind reich an Natron, wie wir in No. 11 bereits gesehen haben, und selbst das Kali wird durch dieselben aufgelöst und als auflösliches kiefelfaures Kali mit dem Wasser fortgeführt. Das kohlen-

saure Wasser, welches im Regen unmittelbar den Granit der Inseln trifft, greift daher den Granit sehr heftig an und macht ihn verwittern, der Granit zerfällt und bildet Bruchstücke von der Größe unserer Feldsteine bis zur Größe der Kies- und Sandkörner, ja bis zu den feinen, schwemmbareren Thonkörnchen.

Die Bestandtheile des zerfallenen Granites schlagen nun mit dem davon eilenden Regen zwei durchaus verschiedene Wege ein. Sehen wir nämlich von dem Theile des Regenwassers ab, welcher durch Verdunstung unmittelbar in das Luftmeer zurückkehrt, so fließt der eine Theil des Wassers auf der Oberfläche der Insel als Quelle, Bach und Fluss hin und ergießt sich schlieslich in die obere Meeresschichten, während der andere Theil durch unterirdische Spalten und Gänge in vielmal langsamerem Laufe dem Grunde des Meeres zueilt und in die untersten Schichten des Meeres sich ergießt. Von den Bestandtheilen des zerfallenden Granites führt der erstere Theil des Wassers die ungelösten Bruchstücke, der letztere den größten Theil der von dem kohlenfauren Wasser aufgelösten Stoffe.

a. Die Gewässer der Erdoberfläche.

Alle die Bruchstücke, welche die oberflächlichen Wasserströme: die Quellen, Bäche und Flüsse mit sich führen, tragen als Kennzeichen ihrer Wanderung im Wasser abgerundete Formen. Die scharfen Ecken und Kanten sind durch das Rollen und Schieben abgestossen, die spiegelnden Spathflächen sind abgerieben und vielfach geritzt und geschrammt, aus dem spathigen Granite ist ein Gerölle geworden, sei es, dass die einzelnen Stücke desselben die Größe eines grossen Rollsteines von fusgrosem Durchmesser, oder die Größe von Nüssen, von Erbsen, von Kies oder von Sandkörnern und Thontheilchen erreichen. In dem zerfallenden Granite finden wir zunächst alle diese Größen in buntem Gemische, der Strom der fließenden Gewässer beginnt sie zu scheiden und zu trennen. Die Schnelligkeit des Stromes und die Größe seiner Wassermasse bestimmt nämlich die Größe der Bruchstücke, welche er mit sich führen kann. Je steiler der Abfall, je schneller daher der Strom und je größer zugleich die Wassermasse, um so größer können auch die Bruchstücke des Stromes sein. Da nun die Gefälle in der Nähe der Gipfel am größten, der Strom der Gewässer hier am schnellsten ist und nach dem Meere zu mehr und mehr abnimmt, so lagern auch die Gerölle, welche die Gewässer mit sich führen, um die Gipfel in ringförmigen Schichten. Zunächst dem Gipfel die grossen Bruchstücke und Rollsteine, mehr entfernt die Geschiebe

groben Kiefes, dann der grobkörnige, dann feinkörniger Sand, endlich der schwemmbar Thon. Auch heute noch lassen sich bei jedem größeren Flusse diese Gürtel sehr wohl unterscheiden. In das Meer gelangt meist nur der schwemmbar Thon, bisweilen der Sand, die Geschiebe werden meist auf den Ebenen des Landes abgesetzt und erfahren hier durch den Einfluss des Luftmeeres neue Zerfetzungen.

Dem Gipfel nahe lagern also auf den Abhängen und im Bette der Flüsse grose Gerölle und bilden, wo der Strom plötzlich langsamer wird, z. B. beim Eintritte in die Ebene, grose Schuttkegel und Trümmerhaufen. Die Sandmassen dagegen breiten sich mit den Flüssen weiter aus, erhöhen die Betten der Flüsse und nöthigen sie dadurch, über die Ufer zu treten, die Ebenen zu überschwemmen und auf den Ebenen die Sandmassen in wagerechten Schichten abzulagern. Nur wo die Flüsse noch mit schnellem Laufe ins Meer einströmen, gelangen gröbere Sandmassen ins Meer, werden, da die Gewässer des Flusses im Meere bald gestaut werden und zum Stillstande gelangen, in der Nähe der Mündung abgelagert und bilden die Mündungskegel der Flüsse. Die schwemmbar Theilchen dagegen breiten sich in dem Wellen schlagenden Meere mit den Meeresströmungen aus und bilden weithin am Grunde des Meeres wagerecht lagernde Schichten.

b. Die Gewässer des Erdinnern.

Wenn die auf der Oberfläche fliesenden Wasserbäche und Flüsse die Schichten bildenden Kräfte darstellen, so zeigen uns die in den unterirdischen Spalten dahinströmenden kohlenfauren Gewässer die versteinernden Kräfte des Erdlebens. Reich beladen mit doppelt kohlenfauren Salzen kommen diese Gewässer am Grunde des Meeres aus den Spalten der Erdschale hervor und tränken die am Meeresgrunde lagernden wagerechten Schichten. Der zweite Korb Kohlenfäure wird im Meere frei, das einfach kohlenfaure, das kiesel-faure Salz schlägt sich nieder und bildet in den lofen Erdschichten einen bindenden Kitt. Die lofen Schichten des Meeresgrundes werden dadurch in festes Gestein verwandelt; aus dem Thone und Sande wird, wenn er unter die Oberfläche des Meeres kommt, ein geschichtetes Gestein, der Gneis. Der auflösliche kohlenfaure Kalk endlich bildet am Grunde des Meeres, wo er sich ungetrübt niederschlägt, die Kalkgesteine der Schichtenbildungen.

Die auf diese Weise aus dem zerfallenen Granite der Infel gebildeten geschichteten Gesteine bilden also um die Infel einen

Gürtel, welcher zu der Gröse und Schnelligkeit der Flüsse, zu der Gröse und Höhe der Infel im entsprechenden Verhältnisse steht und etwa so gros angenommen werden darf, als die Infel selbst. Von dem Granite der Infel sind nach dieser Annahme genau so viel Fulse durch Einfluss des Luftmeeres verwittert und durch die Regenwasser fortgespült, als die Dicke der Schichten im Meere beträgt.

Die Sätze dieser Nummer sind aus sichern Gesetzen abgeleitet, mithin auch selbst sicher.

Anm. Ausdehnung der Schichten am Grunde des Meeres.

Nach der gewöhnlichen Annahme sollen die geschichteten Gesteine sich auf dem Grunde des ganzen Meeres abgelagert haben. Beachtet man jedoch, dass allein die cambrischen Schichten 3000 Fus, dass jede der beiden folgenden Schichten abermals 3000 Fus Mächtigkeit besitzt; beachtet man ferner, dass das Festland jetzt nur $\frac{1}{4}$ der Erdoberfläche einnimmt, dass es aber in den ersten Zeiten noch weniger eingenommen haben muss, so müsste, um das ganze Meer 9000 Fus hoch mit geschichtetem Gesteine zu bedecken, allein in den betreffenden Zeitabschnitten von dem Urgesteine der Infeln mehr als 27000 Fus durch Regen abgespült und ins Meer geführt sein. Jeder Unbefangene wird die Unmöglichkeit einer solchen Annahme zugestehen. Man wird daher die Annahme, dass die jedesmaligen Schichten den Grund des ganzen Meeres bedeckt hätten, aufgeben müssen, auch widerspricht der mannigfache Wechsel von Höhe und Tiefe, das Vorkommen wahrer Gebirge im Meeresgrunde hinlänglich dieser Annahme.

18. Die Bildung des Gneises.

Die ersten geschichteten Gesteine, welche sich zur Infelzeit bilden, zeigen ein von den späteren Bildungen höchst abweichendes Verhalten. Einerseits erkennt man an ihnen deutlich die Einwirkung des fließenden Regenwassers, welches die Bruchstücke des Granites nach der Gröse geschieden und die Körner gleicher Gröse in wagerechten Schichten abgelagert hat, andererseits zeigt das Gestein noch ganz spathiges Gefüge und muss durch Einfluss der durchsickernden Gewässer von neuem gespathet oder krystallifirt sein.

Das Wasser, welches in den Spalten der Erdschale rinnt, ist nämlich zur Infelzeit noch reich an Kohlenäure. Das Luftmeer enthält im Anfange der Infelzeit noch 1454, am Ende noch 423 Meter Wasserdruck an Kohlenäure und entführt daher dem Innern der Schale reiche Massen kohlenaurer Salze, namentlich des Talkes, Natrons und Kalis. Diese letztern Basen sind aber die stärksten Basen, welche zu der Kiefelfäure eine grose Verwandtschaft haben

und daher den kiesel-sauren Salzen des Kalkes und Eisens die Kiesel-säure rauben. Kiesel-saurer Talk, Natron und Kali bilden daher in den Quellen Auflösungsmittel, welche das Gerölle mit neuen kiesel-sauren Verbindungen versehen und diese Gerölle von neuem zu Gneis*) spathen oder krystallisiren. Es ist abermals das Verdienst von Gustav Bischof, diese Vorgänge in einzelnen Fällen nachgewiesen zu haben.

Die kohlen-sauren Salze des Kalkes und Eisens und zum Theile auch die des Talkes rinnen mit den Gewässern der Spalten gleichfalls weiter und erhalten, je weiter sie strömen, um so reicheren Gehalt. Am Grunde des Meeres aber schlagen sie sich nieder und bilden die mächtigen Lager des Urkalkes, des Bitterkalkes oder Dolomites ($\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$) und des Eisenspathes, welche bald mehr körnig, bald, wie im Marmor, herrlich gespathet, erscheinen, indem die stets von neuem eindringenden Auflösungen der kohlen-sauren Salze das Gestein auswaschen und wiederholt umspathen, wie wir dies beim Zucker hinlänglich kennen.

Die Kohlen-säure nimmt durch diese Vorgänge mächtig ab, der Luftkreis wird dünner und reiner, an Wassergehalt geringer, dennoch aber bleibt er immer noch so dick, dass Sonne, Mond und Sterne auf Erden nicht sichtbar werden.

Die folgende Tafel zeigt uns die Zusammensetzung des Gneises.

*) Gneis stammt ab vom U-verb ghan, ghnu, gr. chnu-, chnáu-ō, an. gnu-a abreiben, schaben, in derselben Bedeutung auch durch dha thue erweitert, agl. gnidan und nhd. die Gnatze, in der Bedeutung Grind, Krätze, und der Gneis. Der Gneis bezeichnet also das Gestein, welches beim Schmelzen der Erze die Krätze, d. h. das Abzureibende, Abzuschabende auf dem Erze bildet.

Die Zusammenfetzung des Gneises.

	SiO ₂ .	Al ₂ O ₃ .	Fe ² O ₃ .	FeO.	MnO.	MgO.	CaO.	Na ₂ O.	K ₂ O.	H ₂ O.	TiO ₂ .	Sonst.	Summe.
1.	75,06	15,25	—	1,38	—	1,02	2,21	0,81	3,59	0,80	—	—	100,13
2.	76,26	13,60	—	2,41	—	0,26	0,66	2,56	3,75	0,94	—	—	100,44
3.	75,91	14,11	—	2,03	—	0,40	1,14	1,77	4,16	1,16	—	—	100,68
4.	63,11	21,14	—	5,79	—	1,81	0,87	1,14	2,98	3,21	—	—	100,05
5.	65,09	19,61	—	8,61	—	0,89	0,84	1,22	2,51	4,11	—	—	102,88
6.	73,96	14,14	—	4,19	—	1,69	3,04	2,93	1,73	1,30	—	—	100,68
7.	74,46	15,22	—	1,89	—	0,55	1,13	2,93	4,61	1,15	—	—	101,94
8.	74,87	13,00	—	2,27	0,25	0,17	1,13	2,55	3,29	0,82	1,12	—	99,47
9.	66,46	16,20.	—	5,81	—	2,17	2,82	3,20	3,89	1,59	—	—	102,23
10.	66,42	14,76	—	7,50	—	1,80	2,20	1,75	3,52	1,85	—	—	99,80
11.	67,88	15,55	—	3,44	—	1,63	2,99	2,82	3,99	0,91	—	—	99,21
12.	65,06	15,11	2,80	4,31	—	1,30	3,50	1,11	4,91	1,06	1,11	—	100,27
13.	65,32	14,77	3,33	3,08	0,14	2,04	2,51	1,99	4,78	1,01	0,87	0,09	100,06
14.	64,83	14,50	—	6,32	0,58	1,41	4,65	0,93	5,07	0,92	1,38	—	100,59
15.	64,70	14,09	—	6,03	—	2,17	3,11	2,20	4,09	1,48	1,18	0,46	99,51
16.	64,21	14,34	—	6,94	—	2,56	3,20	2,82	3,98	1,01	1,30	—	100,37
17.	64,17	13,87	—	6,40	—	2,21	2,74	2,38	5,25	1,01	1,60	—	99,63
18.	68,89	12,74	—	6,74	—	2,44	2,61	2,00	2,23	1,36	0,52	—	99,53
19.	69,71	13,59	7,77	—	—	2,65	0,23	0,46	3,79	—	—	2,30	100,50
20.	74,51	13,05	—	3,85	—	0,48	3,26	3,64	2,31	—	—	—	101,10
21.	76,55	12,88	—	0,85	—	0,12	2,47	3,03	5,29	—	—	—	101,17
22.	67,32	16,08	—	4,52	—	1,54	3,87	2,98	5,08	0,53	—	—	101,82
Mittel	69,31	14,89	0,63	4,29	0,04	1,42	2,33	2,15	3,86	1,19	0,41	0,13	100,55
O-Mittel	36,96	6,95	0,19	0,95	0,01	0,57	0,67	0,55	0,65	1,06	0,16	—	48,72
Körbe	18,48	2,32	0,06	0,95	0,01	0,57	0,87	0,55	0,65	1,06	0,08	—	25,40

Alle Sätze der Nummer sind sicher und auf die besten wissenschaftlichen Versuche gegründet.

Anm. Fundorte: 1—18 Sachsen. 1—8 Rother Gneis. 1—5 zwischen Leubsdorf und Eppendorf, 6 zwischen Thiemendorf und Metzdorf, 7 zwischen Metzdorf und Flöhe, 8 NO. vom Mundloche des Michaelisstollen. 9—14 Grauer Freiburger Gneis. 9 Freiberg, 10 Wald, 11 Anhöhe nördlich von Klein Schirma, 12—13 Klemmscher Steinbruch bei Kleinwaltersdorf, 14 Grube Himmelfahrt, 15 Borstendorf, Steinbruch am Brechhausberg nördl. von Gahlenz, 16 Drehfeld, Emanueler Wäsche, rechtes Muldenufer, 17—18 am Mundloche des Michaelisstollens. 19 Norwegen, Bugten bei Christiania. 20—21 Schweden, Norberg. 22 Brasilien, Cachoeira da Campo.

Quellen: Forchhammer J. pr. Chem. 36, 410 No. 19. Quincke Ann. Ch. Ph. 99, 239, No. 3—7, 9. Richter Freiburger Jahrbuch 1858, 221 No. 1, 10, 11. Rube Freiburger Jahrbuch 1861, 253 No. 2, 8, 12, 14—18. Scheerer Freiburger Jahrbuch 1861, 254 No. 13. Schönfeldt et Roscoe Ann. Ch. Ph. 91, 305 No. 20—22.

Die Bestandtheile unter Sonst sind bei No. 13 FeS² 0,09, bei No. 15 CuFe²S⁴ 0,46 und bei No. 19 S 2,30.

Zweites Buch:

Die Erdgeschichte zur Zeit der Pflanzen und Thiere.

19 Die Verhältnisse der Erde zur Zeit der Pflanzen und Thiere.

Mit dem Auftreten der ersten Pflanze und des ersten Thieres auf Erden beginnt für die Erde eine ganz neue Zeit, die Zeit des zelligen Lebens, eine Zeit, welche so viel des Neuen bietet, was von dieser Zeit an bleibend dem Erdenleben gewonnen ist, dass es erforderlich erscheint, zunächst das Gemeinfame der folgenden Zeiträume ins Auge zu fassen, ehe wir zu der Uebergangszeit im Einzelnen vorschreiten.

Jetzt erst ist unfer Stern die Leben spendende, allgebärende Mutter Erde geworden, jetzt erst ist die früher unfruchtbare Felschale unfers Planeten gereift und empfänglich geworden für die Keime zelligen Lebens, jetzt erst birgt die Erde in ihrem Schoose Pflanzenkeime und Thieresleben, tränkt sie mit fruchtbarem Regen, wärmt sie mit belebendem Sonnenlichte.

Das gewaltige Luftmeer der Urzeit mit feinem Wasser- und Kohlenäuregehalte hat sich gelichtet und grosentheils niedergeschlagen, die entsetzliche Hitze der Urzeit ist einer belebenden Wärme gewichen, welche Pflanzen- und Thierleben möglich macht. Die Gegenfätze der Hitze sind nicht mehr so gewaltig wie zur Urzeit; denn während in der Urzeit die Hitze allein in einem Zeitraume um 1425° abgenommen hatte, nimmt dieselbe während der ganzen folgenden drei Zeiträume zusammen nur um 60° C. ab. Die folgenden Ueberichten zeigen uns die Verhältnisse dieser Zeiträume.

Die Verhältnisse der Erde zur Zeit der Pflanzen und Thiere.

Wärme der Erdoberfläche in ° C.	Jahre seit Anfang des Pflanzen- und Thierlebens.	Dicke der Erdschale in Metern.	Wärmezunahme auf je 100 m. Tiefe in ° C.	Wärme in der Tiefe von			Wasserdunst des Luftmeeres in Luftfäulen. in Metern.		Regen bei Abkühlung um 1° C. in Metern.
				0 m.	5000 m.	10000 m.	8.	9.	
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
Die Hügelzeit oder die Grauzeit (Uebergangszeit).									
75	0	28400	5,398	75	345	615	0,3751	3,876	0,163
66	2'370050	28500	5,032	66	317	569	0,2517	2,601	0,117
58	4'626420	30570	4,712	58	293	529	0,1790	1,788	0,084
50	7'039900	32970	4,398	50	270	490	0,1168	1,207	0,057
Die Gebirgszeit oder die Rothzeit.									
43	9'300320	35400	4,116	43	249	455	0,0815	0,842	0,043
37	11'363640	37730	3,878	37	231	425	0,0593	0,613	0,031
31	13'558740	40370	3,639	31	213	395	0,0426	0,440	0,024
Die Alpenzeit oder die Neuzeit.									
26	15'501520	42830	3,441	26	198	370	0,0322	0,333	0,019
22	17'138900	45100	3,277	22	186	350	0,0255	0,263	0,016
18	18'857790	47530	3,120	18	174	330	0,0202	0,209	0,011
15	20'206520	49500	3,000	15	165	315	0,0169	0,174	0,010

Die Tafel ist nach den Anmerkungen zu No. 15 und 16 berechnet. Die Eintheilung der Zeit der Pflanzen und Thiere in drei Zeiträume und die Abgrenzung der einzelnen Zeiträume von einander kann erst unten ihre Rechtfertigung finden, hier kam es nur darauf an, sofort den ganzen Ueberblick zu gewinnen.

Die Meere und Erhebungen der Zeit der Pflanzen und Thiere.

Wärme der Erdoberfläche in ° C.	Wärmezunahme auf je 100 m. in ° C.	Auf 1° C. Wärmezunahme kommen Meter.	Tiefe des Wassers in den Spalten Meter.	Mittlere Tiefe des Meeres in Metern.	Mittlere Tiefe des Meeresthales in Metern.
1.	2.	3.	4.	5.	6.
Die Hügelzeit oder die Grauzeit (Uebergangszeit).					
75	5,398	18,525	8170	2069	2759
66	5,032	19,873	160	2034	2712
58	4,712	21,222	10160	1994	2659
50	4,398	22,738	11220	1951	2601
Die Gebirgszeit oder die Rothzeit.					
43	4,116	24,293	12400	1904	2539
37	3,878	25,786	13560	1838	2451
31	3,639	27,480	14900	1804	2405
Die Alpenzeit oder die Neuzeit.					
26	3,441	29,061	16150	1754	2339
22	3,277	30,516	17300	1708	2277
18	3,120	32,051	18000	1680	2240
15	3,000	33,333	19550	1618	2157

Alle Zahlen der Nummer sind nach streng wissenschaftlichen Gesetzen berechnet und als erste Annäherungen sicher.

Anm. Die Berechnung der Tiefe des Wassers in den Spalten der Erde, der mittlern Tiefe des Meeres und des Meeresthales zur Zeit der Pflanzen und Thiere.

Wie wir oben sahen, beträgt das gefammte Wasser der Erde so viel, dass es, auf die ganze Erde vertheilt, diese 2400 m. hoch bedecken würde. In den Spalten und Felsen ist das Wasser auf 4 Hundertel des Raumes angenommen, danach geben 4 Meter Wasser in den Felsen 100 m. Druck. Sei also c die Tiefe, bis zu welcher das Wasser in die Erde eingedrungen ist, in Metern, sei d der Druck des Luftmeeres ohne den Wasserdunst, gleichfalls in Metern Wasser, welcher Druck aber in diesem Zeitraume schon sehr klein ist, so ist der Druck des Wassers in den Spalten

$$2400 + 0,96 c + d.$$

Die mittlere Tiefe des Meeres folgt aus dem ganzen Wasser, wenn man das in die Spalten der Felsen eingedrungene Wasser abzieht, sie ist

$$b = 2400 - c : 25.$$

Die mittlere Tiefe des Meeresthales ist, da das Meer jetzt nur $\frac{3}{4}$ der Erdoberfläche füllt, $\frac{2}{3} b$.

Darnach sind die obigen Zahlen berechnet.

20. Das Luftmeer zur Zeit der Pflanzen und Thiere.

Das Luftmeer zeigt zur Zeit der Pflanzen und Thiere eine wesentlich neue Zusammensetzung und Beschaffenheit. Zwar ist der Kreislauf der Winde noch derselbe wie vorher. Die Zonen, die Gürtel der Kalmen und der Passwinde, die Gürtel der Westereggen sind unverändert geblieben; aber das Luftmeer ist ein wesentlich anderes geworden. Die Kohlenäure, welche im Anfange der Schalenzeit mit 4069₉₆ Meter Wasserdruck das Luftmeer erfüllte, ist nach der Rechnung bis auf 20 Meter Wasserdruck verschwunden und in den kohlenfauren Gesteinen niedergelegt, nur was durch Brennen der kohlenfauren Salze in der Tiefe der Erdschale an Kohlenäure frei geworden ist, füllt noch das Luftmeer. Der Wasserdunst, welcher im Anfange der Schalenzeit mit 2400 Meter Wasserdruck das Luftmeer erfüllte, hat sich gröstentheils bis auf 3₉₆₇₆ Meter Wasserdruck niedergeschlagen und bildet ein großes Wassermeer, aus welchem die feste Schale nur in Form von Inseln hervorragt.

Auch die Bildungen, welche das kohlenfaure Wasser der Schalenzeit hervorbrachte, die Bildungen des Granites und des Gneises, erreichen mit der Schalenzeit ihr Ende, nur in den Spalten und Gängen, wo örtlich auch ferner noch Kohlenäuerlinge vor-

kommen, dauert die Bildung noch fort. Ebenso haben die Niederschläge der kohlenfauren Gesteine in der Form der Gespathe oder Krystalle ihr Ende erreicht, die kohlenfauren Gesteine der Folgezeit erscheinen nur in der Form von Thiergehäusen oder von staubartigen Niederschlägen, wie wir dies demnächst werden kennen lernen.

Auch die Hebungen der Schalenzeit sind vortüber. Die Kohlenfäure, welche der Schalenlava zur Schalenzeit die Baßen und damit ein Drittel ihres Gewichtes entzog, so dass der leichtere Granit von dem Feuermeere hoch emporgehoben wurde und als Granitdom emporstieg, während die kohlenfauren Gesteine am Grunde des Meeres niedersanken, sie ist aus dem Luftmeere verschwunden und kann daher die Granitdome nicht weiter bauen, die Inseln nicht höher emporheben. Andere Mächte sind es, welche jetzt bauend und hebend auftreten und die Gestalt der Erde in der Folgezeit bestimmen. Die Pflanzen und Thiere sind es, welche, wie sie einerseits von der Erde leben und die Stoffe zu ihren Geweben erhalten, so andererseits die Erde bauen und heben, die Erde schmücken und beleben.

Die Pflanzen athmen bei Tage im Lichte der Sonne Kohlenfäure ein, scheiden Kohle aus, legen sie in Pflanzenstoff nieder, und athmen den Sauerstoff wieder aus. Aus je 11 Pfund Kohlenfäure legen die Pflanzen auf diese Weise 3 Pfund Kohle in Pflanzenstoffen fest und athmen 8 Pfund unverbundenen Sauerstoff wieder aus. Verwesen demnächst die Pflanzenstoffe an der Luft, so verbindet sich die Kohle der Pflanzenstoffe wieder mit dem Sauerstoffe der Luft zu Kohlenfäure. Ebenso wenn die Thiere die Pflanzenstoffe verzehren, so verbindet sich in dem Leibe des Thieres die Kohle der Pflanzenstoffe wieder mit dem eingeathmeten Sauerstoffe der Luft zur Kohlenfäure, welche das Thier ausathmet. Es findet zwischen Wachsthum und Verwesung und ebenso zwischen Pflanze und Thier also ein vollständiger Kreislauf Statt, mit der Kohlenfäure beginnend und wieder in der Kohlenfäure endend.

Nur wenn die Kohle der Pflanzen unter Wasser begraben und dadurch der Verwesung im Luftmeere oder der Verzehung durch die Thiere entzogen wird, nur dann bleiben Kohle und Sauerstoff, welche das Wachsthum der Pflanzen unter dem Einflusse des Lichtes getrennt hat, auch bleibend geschieden. Die Kohlenlager der Steinkohlenzeit und der Braunkohlenzeit, der Gehalt aller geschichteten Gesteine an Kohle zeigen uns die Menge der Kohle, welche auf diese Weise dem Luftmeere entzogen ist. Wie wir bereits

in No. 5 fahen, beträgt diese Kohle, auf die ganze Erde vertheilt, eine Schicht von 24 Meter Tiefe mit dem Raumgewichte $1,25$ oder eine Schicht von 30 Meter Tiefe mit dem Raumgewichte 1. Diese Kohle ist also bleibend dem Luftmeere entzogen. Der Sauerstoff, der dadurch frei geworden ist, beträgt eine Schicht von 80 Meter Wasserdruck, die Kohlenfäure, die dazu verbraucht ist, beträgt allein 110 Meter Wasserdruck oder nahe $10\frac{2}{3}$ Luftfäulen.

Die Schichten, welche zur Zeit der Pflanzen und Thiere gebildet sind, enthalten aber ausserdem sehr vielen kohlenfauren Kalk. Nicht nur sind alle Gehäufe der Thiere aus demselben gebildet, sondern die Schichten sind auch sonst reich an kohlenfauren Gesteinen, und kann man den Gehalt der Schichten an kohlenfaurem Gesteine auf 30 %₀ oder, da die Schichten für die Zeit der Pflanzen und Thiere im Ganzen 10000 m. betragen, die Mächtigkeit der kohlenfauren Gesteine auf 3000 m. mit dem Raumgewichte $2,9$ rechnen. Die kohlenfauren Gesteine bedecken dabei etwa ein Viertel der Erdoberfläche. Die ganze Erde ist also zur Zeit der Pflanzen und Thiere noch mit einer Lage kohlenfaurer Gesteine von 750 m. Mächtigkeit und dem Raumgewichte $2,9$ bedeckt. Diese kohlenfauren Gesteine enthalten im Mittel, wie wir fahen, 44 % Kohlenfäure. Die zur Zeit der Pflanzen und Thiere gebildeten kohlenfauren Gesteine enthalten mithin 957 m. Kohlenfäure mit dem Raumgewichte 1, zur niedergelegten Kohle sind ausserdem 110 m. Kohlenfäure, im Ganzen also zur Zeit der Pflanzen und Thiere 1067 m. Kohlenfäure mit dem Raumgewichte 1 verbraucht.

Das Luftmeer enthält beim Beginne der Pflanzen- und Thierzeit fast keine Kohlenfäure mehr; die Frage ist mithin, woher sind die 1067 m. Kohlenfäure mit dem Raumgewichte 1 zur Zeit der Pflanzen und Thiere gekommen? Das Luftmeer enthält ferner an Sauerstoff gegenwärtig nur noch $2,3$ m. Wasserdruck; die Frage ist mithin ferner, wo ist der Rest des Sauerstoffes, d. h. $80 - 2,3 = 77,7$ m. Wasserdruck Sauerstoff geblieben.

a. Der Ursprung der Kohlenfäure im Luftmeere zur Zeit der Pflanzen und Thiere.

Ein Theil der Kohlenfäure ist unzweifelhaft aus dem Brennen des Urkalkes in der Nähe der Feuerberge abzuleiten. Der kohlenfaure Kalk verliert bekanntlich in 1080° C. seine Kohlenfäure, die Kohlenfäure wird frei, der Kalk bleibt ohne Säure zurück oder verbindet sich bei Gegenwart von Kieselfäure mit letzterer, die Kohlenfäure entweicht. So lange der Druck des Luftmeeres be-

deutend ist, wird zwar auch durch die Hitze wenig Kohlenfäure ausgetrieben, denn die kohlenfauren Gesteine halten sich unter grossem Drucke namentlich eines Kohlenfäuremeeres; sobald aber dieser Druck nachlässt, beginnt auch das Aushauchen der Kohlenfäure aus den gebrannten kohlenfauren Gesteinen.

Es ist das Verdienst von Bischof, zuerst auf die grosartigen Aushauchungen von Kohlenfäure aufmerksam gemacht zu haben, welche in den Erdspalten aus dem Innern der Erde aufsteigen und in der Nähe alter Krater, am Fusse alter Feuerberge solche Mächtigkeit erlangen, dass z. B. im Gebiete des Laacher Sees aus allen Fugen der Erde Kohlenfäure hervordringt, die Keller unbrauchbar macht, Gruben auf dem Felde anfüllt, Thiere in den Höhlen tödtet, über 1000 Sauerquellen bildet und zu trocknen Zeiten aus dem Wehrer Bruche in Kopf grosen Blasen aufbrauft. Allein die Gasquelle bei Burgbrohl liefert nach Bischof täglich 190 Würfelmeter Kohlenfäure. Aus Braunkohlen- und Steinkohlen-Lagern können dieselben, wie Bischof gleichfalls bewiesen hat, nicht kommen, wie denn überhaupt Kohlenfäure nicht in Braunkohlenflötzen vorkommt; auch müssten sie, wenn sie aus Verbrennung von Kohle herstammten, mehr Stickstoff als Kohlenfäure enthalten. Die Aushauchungen an Kohlenfäure, welche, wie alle Kohlenfäuerlinge, aus tiefliegenden Thonschiefern oder spathigen Gesteinen herrühren, sollen daher nach Bischof immer nur durch das Brennen der kohlenfauren Gesteine in der Nähe von Feuermassen erzeugt werden.

Aber die Aushauchungen der Kohlenfäure, welche in Folge des Brennens von kohlenfauren Gesteinen stattfinden, bleiben doch immer örtliche Erscheinungen und haben nur an den Stellen stattgefunden, wo feurig flüssige Massen in die Höhe gedrungen sind; denn die kohlenfauren Gesteine erfordern, wie gesagt, zum Brennen eine Hitze von 1080° C., in den Tiefen aber, bis zu denen das Wasser in die Spalten der Erde eingedrungen ist, hat nie eine Hitze von mehr denn 600° C. gewaltet, ein Brennen der kohlenfauren Gesteine konnte mithin in diesen Tiefen nur in der unmittelbaren Nähe von Feuerbergen stattfinden.

Die Kohlenfäure, welche durch diese Feuerberge erzeugt wird, reicht aber zur Erklärung der Thatfachen in keiner Weise hin. Die Erde zeigt uns an ihrer Oberfläche 163 noch thätige Feuerberge (Arago in ann. of philos. 1824, 213), nehmen wir jedoch auch 10000 solcher Feuerberge an, was gewiss hoch gegriffen ist, nehmen wir ferner auch an, dass alle diese Berge die ganze Lage der kohlenfauren Gesteine durchbrochen und gebrannt haben, so

geben alle diese Feuerberge durch das Brennen der benachbarten Gesteine doch nur so viel Kohlenäure frei, um die Erde mit $0,62804$ m. Wasserdruck Kohlenäure zu bedecken, wie dies die Rechnung der Anmerkung ergibt.

Die Kohlenäure, welche durch das Brennen der kohlenfauren Gesteine in unmittelbarer Nähe der Feuerberge erzeugt wird, ist also immer nur eine örtliche Erscheinung, welche zur Erzeugung der erforderlichen Kohlenäure gar nicht hinreicht.

Auf solche vereinzeltten örtlichen Vorgänge konnte nicht das ganze Leben der Erde gegründet werden, es musste also zur Zeit der Pflanzen und Thiere noch eine zweite und allgemeine Quelle der Kohlenäure geben, und diese zweite Quelle ist nichts anderes als das Leben der Pflanzen selbst.

Die Pflanzen haben, wie wir sahen, in den Schichten der Erde 30 m. Kohle mit dem Raumgewichte 1 niedergelegt und dafür 80 m. Wasserdruck an Sauerstoff frei gemacht. Dieser Sauerstoff nun dringt in das Innere der Erde ein. Er findet hier blaugrauen Eisenspath oder kohlenfaures Eisenoxydul (FeCO^3), verwandelt das Eisenoxydul in rothes Eisenoxyd (Fe^2O^3) und treibt die Kohlenäure aus, aus der blaugrauen Grauwacke wird rother Sandstein. 1 Korb Kohle, welcher in Pflanzenstoffen niedergelegt wird, macht 2 Korb Sauerstoff frei. 1 Korb Sauerstoff aber verwandelt 2 Korb Eisenoxydul in 1 Korb Eisenoxyd und giebt 2 Korb Kohlenäure frei. Jeder Korb Kohle, der in Pflanzenstoffen niedergelegt wird, macht also 4 Korb Kohlenäure mit dem vierfachen Gehalte an Kohle frei. Jeder Korb Sauerstoff, der in die Erde eindringt, bringt

Anm. Berechnung der Kohlenäure, welche durch das Brennen der kohlenfauren Gesteine in Nähe der Feuerberge erzeugt werden kann.

Die Hitze der Lava in den Feuerbergen ist 1500° C., zum Brennen des Kalkes sind erforderlich 1080° C. Da nun die Wärme im Innern der Erde auf je 100 m. um 3° C abnimmt, so wird rings um den Krater des Feuerberges ein Ring von 1400 m. Halbmesser die zum Brennen des Kalkes erforderliche Hitze haben. Die mittlere Tiefe der kohlenfauren Gesteine ist aber 4085 m. Jeder Feuerberg wird mithin $(1400)^2 \cdot 4085 = 25153,48$ Millionen Würfelmeter kohlenfaures Gestein vom Raumgewichte $2,9$ und mit 44% Kohlenäuregehalt brennen, oder er wird $32095,84$ Millionen Würfelmeter Kohlenäure vom Raumgewichte des Wassers liefern. Vertheilen wir diese auf die ganze Oberfläche der Erde von $511,048$ Billionen Quadermeter, so ergibt jeder Feuerberg für die ganze Erde nur $0,000062804$ m. Wasserdruck Kohlenäure, 10000 solcher Berge ergeben mithin nur $0,62804$ m. Wasserdruck Kohlenäure.

2 Korb Kohlenfäure mit 4 Korb Sauerstoff, oder gleichfalls ein vierfaches Gewicht an Sauerstoff aus der Erde zurück.

Die 30 m Kohle mit dem Raumgewichte 1, welche in den Schichten zur Zeit der Pflanzen und Thiere vergraben sind, sind also ein mächtiges Mittel um freie Kohlenfäure hervorzubringen. Dieselben stammen aus einer Kohlenfäure mit 110 Meter Wasserdruck ab und könnten, wenn ihr ganzer Sauerstoff zur Freisetzung der Kohlenfäure verwandt würde, das Vierfache dieses Gewichtes, d. h. 440 Meter Wasserdruck freier Kohlenfäure hervorbringen. Eine solche reichliche Erzeugung ist aber weder nöthig, noch hat sie wirklich stattgefunden.

Die freie Kohlenfäure, welche in das Innere der Erde eilt, wird nur zum Theile wieder an Basen gebunden, zumal in dem Granite und Porphyr fast alle Basen bereits entfernt sind, ein großer Theil gelangt bis zu den kohlenfauren Gesteinen selbst, verwandelt die einfach kohlenfaure, unlösliche Verbindung in eine doppelt kohlenfaure, lösliche Verbindung, führt diese in dem Quellwasser weiter bis zum Meere und schlägt hier das einfach kohlenfaure Salz nieder, indem der zweite Korb Kohlenfäure wieder frei wird. Dieselbe freie Kohlenfäure kann auf diese Weise, indem sie mehrfach in die Erde zurückkehrt, auch ihr mehrfaches Gewicht an kohlenfauren Verbindungen aus dem Innern hervortragen und am Grunde des Meeres niederschlagen. In der That enthalten die Schichten zur Zeit der Pflanzen und Thiere so viel Kohle und Kohlenfäure-Verbindungen, dass beiden 1067 m. Wasserdruck an Kohlenfäure entsprechen. Die niedergelegte Kohle könnte, wenn ihr Sauerstoff ganz für Umwandlung des Eisenspathes in Rotheisen verwandt würde, 440 m. Wasserdruck an Kohlenfäure liefern, also noch nicht die Hälfte der wirklich niedergelegten Kohlenfäure.

Es ist also der größte Theil der zur Zeit der Pflanzen und Thiere niedergelegten kohlenfauren Gesteine nur dadurch erzeugt, dass die freie Kohlenfäure in die Spalten eingedrungen ist, die vorhandenen kohlenfauren Urgesteine in lösliche, doppelt kohlenfaure Verbindungen umgewandelt, diese aufgelösten Verbindungen in den Quellen zum Meere geführt und dort die einfach kohlenfauren Salze niedergeschlagen hat, indem der 1 Korb Kohlenfäure wieder frei geworden ist.

Während der Zeit der Pflanzen und Thiere sind im Mittel bei 1° C. Abkühlung 52½ mm. Regen gefallen, während jetzt bei gleicher Abkühlung nur 10 mm. Regen fallen, die Regen sind also im Mittel 5¼ mal so stark gewesen. Jetzt fallen jährlich auf der

Erde $\frac{5}{9}$ m. Regen, während der Zeit der Pflanzen und Thiere sind also im Mittel jährlich $2^{11/2}$ m. Regen, d. h. in der ganzen Zeit der Pflanzen und Thiere von 20'206520 Jahren 5'893563 m. Wasser an Regen gefallen. Von diesen kann man 40 % auf Verdunstung, 60 % auf ober- und unterirdische Quellen rechnen. Um die in dieser Zeit in den Schichten neugebildeten kohlenfauren Gesteine von 3000 m. Mächtigkeit bei 2,9 Raumgewicht dem Meere zuzuführen, genügte demnach auf je 100000 Theile Quellwasser ein Gehalt von 22,9064 Theilen kohlenfaurer Verbindungen.

Allein die oberirdischen Flüsse führen aber jetzt auf je 100000 Theile 13,20 Theile kohlenfaurer Verbindungen*), obwohl der

*) Anm. Der Gehalt der Flüsse an Verbindungen.

In 100000 Theilen Wassers sind folgende Theile von Stoffen enthalten:

	CaCO ₃ .	MgCO ₃ .	Na ² CO ₃ .	SiO ₂ .	KSiO ₃ .	Al ² O ₃ .	Fe ² O ₃ .	Mn ² O ₃ .	RSO ⁴ .	RN ² O ⁶ .	RCl.	Organ.	Summe.
1.	12,79	1,35	—	0,21	—	—	—	—	2,11	—	0,15	0,33	16,94
2.	13,58	0,50	—	4,88	—	0,25	0,58	—	2,82	0,38	0,20	—	23,17
3.	9,46	0,65	—	0,89	—	—	0,28	—	4,35	—	1,45	—	17,09
4.	12,55	2,41	—	1,82	—	—	—	0,50	1,66	—	1,40	—	20,34
5.	4,98	0,89	—	1,04	—	—	—	0,24	2,24	—	1,00	—	10,39
6.	3,21	0,55	—	0,28	—	—	—	0,23	1,36	—	0,92	—	6,55
7.	7,89	0,49	—	2,38	—	0,39	—	—	6,03	0,85	0,17	—	18,20
8.	6,45	0,34	0,65	4,01	—	—	0,81	0,30	1,29	—	0,32	—	13,67
9.	4,81	0,61	1,46	4,06	0,44	0,71	0,55	—	0,34	—	0,48	—	13,46
10.	16,35	0,27	—	2,44	—	0,05	0,25	—	4,42	1,46	—	—	25,24
11.	11,3	0,4	—	0,5	—	—	—	—	4,2	—	1,8	—	18,2
12.	20,54	—	—	1,13	—	—	—	—	7,86	—	4,44	5,82	39,79
13.	18,23	1,47	—	0,39	—	—	—	—	4,65	—	2,34	4,87	32,05
14.	11,56	—	—	0,18	—	—	—	—	4,56	—	10,22	10,00	36,52
15.	16,84	1,81	—	0,89	—	—	0,13	—	4,61	0,39	2,53	3,27	30,47
16.	15,57	1,67	—	0,63	—	—	0,86	—	5,79	—	2,00	4,39	31,01
17.	14,20	1,66	—	1,43	—	—	1,09	—	7,52	—	2,69	3,83	32,52
18.	13,26	1,54	—	1,01	—	—	0,41	—	8,01	—	2,89	3,40	30,52
19.	15,10	1,84	—	1,09	—	—	0,49	—	6,27	0,50	2,84	2,20	30,33
20.	12,84	2,05	—	1,49	—	—	1,21	—	5,86	—	2,79	3,70	29,71
Mittel	12,07	1,02	0,11	1,54	0,02	0,07	0,31	0,06	4,30	0,18	2,03	2,10	23,81

Fundorte. 1—3 Rhein: 1 Bafel im Herbste, 2 Strassburg, 3 Bonn im März 1852. 4—6 Maas: 4 Bocholt, 5 Pierre-Bleuc, 6 Arendonck. 7 Rhone, Genf 30. April. 8 Garonne, Toulouse 16. Juli. 9 Loire, Orleans. 10—11 Seine: 10 Beroz 17. Juni, 11 oberhalb Paris. 12—20 Themfe: 12 Greenwich 1. Januar, 13 Twickenham 16. December 1847, 14 London-Bridge 13. October 1848, 15 Ditton, 16 Kew, 17 Barnes, 18—19 Red-Houffe, Battersee, 20 Lambeth.

Quellen. Ashley Quart. Chem. Journ. 1, 158 No. 14. Bennet Quart. Chem. Journ. 2, 199 No. 12. Bischof Geologie 1863 I. 271 No. 3. Bouchardat in Boussignault Agricultur-Chemie No. 11. Chandelon ann. des travaux

Wärmegrad ein viel geringerer ist. Warme Quellen führen bedeutend mehr an kohlenfauren Verbindungen, so enthält die $32,53^{\circ}$ C. warme Quelle von Neufälzwerk in 100000 Theilen allein $92,7155$ Theile kohlenfauren Kalk. Das Wasser ist also vollständig genügend gewesen, um die kohlenfauren Verbindungen den Meeren der Pflanzen- und Thierzeit zuzuführen, an deren Grunde sie sich niedergeschlagen haben.

Nach G. Bischof sollen nun alle diese kohlenfauren Gesteine am Grunde des Meeres, so lange Thiere und Pflanzen lebten, nur durch thierische Thätigkeit niedergeschlagen sein. Seine Gründe sind dabei folgende: Das Wasser kann in 100000 Theilen 100 Theile doppelt kohlenfaurer Kalksalze aufgelöst enthalten, das Rheinwasser enthält in derselben Menge $18,29$ Theile, das Meerwasser dagegen nur 10 Theile oder nur $\frac{1}{10}$ von dem, was es enthalten könnte. Ein Niederschlag kohlenfauren Kalksalzes kann mithin im Meere nur stattfinden, wenn 1 Korb Kohlenäure entweicht und einfach kohlenfaures Kalksalz zurückbleibt. Nach den Zerlegungen von A. Vogel enthält nun aber das Meerwasser des atlantischen Meeres $0,023$ Hundertel Kohlenäure, welche beim Kochen entweichen, dagegen nur $0,020$ Hundertel kohlenfaure Kalk- und Talksalze. Von jener Kohlenäure konnte mithin höchstens $0,09$ Hundertel gebraucht sein, um die letzteren Salze in doppelt kohlenfaure zu verwandeln und sie im Meerwasser aufgelöst zu erhalten, dagegen mussten $0,014$ Hundertel freie Kohlenäure im Meere verbleiben. Die doppelt kohlenfauren Salze können nach Bischof daher im Meere nicht 1 Korb ihrer Kohlenäure verlieren und sich als einfach kohlenfaure Salze niederschlagen und konnten dies auch nicht in früheren Zeiten, so lange sich stötzartige Schichten absetzten. Hätten sich die von den Flüssen und Quellen dem Meere zugeführten kohlenfauren Salze, fährt Bischof fort, chemisch und nicht durch thierische Thätigkeit niedergeschlagen, so müssten alle geschichteten Gesteine nahe gleich viel Kalktheile enthalten und könnten nicht Sandsteine und Kalksteine so plötzlich wechseln, wie dies nach den Erfahrungen geschieht. Dieser schnelle Wechsel ist nach Bischof nur zu erklären, wenn man annimmt, es haben Thiere jene Kalke gebaut, und seien diese Thiere von Zeit zu Zeit aus-

publics IX. No. 4—6. Clark Quart. Chem. Journ. 2, 76 No. 13. Deville ann. de chim. et phys. 23, 32 No. 2, 7—10. Graham, Miller, Hofmann Report by the Government Commiss. London 1851 No. 15—20. Pagenstecher in Bischof Wärmelehre S. 124 No. 1.

gestorben, und sei dann nur Sandstein abgelagert, bis neue Geschlechter Gehäuse bauender Thiere auftraten, welche neue Kalkberge bildeten. Soweit die Ansichten Bischofs.

Die Erfahrung bestätigt diese Ansichten jedoch in keiner Weise. Die Kalkgesteine aus der Zeit der Pflanzen und Thiere zeigen neben vielen Thiergehäusen auch sehr viele Niederschläge, welche nicht von Thieren stammen, sondern nach ihrem mikroskopischen Baue nur chemisch entstanden sein können. Die Niederschläge des Bitterkalkes oder Dolomites sind überdies nur auf chemischem Wege möglich. Andererseits können die Thatfachen, welche Bischof für seine Ansicht anführt, viel eher als Beweise gegen Bischofs Ansichten dienen. Die Thatfache zunächst, dass im Meerwasser der oberen Schichten freie Kohlenäure gefunden wird, beweist nämlich, dass in den Tiefen des Meeres Vorgänge stattfinden müssen, welche freie Kohlenäure liefern können. Aus Athmung zelliger Wesen kann dieselbe nicht stammen; denn da alle Thiere, auch die Meeresthiere, ursprünglich von Pflanzen sich ernähren und nur so viel Kohlenäure ausathmen können, als die Pflanzen, welche sie mittelbar oder unmittelbar verzehrten, durch ihre Kohle an Kohlenäure liefern, die Pflanzen ihre Kohle aber selbst nur aus freier Kohlenäure des Meeres aussondern, so muss alle Kohlenäure, welche die Athmung oder Verwesung zelliger Stoffe liefern, ursprünglich bereits im Meere als freie Kohlenäure vorhanden gewesen sein. Aus der Ausscheidung eines Korbes Kohlenäure aus dem doppelt kohlenfauren Kalksalze durch Lebensthätigkeit der Schalthiere kann sie auch nicht stammen, da alle diese Thiere nur in geringer Tiefe an den Küsten des Meeres bauen, also auch nur an den Küsten, nicht in dem offenen Meere Kohlenäure ausscheiden. Ebenso wenig kann sie aus der Umwandlung des kohlenfauren Eisenoxyduls in Eisenoxyd stammen; denn diese geht nur unter dem Einflusse des Luftmeeres auf dem Festlande vor sich, nicht aber in der Tiefe des an Kohlenäure reichen Wassermeeeres.

Ebenso wenig kann sie endlich aus dem Brennen kohlenfaurer Gesteine stammen, welches Bischof allgemein annimmt; denn wie bereits oben bewiesen, kann das Brennen kohlenfaurer Gesteine nur in nächster Nähe von Feuerbergen stattfinden, nicht aber in der Tiefe unter dem Meere, auch ist es immer nur eine örtliche Erscheinung.

Auch die Quellen endlich führen nicht freie Kohlenäure dem Meere zu, sondern nur doppelt kohlenfaure und deshalb lösliche Verbindungen. Der Gehalt der Tageswasser, der Bäche und Flüsse

an diesen doppelt kohlenfauren Verbindungen kann freilich nur gering sein, da die Kohlenfäure aus denselben leicht wieder ins Luftmeer entweichen kann; dagegen müssen die unterirdischen Quellen reiche Mengen dieser Verbindungen an den Meeresgrund führen und hier ins Meer ergiesen.

Die Mischung dieses unterirdischen, mit doppelt kohlenfauren Verbindungen gefättigten Wassers von höherer Wärme mit dem an Kochsalz und andern Salzen reichen Meerwasser von weniger Wärme, sowie die Armuth des Meerwassers an freier Kohlenfäure wird das Freiwerden des einen Korbes Kohlenfäure und den Niederschlag eines Theiles der kohlenfauren Verbindungen ebenso sicher bewirken, als diese Niederschläge bei dem Heraustrreten der kohlenfauren Gewässer an die Luft in den Quellbecken der Kohlenfäurelinge erfolgt. Alle freie Kohlenfäure, welche das obere Meerwasser enthält, verdankt diesen Vorgängen ihren Ursprung und ist ein beredtes Zeugniß von den Vorgängen in der Tiefe des Meeres.

Auch das häufige Abwechseln der Kalksteine und der Sandsteine spricht nicht für Bischofs Ansichten. Sandsteine entstehen nämlich nur, wenn der Boden Festland ist, das über den Meeresspiegel gehoben ist, Kalksteine nur, wenn der Boden Meeresgrund und unter den Meeresspiegel gesunken ist. Der häufige Wechsel beider Gesteine beweist also nur den häufigen Wechsel der Hebungen und der Senkungen; weiter nichts.

Der Niederschlag kohlenfaurer Gesteine am Grunde des kälteren Meeres aus den doppelt kohlenfauren Verbindungen der unterirdischen wärmeren Quellen durch Freiwerden eines Korbes Kohlenfäure kann also nicht bestritten werden. Der Niederschlag erfolgt ebenso sicher im Meere, wie er in jedem bewegten Tageswasser erfolgt, welches doppelt kohlenfaure Salze gelöst enthält und bei der Abkühlung den einen Korb Kohlenfäure verliert. Die Quellen, welche in der Tiefe in das Meer eintraten, sind aber bedeutend wärmer als das Meerwasser. Das Meerwasser hat nämlich in der Tiefe, wo die kalten Meeresströme fliesen, eine Wärme, welche im Mittel 11° C. unter der mittleren Erdwärme ist. Dagegen nimmt im Festlande die Wärme auf je 100 m. um 3 bis 5° C. zu, da nun das Meer zur Zeit der Pflanzen und Thiere 2100 bis 2700 m. tief ist, so haben die unterirdischen Quellen, welche aus dem Festlande nach dem benachbarten Meeresgrunde strömen, eine sehr viel höhere Wärme. Die nachstehende Tafel zeigt uns diese Verhältnisse für die Zeit der Pflanzen und Thiere. Das Freiwerden des

einen Korbes Kohlenfäure ist die nothwendige Folge dieses Verhältnisses *).

Wärme der Erdoberfläche in ° C.	Mittlere Tiefe des Meeresthales in Metern.	Wärme der Quellen in der Tiefe des Meeresgrundes in ° C.	Wärme des Meereswassers in der Tiefe des Meeresgrundes in ° C.	Unterschied in ° C.
1.	2.	3.	4.	5.
Die Hügelizeit oder die Grauzeit (Uebergangszeit).				
75	2759	148,9	64	84,9
66	2712	136,5	55	81,5
58	2659	125,3	47	78,3
50	2601	114,4	39	75,4
Die Gebirgszeit oder die Rothzeit.				
43	2539	104,5	32	72,5
37	2451	95,0	26	69,0
31	2405	87,5	20	67,5
Die Alpenzeit oder die Neuzeit.				
26	2339	80,5	15	65,5
22	2277	74,6	11	63,6
18	2240	69,9	7	62,9
15	2157	64,7	4	60,7

b. Der Verbrauch des Sauerstoffes des Luftmeeres zur Zeit der Pflanzen und Thiere.

Die 30 m. der in den Schichten der Pflanzen und Thiere vergrabenen Kohle mit dem Raumbewichte 1 haben, wie wir sahen, 80 m. Wasserdruck Sauerstoff frei gemacht. Von diesem sind gegenwärtig nur noch $2\frac{1}{3}$ m. in dem Luftmeere zurückgeblieben. Wir müssen demnach untersuchen, wo die übrigen $77\frac{2}{3}$ m. Wasserdruck des Sauerstoffes ihre Verwendung gefunden haben.

1. Bildung des Eifenoxydes.

Ein Theil dieses Sauerstoffes ist nun unzweifelhaft verwandt, um im Innern der Erde kohlenfaures Eifenoxydul (FeCO^3) in Eifenoxyd (Fe^2O^3) zu verwandeln. Ein Korb Sauerstoff, Gewicht 16, verwandelt nämlich 2 Korb kohlenfaures Eifenoxydul, Gewicht 232,

*) Anm. Die Zahlen der mittlern Tiefe des Meeresthales sind aus No. 19 entlehnt, die Wärme der Quellen ist aus der Wärme des Bodens des Festlandes, wie sie in den Tafeln der No. 19 angegeben ist, für die Tiefe des Meeresgrundes berechnet. Die Wärme der kalten Strömungen in der Tiefe des Meeres ist gegenwärtig um 11°C . geringer, als die mittlere Wärme der Erdoberfläche. Ebenso viel geringer ist sie auch für die früheren Zeiten angenommen worden.

in 1 Korb Eisenoxyd, Gewicht 160, und giebt 2 Korb Kohlenfäure frei, Gewicht 88 ($1\text{O} + 2\text{FeCO}^3 = \text{Fe}_2\text{O}^3 + 2\text{CO}^2$). Das kohlenfaure Eisenoxydul, welches durch die Kohlenfäure aus der Schalenlava gebildet ist, als diese in Granit und Porphyr verwandelt wurde, beträgt nun nach No. 12 im Mittel $13,31\%$ der Lava. Oder da die Bildung des kohlenfauren Eisenoxyduls bis Ende der Schalenzeit gedauert hat und die Lava von $2,31$ Raumgewicht bis 8170 m. ausgefäuert ist, so ist im Ganzen auf der Erde eine Schicht Eisenspathes oder kohlenfauren Eisenoxyduls von $793\frac{1}{2}$ m. mit dem Raumgewichte $3,7$ oder von 2936 m. Tiefe mit dem Raumgewichte 1 gebildet.

Dieser Eisenspath ist hauptsächlich im Meere abgelagert und wird nur dort der Wirksamkeit des Luftmeeres einen Spielraum gestatten, wo alter Meeresboden über den Meeresspiegel gehoben wird. Rechnen wir demnach auch, dass alles jetzige Festland einst alter Meeresboden gewesen sei, so wird immer doch nur ein Viertel des Eisenspathes der Wirkung des Luftmeeres und damit des Sauerstoffes ausgesetzt sein. Aber auch dieser Eisenspath ist keinesweges ganz in Eisenoxyd umgewandelt, wie dies die grossen Lager von Eisenspath in England beweisen. Nur drei Viertel des Eisenspathes auf dem Festlande darf man im Mittel als verbraucht zur Umwandlung in Eisenoxyd rechnen, ein Viertel im Mittel ist geblieben. Von den $793\frac{1}{2}$ m. Eisenspath mit dem Raumgewichte $3,7$ sind also auf dem Festlande im Mittel $198\frac{3}{8}$ m. Eisenspath geblieben, $595\frac{1}{8}$ m. sind in Eisenoxyd umgewandelt und haben auf dem Festlande $323,113$ m. Eisenoxyd mit dem Raumgewichte $4,7$ geliefert.

Verbraucht sind zu dieser Umwandlung auf dem Festlande $\frac{8}{116}$ des Gewichtes des Eisenspathes an Sauerstoff, d. h. es sind auf dem Festlande $151,362$ m. Wasserdruck oder, auf die ganze Erde vertheilt, etwa $37\frac{2}{3}$ m. Wasserdruck an Sauerstoff verbraucht, und bleiben noch 40 m. Wasserdruck Sauerstoff zum Verbrauche übrig.

2. Die ursprünglichen Verbindungen des Schwefels und Chlors, oder Schwefeleisen und Chlorkalk.

G. Bischof geht in seiner Geologie von der Ansicht aus, dass die schwefelfauren Laugensalze, namentlich schwefelfaures Natrium und Kali ursprünglich in der Erdschale gebildet und aus dem feuerflüssigen Meere erstarrt seien. Aber in den Himmelssteinen, welche uns ein genaues Bild von den innern Zuständen unserer Erde geben, findet man keine schwefelfauren Salze, sondern allein Schwefelerze, namentlich Schwefeleisen (FeS), welches, wie wir in No. 4 sahen, in den Himmelssteinen $4,33\%$ der Masse bildet.

Die Annahme ursprünglicher Laugen-salze ist Angefichts dieser Thatfache eine unglückliche, sie ist aber überdies eine unmögliche. Der Schwefel hat eine geringe Verwandtschaft zum Sauerstoffe und verbindet sich bei groser Hitze viel leichter mit Eifen als mit Sauerstoff. Erhitzt man Eifenstangen bis zur Weisglühhitze und bringt Schwefel auf dieselbe, so entsteht trotz der Gegenwart des Sauerstoffes der Luft Schwefeleifen (FeS), d. h. genau die Verbindung, welche sich in den Himmelssteinen findet.

Schwefelsäure kann sich in der Hitze überhaupt nicht bilden, höchstens schweflige Säure, in welche sich Schwefelsäure bei Gegenwart von Erzen in der Hitze zersetzt. Noch weniger können sich in der Hitze bei Gegenwart von Kieselsäure schwefelsaure Salze bilden, die Kieselsäure würde die Schwefelsäure sofort austreiben. Schwefelsäure ist nur bei Gegenwart von Wasser eine starke Säure und entsteht nur, wenn Wasser zugegen ist, aus Liebe zum Wasser. Schwefelsaure Salze konnten also nicht in der Hitze entstehen.

Die Thatfachen beweisen aber auch, dass sie in der Hitze nicht dagewesen sind. Die schwefelsauren Salze sind nämlich, eben wegen der Liebe der Schwefelsäure zum Wasser, überaus löslich, sie mussten dann also auch sofort mit dem ersten Auftreten des Wassers aus der Erde ausgewaschen werden, wenn sie beim Auftreten des Wassers bereits vorhanden waren. Bei dem ersten Auftreten des Wassers ist aber auch der Chlorkalk aufgelöst und ausgezogen. Schwefelsaures Natron (NaSO^4) und Chlorkalk (CaCl) mussten demnach sofort bei dem ersten Auftreten des Wassers zusammenreffen und bei der grossen Wahlverwandtschaft des Natrons zum Chlor durch Umtausch schwefelsauren Kalk oder Gyps ($\text{CaSO}^4 + 2\text{H}^2\text{O}$) und Chlornatrium oder Kochsalz (NaCl) geben. Der Gyps aber musste im Granite sich niederschlagen. Kohle, namentlich frische Zellen der Pflanzen und Thiere haben überdies die Kraft, schwefelsaure Salze in Schwefelerze zu entfäubern, hätte es gleich beim ersten Auftreten der Pflanzen und Thiere schwefelsaure Salze gegeben, so müssten sich bereits zur Grundzeit die Schwefelerze im Gesteine des Grundflötzes zeigen. Da beides nicht der Fall ist, so ist die Annahme Bischofs durch die Thatfachen widerlegt.

Der Schwefel ist also in dem feurig flüssigen Erdmeere und in der Erdschale ebenso wie in den Himmelssteinen nur als Schwefeleifen (FeS) gebildet und macht bedeutende Theile derselben aus.

Das Chlor ist ebenfalls in der Erdschale als einfache Verbindung vorhanden und bildet nach Bischofs ausführlichen Untersuchungen in feiner Geologie für die verschiedensten Gesteine im Mittel noch 1 Tausendtel ihres Gewichtes. In der Erdlava wird man den Gehalt vor der Ausfäuerung auf das Doppelte, d. h. auf 2 Tausendtel des Gewichtes setzen können. Dies Chlor kann nicht unverbunden in dem Feuermeere der Urzeit gewesen sein, es wird mit dem Stoffe verbunden gewesen sein, zu dem es in der Hitze die größte Verwandtschaft besitzt. Um diese Verwandtschaft in der Hitze kennen zu lernen, hat Bischof eine Reihe von Glühversuchen angestellt. Im ersten Versuche glühte er 100 Theile geschlemmten Porphyr mit 5 Theilen Chlornatrium, im zweiten 100 Theile geschlemmten Granit mit 11_{,95} Theilen Chlorkalk, im dritten 100 Theile geschlemmten Porphyr mit 12_{,08} Theilen Chlorkalk und im vierten Versuche 100 Theile geschlemmten Porphyr mit 15_{,05} Theilen wasserfreien Chlorkalks. In jedem Versuche dauerte das Glühen etwa 2 Stunden. Beim ersten Versuche verlor das Chlornatrium die Hälfte des Chlores, das grosentheils in Chlorkalk eingegangen war; beim zweiten hatte der Chlorkalk von 7_{,32} Theilen Chlor 5_{,93} behalten, 0_{,47} an andere Grundstoffe abgetreten, und 1_{,92} waren beim Glühen verflüchtigt; beim dritten hatte der Chlorkalk von 7_{,65} Theilen Chlor 4_{,36} behalten, 0_{,17} an andere Grundstoffe abgetreten, und 2_{,57} waren durch das Glühen verflüchtigt; in dem letzten Versuche endlich war von dem Chlor des Chlorkalkes nur ein geringer Theil an andere Grundstoffe übergetreten.

Das Chlor hat also, wie sich aus diesen, wenn auch nur unvollkommenen Versuchen ergibt, in der Glühhitze die meiste Verwandtschaft zum Kalke und muss zur Zeit, als die Erde noch feurig flüssig war, Chlorkalk die bedeutendste, wenn nicht die alleinige Chlorverbindung gewesen sein. Als nun die Erdschale fest ward, ist auch der Chlorkalk in die Erdschale übergegangen und erstarrt.

Das Schwefeleisen (FeS) und der Chlorkalk (CaCl) sind also die ursprünglichen Verbindungen, in denen wir den Schwefel und das Chlor in der Erdschale zu suchen haben. Von diesen ist das Schwefeleisen unlöslich, der Chlorkalk nicht nur löslich, sondern von einer solchen Verwandtschaft zu dem Wasser, dass es das beste Mittel ist, um andern Stoffen das Wasser zu entziehen. Sofort das erste Wasser, welches auf die Erde gefallen ist, hat daher auch der Erdschale den größten Theil ihres Chlorgehaltes geraubt und in das Meer geführt, welches daher ausser seinen kohlenfauren Verbindungen im Anfange Chlorkalk enthalten hat.

Diese einfache Lage der Sache ist jedoch von G. Bischof in seiner Geologie wiederum bestritten worden. Nach Bischof soll stets nur Kochsalz oder Chlornatrium ins Meer geführt sein. Die Gründe für seine Entwicklung sind folgende. Auch jetzt noch enthalten alle Quellen, welche aus Lavengesteinen stammen, Chlorverbindungen, wie wir dies in No. 11 gesehen haben; aber diese Chlorverbindung ist in allen Gewässern, welche Natrium enthalten, Chlornatrium oder Kochsalz; da das Natrium bei niederer Wärme zu dem Chlore die größte Verwandtschaft hat und alle andern Grundstoffe austreibt. Nur die Gewässer, in denen alles Natrium bereits an Chlor gebunden ist, können ausserdem auch Chlorkalk und Chlortalk führen, wie dies die Quellen aus dem Feldporphyr bei Münster am Steine, die aus dem Donnersberge und die aus den Graniten unterhalb Heidelberg beweisen. Alle Kohlenfäuerlinge, welche stets eine reichliche Menge von kohlenfaurem Natron enthalten, führen von Chlorverbindungen nur Kochsalz oder Chlornatrium. Auch die Untersuchungen der Flussgewässer zeigen uns daselbe Gesetz.

Der Schwefelsäure- und Chlorgehalt der Flüsse
in 100000 Theilen.

	CaSO ⁴ .	MgSO ⁴ .	Na ² SO ⁴ .	K ² SO ⁴ .	Summe	NaCl.	KCl.	CaCl.	MgCl.	Summe.
1.	1,54	0,39	0,18	—	2,11	0,15	—	—	—	0,15
2.	1,47	—	1,25	—	2,72	0,20	—	—	—	0,20
3.	2,38	1,81	0,16	—	4,35	1,45	—	—	—	1,45
4.	1,36	0,30	—	—	1,66	1,40	—	—	—	1,40
5.	2,03	0,21	—	—	2,24	1,00	—	—	—	1,00
6.	1,24	0,12	—	—	1,36	0,92	—	—	—	0,92
7.	4,66	0,63	0,174	—	5,464	0,17	—	—	—	0,17
8.	—	—	0,53	0,76	1,29	0,32	—	—	—	0,32
9.	—	—	0,34	—	0,34	0,48	—	—	—	0,48
10.	2,69	—	1,23	0,50	4,42	—	—	—	—	—
11.	3,16	0,6	—	—	3,76	—	—	1,90	0,98	1,88
12.	2,84	2,85	0,21	1,96	7,86	4,44	—	—	—	4,44
13.	3,70	—	—	0,95	4,65	2,34	—	—	—	2,34
14.	4,50	—	—	—	4,50	3,65	—	6,24	—	10,92
15.	4,37	—	—	0,24	4,61	1,57	0,96	—	—	2,53
16.	4,66	—	0,26	0,97	5,79	2,00	—	—	—	2,00
17.	6,63	—	—	0,69	7,32	2,69	—	—	—	2,69
18.	8,01	—	—	—	8,01	2,10	0,79	—	—	2,89
19.	4,36	—	—	1,91	6,27	2,84	—	—	—	2,84
20.	4,27	0,28	—	1,36	5,86	2,79	—	—	—	2,79
Mittel	3,23	0,36	0,25	0,46	4,30	1,53	0,10	0,36	0,04	2,03

Die Fundorte und Quellen siehe zu der Tafel Seite 120.

Das Wasser der Erde, folgert hieraus Bischof, kann stets nur Chlornatrium ins Meer geführt haben.

Die Thatfachen widerlegen jedoch diese Folgerung. Denn einmal enthält das jetzige Meer ausser dem Chlornatrium auch noch Chlorkalk in bedeutenden Mengen, und enthalten die aus dem Steinsalz stammenden Soolen auch heute noch sämmtlich Chlorkalk und Chlortalk. Dann aber beweisen auch die Versteinerungen der Fische, dass vor der Salzzeit, d. h. vor der Zeit, da sich das Steinsalz in den Schichten ablagerte, nur Süswasserfische in den Meeren der Erde gelebt haben, und erst nach jener Zeit die Salzwasserfische aufgetreten sind. Das Kochsalz oder Chlornatrium (NaCl) kann also erst zu jener Zeit im Meere entstanden sein. Gleichzeitig treten zu jener Zeit auch die ersten Niederschläge des Chlornatriums in der Form von Steinsalz auf. Dies Steinsalz ist aber stets gefüllt mit Gypsstöcken, d. h. mit Stöcken schwefelsauren Kalkes, und zwar so sicher, dass, wo man das eine Gestein findet, man auch bestimmt auf das Vorkommen des andern rechnen kann. Das Steinsalz bildet dabei Stöcke bis 100 m. Mächtigkeit bei dem Raumgewichte $2\frac{1}{4}$, der Gyps bildet Stöcke bis 143 m. beim Raumgewichte $2\frac{3}{8}$. Da das Korbgewicht des Steinsalzes 117, das des Gypses 172 ist, so entspricht also stets ein Korb des Steinsalzes einem Korbe Gyps, und sind also je ein Korb Steinsalz und ein Korb Gyps gemeinsam gebildet. Wie wir nun im Folgenden sehen werden, ist Gyps oder schwefelsaures Kalksalz im Wasser nahe unlöslich, und ist in den Quellen stets schwefelsaures Natron dem Meere zugeführt. In dem Meere aber hat dieses schwefelsaure Natron den Chlorkalk vorgefunden, und haben Kalk und Natron ihre Säuren umgetauscht, das Natrium hat sich mit dem Chlor, das Kalkoxyd mit der Schwefelsäure verbunden und dadurch Gyps und Kochsalz gebildet. Bischof's Annahme entspricht also durchaus nicht den vorliegenden Thatfachen und muss aufgegeben werden.

Der Chlorkalk ist also gleich mit dem ersten Auftreten des Wassers aus den Gesteinen ausgewaschen und ins Meer gelangt. Die kohlenfauren Gewässer haben aus der Lava der Erdschale, wie die Tafel in No. 12 zeigt, überhaupt fast kein Natron und Kali, sondern hauptsächlich Eisenoxydul, Kalk- und Talkerde ausgeführt. Das Natron hat, wenn es zuerst als kohlenfaures Natron ausgeführt ist, bald sich wieder niedergeschlagen, indem es jedem kieselhaften Salze, das es auf dem Wege fand, die Kieselsäure wieder entrisen hat, die kohlenfauren Gewässer haben daher im weitem Verlaufe

wohl kohlenfaure Eisenoxydul, Kalk- und Talkfalze, aber kein kohlenfaures Natron enthalten. Löf'ten diese Gewässer nun im weitem Verlaufe den leicht löslichen Chlorkalk, so konnte dieser ohne jede Zerfetzung ins Meer gelangen und blieb hier aufgelöf't im Meere so lange, als nicht Natronfalze in das Meer gelangten und eine Bildung von Chlornatrium oder Kochsalz bewirkten.

3. Die Wirkung des Sauerstoffes im Luftmeere auf das Schwefeleisen.

Beim ersten Auftreten der Pflanzen, wo das Luftmeer noch keinen Sauerstoff enthält, ist das Schwefeleisen nach dem Gesagten noch ganz ungelöf't und unverändert im Gesteine. Sobald aber von den Pflanzen die Kohle in den Schichten der Erde niedergelegt und dafür der Sauerstoff frei geworden ist, so beginnt nun auch der Sauerstoff in Gesellschaft des Wassers auf das Schwefeleisen zu wirken. Das Schwefeleisen nimmt den Sauerstoff der Luft lebhaft auf und wird lösliches schwefelfaures Eisenoxydul, welches vom ersten Regen aufgelöf't und in den Quellen fortgeführt wird.

In diesen Quellen erleidet aber das schwefelfaure Eisenoxydul sofort eine abermalige Umwandlung. Die Schwefelsäure wandert nämlich zu derjenigen Base, welche die meiste Verwandtschaft zu ihr hat. Nun hat Kalk und Talk eine grössere Verwandtschaft zur Schwefelsäure als Eisen, Natron aber eine noch grössere, als alle diese Stoffe; mithin wird jedes kohlenfaure Salz, welches die Quelle enthält, das schwefelfaure Eisenoxydul zerlegen und ein schwefelfaures Salz nebst kohlenfaurem Eisenoxyd bilden, welche beide dann mit der Quelle fortgeführt werden. Jedenfalls kann nie in einer Quelle kohlenfaures Natron neben einem schwefelfauren Salze mit andrer Base gefunden werden.

Untersuchen wir nach diesen Vorbemerkungen die Quellen, welche aus dem Urgesteine stammen, so werden wir in ihnen vorwiegend schwefelfaures Natron, daneben schwefelfauren Talk und Kalk, nie aber schwefelfaure Eisensalze finden, vielmehr wird das Eisen stets an Kohlenäure gebunden sein, nachdem ihm die Schwefelsäure durch die stets reichlich vorhandenen kohlenfauren Salze geraubt ist. Unter den Quellen kann man aber wiederum die mit viel Kohlenäure, die Kohlenäuerlinge, und die mit wenig Kohlenäure, die reinen Quellwasser, unterscheiden. Die erstern entreisen durch ihren reichen Gehalt an Kohlenäure den Gesteinen so viel Natron, dass das kohlenfaure Natron stets im Ueberschusse vorhanden ist; von schwefelfauren Salzen kann mithin nur schwefelfaures Natron in diesen Säuerlingen vorkommen, wie dies auch die

Zerlegungen der 33 Quellen des Laacher Seegebietes und die der 5 Quellen der basaltreichen Eifel bestätigen, welche wir in der Nummer 11 kennen lernten. Auch die an schwefelfaurem Natron überaus reichen Kohlenfäuerlinge Böhmens, die von Carlsbad, Franzensbad und Marienbad zeigen kein anderes schwefelfaures Salz, und so mächtig ist diese Einwirkung der Kohlenfäuerlinge mit kohlenfaurem Natron, dass nach Bischof's Versuchen selbst Gyps und Schwerspath, d. h. schwefelsaurer Kalk und Baryterde gelöst und zerlegt werden und in den Quellen schwefelfaures Natron mit kohlenfaurem Kalk und Baryterde weiter fließen. Die reinen Quellwasser, welche das Natron in so geringer Menge führen, dass es zur Sättigung der Schwefelsäure nicht hinreicht, können neben dem schwefelsauren Natron auch schwefelsaure Kalk- und Talksalze führen. So enthalten die aus dem Trachyte oder dem Basalte des Siebengebirges kommenden Quellen nach Bischof's Untersuchungen Spuren von schwefelsaurem Kalke neben kohlenfauren Kalk- und Talksalzen, so die Bitterwasser von Saldschitz, Seidlitz und Püllna reiche Mengen von schwefelsaurem Natron und schwefelsaurem Kalke, welche in diesen Wassern $\frac{5}{6}$ aller Salze ausmachen.

Alle Quellen der Erde führen also von der Zeit ab, dass der Sauerstoff einen bedeutenden Antheil im Luftmeere bildet, schwefelsaure Salze, und zwar vorwiegend schwefelsaures Natron, daneben schwefelsauren Talk und Kalk, das Eisen, welches ursprünglich mit dem Schwefel vereint war, erscheint dagegen in den Quellen an Kohlenfäure gebunden als kohlenfaures Eisenoxydul. Dieses kohlenfaure Eisenoxydul wandert demnächst mit dem entsprechenden schwefelsauren Salze gesellschaftet in den Quellen dem Meere zu.

Aber auf dem Wege zum Meere begegnen nun die beiden Verbindungen den verwesenden zelligen Pflanzen- und Thierstoffen. Die Kohle dieser verwesenden Stoffe hat eine grose Neigung, sich mit dem Sauerstoffe zu Kohlenfäure zu verbinden, und raubt daher der Schwefelsäure wieder den Sauerstoff. Der Schwefel von 2 Korb schwefelsaurem Natron verbindet sich mit dem Eisen von 1 Korb kohlenfaurem Eisenoxydul zu doppelt Schwefeleisen (FeS^2), das sich niederschlägt; 7 Korb Sauerstoff werden frei und verbinden sich mit $3\frac{1}{2}$ Korb Kohle zu Kohlenfäure. Die 2 Korb Natron aber verbinden sich jeder mit 2 Korb Kohlenfäure zu doppelt kohlenfaurem Natron, welches, im Wasser löslich, mit den Quellen weiter fließt*). Der Sauerstoff, welcher ursprünglich zur Bildung

*) Bischof erzählt in seiner Geologie Aufl. I. Bd. I. S. 918, dass er eine grose

des schwefelfauren Salzes gebraucht ist, ist hiebei wieder mit Kohlenfäure verbunden und kehrt mit der Kohlenfäure wieder in den Luftkreis zurück, oder bildet ein kohlenfaures Salz im geschichteten Gesteine. Der Verbrauch an Sauerstoff, welcher hierbei stattfindet, ist mithin schon oben in Rechnung gestellt und darf hier nicht noch abermals in Rechnung kommen.

Es kann bei dieser Entstehungsweise der Schwefelerze in den Flötzen durch die Einwirkung zelliger Stoffe nicht auffallen, dass die Schwefelerze in dem geschichteten Gesteine erst so spät hervortreten. So lange es an Sauerstoff im Luftmeere, so lange es an verwesenden Pflanzenstoffen in den Schichten mangelt, ist das Erscheinen dieser Schwefelerze unmöglich, es kann daher in dem Gesteine der Urgebirge und Schieferflötze gar nicht vorkommen, kann zuerst sparfam in der Grauwacke, reicher im Steinkohlenflötze auftreten und wird am reichlichsten auftreten müssen in der Zeit, welche auf die Steinkohlengebilde folgt, wo Sauerstoff und Pflanzenstoffe in reichstem Mase vorhanden sind.

Allerdings finden sich doppelt Schwefeleisen (FeS^2) und Schwefelblei (PbS) in den Spalten und Gängen des Urgebirges und Schieferflötzes; aber ihr Fehlen in den Schichten und Massen der Gesteine, namentlich der Gneise, der Glimmerschiefer und der andern Gesteine der Schieferzeit, beweist hinlänglich, dass sie erst in späterer Zeit durch unterirdische Gewässer in jenen Spalten abgesetzt sind, und dass sie mithin erst spätern Zeiten ihre Bildung verdanken.

Zahl Krüge mit Fehlenborer Kohlenfäuerlingen, welche unterhalb Burgbrohl fliesen und in 100000 Theilen $1,0944$ Theile schwefelfaures Natron und $1,4176$ Theile kohlenfaures Eisenoxydul enthalten, gefüllt und, nachdem er in jeden eine Messerspitze voll Zucker gethan und ihn auf gewöhnliche Weise mit Kork, Pech und Leder geschlossen, $3\frac{1}{2}$ Jahre aufbewahrt habe. Als er sie darauf öffnete, kam ihm ein Geruch von Schwefelwasserstoff entgegen, und fand sich in den Krügen ein schwarzes Pulver, welches nahe die Zusammensetzung von doppeltem Schwefeleisen hatte, während das schwefelfaure Natron aus dem Wasser gänzlich verschwunden war.

Ebenso fand sich bei der Fassung des Gemeindebrunnens von Burgbrohl, dessen Wasser in 10000 Theilen nur $0,2965$ Theile schwefelfaures Natron und $1,2026$ Theile kohlenfaures Eisenoxydul enthält, dass sich in dem lofen Erdreiche, dort, wo Holzsplitterchen lagern, wie Erz glänzendes, schwarzgelbes doppeltes Schwefeleisen gebildet hatte. Auch Bakewell erzählt in seiner Geognosie, dass die Reste von Mäufen, welche zufällig in eine Auflösung von schwefelfaurem Eisenoxydul gefallen waren, zum Theile mit kleinen Gespathen von doppeltem Schwefeleisen bedeckt waren.

Die ersten Schwefelerze, welche in den Schichten des Gesteines selbst vorkommen, finden sich in dem Wackeflötze (den untern silurischen Gebilden) der skandinavischen Halbinsel, wo sie den Alaunschiefer bilden. Der Alaunschiefer enthält etwa 3 Hundertel Kali mit etwas Natron und etwa $1\frac{1}{2}$ Hundertel doppelt Schwefeleisen (FeS^2). Letzteres ist in den Schiefen so fein vertheilt, dass man es ohne Mikroskop nicht erkennt, wenn es nicht in Gefellschaft mit reichlichen Tang- oder Fucusversteinerungen in reicheren Lagern auftritt. Ueberhaupt ist dieser Alaunschiefer reich an Versteinerungen von Tangarten (Ceramites), welche in den untern silurischen Gebilden zuerst auftreten und dem skandinavischen Alaunschiefer eigenthümlich sind, ja selbst kleine Kohlenlager in ihm bilden. Die Entstehung dieses Alaunschiefers kann man noch jetzt an der Westseite der dänischen Insel Bornholm beobachten, wo eine Eisenquelle mit kohlenfaurem Eisenoxydul sich in eine Bucht der Ostsee ergießt und gleichzeitig eine Menge Tangpflanzen (*Fucus vesiculosus*) in der Bucht verwesen. Die Tangpflanzen enthalten nach den Zerlegungen von Forchhammer report of the british association for the advancement of science for 1844 im Mittel $3,82$ Hundertel des Gewichtes der ganzen getrockneten Pflanzen an Schwefelsäure, welche mit Kali, Natron und Kalk verbunden ist. Bei der durch Wärme und Wasser erfolgenden Zersetzung dieser Tange verwandeln sich diese schwefelsauren Salze in Schwefelverbindungen, namentlich in Schwefelkalium. Diese Verbindung aber tauscht mit dem kohlenfauren Eisenoxyd ihre Base, doppeltes Schwefeleisen schlägt sich nieder und bedeckt den Meergrund mit schönem, gelbem Ueberzuge, während das kohlenfaure Kali sich auflöst. Das doppelte Schwefeleisen geht beim Verwittern endlich in schwefelsaures Eisenoxydul über, welches in Verbindung mit Thon schliesslich schwefelsaure Thonerde und in Verbindung mit dem Schwefelkalium oder schwefelsauren Kali endlich Alaun bildet. Die Art der Bildung des Alauns und doppelten Schwefeleisens in den Alaunschiefern der Kjölen-Halbinsel kann hienach keinem Zweifel unterliegen*).

*) Wie gros die Menge des verwesenden Tanges ist, das kann man noch jetzt an der Landspitze von Kornburg bei Helsingör beobachten; dort werden jährlich im November und December solche Mengen Tang an die Küste geworfen, dass der darin enthaltene Schwefel jährlich 3100 Zollzentner doppeltes Schwefeleisen oder 3400 Würfelmeter Alaunschiefer liefern würde. Die Kohlenäure der verwesenden Tange zersetzt die Schwefelverbindungen zum Theile und entwickelt Schwefelwasserstoff, während ein kohlenfaures

In dem Steinkohlenflötze finden wir neben den reichlichen Eifenspathen, welche sich aus dem kohlenfauren Eisenoxydule der Quellen in den Thonen dieses Flötzes niederschlagen und in England die überaus reichen Thoneisensteine, in den Spalten des steirischen Urgesteines den trefflichen Eifenspath bilden, reichliche Schwefelerze. Es ist zunächst der im Meere gebildete Kohlenkalk, der eine Reihe von Schwefelverbindungen: Schwerspath, doppelt Schwefeleisen, Schwefelblei, Schwefelzink und Schwefelkupfer führt und aus dem noch jetzt die schwefelfauren Wasser von Chaud Fontaine ihren Ursprung nehmen, sowie der Thoneisenstein, der in den Gängen dieselben Schwefelverbindungen enthält. Namentlich aber ist in den Kohlenschiefern das doppelte Schwefeleisen ein häufiger und nie fehlender Begleiter der Kohle, wie es sich auch in den jüngeren Schichten bei allen Kohlenablagerungen als steter Begleiter, wenn auch in geringerer Mächtigkeit, wiederfindet.

In allen diesen Fällen ist es die zellige Masse, welcher diese doppelten Schwefeleisen ihre Entstehung verdanken. Die Kohle ist in der Nähe des doppelten Schwefeleisens als Faserkohle, d. h. als versteinte Holzkohle, erhalten, in der man die Gewebe des Holzes noch sehr gut erkennen kann. Faserkohle und doppeltes Schwefeleisen finden sich daher in den Kohlenlagern stets gefellt. Auch die Schnecken, namentlich die gekammerten Schnecken, sind innen und außen, so weit die thierische Masse reicht, sehr häufig mit doppeltem Schwefeleisen überzogen, namentlich, wo dieselben im eisenhaltigen Thone lagern. Im Thonschiefer des Schieferflötzes sind diese Uebergänge mit doppeltem Schwefeleisen noch äusserst selten, dagegen sind sie bei den Versteinerungen der Steinkohlengedilde so vorwiegend, dass diese Versteinerungen wegen der leichten Zerfetzlichkeit dieses doppelten Schwefeleisens nur schwer aufzubewahren sind. Ebenso findet man diese doppelten Schwefeleisen in Schnecken und Versteinerungen häufig im harzreichen Kupferschiefer, im thonigen Lias, im Kimmeridge-Mergel und Oxford-Thone des Jura, dagegen selten in der Kreide, wie in noch jüngern Flötzen. Am eigenthümlichsten sind diese Schwefelerze im Kupferschiefer, der fast seinen ganzen Kupfergehalt diesen Vorgängen verdankt. Alle

Salz sich niederschlägt. Die Bildung dieses Schwefelwasserstoffgases aus dem Tange ist bei Kopenhagen so bedeutend, dass das Silber dadurch in den der Küste nahe gelegenen Landhäufeln beständig geschwärzt erscheint. Kommt dann kohlenfaures Eisenoxydul mit diesen Schwefelverbindungen in Berührung, so bildet sich Eisenkies, doppeltes Schwefeleisen (FeS_2), der Sauerstoff des Eisens aber verbindet sich mit dem Kalium.

diese Schwefelerze sind also ursprünglich aus Schwefelerzen der Urgesteine entstanden, welche durch den Sauerstoff der Luft in schwefelsaure Salze verwandelt, dann mit den Quellen fortgeführt und endlich durch verwesende Pflanzen- und Thiergewebe ihres Sauerstoffes beraubt und wieder in Schwefelerze verwandelt sind. Alle Schwefelerze der geschichteten Gesteine sind allein durch den Einfluss des Sauerstoffes in Bewegung gesetzt und abgelagert; alle aber geben auch schliesslich wieder ihren Sauerstoff frei und führen uns also der Frage, wo der überschüssige Sauerstoff geblieben, nicht näher.

Das schwefelsaure Natron wird aber nicht immer durch verwesende Pflanzen- und Thierstoffe zersetzt. Findet es auf seinem Wege zum Meere keine verwesenden zelligen Stoffe, so gelangt es unzersetzt ins Meer. Hier im Meere findet es nun aber den Chlorkalk. Beide Stoffe zersetzen sich und tauschen ihre Bafen um, aus schwefelsaurem Natron und Chlorkalk wird schwefelsaurer Kalk oder Gyps und Chlornatrium oder Kochsalz. Der Gyps schlägt sich nieder, das Kochsalz aber bleibt im Meere, bis es sich so häuft, dass es zuletzt in den Thonen des Meeresgrundes als Steinsalz abgelagert wird. In diesen Niederschlägen des schwefelsauren Kalkes findet denn endlich auch der überflüssige Sauerstoff seine Verwendung. Vier Korb oder 64 Gewichtstheile Sauerstoff werden verbraucht, um einen Korb oder 172 Gewichtstheile Gyps ($\text{CaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$) zu bilden. Die 40 m. Wasserdruck Sauerstoff, welche noch zur Verwendung übrig sind, werden demnach $107\frac{1}{2}$ m. Gyps mit dem Raumbewichte 1 oder $46\frac{3}{4}$ m. Gyps mit dem Raumbewichte $2\frac{3}{5}$ und in Gesellschaft mit dem Gypse $32\frac{1}{2}$ m. Kochsalz mit dem Raumbewichte $2\frac{25}{5}$ bilden. Der ganze überschüssende Sauerstoff des Luftmeeres findet hierbei seine Verwendung. In der nachstehenden Tafel ist der Versuch gemacht, die Vorgänge auf die einzelnen Zeitabschnitte zu vertheilen, so weit dies nach den bisherigen höchst mangelhaften Untersuchungen möglich ist.

Tafel über die Bildung und Wirkung des Sauerstoffes.*)

1.	Sauerstoff, neu gebildet in Metern Wasser.	Sauerstoffverbrauch in Metern Wasser zur Bildung von		Sauerstoff des Luftmeeres in Metern Wasser.	Schichten des Festlandes in Metern			Eisenoxyd des Festlandes in Metern.	Schwefelerte an den Küsten in Metern.	Gyps in Metern auf der ganzen Erde.
		Eisenoxyd.	Gyps.		Kohle.	Thiergehäufte.	andere kohlen-saure Salze.			
2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	
Die Hügelizeit oder die Grauzeit (Uebergangszeit).										
75	1,6667	0,5555	—	0,0000	2	10	90	4,7277	—	—
66	3,3333	1,8519	—	1,1112	4	20	220	15,7608	1	—
58	5	3,3951	—	2,5926	6	20	280	28,8936	2	—
50				4,1975						
Die Gebirgszeit oder die Rothzeit.										
50	20	9,4650	—	4,1975	24	40	560	80,5532	3	—
43	8,3333	12,5994	—	14,7325	10	20	380	107,1864	3	—
37	12,5	4,0333	16,5298	10,4664	15	20	440	34,3256	3	19,3969
31				2,3333						
Die Alpenzeit oder die Neuzeit.										
31	8,3333	1,6667	6,6667	2,3333	10	50	150	14,1847	1	7,7900
26	8,3333	1,6667	6,6667	2,3333	10	50	150	14,1847	1	7,7900
22	8,3333	1,6667	6,6667	2,3333	10	20	100	14,1847	1	7,7900
18	4,1667	0,8333	3,3333	2,3333	5	20	100	14,1847	1	3,8950
15				2,3333				7,0923		
Sa.	80,0000	37,7336	39,9332	2,3333	96	270	2730	321,0937	16	46,6619

Die Sätze dieser Nummer sind gresentheils neu. Die Beweise für dieselben sind überall gegeben und, wie ich glaube, in streng wissenschaftlicher Weise. Die Sätze sind demnach als erste Annäherungen sicher.

*) Anm. Die Berechnung der Tafel.

Der Berechnung ist die Thatfache zu Grunde gelegt, dass sich in den betreffenden Schichten des Festlandes die in der Spalte 6 aufgeführten Mengen an Kohle niedergelegt finden. Jeder Meter Kohle mit dem Raumgewichte $1,25$ giebt, wenn er durch die zelligen Pflanzen aus der Kohlenfäure des Luftmeeres ausgeschieden wird, $3\frac{1}{2}$ Meter Wasserdruck an Sauerstoff frei. Da aber die Kohle des Festlandes nur $\frac{1}{4}$ der Erdoberfläche einnimmt, so giebt 1 m. Kohle des Festlandes nur $\frac{5}{6}$ m. Wasserdruck Sauerstoff frei. Darnach ist die Spalte 2 berechnet.

Von dem Sauerstoffe der Luft wird nun die Hälfte gebraucht, um den Eisenspath (FeCO_3) in Eisenoxyd (Fe_2O_3) zu verwandeln. Sei nun der Gehalt der Luft im Anfange eines Zeitabschnittes a , komme b hinzu und werde x für das Eisenoxyd verbraucht, so ist $x = \frac{1}{2}[a + (a + b - x)] = \frac{1}{3}(2a + b)$. Darnach ist die Spalte 3 berechnet bis zur Erdwärme von 37°C . Für die Zeit von 37°C . bis 31°C . ist der Sauerstoffgehalt des Luftmeeres die Mitte des Anfangs- und Endgehaltes und davon die Hälfte zur Bildung des Eisen-

oxydes, der Rest des Verbrauches zur Bildung von Gyps verbraucht. Seit jener Zeit ist der Gehalt der Luft an Sauerstoff feststehend gleich $2\frac{1}{3}$ geblieben, davon ist die Hälfte zur Bildung von Eisenoxyd, die Hälfte für die Bildung von Gyps verwandt. Die Spalte 4 ergibt sich einfach durch Abziehen; die Spalten 6 bis 8 sind aus der Beobachtung entnommen, ebenso Spalte 10. Die Spalten 9 und 11 sind berechnet. Es liefert aber ein Gewichtstheil Sauerstoff 10 Gewichtstheile Eisenoxyd mit dem Raumgewichte 1, oder da das Eisenoxyd nur auf dem Festlande sich bildet und dies ein Viertel der Erdoberfläche einnimmt, 40 Gewichtstheile Eisenoxyd mit dem Raumgewichte 1, oder $8_{,511}$ Gewichtstheile Eisenoxyd mit dem Raumgewichte $4_{,7}$. Ebenso liefert ein Gewichtstheil Sauerstoff $2\frac{1}{18}$ Gewichtstheile Gyps mit dem Raumgewichte 1, oder $1_{,1695}$ Gewichtstheile Gyps mit dem Raumgewichte $2_{,3}$. Daraus ergeben sich die Zahlen der Spalten 9 und 11.

21. Die Schichten der Erde zur Zeit der Pflanzen und Thiere.

Die Kohlenäure und der Sauerstoff des Luftmeeres, verbunden mit den reichlichen Regen und der herrschenden Wärme wirken nun auf die Gesteine der Inseln oder des Festlandes ein, zertrümmern sie und bilden aus den zertrümmerten Gesteinen die Schichten der Flötze oder Formationen.

Die Gesteine dieser Schichten entbehren des spathigen Gefüges, sind Thon- oder Sandschichten oder auch Kalk, welche durch einen feinkörnigen Kitt verbunden werden, von der Art, wie die Niederschläge des kohlenfauren Kalkes in Trinkgläsern oder in thönernen Gefäßen, in denen sich der Kalk in den Poren des Thones absetzt.

Nur aus den Adern und Spalten der Felsen dringen, wie sich weiter unten ergibt, auch noch zur Zeit der Pflanzen und Thiere mit Kohlenäure gefüllte Gewässer hervor, welche Auflösungen kiefelfaurer Salze enthalten, welche weithin die Felsen durchdringen und spathen und die sogenannten Wandlungen oder Metamorphosen bilden. Thonschiefer wird dadurch zu Glimmerschiefer, oder selbst zu Gneis umgewandelt.

Mit dem Auftreten eines reichlichen Pflanzenwachstums, welches die Kohlenäure der Luft zersetzt und die Kohle ablagert, hören dann auch diese Metamorphosen auf und finden sich nur noch in besonderen Oertlichkeiten, wo durch die Thätigkeit von Feuerbergen Kohlenäure in größeren Mengen aufsteigt und Kohlenäuerlinge bildet.

Mit dem Aufhören des Kohlenäure-Luftkreises hört also auch die Bildung spathigen Gesteines, hört die Granit- und Gneisbildung auf. Alle feurig flüssigen Massen, welche nach dieser Zeit aus Feuerbergen aufgestiegen sind, haben daher auch ihre ursprüngliche

Zusammensetzung behalten und bilden noch jetzt Lavenmassen, welchen man den früheren feurig flüssigen Zustand unverkennbar anfieht.

Jede Schicht der Flötze ist ursprünglich, wenn sie sich weithin erstreckt, wagerecht abgelagert und ist, wenn sie jetzt eine abweichende, aufsteigende Lage hat, erst später durch hebende Kräfte in diese abweichende Lage veretzt. Dass es sich also verhält, beweist ebenso einerseits die Ausdehnung derselben Schicht über weite Landstrecken, oft auf Hunderte von Meilen, als andererseits der Bau der Schichten selbst.

Schon Saussure fand in den ziemlich steil aufgerichteten Schichten der Alpen kopfgroße Rollsteine eingebacken, welche sich bei ihrem Gewichte und ihrer Gestalt nimmer auf so steilem Abhänge hätten halten können. Dolomieu beobachtete demnächst, dass glatte, in den Schichten sich vorfindende Steine stets so liegen, dass ihre platte Seite der untern Schichtfläche gleichlaufend aufliegt, und seitdem man auf diesen Gegenstand einmal das Augenmerk gerichtet hat, hat sich ergeben, dass alle platten Gegenstände, Blätter, Fische, plattgewundene Schnecken, Seesterne, stets so liegen, dass ihre platte Seite der Schichtfläche gleichlaufend ist, dass alle Bäume und ihre Wurzeln stets so stehen, dass der Stamm mit der Schichtfläche einen rechten Winkel bildet, dass mithin, da alle Bäume senkrecht in die Höhe wachsen, die Schichtflächen zur Zeit des Baumwuchses wagerecht lagen. Auch die Muscheln, welche sich stets senkrecht in den Schlamm eingraben, so dass das Hintertheil mit der Athemröhre senkrecht aus dem Schlamme heraussteht, finden sich in gleicher Weise in die Schichtflächen eingegraben und bilden mit der Schichtfläche einen rechten Winkel.

Die ursprüngliche wagerechte Lage aller Schichten zur Zeit ihrer Bildung steht also unwiderleglich fest, jede Abweichung von der wagerechten Lage muss also hebenden Mächten zugeschrieben werden und beweist, dass die Schicht schon gebildet war, als die hebende Macht ihre Wirkung äuserte.

Die geschichteten Gesteine geben uns ferner durch die Reihenfolge, in welcher sie über einander lagern, einen sichern Aufschluss über die Zeitfolge, in der sie entstanden sind.

Keine Schicht, welche auf einer zweiten lagert, kann früher entstanden sein als die untere Schicht, auf welcher sie lagert; es sei denn, dass eine

unterirdische Macht die Schichten 'gehoben, die beiden Schichten umgekehrt und das Unterste nach obengekehrt habe, welcher Fall doch immer nur ausnahmsweise eintreten kann.

Die geschichteten Gesteine geben uns ferner durch die Versteinerungen, welche sie enthalten, sichern Aufschluss über die Pflanzen- und Thierarten, welche zur Zeit ihrer Bildung auf der Erde lebten, sie sind dadurch die sichersten Urkunden geworden für die Geschichte der Erde.

Jedes Flötz hat seine befondern Pflanzenarten und Thierarten, welche ihm eigenthümlich sind und an denen das Flötz stets wieder erkannt werden kann.

Jedem Flötze entspricht eine bestimmte Abtheilung des Pflanzen- und Thierreiches, in der Weise, dass diese Abtheilung zur Zeit jenes Flötzes zuerst auf Erden erschien, und zwar entspricht dem nächst höhern Flötze jedesmal auch die nächst höhere Abtheilung des Pflanzen- und Thierreiches.

Die folgende Tafel giebt uns einen Ueberblick der Flötze und der entsprechenden neu hervortretenden Pflanzen- und Thierstufen.

Die Flötze zur Zeit der Pflanzen und Thiere.

1.	Zeitdauer Jahre.	Mächtigkeit der Schicht Meter	Namen der Flötze.	Neu auftretende	
				Pflanzen.	Thiere.
	2.	3.	4.	5.	6.
Die Hügelizeit oder die Grauzeit (Uebergangszeit) 7'039900 Jahre.					
75	2'370050	1000	Grundfl. (Cambrische Geb.)	Lager	Schwimmer
66	2'256370	1000	Wackfl. (Unt. flur. Geb.)	Blatter	Fuser
58	2'413480	1000	Riffel. (Ob. flurische Geb.)	Blüher	Schwinger
50					
Die Gebirgszeit oder die Rothzeit 6'438840 Jahre.					
50	2'260420	2000	Kohlenflötz	Markpflanzen	Fische
43	2'063320	1000	Kupferflötz		Lurche
37	2'115100	1500	Salzflötz		Vögel
31					
Die Alpenzeit oder die Neuzeit 6'647780 Jahre.					
31	1'942780	1000	Juraflötz		Flosser
26	1'637380	500	Kreideflötz		Hufer
22	1'718890	500	Kragflötz (Tertiärgebilde)		Pfoter
18	1'348730	500	Fluthfl. (Diluvium, Alluv.)		Händer
15					

Anm. 1. Die Flötze der Grauzeit.

Das Grundflötz umfasst die von R. J. Murchison in the Silurian system unterschiedenen Cambrian-flags, das Wackeflötz, Llandeilo-flags und Caradoc-flags, das Riffelflötz, die Wenlock-flags und Ludlow-flags desselben Verfassers. Die Devon-flags sind zu dem Kohlenflötze gerechnet. Die übrigen Flötze stimmen mit den gewöhnlich angenommenen Formationen.

2. Die Namen der Flötze.

Die Ableitung des Namens Flötz siehe S. 55. Für die einzelnen Flötze mussten zum Theile neue Namen eingeführt werden, da die üblichen fehlerhaft und den Gesetzen der deutschen Sprache nicht entsprechend gebildet sind.

Das Grundflötz ist von Murchison cambrian-system genannt nach den in Wales befindlichen Cambrian mountains. Da das Flötz aber mit diesem zufälligen Fundorte nichts zu thun hat, auch niemand diese Berge in Deutschland kennt, so muss ein wissenschaftlicher, deutscher Name eingeführt werden. Das Eigenthümliche dieses Flötzes ist aber, dass es das unterste Flötz, die Grundlage aller andern Flötze ist, der Name Grundflötz bezeichnet also genau die Sache.

Das Wackeflötz ist mit dem folgenden, dem Riffelflötze, gemeinsam von Murchison Siluriansystem genannt. In Deutschland haben beide den viel schöneren und ächt deutschen Namen Grauwacke oder kurz Wacke, der beizubehalten ist. Der Name Wacke, ahd. waggio, mhd. wacke, bezeichnet den Kiesel oder Quarz, der die Trümmer der Grauwacke als Kitt verbindet.

Das Riffelflötz ist bisher von dem vorigen nicht geschieden, muss aber wegen seiner Mächtigkeit wie wegen der während seiner Bildung hervortretenden Pflanzen- und Thierstufe geschieden werden. Der Name Riffelflötz ist von mir eingeführt, weil es stark hervortretende Riffe bildet, so die Ludlow-Felsen und die Rocky-mountains in Amerika. Der Name Riff, engl. riff, schwed. ref, isl. rif, bezeichnet einen aus dem Meere hervortretenden Felsgrat und stammt wahrscheinlich vom Urverb ar, sskr. ar, gr. ór-nymi, lat. or-ior, an. ar-na erheben, hervortreten.

Die Namen Kohleflötz, Kupferflötz und Salzflötz bedürfen einer Erklärung nicht. Der Name Salz ist uralt sara, sskr. sara, gr. hál-s, lat. sal s. Salz, sal-um s. Meer, ksl. solū m., goth. an. salt- s., agl. sealt, ahd. salz und bezeichnet ursprünglich das Meer als das strömende, stürmende vom Urverb sar, sskr. sar ströme, dann das aus dem Meerwasser hervortretende Salz.

Das Juraflötz ist die allgemein übliche Bezeichnung und ist der alte griechische Name jóras m. dieses stark hervortretenden Flötzes.

Das Kreideflötz ist gleichfalls eine allgemein übliche Benennung. Der Name Kreide, schwed. krita, frz. craie ist aus dem lat. Namen dieses Gesteins crēta entlehnt, derselbe bezeichnet das Gestein als kretische Erde, die von der Insel crēta, gr. krētē, im mittelländischen Meere stammt.

Das Kragflötz wird in Deutschland mit dem Fluthflötze gemeinsam die Tertiären Gebilde genannt. Da man aber für das Kragflötz einen eignen Namen gebraucht, so habe ich den in England für dieses Flötz üblichen Namen Krag ins Deutsche übernommen, wo er im Namen „Kragstein“ bereits gebräuchlich ist. Der Name krag, engl. crag die Klippe, der Nacken, ist

mit ²Kragen, schwed. krage Kringel deselben Ursprunges und stammt vom Urverb kragh umgebe, umgürte, sskr. çlākh-ati, lat. cling-o, das k ist hier durch das folgende r vor der Verschiebung geschützt.

Das Fluthflötz hat noch keinen eigenthümlichen Namen. Es umfasst die Diluvial- und Alluvial-Gebilde. Die lat. Namen dilüvics und allüvies bezeichnen die Wasserfluth oder Ueberschwemmung und die Anspülung, das durch die Fluth Angespülte, beide werden daher passend mit gemeinfamem Namen das Fluthgebilde genannt. Der Name Fluth, an. af. flod, agf. flod, fleot, stammt vom Urverb plu schwimmen, sskr. plu, gr. plý-nō, plév-ō, lat. plu-it regnet, lit. pláu-ju, agf. flov-an, ahd. flaw-jan spülen.

Um die Vorgänge im Einzelnen kennen zu lernen, müssen wir noch genauer die Schichten unterscheiden; die folgende Tafel giebt uns einen Ueberblick dieser Schichtbildungen, und zwar für jede Schicht die Nummer und den Namen der Schicht, die steinige Beschaffenheit der Schicht und die versteinerten Pflanzen und Thiere, welche sie enthält.

Die Schichten zur Zeit der Pflanzen und Thiere.

A. Die Hügelflötze oder Graufalötze mit den Marklofen.

I. Das Grundflötz mit Lagern und Schwimmern. 75 66° C.

1. Grundschiefer (Snowdonfelsen): Thonschiefer, kieselreich; kohlehaltig.
2. Grundkalk (Balakalk): Kalk mit Schieferthon gemischt; Gehäuse der Häusler (Mollusken).

1. Die Hebung des Wackeflötzes: Der Hundsrick 700 m. hoch.

II. Das Wackeflötz mit Blattern und Fusern. 66—58° C.

3. Wackeschiefer (Llandeiloschichten): Schieferige Grauwacke mit viel Quarz.
4. Wackefandstein (Caradocschichten): Kieselreich grau mit Kalklagen.

III. Das Riffeflötz mit Blüthern und Schwingern. 58 - 50° C.

5. Riffeschiefer (Wenlockschiefer): Schieferige Thone mit Kalkschalen.
6. Riffekalk (Wenlockkalk): Kalkschichten bläulich.
7. Plattenschiefer (Ludlowschiefer): Feste Thonschiefer.
8. Plattenkalk (Ludlowkalk): Feste Kalke mit Sand bedeckt.

B. Die Gebirgsflötze oder Rothflötze mit den Markpflanzen und Nichtfägern.

IV. Das Kohlenflötz mit Nadelhölzern und Fischen. 50—43° C.

9. Altrother: Alter rother Sandstein; Pflanzenreste, einzelne Schichten mit Fischresten.

4a. Die Hebung des Altrothen: Der Harz und der Belchen, 1000 m. hoch.

10. Kohlenkalk: Kalklager; Schalthiere und Fischreste in großer Menge.
11. Kohlenfandstein: Sandstein; Baumstämme verkieselt.
12. Kohlenschiefer mit Sandstein und Thonschiefer; Pflanzenreste.

4b. Die Hebung des Kohlenflötzes: Nordengland 1200 m. hoch.

V. Das Kupferflötz mit den Lurchen (Amphibien). 43–37° C.

13. Todt liegendes: Rother Sandstein; Baumstämme verkieftelt.
14. Weis liegendes: Sandstein, selten Bitterkalk, Kalk, Gyps, Erdpech; Pflanzenreste, die Kalklagen reich an Schalthieren.
15. Kupferschiefer: Harzreicher Thonschiefer, 2–4 % Kupfererze; Fische und Lurche in großer Menge.
16. Zechstein: Thoniger grauer Kalkstein; Versteinerungen wenig reich an Enkriniten und Schalthieren.
17. Rauchkalk mit Bitterkalk, Asche, Gyps, Stinkkalk, Mergel.

5. Die Hebung des Kupferflötzes: Der Hennegau 1400 m. hoch.

VI. Das Salzflötz mit den Vögeln. 37 31° C.

18. Vogelfandstein: Sandstein.

6a. Die Hebung des Vogelfandsteins: Vogesen, Schwarzwald, 1600 m. hoch.

19. Neurother: Sandstein, oben rothe bis grüne Thone; Pflanzenreste, die obere Thone mit Schalthieren.
20. Muschelkalk mit Bitterkalk, Gyps, Salzthon; Enkriniten und Schalthiere.
21. Keuper: Keuperthon mit Mergel und Sandstein; Pflanzenabdrücke, nur in den obersten Schichten Fischreste.
22. Keuper: Keupermergel mit Bitterkalk und Gyps; Knochenbreche von 6 Fuß großen Fischen.
23. Keuper: Keuperfandstein mit Pechkohle, Schwefelkies und Bleiglanz; Pflanzenreste zahlreich.

6b. Die Hebung des Salzflötzes: Der Thüringerwald 1800 m. hoch.

C. Die Alpenflötze oder Neufalötze mit den Säugethieren.

VII. Das Juraflötz mit den Flossern. 31 · 26° C.

A. Der Lagerjura (Lias series, schwarzer Jura).

24. Lagerschiefer (Bone-bed): Schwärzlicher Schieferthon mit Knochen; oben dünne, harzreiche Schiefer.
25. Lagerkalk (Gryphitenkalk): Unten weiser, oben blauer Kalk; sehr zahlreiche Versteinerungen, namentlich *Gryphaea arcuata*.
26. Lagermergel (Liasmergel): braune oder blaugraue, harzreiche Thonmergel; kleine Lager Steinkohle mit Cycadeen und Nadelhölzern.

B. Der Rogenjura (Oolite series, unterer brauner Jura).

a. Unterer Rogenstein (inferior oolite).

27. Sandrogen (Marly sandstone): Mergelige Sandschicht mit etwas Glimmer. Belemnitenkalk eisenhaltig mit zahlreichen Belemniten.
28. Eisenrogen (Eisenoolith): Brauner, oft bröcklicher Kalkstein mit Eisenrogen; mit zahlreichen Versteinerungen als Steinkernen.
29. Quaderrogen (Quaderoolith): Fester, dichter Stein von weiser oder gelbgrauer Farbe; mit zahlreichen Versteinerungen als Steinkernen.

b. Haupt-Rogenstein (great oolite).

30. Walkererde (Fullers earth): Unten kurzer, blauer oder gelber Thon, oben eigentliche Walkererde, beide mit mergeligen Einschlüssen.

31. Säugerschiefer (Stonesfield): Sandsteine und loser Sand; mit den ersten versteinerten Säugethierknochen.

32. Grosrogen (great oolite): Harte, feste bis grobkörnige Kalke mit Mergeln; ungeheure Menge Polypen und Korallen.

c. Oberer Rogenstein (superior oolite).

33. Thonrogen (Bradford clay): Blauer, sehr mergliger Thon oder roth-sandiger Mergel, oben sandige Schichten.

34. Forstmarbel (Forest marble): Muschelreicher, dichter Kalk mit Thon, Mergel, Sand und Sandstein bunt wechselnd.

35. Kornbrach (Corn-brash): Grobkörnige, schiefrige Kalke (Dalle nacréée der Schweiz schiefrige Breche mit glänzenden Blättchen).

C. Der Nierenjura (Oxford series, oberer brauner Jura).

36. Nierenkalk (Kelloway-rocks): Unregelmäßige Kalkgebäcke mit mergliger Zwischenmasse und mit Eifennieren.

37. Nierenthon (Oxford-clay): Kurzer, graublauer, oft harzhaltiger Thon, mit Mergel und Kalk wechselnd; *Gryphaea dilatata*

D. Der Korallenjura (Coral series, oberer weiser Jura).

38. Korallenfandstein (Calcareous grit): Sandige Schichten, bald lose, bald mit kalkigem Kite.

39. Korallenkalk (Coral-rag): Ungeheure Korallen-Riffe und Lager, die oft in Kalkspath oder in Bitterkalk (Dolomit) umgewandelt sind.

40. Korallenrogen (Oxford oolite): Gelbe Rogensteine mit Eifenez in Körnern oder Nieren.

E. Der Druckerjura (Portland series, oberer weiser Jura).

41. Druckermergel (Kimmeridge-clay): Blaue Mergel, oft Harz-, Alaun- oder Kiefe-haltig, bisweilen schieferig; *Exogyra virgula*.

42. Druckerkalk (Portland-rock): Feste, dichte, weisgraue Kalke mit erdigem Bruche, oft Rogen haltig (Nerineen und Diceritenkalk, Lithographischer Stein Deutschlands), zuweilen mit Kiefellagern und dann zerreiblich.

7. Die Hebung des Juraflötzes: Das Erzgebirge 2000 m. hoch.

VIII. Das Kreideflötz mit den Hufeln. 26–22° C.

A. Die Blaukreide (Wealdenrocks und Neocomien).

Süswassergebilde in England und Norddeutschland.

Meeresgebilde in Schweiz, Frankreich und Südeuropa.

43. Blaukalk (Purbeck beds): Dünne, feste, bläuliche Kalksteine wechseln mit bläulichen Schieferthonen und umschliessen Flussschnecken (Paludinen), *Cypris*, Schildkröten und bisweilen auch Austern.

Eifenfand (Hastings sand): Eifenschüssiger Quarzfand wechselt mit sandigem Thone und Mer-

43b. Blaumergel (Neocomien): Blaue Mergel (unter denen in Nordfrankreich eisen- und thonhaltige Sandschichten lagern) wechseln mit gelben Kalksteinen und gehen oben in grauwaisenen, thonigen Kalkstein über, häufige Tangstengel (Schweiz) und *Spatangus retusus*.

gel oder Kalkstein, führt grose Lurche, verkohltes Holz und Eifenerz.

44. Blauthon (Weald-clay): Bläulicher Thon wechselt mit dünnen Kalklagern, die reich an Versteinerungen, wie der Blaukalk.
- 44 b. Graukalk (Caprotinenkalk): Körnig weiser oder graulicher Kalkstein mit *Caprotina ammonia*.

In Norddeutschland treten dafür die Hilsthone, graublaue Thone mit festen Kalknieren, auf.

B. Die Grünkreide (Green sand).

a. Untere Grünkreide (Terrain albien).

45. Quarzand (Lower green sand): Feiner Quarzand mit grünen Körnern, theils lose, theils fest, unten kalkig, Mitte thonig, oben eisenhaltig; mit reichlichen Meerversteinerungen, *Inoceramus concentricus*, *Trigonia aliformis*.

In Norddeutschland: Quaderandstein: Dünne, gelbbraune, eisen-schüssige, oft braun und roth geflammte, oft thonige und merglige Sandsteine.

46. Grünmergel (Gault): Bläulich grauer Mergel mit vielem Glimmer, arm an Versteinerungen; in Frankreich reich an Versteinerungen und Gyps. In Sachsen durch den Plänerkalk vertreten.

b. Obere Grünkreide (Terrain turonien).

47. Grünand (Upper greensand): Sehr grün, mit Thon gemischt und mit Kieselknoten, nach oben kreideähnlich.

In Norddeutschland treten dafür Flammenmergel, blauliche Mergel mit dunkeln, braunen und gelben Adern auf.

Europa nördlich der Alpen. Europa südlich der Alpen und Schweiz.

48. Nordfrankreich: Grünkreide oder Kreidetuff: Gelbliche Kreide mit grünen Körnern und heller, horniger Kiefelmasse.
- 48 b. Schweiz: Grünkalk (Seewerkalk): Graue, rothe Kalke, in den untersten Schichten mit Hippuriten.

England u. Deutschl.: Kreidemergel (Chalk marl): Bläulich graue Mergel mit schwammigen Kiefeln wechseln mit reinerer Kreide.

Südfrankreich und Südeuropa von Lissabon bis Klein-Asten: Hippuritenkalk: Drei Lagen Kalk, in denen die Hippuriten noch senkrecht eingegraben, sind durch grünliche sandige Kreide getrennt.

8 a. Die Hebung der Grünkreide: Der Monte Viso, 2500 m. hoch.

C. Weiskreide (White chalk, Terrain sénéonien).

49. Weiskreide (White chalk): Weisse, mürbe Kreide, durch Feuersteinlagen geschichtet, aus Schalen der Kämmrer (*Polytha-*
- 49 b. Münzkalk (Nummulitenkalk): Schwärzlicher oder grauer, dichter oder erdiger, bisweilen mergeliger Kalkstein, dessen Lagen

lamien) und Kiefelpanzern gebildet.

fast ganz aus Münzern (Nummuliten) gebildet sind, und deren Versteinerungen mehr den Tertiärgebilden sich nähern.

Die Mastrichter Kreide in Belgien: Fest, gelblich, etwas mergelig mit regelmässigen Kiefelschichten und grossen Versteinerungen.

Sandsteine der Schweiz: Graue, kieselige Sandsteine mit zahlreichen Tangstengeln.

8b. Die Hebung der Weiskreide: Die Pyrenäen, 3000 m. hoch.

IX. Das Kragfötz mit den Pforten. 22—18° C.

A. Der Beckenkrag (Parifer und Londoner Becken, Eocene).

a. Londonbecken.

50. Sandkies: Sandige Kiesmasse, durch thonige Schichten mit Trümmern zusammengebacken.
51. Schwarzhon (London clay): Blauer, schwarzgrauer Thon mit weisem Sande und mergeligem Kalke; versteinerte Früchte, Blätter und Stämme, Eidechsen und Schildkröten, Vögel und Säuger enthaltend.
52. Kragfand (Bagshot sand): Kiefliger Sand mit dünnen Mergellagern. In Mecklenburg lagert der Sternberger Kuchen: Brauner, eisen-schüssiger Sandstein mit Versteinerungen des Londonthons.
53. Kraggyps: Dem Gypfe des Parifer Beckens ganz ähnlich.

b. Parifer Becken.

- Süsw.: 50b. Eifenkalk: Gelblicher, eisenhaltiger Knotenkalk mit Sandsteinen und Pflanzenresten.
- 51b. Formthon: Thone mit Süswassermuscheln und Säugern oder Puddinge mit Rollsteinen aus Kreide oder Sand mit Braunkohlen oder alauhaltigem Eifenkies.
Formfand: Nach oben reicher an Meeresthieren.
- Meer: 52b. Grobkalk: Unten grünlicher Kiefelfand, oben Grobkalk, erst zerreiblich, oben fest mit zahlreichen Meeresthieren, namentlich mit *Cerithium*-Arten, oben mit Mergeln wechselnd, die Pflanzen und Süswasserthiere enthalten.
Grob sandstein (von Beauchamp): Grünlich, glimmerlos, mit Kalkknoten und Meeresversteinerungen.
- Süsw: 53b. Kiefelkalk (von Quen): Bitterkalkige Mergel mit Kieselnieren wechseln mit weissen dichten Kalksteinen und grünlichen Sandlagern und führen Sumpfpflanzen, Chara, Süswassermuscheln, Säugerknochen von Anoplotherien und Paläotherien.
Gypsmergel: Gelblich-grünliche Mergel mit drei Gypsmulden, zahlreiche Säugerknochen.
Mühlsteinlager (von Brie): Grüne Gyps- und Strontianhaltende Mergel mit grossen Massen eines blasigen Kieselsteines.

c. Bordeaux Schichten.

- Meer: 52c. Grobkalk: Erst sandig, dann fest, entsprechend dem Parifer Grobkalke.

Süsw.: 53c. Puddingssandstein: Mit kalkigem Kitle und mit Puddingen aus Pyrenäen und nördlichen Graniten. Bänke von Braunkohlen mit Krokodilen, Schildkröten, Paläotherien.
Kiefelkalk: Harzführende bläuliche Kalke mit Kiefeln wechseln mit Thonen, Mergeln und Schieferen. Zahlreiche Säuger-
knochen zu Sanssans.

9a. Die Hebung des Beckenkrag's Corsica 3500 m. hoch.

B. Der Klippenkrag. (Molassen-Gebiet; Miocene.)

a. England.

54: Korallenkrag (Coralline crag): Grünliche oder gelbliche Mergel mit zusammenhängenden Kiefellagern wechseln mit Sand, viele Versteinerungen.
55: Rothkrag (Red crag): Rothe eisenhaltige Mergel und Sandschichten.

b. Mainzer und Bairisches Becken.

54b. Formthon: Unten formbarer Thon und Sand, geht nach oben in Kalk und Mergel über.
55b. Knochenfand lagert; einzelne Mündungskegel mit vielen Knochen verschiedener Größe.

c. Wiener Becken.

54c. Sandmergel (Tegel): Gelber Sand und blauer Mergel reich an Versteinerungen.
55c. Braunkohlenkalk (Leithakalk): Braunkohlen, molassenartige Sandsteine und Kalkgebäcke tragen oben Meeresthiere oder auch Süswasserkalk-Ablagerungen.

d. Schweiz.

54d. Sandmole (Molasse): Grünlich-grauer, feinkörniger Sandstein mit untergeordneten Bänken von Thon und Mergel mit kalkigem Kitle und Braunkohlenlagern, oben Muschelfandstein, reich an Versteinerungen.
55d. Nagelfluhe: Gebäck ächter Rollsteine durch Kalk- oder Molasse-Kitt verbunden mit rothen Thonen und Mergeln wechselnd; an einzelnen Stellen mit Süswasserbildungen.

e. Paris.

Meer: 54e. Austersandstein (v. Fontainebleau): Unten sandige, gelbe, grüne Thone mit Austerbänken, oben weisse Sandsteine mit Feuersteinpuddingen, verkieselten Baumstämmen und Meeresthieren.

Süsw.: 55e. Mühlstein (v. Montmorency): Rother eisenschüssiger sandiger Thon und Mergel mit Kiefelgebäcken.

f. Südwest Frankreich.

54f. Muschelfand (falun) der Touraine: Mergel und mergliger Sand mit gerollten Versteinerungen und Meeresthieren
55f. Muschelfandstein (falun) v. Bordeaux: Kiesliger Thonsandstein mit sehr vielen Meeres-Versteinerungen.

g. Südost Frankreich.

54g. Braunkohlenschichten: Sand, Mergel, Kalk und Thon mit Süswassermuscheln, Krokodilen und Schildkröten.

55g. Trümmerkalk mit Trümmergebäcken, oben Thonschiefer von Aix: mit Tannzapfen, Schwingern, Vogelfedern etc.
Oben Blafenkalk: Grobkörniger blasiger Kalk mit Gerölle aus Muschel- und Polypenstücken, oben theils Meeres-, theils Süswasserbildungen.

9b. Die Hebung des Klippenkrag: Die Westalpen 4000 m. hoch.

C. Der Bernkrag. (Subapennin-Gebiet; Pliocene).

a. England.

56: Ostkrag (Norwich crag): Unregelmäsiger Sand, Schiefer, Lehm, Kalk: Meeres- und Süswassermuscheln, Fisch und Säugerknochen.

b. Norddeutschland.

56b. Braunkohlenlager, von dem auch der Bernstein der Ostsee stammt.

c. Oeningen.

56c Mergel und rother Sand mit unzähligen Limnäen, Kalk mit herrlichen Abdrücken von Pflanzen und Thieren.

d. Auvergne.

56d. Mergel, Kalk, Sandstein und Gyps mit Süswassermuscheln und Säugerknochen.

e. Landes.

56c. Gerölle aus kreidigem Kalke, oder weisem Sande oder eisenieren haltendem Thone.

f. Italien.

56f. Subapenninkrag: Blaue, graue Mergel oder gelblicher Sand mit Meeresmuscheln. Oben Süswassergebilde: Blaue Thone mit untergeordneten Torflagern, Sand und Süswassermuscheln.

g. Süd-Amerika.

56g. Patagonienkrag

9c. Die Hebung des Bernkrag: Die Hauptalpen, 5000 m. hoch.

X. Das Fluthflötz mit den Pfortern 18-15^o C.

A. Die Schwemmgebilde (Diluvial-Gebilde).

a. Europa.

57: Schwemmgerölle: Geschichtete Gerölle mit Knochen der Mammuth, Nashörner und Fluspferde.

b. Süd-Amerika.

57b. Pampasthon: Geschichteter Thon in Braßilien mit sehr vielen Knochen.

10. Die Hebung des Fluthflötzes: Der Tenare.

B. Die Gletschergebilde (Alluvial-Gebilde).

58: Findlings-Blöcke (Erratische Blöcke): Gletscher-Schliffe und Guffer.
Anm. Die Namen der Schichten.

Die Schichten der Flötze haben grosentheils ihre Namen in England nach den Fundorten erhalten. Eine solche Art der Namengebung ist aber

durchaus unstatthaft. Die meisten Deutschen kennen die Orte gar nicht, welche ganz unbedeutend und für die Schicht ganz gleichgültig sind; in allen diesen Fällen mussten neue Benennungen gewählt werden. Wenn sich die Bedeutung dieser Namen aus der Zusammenfassung ergibt, so ist eine Rechtfertigung überflüssig, in den andern Fällen ist sie nachstehend gegeben.

1. Das Grundflötz (Cambrian system). Sedgwick hat nach den Fundorten die Namen Snowdonfelsen, Balokalk und Plynlymmonschiefer eingeführt. Die Namen mussten durch Namen, welche der Sache entnommen sind, ersetzt werden.

2. Das Wackeflötz (Silurian system). Murchison hat die Llandeilschichten, und die Caradocschichten nach den Fundorten benannt, auch hier mussten diese Namen durch fachgemäße ersetzt werden.

3. Das Riffelflötz (Silurian system). Murchison hat die Wenlockschichten und Ludlowschichten nach dem Fundorte benannt, auch hier sind dafür fachgemäße Namen eingeführt, und zwar, da die letztern Schichten sehr feste, nutzbare Platten bilden, so sind die entsprechenden Schichten Plattenschiefer und Plattenkalk genannt.

4. Das Kohlenflötz (Carboniferous system). Die Namen sind hierfür schon lange gebräuchlich: Der Altrothe (Oldred sandstone), Kohlenkalk (Mountain limestone), Kohlen sandstein (Millstone grit), Kohlenschiefer (Coal).

5. Das Kupferflötz (Permian system). Die Namen sind hier gleichfalls lange gebräuchlich. Das Todtliegende (Red sandstone) ist von den Bergleuten so genannt, weil es keine Kohle und kein Kupfer enthält, das Weisliegende ist von den Bergleuten im Marsfeldischen benannt, der Kupferschiefer hat seinen Namen vom Kupfergehalte, der Zechstein ist von den Bergleuten in Thüringen und Sachsen benannt; der Rauchkalk hat seinen Namen von der rauchbraunen Farbe. Die beiden letzten Schichten bilden zusammen das Magnesian limestone.

Der Zechstein hat seinen Namen von der Zeche, der Bergmännischen Genossenschaft; das ihr gehörige Feld, der Zechstein ist also der Stein, der auf der Zeche gebrochen wird. Zeche aber ist ein uraltes Wort dakos, sskr. daças, lat. decus das Gefällige, Passende, davon ahd. zeh-on, mhd. zech-en zusammenfügen, ordnen.

6. Das Salzflötz (Trias system). Die Namen sind hier allgemein gebräuchlich. Der Neurothe (New red sandstone) auch bunter Sandstein (Variegated sandstone) genannt. Der Muschelkalk und der Keuper mit dem Keuperthone oder der Lettenkohle, dem Keupermergel (Red marls) und dem Keupersandsteine bilden die drei Gesteine der Trias.

Der Name Keuper ist aus der Volkssprache im Coburgschen genommen und durch Leopold von Buch in die Wissenschaft eingeführt, seine Bedeutung ist mir unbekannt.

7. Das Juraflötz (Oolitic system). Die unterste Gruppe des Juraflötzes hat man in England Lias genannt, weil das Lager Layer dort örtlich Lias gesprochen wird, der Name Lagerjura bezeichnet dasselbe besser und ist daher von mir hergestellt.

Die zweite Gruppe ist nach dem rogenartigen Aussehen des Steines in England Oolite, frz. Oolithe (aus dem gr. ὄον Ei und λίθος Stein) d. h. Eistein genannt. Die Gesteine haben aber gar nicht die Gestalt von Eiern, der Name Rogenstein bezeichnet die Aehnlichkeit des Gesteins mit dem

Fischrogen, dem er sehr ähnlich aussieht, und ist daher viel passender, er ist in Deutschland bereits gebräuchlich.

Der Name Rogen, ahd. rogo, schwed. rog bezeichnet die aus unzähligen kleinen Eiern bestehende durch Schleim zusammenhängende Eiermasse der Fische, welche durch Bespringen der männlichen Fische befruchtet wird. Der Name stammt ab vom Urverb ragh, rangh. sskr. rañh, lañgh, bespringe.

Die dritte Gruppe und die fünfte Gruppe sind in England wieder nach dem zufälligen Fundorte Oxfortgruppe und Portlandgruppe genannt, dies musste geändert werden. Ueberdies findet sich auch bei Oxfort eine Schicht der vierten Gruppe. Ich habe alle Benennungen nach den Fundorten beseitigt; die dritte Gruppe habe ich nach den Eifennieren Nierenjura, die fünfte nach dem lithographischen Steine, welcher dieser Gruppe eigenthümlich ist, Druckerjura genannt.

8. Das Kreideflötz (Chalk system). Die unterste Gruppe wird in England nach dem Fundorte der Schicht 44, d. h. nach dem Walde von Sussex Wealden rocks, Waldfels, genannt, eine solche Art der Benennung ist doch wahrlich unstatthaft. In der Schweiz heist dieselbe Schicht nach dem Fundorte Neo-Como am Comer See, Neocomien. Da die beiden andern Gruppen nach der Farbe Grünkreide und Weiskreide genannt sind, und die Schichten der untersten Gruppe überwiegend blau sind, so nenne ich sie Blaukreide. Die andern Namen ergeben sich von selbst.

9. Das Kragflötz (Tertiary rocks). Die Gebilde dieses Flötzes weichen örtlich so von einander ab, dass man für jede Landschaft eine eigne Benennung haben muss. Von den Benennungen bedürfen nur die beiden Schweizer Gebilde einer Erwähnung.

Der Name, die Molasse, ist in der Schweiz aus dem Französischen genommen. Dies Wort ist aus lat. mōles, die Last, die Steinwehr entlehnt die deutsche Form ist Mole, sie bezeichnet einen in das Meer gebauten Damm, diese Form habe ich für die Schicht eingeführt.

Der Name die Nagelflue ist in der deutschen Schweiz gebildet, die Berge der Nagelflue treten aus der Masse in der Gestalt grosser Nagelköpfe hervor, daher der Name. Flue stammt vom Urverb plu schwimmen, schwemmen, sskr. plu, gr. plý-nō, plév-ō, lat. plu-it regnet, lit. pláu-ju, agf. flov-an fliesen, ahd. flaw-jan, flaw-ēn, mhd. vlouw-en, fleu-n spülen, Flue ist also das Geflossene, Geschwemmte.

10. Das Fluthflötz. Das untere Gebilde dieses Flötzes heist das Diluvial-Gebilde, oder deutsch das Schwemmgebilde. Schwemme stammt vom Verb schwemmen, d. h. schwimmen machen und dies vom Verb schwimmen, schwamm ahd. suimman, agf. svimmen. Das obere Gebilde des Fluthflötzes heist gewöhnlich Alluvial-Gebilde. Da es aber von den Gletschern gebildet ist und mit den Luvies gar nichts zu thun hat, habe ich es Gletscher-Gebilde genannt. Gletscher stammt vom Verb glitschen, dies von gleiten, agf. glidan und dies ist eine Erweiterung des Urverbs li, flüssig werden, fliesen, mit dha machen, d. h. fliesen machen. Der Gletscher ist also der Gleitende.

In den einzelnen Schichten unterscheidet man den Schiefer, den Kalk, den Sand und die Breche.

Der Name Schiefer stammt ab vom Urverb *skap*, gr. *skap-tō*, lat. *scab-ēre* für *scap-ēre*, lit. *skap-ōti*, an. *skaf-a*, agf. *skaf-an*, goth. *skab-an*, ahd. *skap-an*, nhd. *schaben*, bezüglich goth. *skiub-an*, an. *skufa* agf. *skuf-an*, ahd. *skiub-an*, nhd. *schieben*, und bezeichnet das in dünnen Platten oder Scheiben Gelagerte.

Der Name der Sand, ahd. *sant*, agf. *sand*, gr. *sámm-os*, *psámm-os*, *ám-mos* stammt wie es scheint vom Urverb *sā fáen*, (sskr. *sasya.*, gr. *si-tos* Getreide), lat. *ser-ō* für *ses-ō*, *sa-tum*, lit. *sé-ju*, goth. *sai-an*, und bezeichnet das Säende, Ausstreuende.

Der Name die Breche ist die ursprüngliche Form des aus dem Deutschen entlehnten ital. *breccia* und muss daher für Breccie wieder eingeführt werden. Es stammt vom Urverb *bhragh*, sskr. *bhañj* und *barh*, lat. *fran-go*, goth. *brik-an*, *brak*, nhd. *brechen*.

Ein Blick auf die vorliegende Tafel zeigt uns, dass die verschiedensten Schichten in mannigfachem Wechsel auf einander folgen. Auf feinkörnigen Thonschiefer folgt grobkörniger Sand oder Kalk, oft ohne jeden Uebergang. Die Ablagerung so verschieden zusammengesetzter Schichten haben die Geologen aus dem ruhigeren oder stürmischeren Verlaufe der einzelnen Zeitabschnitte zu erklären verflucht. Die Bildung der Sandsteine soll nach ihnen den stürmischen, die der Kalksteine den ruhigen Zeiten angehören.

Aber nimmt man die Zeit der Gebirgserhebungen und Erdbeben als die stürmische Zeit an, so passt die Folge der Schichten nicht zu dieser Annahme, da, wie die Ueberflcht beweift, die Sandsteingebilde bald vor, bald nach den Hebungen auftreten. Auch können durch Erdbeben und Hebungen wohl Trümmergesteine und Backsteine an einzelnen Orten der Erdoberfläche entstehen, nicht aber regelmässige, weithin ausgebreitete Schichten eines Sandsteines von nahe gleichem Korne. Noch weniger erklärt diese Annahme, woher in den verschiedenen Zeiträumen die verschiedenen chemischen Stoffe gekommen sein sollen, zur einen Zeit Kiesel und Sand, zur andern Kalk und Talk.

Jedenfalls könnte es nach dieser Annahme nicht an allmählichen Uebergängen der mannigfachsten Art fehlen, und müsste der Sandstein mit wenig Kalk ganz allmählig in Sandstein mit mehr Kalk und schlieslich in Kalkstein mit wenig Sand übergehen. Da dies alles nicht zutrifft, so muss man jene Annahme als irrig aufgeben und eine andere Erklärung versuchen, welche der Thatfache bestimmt gefonderter Schichten mit ganz verschiedener chemischer Zusammenfetzung Rechnung trägt.

Die in der Nummer aufgeführten Thatfachen sind durch wissenschaftliche Beobachtung festgestellt, durchaus sicher und allgemein anerkannt.

22. Die Bildung der Schichten zur Zeit der Pflanzen und Thiere.

Fragen wir zunächst, woher haben die Schichtgesteine zur Zeit der Pflanzen und Thiere ihre Stoffe erhalten? so kann die Antwort nicht zweifelhaft sein. Aus den Urgesteinen der Erde, aus dem Granite einerseits und den kohlenfauren Urgesteinen andererseits. Auch wenn ein Theil der späteren Schichten aus dem Gesteine der älteren Schichten gebildet ist, so ändert dies nichts in der Allgemeinheit obigen Satzes, denn auch die älteren Schichten haben sämmtlich aus den Urgesteinen ihre Stoffe bezogen, nur die Zeit, zu welcher die Stoffe aus dem Urgesteine genommen und in den Schichten niedergelegt sind, ist in letzterm Falle eine frühere gewesen. Der Satz ist also ganz allgemein:

Alle Stoffe der geschichteten Gesteine sind aus den Urgesteinen der Erde, aus dem Granite oder Porphyr einerseits, aus den kohlenfauren Urgesteinen andererseits entnommen.

Diese Urgesteine sind, wie wir oben sahen, durch die Wirkungen des Luftmeeres zerfetzt. Die herniederstürzenden Regen mit ihrer Kohlenäure und der Sauerstoff der Luft dringen in die Urgesteine ein, verwittern sie, lassen sie in Bruchstücke zerfallen von verschiedener Gröse der Körner und führen die auflöselichen Theile in den Wasserquellen von dannen. Namentlich ist diese Verwitterung da gros, wo einerseits die meisten Regen fallen und andererseits die Oberfläche am grösten ist, d. h. in den Gebirgen.

Die Luft ist nämlich in der Höhe kälter als in der Tiefe, indem die Luft beim Aufsteigen sich ausdehnt und durch die Ausdehnung sich abkühlt. In meiner Erdbeschreibung ist nachgewiesen, dass jetzt die Luft auf je 1000 m. Höhe um 3° C. an Wärme abnimmt. Die gleiche Abnahme können wir auch für die Zeit der Pflanzen und Thiere zu Grunde legen. Denken wir uns nun einen über die Erde hinstreichenden mit Wasserdunst gefättigten Westwind, der auf ein Gebirge trifft, hier sich staut und um weiter fliesen zu können, in die Höhe steigt bis zur Höhe des Kammes, oder, da er nach den Gesetzen der Trägheit die aufsteigende Richtung auch weiter fortsetzen muss, bis zur doppelten Höhe des Kammes, so muss eine bedeutende Abkühlung der Luft und zwar auf je 1000 m. Höhe, um 3° C. die Folge sein. Die Abkühlung der Luft aber bewirkt einen Niederschlag des Wasserdunstes, wenn dieser seinen Sättigungspunkt erreicht hat, die Abhänge der Ge-

birge sind daher die Orte der grösten Regen auf Erden. Zur Zeit der Pflanzen und Thiere fallen aber bei 1° C. Abkühlung im Mittel 52 mm. Regen, während jetzt im Mittel nur 10 mm., die Regen sind also zu jener Zeit fünfmal so stark als heute. Die Gebirgsabhänge sind also auch zu jener Zeit die Hauptorte des Regens, die eigentliche Geburtsstätte der Quellen, Bäche und Flüsse. Zugleich ist aber auch die Oberfläche der Gebirge eine viel grössere, als bei der Ebene, und ist daher auch die gleiche Masse des Gesteins einer viel grössern Verwitterung ausgesetzt.*)

Die Gebirge mit ihren Regen sind die Werkstätten zu der Bereitung der Stoffe für die Schichtgesteine.

Nach meiner Erdbeschreibung beträgt das Land der Erde jetzt 2468486 □Meilen und enthalten die Hochländer der alten Welt 620014, die Amerikas 178966, alle Hochländer der Erde mithin 798980 □Meilen, d. h. ungefähr $\frac{1}{3}$ des gesammten Landes.

Die Urgesteine, welche auf dem Festlande zu Tage treten, gehören fast ausschliesslich den Gebirgen der Erde und zwar den eigentlichen Kämmen der Gebirge an. Nach den Gesteinskarten (geologischen Karten) nehmen diese Urgesteine gegenwärtig $\frac{1}{10}$ des festen Landes ein. In früheren Zeiten ist das Verhältniss jedoch ein günstigeres gewesen. Legen wir die Oberfläche der Urgesteine als Einheit zu Grunde, so beträgt das Festland zur Grundzeit das 2-, zur Wackezeit das $2\frac{1}{2}$ -, zur Riffezeit das 3-, zur Kohlenzeit das 4-, zur Kupferzeit das 5-, zur Salzzeit das 6-, zur Jurazeit das 7-, zur Kreidezeit das 8-, zur Kragzeit das 9- und zur Fluthzeit das 10fache der Oberfläche des Urgesteins.

Die Urgesteine der Gebirge: der Granit, der Porphyry und die kohlenfauren Urgesteine der Gebirge sind die Bezugsquellen für die Stoffe der Schichtgesteine, die Regengewässer sind die auflösenden und fortführenden Mächte.

Der Regen, welcher im Gebirge auf die Urgesteine fällt, hat, wie wir in N. 16 sahen, einen reichen Gehalt an Kohlenäure, zieht

*) Sei a die Grundlinie, b die Höhe einer Erhebung, c der Abhang der Erhebung, so ist nach dem Pythagoräischen Lehrsatze $c^2 = a^2 + b^2$ oder $c = \sqrt{a^2 + b^2}$.

Für $b = \frac{1}{3} a$ ist $c = 1,0541 a$
 - $b = \frac{1}{2} a$ - $c = 1,1180 a$
 - $b = a$ - $c = 1,4142 a$

aus dem Gesteine eine Reihe von Basen, welche sich mit der Kohlenäure zu auflösliehen doppelt kohlenfauren Salzen verbinden, und lässt ein in Zerfetzung begriffenes Gestein zurück, welches unter dem Einflusse des sauerstoffreichen Luftmeeres in Bruchstücke mehr oder minder feinen Kornes zerfällt. Das Urgestein wird dadurch zertrümmert.

Das Regenwasser aber eilt demnächst von den Höhen der Gebirge wieder dem Meere zu, aus welchem es stammt und durch Verdunstungen in die Lüfte emporgehoben ist. Sehen wir dabei von dem Theile ab, der sofort wieder verdunstet, und den wir daher ganz auser Rechnung lassen können, so schlägt das Regenwasser bei der Rückkehr zum Meere einen doppelten Weg ein, als Flusswasser*) einen oberirdischen Lauf in Bächen und Flüssen und als Quellwasser**) einen unterirdischen Lauf in Spalten und Ritzen des Gesteins.

Das Regenwasser zerfetzt die Urgesteine und trägt die Stoffe theils als Flusswasser in oberirdischem Laufe, theils als Quellwasser in unterirdischem Laufe den Ebenen zu, wo die Schichtgesteine sich bilden.

Das Flusswasser führt aus dem zerfetzten Gesteine die sämmtlichen Bruchstücke, und einen geringen Theil der auflösliehen Stoffe, das Quellwasser fast alle auflösliehen Stoffe fort.

$$\begin{aligned} \text{Für } b &= 2 a - c = 2,2361 a \\ &- b = 3 a - c = 3,1623 a \\ &- b = 4 a - c = 4,1231 a \end{aligned}$$

Bei der Höhe muss man aber nicht blos die Höhe des ganzen Gebirges, sondern die Höhen der einzelnen Zacken im Verhältnisse zur Grundlinie nehmen.

*) Fluss stammt vom Urverb plu schwimme, schwemme, sskr. plu, gr. plý-nō und plév-ō, lat. plu-it es regnet, plu-vius Fluss, lit. pláu-ju, agf. flov-an, ahd. flaw-jan, dann mit t erweitert isl. flío-ta, schwed. fly-ta, ahd. vlioz-an, nhd. fliesen, floss. Der Fluss ist also der schwemmende, die schwemm-baren Körner tragende.

**) Quelle in der Ursprache gvaldā, sskr. galdā an. kelda ahd. quellä, stammt vom Urverb gval, sskr. gal träufle, falle, (gr. ballō für bal-jō mache fallen) ahd. quëll-an quelle. Die Quelle ist daher die herausröpfelnde, quellende. Der Ausdruck passt demnach nur für die unterirdischen Gewässer und darf wissenschaftlich für kleine Bäche nicht verwandt werden.

1. Das Flusswasser.

Bei dem geringen Antheile, den das Flusswasser an den auflöslichen Stoffen hat, können wir dieselben beim Flusswasser ganz übergehen und sie beim Quellwasser besprechen. Die Bruchstücke sind sehr verschiedener Größe: Blöcke, von 1 m. und mehr Durchmesser, Brocken von $\frac{1}{10}$ m. und mehr Durchmesser, Gerölle von 1 centm. und mehr Durchmesser, Grand, das Korn von 1 mm. und mehr Durchmesser, Sand, das Korn von $\frac{1}{10}$ mm. und mehr Durchmesser, endlich Lehm, das Körnchen unter $\frac{1}{10}$ mm. Die Rechtfertigung der Namen ist in der Anmerkung gegeben.*)

a. Die Blöcke und die Brocken können durch das Wasser allein nicht bewegt werden. Nur zwei Wege giebt es, auf denen sie auch in fernere Gegenden und Ebenen getragen werden können, die Schlammströme und die Erdrutsche. (Die Gletscher setzen eine bedeutende Kälte voraus und treten erfahrungsmässig erst in der letzten Zeit, zur Gletscherzeit (Alluvialzeit) ein; in den frühern Zeiträumen ist die Wärme der Erde eine viel zu hohe, als dass

*) Block bezeichnet ein unbearbeitetes, unförmliches Stück Holz, Stein oder Erz, von der Größe, dass man es nicht bewegen kann, dass man daran einen Gefangenen anschliessen kann. Es ist zusammengezogen aus ahd. piloh, bloc und bloch, schwed. block, und stammt wahrscheinlich vom Urverb arag, recken, sskr. arj, gr. orég-nysi, orégei, lat. reg-it, goth. rack-jan, nhd. reck-en und bezeichnet den Block als den Gereckten, den Recken.

Brocken stammt vom Urverb bhragh, bhrag, sskr. barh, (gr. brachys kurz), lat. frang-o, frag-, goth. brik-an, brak, nhd. breche, brach. Der Brocken ist also der Gebrochene; ein Stück, das man fortbewegen kann.

Gerölle ist das durch Rollen Entstandene, das aus Rollstücken Zusammengefetzte; Stücke von der Größe, dass sie einen steilen Abhang hinabrollen.

Grand stammt vom Urverb ghar, Nebenform von gar, zerreiben, altern, sskr. jhar, ghūr, zend ghars, ahd. grā, nhd. grau, Greis und erweitert agf. grind-an, engl. grind, ground, mahlen, zerreiben. Der Grand ist also das Zerriebene, grobe Korn. Der Name Kies darf hiefür nicht verwandt werden, da er gewisse chemische Stoffe bezeichnet.

Sand agf. engl. sand, ahd. sant stammt vom Urverb sā fāe, (sskr. sas-ya, gr. si-tos Getreide), lat. ser-o für ses-o, lit. sé-ju, goth. sai-an, nhd. fāen und bezeichnet also den Säenden, der sich wie der Samen im Winde in Körnern ausstreut.

Lehm, ahd. leim, agf. lām, lat. lim-us stammt vom Urverb li kleben, schmieren, sskr. lī, lat. li-nō, lit. lė-ju und bezeichnet die Erde so feinen Kornes, dass sie anklebt, schmiert. Thon darf dieselbe nicht genannt werden, da Thon einen chemischen Stoff bezeichnet.

sich Eis in grossen Massen bilden konnte. Es bleiben also nur die Schlammströme und die Erdrutsche übrig).

Die Schlammströme entstehen in hohen Gebirgsgegenden, breiten sich weithin aus und bedecken ganze Thäler mit Blöcken und Brocken, wie z. B. das früher so fruchtbare Passeyr-Thal im südlichen Tyrol. Es entstehen diese Schlammströme aus verwitterten Felsmassen, welche allmählig in Bruchstücke zerfallen, von Wasser reichlich durchzogen sind und sich mit diesem in die Tiefe der Thäler ergiesen.

Die Erdrutsche entstehen, wenn auf einer schrägen Bahn das Wasser die Erde so unterspült, dass die Erde rutschen kann. Große Erdmassen setzen sich dann in Bewegung und tragen Blöcke und Brocken mit fort. In beiden Fällen, bei den Schlammströmen, wie bei den Erdrutschen ist es nur der Schlamm oder die Erdmasse, welche die grossen Bruchstücke mit bewegt. Reines Wasser vermag dies nicht.

b. Das Gerölle wird bereits vom reinen Wasser bewegt; aber es gehören steile Abhänge und ein kräftiges Wasser dazu, um sie fortzubewegen. Ist das Gerölle ganz mit Wasser durchtränkt wie ein Schlammstrom, so wird es leicht bewegt. Alle diese Massen, die Blöcke, wie die Brocken und das Gerölle bilden aber nicht weit ausgedehnte, wagerecht gelagerte Schichten, sondern nur am Fusse eines steilen Abhanges gelagerte Schutt- und Trümmernmassen.

Dagegen bilden die folgenden drei Stufen, der Grand, der Sand und der Lehm durch das Wasser bewegliche und weithin tragbare, d. h. spülbare Massen, welche ganze Ebenen bedecken und darauf Schichten bilden.

Der Grand und der Sand werden mit ihrem gleichmässigen Korne durch die Bäche und Flüsse der Gewässer, solange sie schnell fliesen, fortgespült und in den Ebenen, sobald das Wasser ruhiger fließt, abgesetzt. Je nach der Schnelligkeit des Wassers wird zuerst der Grand von grobem und schwerem Korne, weiterhin dann der Sand von feinerem und leichterem Korne abgesetzt. Derfelbe bedeckt zunächst das Bett der Flüsse und Bäche, dann aber, wenn sich dies hinreichend erhöht, die ganzen Ebenen in der Nachbarschaft der Gebirge. Ein grosser Theil Schlesiens, der Lausitz und der Mark ist auf diese Weise mit Grand oder Sand bedeckt, der auch in den Geesten Hannovers, Oldenburgs und Hollands grosse Strecken erfüllt.

Hat der Fluss ein langes Bett, in dem er zuletzt ruhig dahin-

strömt, so wird der Sand bereits in dem Oberlaufe der Flüsse abgesetzt. Hat der Fluss hingegen nur einen kurzen Lauf oder überall ein starkes Gefälle, so setzt der ganze Lauf Sand ab und führt den Sand selbst in den See oder das Meer, in welches der Fluss sich ergießt. In dem See oder dem Meere wird nun aber der Strom des Flusses sofort gestaut, das Wasser des Flusses kommt plötzlich zur Ruhe und lässt sofort den Sand, welchen es mit sich führte, fallen. Der Sand bildet mithin um die Mündung des Flusses einen Mündungskegel, nicht aber auf weite Strecken hin gleichmäßige wagerechte Schichten im Meere.

Der Lehm ist nicht nur spülbar, sondern auch schwemmbar, d. h. derselbe bleibt in dem Flusswasser und Meerwasser auch bei langsamer Bewegung lange schwimmend und vertheilt sich gleichmäßig auf weite Strecken hin, so dass das untere Flussthal bei langem Laufe und der Meeresgrund weithin, soweit der Meereshang reicht, vom Lehme bedeckt ist. Auch der Grund des tiefen Meeres besteht, sofern er nicht selbst gebirgig ist, grosentheils aus diesem weichen Lehme, in den schwere Gegenstände oft 10 bis 15 Fus tief versinken. Aller Marschboden der Flussmarschen, wie der Meeresmarschen an den Küsten der Nordsee verdankt diesem schwemmbar Lehm seine Entstehung. Uebrigens ist dieser Lehm überaus reich an schwemmbar Kohletheilchen und erhält daher seine schwarze Farbe.

Aber, kann man entgegnen, ist nicht der Meeresgrund vieler Meere von körnigem Sande oder Grande gebildet? Ist nicht der Grund der Ostseeanhoren südlichen Gestaden aus Sand gebildet, der auf den Gestaden des Meeres mächtige, Häufer hohe Dünen aufbaut? Gewiss antworten wir; nur stammt der Sand der Ostsee nicht aus Flüssen und Bächen, welche den Sand in das Meer führen, sondern ist das Ueberbleibfel eines unter das Meer versunkenen Landes. Sämmtliche Länder, welche die Ostsee im Süden begrenzen, bestehen nämlich aus Erde, welche zu etwa $\frac{1}{4}$ Lehm, zu etwa $\frac{3}{4}$ Sand enthält, und welche, wenn sie unter die Oberfläche des Meeres sinkt, nothwendig einen sandigen Grund darstellt, da der schwemmbar Lehm, durch das stets bewegte Wasser zwischen dem Sande fortgespült, in die tiefsten Lagen des Sandes am Meeresgrunde versinken muss.

Nun sinkt aber die südliche Küste der Ostsee erfahrungsmäßig auch jetzt noch; nun finden sich am Grunde der Ostsee auch jetzt noch dieselben grossen Rollsteine, welche in den benachbarten

Bergen des Festlandes lagern, und finden sich endlich am Grunde der Ostsee ganze Lager untergegangener Wälder, deren Harz den berühmten Bernstein liefert. Es kann also keinem Zweifel unterliegen, dass wir in dem Grunde der im Mittel 60 m. tiefen Ostsee ein altes untergegangenes Festland besitzen und dass der Sand der Ostsee nichts anderes ist, als ein Sandfeld, welches dereinst die Oberfläche jenes Festlandes bedeckte.

Es lassen sich demnach folgende allgemein gültige Gesetze aufstellen.

Rings um ein verwitterndes Gestein bilden sich folgende Gürtel. Unmittelbar am Fulse des steilen Gefälles lagern die Schuttmassen der Blöcke und Brocken und rings umher ein schmaler Gürtel der Gerölle. Dann folgen auf den Ebenen des Festlandes wagerechte Schichten, zuerst von Grand, dann von Sand gebildet, und ringsumher im Unterlaufe langer Flüsse und an der Meeresküste die Lehmarsche.

2. Das Quellwasser.

Das Quellwasser dringt in die Spalten der Gebirge ein. Die Urgesteine, namentlich der Granit und der Porphyr sind vielfach zerklüftet und bieten dem Wasser grosse Spalten dar, in denen die Quellen fliesen können. Die Kohlenäure, welche das Wasser enthält, und der Sauerstoff, welcher als Luft im Wasser enthalten ist, treten in nächste Berührung mit dem Gesteine und bilden lösliche Salze, welche wir in N. 20 ausführlich erörtert haben. Doppelt kohlenfaure Salze, vor allem Kalkfalz, daneben Talk- und Eifenfalz, kiefelfaure Salze, namentlich Kalifalz, und einfach schwefelfaure Salze, vor allem Natronfalz, werden vom Quellwasser aus den Spalten forgeföhrt und zum kleinen Theile in die Flüsse, zum grössten Theile in's Meer geföhrt.

3. Das Meer.

In's Meer treten also einerseits die oberirdischen Flüsse mit ihrem schwemmbarren Lehme, andererseits die unterirdischen Quellen mit ihren aufgelösten Salzen. Die Quellen treten an dem Abfalle des Strandes, der vom Meeresspiegel bis zum Meeresgrunde föhrt, und den wir den Meerhang nennen wollen, in's Meer ein. Das Innere des Festlandes hat in diesen Tiefen, wie wir in N. 19 sahen, bis 60° C. höhere Wärme als das Meer gleicher Tiefe. Das warme

Quellwasser, welches in's kalte Meer tritt, schlägt daher einen Theil feiner auflösllichen Salze nieder. Ueberdies treten hier am Meerhange die auflösllichen Salze der verschiedenen Quellen in Wechselwirkung und bewirken auch dadurch Austausch und Niederschläge.

Auser diesen chemischen Niederschlägen ist aber auch das Thierleben des Meeres im Bau der Schalen überaus thätig, jedoch nur im obersten Theile des Meerhanges bis 200 m. unter dem Meeresspiegel. Nennen wir den Gürtel von der höchsten Fluth bis zur niedrigsten Ebbe den Strand oder den Fluthgürtel, die obere Grenze deselben die Fluthgrenze, die untere Grenze die Ebbegrenze, die Mitte die Fluthmitte, nennen wir den Gürtel unter der niedrigsten Ebbe bis 200 m. Tiefe die Küste*) und zwar den oberen Theil bis 40 m. Tiefe den Austern-, den mittlern von 40 bis 80 m. Tiefe den Korallen-, den untern von 80 bis 200 m. Tiefe den Terebratelgürtel, so finden wir am Strande Europas folgende Thiergattungen Schalen bauender Thiere.

Strand:	}	Fluthgrenze: Balanen, klippenbewohnende Actinien, einzelne Schnecken.
		Fluthmitte: Algen, Tange mit zahlreichen Schnecken, besonders Patellen und Ascidien, auf sandigem Grunde Anneliden und Röhrenmuscheln.
		Ebbegrenze: Viele Kammuscheln, Seesterne, Seeigel, Holothurien, Ascidien und Nacktkiemer.

*) Im Deutschen haben wir für das Meeresufer folgende Ausdrücke, welche wissenschaftlich gefondert werden müssen:

Ufer, agf. ofer, ofor, altfr. overa, ndf. över. Dies ist daselbe Wort mit dem Urworte upara, der Obere, sskr. upara, gr. hypéra, lat. superu-s, agf. u-fera, ufora, (vergl. goth. ufar, agf. ofer, altfr. over, holl. over, nhd. über) und bezeichnet das Obere, das über dem Wasser Gelegene

Strand, agf. strand ist abgeleitet vom Urverb strā streuen, gr. strátos Lager, lat. strā-vi, strā-tus, lit. stra-ja w. Streu, goth. strau-jan, af strē-jan, strō-jan, nhd. streuen. Der Strand ist also der Streuende, d. h. der Gürtel, wo die Wellen den Boden auflöckern und zugleich den Pflanzenwuchs verhindern und daher der lose Boden im Winde strcut.

Küste ist aus dem lat. costa Rippe, Seite entlehnt und bezeichnet die Rippe, die Seite des Landes, welche dem Meere Widerstand leistet, wird also passend für den stets vom Meere bedeckten Gürtel verwandt bis zu der Tiefe, wo die Wellen noch wirken und Leben im Meere herrscht, d. h. bis 200 m. Tiefe.

Austergürtel: Austern und andre einmusklige Muscheln,
 zwischen ihnen zahlreiche Strahlthiere, Seesterne,
 Röhrenanneliden.
 Küste: { Korallengürtel: Korallen mit vielen Häuslern (Mollusca)
 und Krabben (Crustacea).
 Terebratulgürtel: Brachiopoden, besonders Terrebrateln;
 einzelne eigenthümliche Korallenarten.

Im Meere finden wir also am Strande und an der Küste die Thierschalen, tiefer die Niederschläge der auflösllichen Salze. Beide bilden die Kalkschichten des Meeres.

Gleichzeitig lagert sich am Meerhange aber auch der schwemm-
bare Lehm ab und bildet hier dünne Lagen. Die auflösllichen Salze
dringen zwischen die Lehmtheilchen und Kohletheilchen ein, werden
von ihnen angezogen, schlagen sich zwischen den Körnchen nieder
und bilden einen Kitt*), der diese Körnchen verbindet. Die
jährliche Regenzeit ist die Zeit, in welchem die Flüsse den meisten
Lehm und Kohle in's Meer führen. Die unterirdischen Quellen
fließen bedeutend langsamer und führen viel später den Kitt dem
Meere zu. Jeder Jahrgang bildet daher eine Schicht, wo ab-
wechselnd mehr Korn oder mehr Kitt erscheint. Die übereinander
liegenden Schichten aber bilden den Schiefer und zwar je nach
den Bestandtheilen des Lehmes Glimmerschiefer, Thonschiefer u. s. w.

Sinkt ein Festland unter das Meer, so bilden nun die Sand-
und Grandebenen den Meerhang. Die Quellen führen nun die auf-
lösllichen Stoffe zwischen die Sandkörner und verkitten dieselben
zu einer Steinmasse, dem Sandsteine.

Wir können hienach folgende Gesetze für die Bildung der
Schichtgesteine feststellen.

Alle Stoffe der Schichtgesteine: Kalk, Lehm und
Sand stammen aus demselben Gesteine und zwar
schlieslich aus dem Urgesteine her und werden
nur beim Verwittern des Gesteines gefondert,
indem der eine Theil auflösllich, der andere nicht,
der eine schwemmbar, der andere grobkörnig nur
in schnellströmendem Wasser beweglich ist;

*) Kitt stammt ab vom Urverb gadh sskr. gadh einer Nebenform des
Verbs ghadh, goth. git-an, nhd. gatten, und bezeichnet das Verbindende,
Gattende. Korn ist ein uraltes Wört garna s., lat. grän-um für garn-um,
ksl. zruño, goth. kaurn, an. ahd. korn, agf. engl. corn; es stammt vom
Urverb gar zerreibc.

alle drei Gesteinsmassen werden gleichzeitig, nur an verschiedenen Orten und unter verschiedenen örtlichen Bedingungen abgelagert.

Alle Sandsteinschichten waren zur Zeit der Ablagerung ihrer Körner Theile des Festlandes; alle Kalkschichten und ein großer Theil der Thonschichten waren Meeresgrund.

Alle Sandsteinschichten weisen in dem chemischen Verhalten ihrer Körner die Einflüsse eines an Sauerstoff reichen Luftmeeres, alle Kalkschichten die Niederschläge eines an Auflösungen reichen Wassermeeeres nach.

Alle Sandsteinschichten enthalten in ihren Versteinerungen die Abdrücke von Pflanzen, alle Kalkschichten die Ablagerungen versteinerter Fische und Schalthiere.

Das Festland bildet nur lofe Erde, kein Gestein. Alle Sandsteine haben ihre Körner vom Festlande erhalten, sind aber erst, nachdem sie unter die Oberfläche des Meeres gesunken sind, durch den Kitt, den sie aus den Quellen im Meere erhielten, in Sandsteine umgewandelt.

Der Schiefer hat seine Körnchen vom schwemmbarren Lehme und der Kohle, seinen Kitt von den Quellen im Meere erhalten; er bildet jährlich eine Jahresschicht.

Die Ueberlicht der Schichten in N. 22 bestätigt diese Gefetze.

Alle Sandsteine der Gebirgszeit, d. h. der Zeit, als der Sauerstoff im Luftmeere vorwaltete: Der Altrothe, das Todtliegende, der Vogelfandstein und der Neurothe zeichnen sich durch die rothe Farbe ihrer Körner aus, welche ihren Schichten den Namen gegeben hat, und haben diese Farbe nur durch den Sauerstoff der Luft erhalten, der das kohlenfaure Eifenoxydul in Eifenoxyd verwandelt hat. Nur der Kohlenfandstein und der Keuperfandstein haben durch den großen Gehalt an Kohle ein graues Ansehen gewonnen.

Alle diese Sandmassen müssen, da sie sich in Ebenen mit geringem Gefälle ablagern, wagerecht geschichtet sein; denn wenn auch jeder Fluss zunächst nur sein Bette erhöht, so muss doch, sobald dieses sich über die Ebene erhebt, der Fluss übertreten, die benachbarten Ebenen überschwemmen und seinen Sand dort gleich-

falls ablagern, bis diese Ebenen wiederum genügend erhöht sind. Andererseits muss, je nach dem Gesteine, welches im Gebirge verwittert, und je nach dem Laufe der Ströme die Ablagerung des Sandes in verschiedenen Gegenden sehr verschiedene Mächtigkeit erlangen, wie sich dies an allen Sandsteinen bestätigt, welche an einem Orte 700 bis 1400 Meter, an andern nur wenige Meter Mächtigkeit gewinnen.

Am Ufer des Meeres hört aber diese Bildung wagerecht gelagerter Sandmassen auf; nur einzelne Mündungskegel bauen sich noch vor den Mündungen der Flüsse aus Sand auf; eine Ausbreitung des Sandes, eine Ablagerung in wagerechten Schichten kann im Meere nicht stattfinden, da der schnelle Strom des Flusses sofort, vom Meerwasser gestaut, zum Stillstande kommt, und, wie jeder Schwemmverfuch beweist, eine nicht unbedeutende Stromschnelligkeit dazu gehört, um den Sand schwimmend zu erhalten.

Alle Sandsteine enthalten ferner versteinte Pflanzen oder verkiefte Baumstämme, zum Theile noch in ihrer aufrechten Stellung, und sind im Ganzen frei von Schalthieren und Fischresten. Nur in den obersten oder den kalkreichen Schichten derselben finden sich reiche Lager versteinter Schalthiere und Fische und beweisen, dass diese Schichten einst den Grund des Meeres bildeten, als das Festland unter die Oberfläche des Meeres gesunken war, wie dies jetzt mit dem Grunde der Ostsee der Fall ist.

Die Ebenen des Festlandes, auf denen sich Sand ablagerte, sinken zum Theile bis unter die Oberfläche des Meeres. Dieser unter die Oberfläche des Meeres gesunkene Meeresgrund nun ist es, welcher im Meere einen Kitt von thoniger oder auch kalkiger Beschaffenheit erhält und dadurch zu festem Sandsteine umgewandelt wird.

Die Körner des Sandsteines, ihre rothe von Eisenoxyd herführende Farbe beweisen, dass der Sand unter dem Einflusse des sauerstoffhaltenden Luftmeeres auf dem Festlande gebildet ist, auch ihre Versteinerungen, die versteinten Pflanzen und Baumstämme, beweisen daselbe. Ihr Kitt und die zertrümmerten Schalthier- und Fischreste in den obersten Schichten dieser Sandsteine beweisen, dass der Sand später unter die Oberfläche des Meeres gesunken und hier erst als Meeresgrund in ein festes Gestein verwandelt ist. Aller Sand, welcher nicht unter die Oberfläche des Meeres gesunken ist, ist auch nie Sandstein geworden, sondern stets Sand geblieben, und ist, nachdem sich die Ebene später gehoben hat,

durch die Regenwasser von den abschüssigen Stellen fortgespült und in neue Ebenen abgelagert.

Im Meere selbst über dem Meeresgrunde bildet sich nun am Meereshange der Schiefer, an der oberen Grenze das Kalkgestein. Die schwarze Farbe des Schiefers beweist den reichen Kohlengehalt des Lehmcs. Die graue bis blaue Farbe des Kalkgesteines beweist, dass dies nicht an der Luft, sondern unter dem Meerespiegel, unter dem Einflusse eines an Kohlenäure reichen Wassers gebildet ist. Eben das beweist nicht nur die Ablagerung der kohlenfauren Kalksalze selbst; nicht nur die Ablagerung des Bitterkalkes ($\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$), des Steinsalzes (NaCl), des Gypses ($\text{CaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$) und der mannigfachen Schwefelerze, welche alle nur als Niederschläge aus Meereswasser gebildet werden konnten; sondern auch das Vorkommen zahlreicher Versteinerungen von Fischen, Schalthieren und Quallen.

Die abwechselnde Lagerung von Sandstein, Schiefer und Kalkstein rührt also nur von abwechselnden Hebungen und Senkungen her und giebt uns genaue Aufschlüsse über diese Vorgänge auf Erden.

4. Die Ausdehnung der Schichten.

Die Urgesteine bildeten vor der Zeit der Pflanzen und Thiere das ganze Festland, gegenwärtig bilden sie nur $\frac{1}{10}$ des Festlandes. Zur Grundzeit bildete das Festland das 2fache, zur Wackezeit das 2₆-, zur Riffezeit das 3₃-, zur Kohlenzeit das 4-, zur Kupferzeit das 5-, zur Salzzeit das 6-, zur Jurazeit das 7-, zur Kreidezeit das 8-, zur Kragzeit das 9-, endlich zur Fluthzeit das 10fache von der Oberfläche der Urgesteine.

Der Meerhang, der dieses Festland umgiebt, hat, da das Meer nahe die gleiche Tiefe behalten hat, auch zur Zeit der Pflanzen und Thiere die gleiche Breite behalten und steht also zum Umfange des Festlandes in festem Verhältnisse. Auch die Verhältnisse der Gestalt des Festlandes kann man zu den verschiedenen Zeitabschnitten der Pflanzen- und Thierzeit als gleichbleibend annehmen. Dann verhalten sich die Umfänge des Festlandes, also auch die Flächenräume des Meerhanges in den verschiedenen Zeiten zu einander wie die Quaderwurzel der entsprechenden Flächenräume des Festlandes. Auch der Flächenraum, den die Sandsteine eines neugebildeten Flötzes einnehmen, hat zu dem Umfange des Festlandes im Ganzen ein gleichbleibendes Verhältniss, da nur die Theile der Ebenen des Festlandes sich mit Sandstein bedecken,

welche später unter das Meer getaucht sind. Man kann demnach auch die auf dem Festlande neugebildete Schicht gleich dem Meerhange oder gleich der gleichzeitig im Meere gebildeten Schicht an Flächenraum setzen. Zur Grundzeit war dieser Raum der Oberfläche der Urgesteine gleich. Setzen wir demnach den Raum der Urgesteine gleich eins, so erhalten wir die Größenverhältnisse der folgenden Tafel.

Tafel über die Schichtenbildung zur Zeit der Pflanzen und Thiere.

	Flächenraum des Festlandes.		Fläche des Urgesteins.	Fläche der früheren Schichten.	Fläche der neuen Schichten.	Jetzige Dicke der neuen Schicht. meter.	Dicke des verbrauchten Urgesteins. meter.	Von der letzten Schicht bleibt wird frei. be- deckt.		Verbrauch in Metern vom		
	1.	2.						frei.	be- deckt.	Urge- stein.	freie Schicht.	be- deckte Schicht.
Hügelzeit oder Grauzeit.												
Grundzeit	2	1	0	1	1000	1000	0	0	2438	0	0	
Wackezeit	2,6	1	0,45	1,15	1000	1150	0,45	0,55	2253	451	90,2	
Riffezeit	3,3	1	1	1,3	1000	1300	0,55	0,60	2005	401	80,2	
Gebirgszeit oder Rothzeit.												
Kohlenzeit	4	1	1,55	1,45	2000	2900	0,55	0,75	2887	577	115,4	
Kupferzeit	5	1	2,4	1,6	1000	1600	0,65	0,60	1537	307	61,4	
Salzzeit	6	1	3,27	1,73	1500	2565	0,87	0,73	1581	316	63,2	
Alpenzeit oder Neuzeit.												
Jurazeit	7	1	4,13	1,67	1000	1870	0,86	0,87	1096	219	43,8	
Kreidezeit	8	1	5	2	500	1000	0,87	1,00	544	109	21,8	
Kragzeit	9	1	5,85	2,15	500	1075	0,85	1,15	484	97	19,4	
Fluthzeit	10	1	6,7	2,3	500	1150	0,85	1,30	435	87	17,3	
Summe	10	1	6,7	16,55	10000	15640	6,7	7,55	15260	2564	512,5	

Anm. Berechnung der Tafel.

Die Spalten 1 und 2 ergeben sich unmittelbar aus Beobachtung nach dem Texte. Die Einheit der Oberfläche ist dabei für das jetzige Festland der Erde 246848,6 □ Meilen, für die ganze Erde, wenn wir das gleiche Verhältniss zu Grunde legen, 928187 □ Meilen

Die Spalte 3 ergibt sich, wenn man in jeder Reihe die Zahl der 2. und 4. Spalte von der ersten abzieht z. B. für die Kragzeit 9 - 1 - 2,15 = 5,85.

Die Spalte 4 ist nach der Regel des Textes berechnet, dass der Umfang sich verhält wie die Quaderwurzel der Fläche, und für die Grundzeit die Oberfläche der neuen Schicht gleich der Oberfläche der Urgesteine ist.

Dann ergibt sich z. B. für die Kragzeit 1 : x = $\sqrt{2} : \sqrt{9}$ d. h. x = 3 : $\sqrt{2}$ = 2,15.

Die Spalte 5 ist unmittelbar aus Beobachtung gewonnen, wie in N. 21 bereits erwähnt.

Aus dieser Tafel ergibt sich endlich, wie dick die Schichten zu jeder Zeit gewesen sind. Die folgende Tafel gibt uns diesen Nachweis.

Die Spalte 6 ergibt sich, wenn man den jetzigen Bestand der neuen Schicht berechnet, sie ist das Zeug oder Produkt aus Spalte 4 und 5, z. B. für die Kragzeit $2_{15} \times 500 = 1075$.

Die Spalte 7 ergibt sich, wenn man in Spalte 3 die Zahl der vorhergehenden Reihe von der der gleichen Reihe abzieht z. B. für die Kragzeit $5_{35} - 5 = 0_{95}$.

Die Spalte 8 ist der Unterschied der Zahl in der vorgehenden Reihe der Spalte 4 und der Zahl derselben Reihe in Spalte 7, z. B. für die Kragzeit $2 - 0_{85} = 1_{15}$.

Die Spalten 9 bis 11 mussten von unten auf berechnet werden. Die Dicke der neuen Schichten ist nach der in N. 21 bestimmten Größe festgestellt, daraus berechnet sich, wieviel Urgestein zur Erzeugung dieser Schichten in der ganzen Zeit verwandt werden muss.

Die neue Schicht nimmt aber ihre Stoffe nicht nur vom Urgesteine, sondern auch von den alten Schichten. Man wird der Wahrheit nahe treten, wenn man annimmt, dass die freie Schicht $\frac{1}{5}$ soviel Stoff liefert als eine gleiche Fläche Urgesteine und dass die bedeckte Schicht $\frac{1}{5}$ soviel Stoff liefert als eine freie Schicht. Hiernach sind die drei letzten Spalten der Tafel berechnet. Die Stoff gebenden Gesteine sind also die Urgesteine, $\frac{1}{5}$ der freien und $\frac{1}{25}$ der bedeckten Schichten. Bezeichnet a die Fläche der früheren Schichten, d. h. in Spalte 3 die Zahl der gleichen Reihe, bezeichnet b die Summe der zu jener Zeit bedeckten Schichten, d. h. in Spalte 8 die Summe der Zahlen bis einschließlich zur gleichen Reihe, so sind die Stoff gebenden Gesteine $G = (1 + \frac{1}{5} a + \frac{1}{25} b)$, z. B. für die Fluthzeit ist $G = (1 + \frac{1}{5} \times 6_{77} + \frac{1}{25} \times 7_{55}) \times = 2_{642} x$, für die Kragzeit ist $G = (1 + \frac{1}{5} \times 5_{95} + \frac{1}{25} \times 6_{25}) \times = 2_{342} x$.

Der erforderliche Stoff ist für die Fluthzeit die Zahl der Spalte 6 d. h. 1150. Daraus ergibt sich $x = 1150 ; 2_{642} = 435$, die Zahl der Spalte 9. Von dieser ist die Zahl der 10. Spalte $\frac{1}{5} = 87$, die der 11. Spalte $\frac{1}{25} = 17_{44}$.

Für die früheren Zeiten ist der Stoff S nicht nur der jetzt gebliebene Stoff c, d. h. die Zahl der Spalte 6, sondern ausserdem auch der inzwischen verbrauchte Stoff und zwar für die Oberfläche der frei gebliebenen Schicht d (Zahl der folgenden Reihe in Spalte 7) ist verbraucht die Summe e der nach Spalte 10 in den folgenden Zeiten verbrauchten Meter, für die Oberfläche der später bedeckten Schicht f (Zahl der folgenden Reihe in Spalte 8) ist verbraucht die Summe g der nach Spalte 11 in den folgenden Zeiten verbrauchten Meter, z. B. für die Kohlenzeit ist

$$S = c + d e + f g = 2900 + 0_{85} \times 1135 + 0_{60} \times 227 \\ = 2900 + 964_{75} + 136_{24} = 4000_{95}$$

Diese durch G getheilt giebt x, d. h. die Zahl in Spalte 9. Von dieser ist jedesmal die Zahl in der 10. Spalte $\frac{1}{5}$, die Zahl in der 11. Spalte $\frac{1}{25}$. Also z. B. für die Kohlenzeit ist $G = 1 + \frac{1}{5} \times 1_{55} + \frac{1}{25} \times 1_{90} = 1_{386}$ mithin $x = 4000_{95} : 1_{386} = 2887$, und daraus ergeben sich für die 10. Spalte die Zahl 577, für die 11. Spalte die Zahl 115_{44}.

Tafel über die Dicke der Schichten.

	Die Dicke der freien Schicht des										Dicke der gefamnten	
	Grundflötzes.	Wackeflötzes.	Riffe-flötzes.	Kohlenflötzes.	Kupferflötzes.	Salzflötzes.	Juraflötzes.	Kreideflötzes.	Kragflötzes.	Fluthflötzes.	bedeckten Schichten	Schichten einschl. freier.
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
Die Hügelizeit oder Grauzeit.												
Grundzeit	3564	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3564
Wackezeit	3113	3113	0	0	0	0	0	0	0	0	1422,6	4535,6
Riffezeit	2712	2712	2712	0	0	0	0	0	0	0	2684,8	5396,8
Die Gebirgszeit oder Rothzeit.												
Kohlenzeit	2135	2135	2135	3135	0	0	0	0	0	0	3681	6816
Kupferzeit	1828	1828	1828	2828	1828	0	0	0	0	0	5662,4	7490,4
Salzzeit	1512	1512	1512	2512	1512	2012	0	0	0	0	6512	8524
Die Alpenzeit oder Neuzeit.												
Jurazzeit	1293	1293	1293	2293	1293	1793	1293	0	0	0	7851,6	9144,6
Kreidezeit	1184	1184	1184	2184	1184	1684	1184	684	0	0	8757,6	9441,6
Kragzeit	1087	1087	1087	2087	1087	1587	1087	587	587	0	3139,2	9726,2
Fluthzeit	1000	1000	1000	2000	1000	1500	1000	500	500	500	9500	10000

Die Sätze der Nummer sind zwar meist neu, aber auf sichere Thatfachen gegründet und als erste Annäherungswerthe sicher.

23. Die Hebungen und Senkungen zur Zeit der Pflanzen und Thiere.

Es ist eine bewunderungswürdige Erscheinung, wenn aus der bisher flachen Erde gewaltige Gebirge zu mächtigen Höhen

Anm. Berechnung der Tafel.

Die Spalten 1 bis 10 ergeben sich, wenn man für jedes Flötz die jetzige Dicke D der Schicht (Zahl in Spalte 5 der vorhergehenden Tafel) und die Summe der in den folgenden Zeiten von der freien Schicht verbrauchten Meter (Summe der folgenden Reihen in Spalte 10 der vorhergehenden Tafel) zufügt, z. B. für das Kohlenflötz ist zur Kohlenzeit $D = 2000 + 1135 = 3135$.

Die Spalte 11. Sei a die Reihe der betreffenden Zeit z. B. 4 bei der Kohlenzeit, so sind für diese Zeit $a - 1$ bedeckte Schichten da. Jede dieser Schichten hat zu jener Zeit nicht nur die jetzige Dicke, sondern auch noch soviel mehr Dicke als seit jener Zeit abgespült ist. Sei also E die Zahl der Spalte, h die Summe der Zahlen der $a - 1$ vorhergehenden Zeiten in Spalte 5 der vorhergehenden Tafel, i die Summe der Zahlen der folgenden Zeiten in Spalte 11 der vorhergehenden Tafel, so ist $E = h + (a - 1) i$. Also z. B. für die Grundzeit $E = 0 + 0 \cdot 512,8 = 0$, für die Kohlenzeit $E = 3000 + 3 \times 227 = 3681$

Die Spalte 12 ist die Zahl der Spalte 11 plus der unbedeckten Schicht desselben Flötzes.

emporsteigen. Wo haben wir die Kräfte zu suchen, welche diese gewaltigen Massen emporgehoben und aufgethürmt haben? Die Erdgeschichte hat uns bereits die Antwort auf diese Frage ertheilt. Es ist das Feuermeer der Erde, welches, wie es die feste Schale der Erde trägt, so auch die raumleichten Massen hoch emporhebt, während die raumschweren tief untersinken. Die im Meere abgelagerten schweren Schichten sinken aus diesem Grunde um so tiefer, je mehr ihr Gewicht zunimmt, während die Gebirge um so höher emporsteigen, je mehr Masse ihnen durch den Regen entführt, je mehr sie verwittert und ausgespült werden.

Soll das Land trotz der gewaltigen Abspülungen, welche es, wie wir eben gesehen, erfährt Land bleiben, soll das Meer trotz der gewaltigen Schichtenbildung am Grunde des Meeres Meer bleiben, so müssen auf der Erde gewaltige Hebungen und Senkungen stattfinden. Die Schichten, welche sich zur Zeit der Pflanzen und Thiere gebildet haben, besitzen zusammen 10000 m. Mächtigkeit, das Urgestein, welches dazu verbraucht ist, beträgt allein 15260 m. Höhe. Sieht man demnach auch zunächst von allen Gebirgen ab, so muss das Meer, um Meer zu bleiben, sich zur Zeit der Pflanzen und Thiere 10000 m. senken, so muss das Land, um Land zu bleiben, sich zur Zeit der Pflanzen und Thiere 15260 m. gehoben haben. Dies scheint auf den ersten Blick unglaublich. Beachtet man jedoch, dass die Bildung der Schichten zur Zeit der Pflanzen und Thiere in dem langen Zeitraume von 20206520 Jahren erfolgt ist, so ergibt diese große Veränderung im Mittel für 100 Jahre nur eine Hebung des Landes von 75 mm. und nur eine Senkung des Meeres von 49 mm. Da nun jetzt die Küsten Schwedens sich in 100 Jahren von Stockholm bis Gefle um 666 bis 1000 mm., am Bothnischen Meerbusen selbst um 1000 bis 1666 mm. heben, so verlieren die Hebungen und Senkungen jener Zeit jedes Staunenswerthe.

In der That, wenn die Regen die Felsen ausnagen und die Trümmer derselben in Bächen und Flüssen fortführen, so muss ja das Land um soviel leichter werden, als Felsen fortgeführt werden und muss die Meeresküste um soviel schwerer werden, als Schichten neugebildet und abgelagert werden. Soll mithin Gleichgewicht herrschen, so muss das Land um so viel steigen, als es leichter geworden ist, und muss der Meeresgrund um so viel sinken, als er schwerer geworden ist, damit der Druck des Landes und des Meeresgrundes in gleicher Tiefe auf der Oberfläche des feurig-flüssigen Meeres gleich sei.

Das feurig-flüssige Meer des Erdinnern also ist es, welches diese Hebungen und Senkungen hervorruft, um das Gleichgewicht wieder herzustellen, die Erdschale, welche nach der Tafel in N. 19 zur Zeit der Pflanzen und Thiere eine mittlere Dicke von 37900 m. hatte, wird unter dem Infellande gehoben; die feurig-flüssige Masse steigt während der Zeit unter dem Lande 15260 m., während die Gesteine der Erdschale unter dem Meereshange 10000 m. tief in die feurig-flüssige Masse eintauchen. Es entsteht auf diese Weise unter dem Infellande ein feurig-flüssiger Feuerrücken von nahe 15260 m. Höhe, auf dem die feste Schale einen Sattel bildet, der um 15260 m. Lavamasse leichter ist, als an den andern Stellen der Erdoberfläche. Es entsteht unter dem Meere auch ein Thal im Feuermeere, indem die Schichten unter dem Meere nahe 10000 m. tiefer eintauchen als an andern Stellen, so dass der Unterschied zwischen Höhe und Thal im Ganzen 25260 m. beträgt.

Jede Bewegung, jede Erschütterung des Feuermeeres wird sich am leichtesten in diesem Feuerrücken unter dem Sattel des Infellandes geltend machen.

Wie nun auch die Gestalt des Infellandes sein möge, so wird sich an demselben eine grössere Längsachse und eine kleinere Querachse unterscheiden lassen, und wird jede Erschütterung sich vornehmlich in der Richtung der Längsachse äussern, mithin auch jede Hebung, welche die Folge dieser Erschütterung sein kann, diese Richtung verfolgen müssen.

Bei dieser Hebung des Infellandes findet überdies ein ungleichmässiges Aufsteigen der verschiedenen Theile der Infel statt. Die den Meeresuferu zunächst gelegenen Landstriche werden durch den herabsinkenden Meereshang in der Bewegung gehemmt und steigen weniger kräftig empor als die Mitte der Infel. Die kräftigste Steigung aber muss die Längsachse des Infellandes erfahren, in welcher alle hebenden Kräfte zusammenwirken. Auch bei der Abspülung durch den Regen wird diese Linie, da sie am meisten gehoben ist, wiederum am meisten leiden und daher am meisten vom Raumgewichte verlieren. Die Längsachse des Infellandes muss mithin auch die Linie des geringsten Widerstandes und der stärksten Hebung sein.

Noch mehr tritt dieser Unterschied der Landstriche bei einer gewaltigen Erschütterung hervor. Auch hier muss der Stos der Hebung hauptsächlich in der Linie des geringsten Widerstandes, d. h. in der Längsachse des Infellandes erfolgen. Die Längsachse muss sich am stärksten heben und stellt die Hebungslinie dar; die

verschiedenen Landstriche aber werden um so weniger gehoben, je näher sie der Meeresküste rücken, da sie die schweren Schichten des Meeresgrundes mit in die Höhe ziehen müssen. Die Mittellinie der Hebung muss daher eine dachartige Erhöhung, den Gebirgskamm, darstellen, in welchem das Gestein aufsteigt und sich zu einem kammartigen Gebirge erhebt. Auch alle geringern, später mit Erzen gefüllten Spalten und Gänge müssen eine der Hebungslinie gleichlaufende Streichungslinie zeigen, wie dies schon Werner an den Erzgängen erkannt hat.*)

*) Es ist eine gewöhnliche Ansicht der jetzigen Geologen, dass die hebende Masse des feurig-flüssigen Gesteines aus der Tiefe hervorgequollen sei, die deckende Erdschale zerbrochen habe und in einer mächtigen Spalte an das Licht getreten sei.

Indessen bedecken die Granitmassen, welche hienach feurig-flüssig emporgestiegen sein sollen, allein in Hochfrankreich Räume von 40 Meilen Breite, und nehmen auch in den andern Ländern, wo sie auftreten, sehr beträchtliche Räume ein. Sollte nun eine so breite Spalte in der Erdschale entstehen, so mussten die Ränder der Spalte mindestens 20 Meilen hoch gehoben werden. Denn sei a die halbe Spaltenbreite, r die Breite des gehobenen Randes, h die Höhe, bis zu welcher die Randspalte gehoben werden musste, so ist, wenn wir die Oberfläche des gehobenen Theiles vor der

Hebung als Ebene annehmen, $h = \sqrt{2ra - a^2}$ wo $r > a$ mithin $h > a$. Eine solche Hebung wird aber niemand annehmen wollen.

Nehmen wir aber auch einmal an, es sei die feurig-flüssige Masse durch irgend eine Spalte emporgequollen, so würde dieselbe bei der grossen Ausdehnung der Spalte in ihrer vollen Gluth und ohne jede erhebliche Abkühlung an der Oberfläche der Spalte erscheinen, müsste seitwärts alle Spalten und Ritzen ausfüllen, müsste oben überfließen und sich in Strömen in die Tiefe ergiesen, könnte jedenfalls nicht Spitzen und Höhen von Bergen bilden, und dürfte endlich an der Oberfläche kein granitisches, sondern nur ein lavaartiges Gefüge zeigen, ganz abgesehen davon, dass dann überhaupt Lava, nicht aber Granit hervorquellen müsste. Kurz das hervorgequollene Gestein müsste sich genau so verhalten, wie jedes Gestein, welches erfahrungsmässig feurig-flüssig aus der Erde hervorgequollen ist.

Nun sind aber selbst die kleinen Massen, welche in den Kratern unfreier Tage aufsteigen, noch an der Oberfläche feurig-flüssig, fliesen über, ergiesen sich in Strömen in die Tiefe und bilden nie Kuppeln über dem Krater und doch verhält sich die Abkühlung in gleicher Zeit und unter gleichen Verhältnissen umgekehrt wie die 3. Wurzel aus der Masse, muss also bei Ausbrüchen aus weiten Spalten sehr viel langsamer vor sich gehen als bei engen Spalten. Nun sieht man ferner die in flüssigem Zustande hervorgequollene Lava in die Spalten benachbarter Gesteine eindringen, oder zwischen Schichten sich einschleichen, indem sie die eine Schicht hebt, oder aber auch an der Oberfläche sich ausbreiten und überfließen. Ein Hervorquellen feurig-flüssigen Granites war also ganz unmöglich, auch wenn man einmal annehmen wollte, derselbe sei einst feurig-flüssig gewesen.

Die folgende Tafel ergibt die Veränderungen, welche die Oberfläche der Erde durch Hebung und Senkung in den einzelnen Zeitabschnitten erfahren hat. Bei Betrachtung derselben muss man aber genau zwei Arten der Hebung, bezüglich der Senkung unterscheiden:

Die Wellenhebung, d. h. Hebung eines Wellenrückens und Senkung eines Wellenthales und

Die Planhebung, d. h. gleich starke Hebung der ganzen Oberfläche.

Die Wellenhebung findet gewöhnlich in der Weise statt, dass die Mitte des Landes sich hebt, der Meereshang sich senkt, die Planhebung umfasst Land und Meer gemeinsam.

Die Hebungen und Senkungen zur Zeit der Pflanzen und Thiere.

	Dieke der Erdschale.	Rückenhebung der Urgesteine des neu entstehenden Gebirges.	Rückenhebung der alten Gebirge.	Thalfenkung der neu entstehenden Schicht.	Hebung der alten Schicht.	Höhe des Feuerrückens unter dem Gebirge.	Tiefe des Thales im Feuermeere unter dem Meere.	Planhebung bez. Senkung des Landes u. Meeres.	Jahre, welche auf die Hebung oder auf die Zeit des Festlands kommen.	Jahre, welche auf die Senkung oder auf die Zeit des Meeres kommen.
	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.

Die Hügelizeit oder die Grauzeit.

Grundz.	28500	3138	0	1512 ₈	0	2438	1513	9'525	1266300	1103750
Wackez.	30570	2253	2253	1422 ₆	90 ₂	4691	2845	9'444	1169700	1086670
Riffez.	32970	2005	2005	1342 ₄	80 ₂	6696	4027	9'394	1239880	1173600

Die Gebirgszeit oder die Rothzeit.

Kohlenz.	35400	4087	2887	2227	115 ₄	9583	5908	8'145	1223220	1037200
Kupferz.	37730	2937	1537	1165 ₆	61 ₃	11120	6828	8'265	1120220	943100
Salzzeit	40370	3381	1581	1602 ₄	63 ₂	12701	8114	8084	1146500	968600

Die Alpenzeit oder die Neuzeit.

Juraz.	42830	3096	1096	1058 ₆	43 ₈	13797	8910	7637	1073280	869500
Kreidez.	45100	3544	544	536 ₈	21 ₈	14341	9294	6147	969080	668300
Kragz.	47530	5484	484	517 ₄	19 ₄	14825	9657	5593	1107790	611100
Fluthz.	49500	4435	435	500	17 ₄	15260	10000	4276	871130	477600

Anm. Die Berechnung der Tafel.

Die Spalte 1 ist einfach aus der Tafel in N. 19 übernommen.

Die Spalte 2 ist die Summe der Zahl in Spalte 9 aus der Tafel über die Schichtenbildung in N. 22 und der Höhe der Hebung aus der Uebersicht der Schichten in N. 21.

Die Spalte 3 ist die Zahl in Spalte 9 der Tafel über die Schichtenbildung in N. 22. Für die Grundzeit giebt es kein altes Gebirge und ist also die Zahl Null.

Die Planhebungen, welche Land und Meer gemeinsam betroffen haben, haben keine Aenderung der gegenseitigen Lagerung hervorgerufen und sind ohne jede Wirkung auf die Lagenverhältnisse vor sich gegangen. Dagegen sind sie von grösster Bedeutung für das Erdleben insofern gewesen, als dadurch Theile des Meeresanges Festland geworden, oder bei Senkungen Theile der Ebenen des Festlandes unter das Meer getaucht sind.

Wenn auf den Schichtgesteinen sich Sand abgelagert hat, so hat in der Zwischenzeit eine Planhebung, wenn der Sand demnächst einen Kitt erhalten hat und Sandstein geworden ist, so hat dazwischen eine Planenkung stattgefunden.

Die Spalte 4 ist die Summe der Dicke der jetzigen Schicht aus der Tafel der Flötze in N. 21 und der Summe, welche man erhält, wenn man in Spalte 11 der Tafel über die Schichtenbildung in N. 22 die Zahlen von unten auf bis zur betreffenden Schicht (letztere ausgeschlossen) zufügt oder addirt.

Die Spalte 5 ist unmittelbar aus Spalte 11 der Tafel über die Schichtenbildung entnommen.

Die Spalte 6 ist die Summe der Zahlen in Spalte 9 der Tafel über die Schichtenbildung von oben abwärts bis zur betreffenden Schicht einschliesslich.

Die Spalte 7 erhält man, wenn man die Summe der Flötze (Spalte 3 der Tafel in N. 21) von oben herab bis zur betreffenden Schicht einschliesslich nimmt und dazu das Zeng oder Produkt fügt, welches man erhält, wenn man die Summe der Zahlen in Spalte 11 der Tafel über die Schichtenbildung von unten auf bis zur betreffenden Schicht ausschliesslich nimmt und diese bei der Grundzeit mit 1, bei der Wackezeit mit 2 und so bei jeder folgenden Schicht mit eins mehr vervielfacht.

Für Spalte 8 ist angenommen, dass die Oberfläche der Erde sich in je 100 Jahren um 1 m. (d. h. so hoch, wie sich jetzt Schweden im Mittel in gleicher Zeit hebt), gehoben, bezüglich gekent habe. Die Zahl der Jahre ist für jede Schicht in der Tafel N. 21 angegeben, und findet man hienach die Hebung a bezüglich Senkung für den Zeitabschnitt in Metern. Von dieser Zahl muss die Hebung des neu gebildeten Gebirges b (Spalte 2) und die Senkung der neu gebildeten Schicht c (Spalte 4) abgezogen werden. Der Rest giebt uns die Summe der Hebungen und Senkungen, welche sich gegenseitig ausgeglichen haben und von denen daher keine Spur zurückgeblieben ist. Die Hebung, bezüglich die Senkung der Oberfläche M, ist demnach genau die Hälfte jenes Restes, oder es ist $M = \frac{1}{2} (a - b - c)$, z. B. für die Kohlenzeit ist $M = \frac{1}{2} (22604,2 - 4087,2 - 2227) = 8145$.

Die Spalte 9 ist das Hundertfache der Summe der Zahlen der Spalten 2 und 8.

Die Spalte 10 ist das Hundertfache der Summe der Zahlen der Spalten 4 und 8.

Die Wellenhebungen dagegen, bei denen sich ein Rücken des Festlandes gehoben, der Meerhang gefenkt hat, haben wesentliche Lagenveränderungen hervorgerufen. Die zur Zeit der Hebung gebildeten Schichten sind gehoben, haben ihre wagerechte Lage verloren und eine steigende Lage angenommen. Jede Schicht, welche ihre wagerechte Lage bewahrte, muss dagegen erst gebildet sein, nachdem die Gebirge sich gehoben hatten. Mit andern Worten.

Jedes Gebirge ist später entstanden als die oberste gehobene Schicht und früher als die unterste wagerechte. Sind also die gehobene und die wagerechte Schicht zwei unmittelbar nach einander gebildete Schichten, so fällt die Erhebung des Gebirges genau in den Zeitpunkt, wo die erste ihre Bildung beendet hatte und die zweite Schicht ihre Bildung begann.

Gewöhnlich fällt die Erhebung der Gebirge in die Zeit zwischen zwei Flötzen oder Formationen und bezeichnet mithin einen wichtigen Abschnitt im Leben der Erde. Alle vorhergehenden Flötze sind gehoben, alle nachfolgenden liegen wagerecht. Alle Küstenbewohner der früheren Zeiten sind untergegangen, neue vollkommnere Gattungen und Arten bilden die Versteinerungen der nächstfolgenden Zeit. Die Längsachse des gehobenen Erdtheiles bleibt während der Zeit dieser Erhebung nahe dieselbe, alle Gebirge, welche zwischen denselben 2 Flötzen, d. h. gleichzeitig entstanden sind, zeigen mithin nach Elie de Beaumonts geistreichen Beobachtungen in benachbarten Gegenden der Erde gleichlaufende Richtung und gehören mithin einem grösten Kreife der Erde, dem Gebirgskreife an. Nur wenige Gebirge machen von dieser Regel eine Ausnahme und zeigen abweichende Richtungen.

Die folgende Tafel giebt uns eine Uebersicht der Flötze oder Formationen, der Gebirgskreife, welche sich in Europa erhoben haben, der Richtung, welche dieselben befolgen und der Erhebungen, welche in den verschiedenen Ländern der Erde jedem Gebirgskreife angehören.

Die Gebirge der Pflanzen- und Thierzeit in Europa.

Hebung des Flötzes.	Name der Hebung.	Höhe der Hebung. m.	Nördlichste Erhebung des größten Kreifes nördlicher Breit. Länge.	Nördliche Glieder. Skandin. Britann.	Deutschland mit Oestreich und Schweiz.	Frankreich.	Südliche Glieder.
---------------------	------------------	---------------------	---	--------------------------------------	--	-------------	-------------------

Die Hügelzeit oder die Grauzeit.

Grundfl.	1. Hundsrück	700	58° _{30'}	68° _{14'}	Finn- und Lappland, Westmoreland, † Schottl., † Cumbrianlake.	Ardennen, Eifel, Hundsrück, Kern der Vogesen und Schwarzw., † Alt. Erzgebirge, † Riefengebirge, † Eulengebirge, † Theil des Böhmerw., Sudeten.	Beaujolais, Canjou.	—
----------	--------------	-----	--------------------	--------------------	---	--	---------------------	---

Die Gebirgszeit oder die Rothzeit.

Alt-rother	4a. Harz u Belchen	1000	54° _{31'}	3° _{2'}	Somerset, Davon, Südirland	Belchen in den Vogesen, Harz, Grauw. b. Magdeburg.	Normandie: cage bei Calvados	Centralplateau.	—
Kohlenf.	4b. Nord-England	1200	54° _{15'}	293° _{35'}	Fjeld-Kämme, Nordengl. Südirland	—	Nördl. Bretagne: Tarare, Becken v. Forez, Kette des Maures (Depart. Var).	—	—
Kupferfl.	5. Hennegau	1400	50° _{21'}	28° _{27'}	Süd-wales.	Saarbrücken, Hennegau, Mansfeld.	Mittel Bretagne.	—	—
Vogesenlandst.	6a. Vosgau	1600	52° _{38'}	107° _{11'}	—	Vogesen-Schwarzw., Fortsetzung b. Mainz.	—	—	—
Salzflötz	6b. Thüringerw.	1800	51° _{57'}	338° _{58'}	—	Südwestl. Vogesen, Thüringerw. Böhmerwald.	Dep. Aveyron, Hügel zw. Avalon und Autun.	Olymp. System.	—

Die Alpenzeit oder die Neuzeit.

Jurafl.	7. Erzgeb.	2000	57° _{33'}	71° _{24'}	—	Jura, Erzgebirge.	Cevennen Côte-d'or, Mont Pilas, Jura.	—	—
Grünkreide	8a. Monte Vifo	2500	76° _{11'}	320° _{55'}	—	—	Alp. des Dauphiné, Südl. Alpenjura bis Lons le Saulnier, Vendée bis Valencia.	Pindus-Kette.	—
Weiskreide	8b. Pyrenäen	3000	41° _{4'}	4° _{49'}	Wealds.	Julier Alpen, Karpathen, Bosnien, Kroatien, Rügen bis Kaukasus.	Pays de Bray.	Pyrenäen, Kantabrisches Randgeb., Apennin, Balkan, Achäisches Geb.	—

Hebung des Flötzes.	Name der Hebung.	Höhe der Hebung. m.	Nördlichste Erhebung des größten Kreifes nördlicher Breit./Länge.	Nördliche Glieder. Skandin. Britann.	Deutschland mit Oestreich und Schweiz.	Frankreich.	Südliche Glieder.
Beckenkrag	9a. Corfica	3500	90° 40'	†Südengl † Wight. † Kent, † Sussex.	Schweiz.	Touraine, Pariser Becken, Kette zw. Saone und Loire, Rhône von Lyon abwärts.	Corfica, Sardinien, Toscana, Kirchenst Albanien.
Klippenkrag	9b. Westalpen	4000	66° _{43'} 88° _{25'}	Kjölen.	Westalpen: Montblanc, Monterosa.	—	Ostk. Spaniens.
Bernkrag	9c. Hauptalpen	5000	49° _{49'} 54° _{16'}	—	Ostalpen: Walliser bis Ungarn.	—	—
Schwemmggeb.	10. Tenare	—	74° _{5'} 302° _{17'}	—	—	Provence, Auvergne.	Ophite, Fus der Pyrenäen, Ischia Somma, Phlegräische Felder, Sicilien, Cap Tenare.

Anm. 1. Die Berechnung der Breite und Länge der Gebirgskreife.

Elie de Beaumont hat in Ann. sc. nat. 17,²⁴³ die größten Kreife, welchen die gleichzeitigen Gebirgserhebungen angehören sollen, dadurch zu bestimmen gesucht, dass er den Winkel angiebt, unter welchem die Mittagslinien von diesem Kreife geschnitten werden, z. B. West 35° Süd. Da aber jeder größte Kreis (ausser dem Gleicher) alle Mittagslinien unter den verschiedensten Winkeln schneidet, so ist diese Bestimmung ungenügend, sofern nicht zugleich die Länge und Breite angegeben wird, in welcher der größte Kreis die Mittagslinie schneidet. Bezeichne a die Länge, α den Winkel, unter welchem der größte Kreis einer Hebung den Gleicher schneidet und bezeichne ferner c die Länge der Mittagslinie, welche derselbe größte Kreis in der Breite b unter dem Winkel β schneidet, so ist $\cos \beta = \cos \alpha \times \sin \beta$ und $\text{tg}(c - a) = \sin b \text{tg} \beta$. Um die Richtung der Gebirgskreife zu bestimmen, ist daher in Europa c, b und β für jeden Kreis gemessen und dann nach den obigen Formeln a und α berechnet. Für die östliche Länge d und die nördliche Breite δ des nördlichsten Punktes dieses größten Kreifes, ist dann, wenn α kleiner als 90° ist

$$\delta = \alpha \text{ und } d = 90^\circ + a$$

wenn α größer als 90° ist

$$\delta = \alpha - 90^\circ \text{ und } d = a - 90^\circ.$$

Die Breite e und der Winkel ϵ , unter dem dieser größte Kreis einen

beliebigen Grad von der Länge C schneidet, berechnet sich leicht aus den Formeln $\tan \varepsilon = \sin (1 - a) \operatorname{tg} \alpha$ $\cos \varepsilon = \sin \alpha \cos (1 - a)$.

2. Die Gebirge abweichender Richtung.

Die mit einem † bezeichneten Gebirge haben abweichende Richtung. Die mit einem * bezeichneten sind nicht erfahrungsmässig festgestellt, sondern nach Elie de Beaumonts Annahme hierhergestellt, ohne dass sich über das Alter dieser Gebirge irgend etwas Sicheres sagen lässt.

3. Die Gebirge ausserhalb Europas.

Ueber die Gebirge ausserhalb Europas nach Elie de Beaumont folgende Angaben, welche aber bis jetzt jeder Begründung entbehren.

4a. Hebung vom Altrothen: Amerika: *Alleghani.

7. Juraflötz: Afien: †Kaukasus von Perlien zum schwarzen Meere, †Kamtschatka.

8a. Grünkreide: Afien: Kaukasus: Kette von Akhalzikeh.

8b. Weiskreide: Afrika: Atlas, Bona bis Konstantine.
Afien: *Anatolien, *Mesopotamien bis perf. Golf, *Gates.

Amerika: *Alleghani.

9a. Beckenkrag: Afien: †Kolchis, Georgien Kaukasus.

9b. Klippenkrag: Afrika: *Nordcap bis Cap Blanco.

Afien: Nowaja Semlja.

Amerika: *Küstenkette Brasiliens: St. Roque bis Montevideo.

9c. Bernkrag: Afrika: *Atlas.

Afien: *Central Kaukasus, *Elbruz, *Hindukusch, *Himalaya.

24. Die Pflanzen- und Thiergeschichte der Erde.

Die Erde zeigt uns in den Versteinerungen der Erdschichten die Reste eines reichen Pflanzen- und Thierlebens. So unvollkommen dieselben bis jetzt auch sind, so zeigt sich in ihnen doch ein stetiger Fortschritt vom Unvollkommenen zum Vollkommeneren. Einerseits folgen den Arten einer Gattung vollkommnere Arten derselben oder nahe verwandter Gattungen, andererseits treten stets neue und vollkommnere und zwar in jedem nächstfolgenden Flötze die nächst höhere Stufe des Pflanzen- und Thierreiches auf.

Charles Darwin „über die Entstehung der Arten durch natürliche Zuchtwahl 4. Aufl. 1870“ hat nun den Beweis geliefert, dass neue Abarten der Thiere durch veränderte Lebensverhältnisse entstehen können und wirklich entstehen. Es ist dadurch der Beweis geliefert, dass auch in der Geschichte der Pflanzen und Thiere neue und vollkommnere Abarten aus den unvollkommneren Abarten derselben Gattung früherer Zeitabschnitte hervorgegangen sind, und lassen sich darüber folgende Gesetze aufstellen.

Jede Pflanzen- oder Thierart, welche im spätern Zeitabschnitte eine andere unvollkommnere Abart derselben Gattung aus dem früheren Zeitabschnitte ersetzt, ist aus letzterer durch den Einfluss der veränderten Wetter und Bodenverhältnisse hervorgegangen.

Die Größe der Abweichungen zwischen den beiden Abarten entspricht im Ganzen der Länge des Zeitraumes, welcher zwischen den Zeiten verflossen ist, da die beiden Arten auf Erden lebten.

Wegen der Einzelheiten verweise ich die geehrten Leser auf das geannte Werk von Darwin.

Dagegen ist bisher in keiner Weise auch nur der Versuch gemacht nachzuweisen, wie eine Stufe des Thierreiches aus der andern hervorgegangen ist, oder auch nur hervorgehen kann. Alles, was darüber bisher gefagt ist, gehört dem Gebiete der Dichtung an und hat keinen wissenschaftlichen Werth. Die Gesetze dieser Uebergänge sind noch nicht entdeckt und wissenschaftlich festgestellt. Wenn Darwin in seinem neuesten Werke „die Abstammung des Menschen und die geschlechtliche Zuchtwahl 1871“ aber überdies auch noch die Abstammung des Menschen vom Affen durch Zuchtwahl behauptet und nachweisen will, so verlässt er damit jeden Boden wissenschaftlicher Forschung und begiebt sich auf das Gebiet schlechthin unwissenschaftlichen Geschwätzes. Hätte er von den Gesetzen des menschlichen Geistes eine Ahnung, so würde er nicht zu Behauptungen sich haben verleiten lassen, welche so geradezu den sichersten wissenschaftlichen Thatfachen widerstreiten. Es wäre im Interesse der Sache zu wünschen gewesen, dass er diese Missgriffe unterlassen hätte.

Zweiter Zeitraum der Erdgeschichte:

Die Hügelgeschichte oder die Uebergangsgeschichte.

25. Die Hügelgeschichte oder die Uebergangsgeschichte der Erde.

Die Uebergangsgeschichte der Erde umfasst die Zeit, wo sich die Hügel*) auf den Inseln erhoben, die Uebergangsgesteine sich

*) Hügel, agf. hill, schw. hygel, hol, hals ist mit dem Worte hoch, goth. hauhs, an. há, agf. heah, ahd. hoh gleichen Ursprungs und stammt vom Urverb kak, sskr- çak, zend. çac stark feiu, hoch fein, gr. kinch-ánō

bildeten und die marklofen Pflanzen und die wirbellofen Thiere die Erde belebten.

Es beginnt diefer Zeitraum mit dem Zeitpunkte, wo die ersten Pflanzen und Thiere auf Erden erschienen. Nach N. 9 ist dies der Zeitpunkt gewesen, als die Oberfläche der Erde sich bis auf 75° C. abgekühlt hatte. Der Zeitraum endet mit dem Zeitpunkte, als die ersten Markpflanzen und die ersten Wirbelthiere auf Erden auftraten. In den Schichten der Steinkohle finden wir einerseits bereits in den untersten Lagen Abdrücke und Schuppen groser Fische, d. h. der niedrigsten Wirbelthiere, andererseits Versteinerungen der ersten Nadelhölzer, d. h. der niedrigsten Markpflanzen. Die Uebergangszeit endet also mit dem Anfange der Kohlenzeit. Die Nadelhölzer gedeihen gegenwärtig höchstens bei einer Wärme von 40° C; da nun die Breiten, in denen man die Versteinerungen der Nadelhölzer der Steinkohlenzeit findet, etwa 10° C unter der mittleren Wärme der Erdoberfläche besitzen, so ergibt sich, dass die Uebergangszeit mit dem Zeitpunkte endet, wo die Oberfläche der Erde 50° C befass.

Die Uebergangszeit herrscht also während des Zeitraums, dass sich die Oberfläche der Erde von 75° C bis auf 50° C abkühlt.

Die Uebergangszeit zerfällt, wie die Urzeit in drei Zeitabschnitte.

Im ersten Zeitabschnitte, der Grundzeit, bildet sich das erste Flötz, das Grundflötz mit den untersten Schichtgesteinen, gedeihen in den Meeren die Algen, bedecken sich die Inseln mit Flechten und Pilzen und beginnen sich Meere und Inseln mit den niedrigsten Thierformen mit Quesen und Quallen, mit Würmern und Häuslern oder Mollusken zu heleben.

Im zweiten Zeitabschnitte, der Wackezeit, bilden sich die unteren Schichten der Grauwacke und bedecken Moose und Farn die Inseln, welche von Krabben und Spinnen bevölkert werden.

Im dritten Zeitabschnitte, der Riffzeit, bilden sich die obern Schichten der Grauwacke und bedecken Gräser die Inseln, um welche zahlreiche Schwinger ihre Flügel schwingen.

Da der ganze Zeitraum 25° C umfasst und die Abkühlung allmählig langsamer wird, so kann man auf den ersten Zeitabschnitt 9,

é-kich-on lit. kank-ù, kak-ai, agf. hig-ian streben, wovon kaka des Haupt-
har, kakud der Gipfel abgeleitet ist.

25. Die Hügengeschichte oder die Uebergangsgeschichte der Erde. 177

auf den zweiten 8 und auf den dritten 8° C. Abkühlung rechnen. Die Eintheilung ist dann die folgende:

Die Uebergangszeit zerfällt in drei Zeitabschnitte: Die Schieferzeit von 75 bis 66° C., die Grauzeit von 66 bis 58° C. und die Wackezeit von 58 bis 50° C.

Erster Abschnitt der Hügengeschichte.

Die Grundzeit der Erde 75—66 C.

26. Das Luftmeer der Grundzeit.

Die Grundzeit ist die Zeit, wo die ersten Pflanzen und Thiere die Erdoberfläche schmücken und beleben sollen. Das Luftmeer ist zu diesem Zwecke bereits gereinigt und verdünnt, die Kohlen säure grosentheils entfernt, die Hitze gemildert, das Licht bereits heller geworden, der Fels zertrümmert und in Erdreich verwandelt, das Leben einer Pflanzen- und Thierwelt dadurch vorbereitet und ermöglicht.

Von den 4069₆ m. Wasserdruck Kohlen säure, welche im Anfange der Schalenzeit das Luftmeer erfüllten, sind im Anfange dieses Abschnittes nach N. 16 nur noch 20 m. im Luftmeere vorhanden, der Rest ist in den kohlen sauren Gesteinen niedergelegt und für das weitere Leben der Erde aufbewahrt. Von den anfänglichen 2400 m. Wasser des Luftmeeres sind bereits 2396₁₂ m. im Wassermeeere niedergeschlagen und nur noch 3₈ m. Wasser als Wasserdunst im Luftmeere vorhanden.

Das ganze Luftmeer enthält im Anfange dieses Abschnittes nur 24₆₈ m. Wasserdruck Luft, oder ist nur noch 2₃₈ mal so gros wie das jetzige Luftmeer; wodurch es sich aber wesentlich von dem jetzigen Luftmeere unterscheidet, das ist sein grosser Gehalt an Wasserdunst, sein Uebergewicht an Kohlen säure und sein vollständiger Mangel an Sauerstoff.

Der Wassergehalt des Luftmeeres ist im Anfange dieses Zeitraumes noch so gros, dass die Regen 16 mal so stark sind als die jetzigen. Bei 1° C. Abkühlung fallen im Anfange dieses Zeitraumes noch 163 mm. Regen aus der Luft, während jetzt nur 10 mm. Regen fallen. Die Wolken sind daher im Anfange dieses Zeitraumes noch so gros, dass das Licht der Sonne namentlich auf den Inseln, welche, wie wir oben sahen, zuerst im Regengürtel hervor-

traten, gar nicht durchdringen kann. Die Sonne selbst, der Mond und die Sterne werden noch nicht sichtbar, und herrscht nur ein trübes, durch dicke Wolken gedämpftes Licht.

Die Kohlenfäure, welche jetzt $0_{,064846}$ m. Wasserdruck im Luftmeere beträgt, war im Anfange dieses Zeitraumes noch 308 mal so stark im Luftmeere vertreten, in dem dafür der Sauerstoff noch ganz fehlte. Ein Thierleben war daher im Anfange dieses Zeitabschnittes noch ganz unmöglich. Erst mussten die Pflanzen die Kohlenfäure zersetzen, die Kohle ablagern und den Sauerstoff frei machen, ehe ein Thierleben gedeihen konnte.

Es ist eine bekannte Thatsache, dass Pflanzenzellen, welche Blattgrün-Körner enthalten, im Sonnenlichte Kohlenfäure einathmen, die Kohle in den Pflanzenstoffen niederlegen und dafür Sauerstoff ausathmen, und zwar geben 11 Gewichtstheile Kohlenfäure hiebei 3 Gewichtstheile Kohle oder $10\frac{1}{2}$ Gewichtstheile Stärke und 8 Gewichtstheile freien Sauerstoff. Sobald daher bei der Hitze die ersten Pflanzen leben können, so beginnt die Kohlenfäure des Luftmeeres sich zu zersetzen und freier Sauerstoff zu entstehen. In dem Grundflötze des Festlandes sind, wie wir in N. 20 sahen 2 Meter Kohle mit dem Raumgewichte $1_{,25}$ niedergelegt und haben $1_{,6667}$ m. Wasserdruck Sauerstoff erzeugt, von dem $0_{,5555}$ m. zur Bildung von Eisenoxyd verwandt $1_{,1112}$ m. aber in dem Luftmeere zurückgeblieben sind.

Da jetzt nur $2\frac{1}{3}$ m. Wasserdruck an Sauerstoff in der Luft sind, so enthält das Luftmeer gegen Ende der Grundzeit $47\frac{2}{62}$ des jetzigen Sauerstoffes. Aber das Luftmeer der Grundzeit ist noch sehr viel reicher an Kohlenfäure als das jetzige. Die Gesteine, welche sich auf dem Lande unter dem Einflusse des Luftmeeres gebildet haben, sind schwarzgrau; alle Sandsteine und Breche der späteren Zeitabschnitte, bei welchen der Sauerstoffgehalt der Luft bedeutend ist, sind dagegen roth, wie der Altrothe, das Todtliegende und der Neurothe. Die rothen Sandsteine erhalten diese rothe Farbe von dem rothen Eisenoxyde, welches durch den Sauerstoff aus dem schwarzgrauen kohlenfauren Eisenoxydule gebildet ist. Solange die unter dem Luftmeere gebildeten Schichten noch grau sind, d. h. in der ganzen Grauzeit oder Uebergangszeit waltet im Luftmeere der Erde noch die Kohlenfäure vor und bildet der Sauerstoff nur einen verhältnissmäßig kleinen Antheil des Luftmeeres.

Alle Sätze dieser Nummer folgen strenge aus den in den frühern Nummern entwickelten Sätzen und haben die Sicherheit einer ersten Annäherung.

Anm. Gustav Bischof leitet den Sauerstoff der Luft aus schwefelfauren Salzen ab, welche er auf der Erde als Urverbindungen annimmt. Aber weder finden sich im Sternbafalte (Meteorsteine) wie im Erdbafalte schwefelfaure Salze, und darf man dieselben daher nicht als ursprüngliche Verbindungen annehmen, noch auch können sich die schwefelfauren Laugenfalze, welche Bischof annimmt, im feurig flüssigen Zustande erhalten, da sie schon in gewöhnlicher Flamme zerknistern. Die Annahme Bischofs muss daher aufgegeben werden, die ausführliche Widerlegung derselben ist in No. 20 gegeben worden.

27. Die Pflanzen und Thiere der Grundzeit oder Lager und Schwimmer.

In einer Luft, welche überwiegend Kohlenfäure, ja im ersten Anfange fast nur Kohlenfäure enthält, in einem Luftmeere, welches unter riesenhaften Wolken nur dämmerndes Licht zur Erde gelangen lässt, bei einer mittleren Wärme der Erdoberfläche von 75° C. können nur die niedrigsten Pflanzen, nur die niedrigsten Thierarten gedeihen. In den kohlenfauren Quellen des Carlsbader Sprudels von 44 bis 54° C. gedeihen nur die niedrigsten Formen der Pflanzen und Thiere, z. B. *Leptothrix lamellosa*, sowie Arten der *Oscillatorien* und *Mastichocladen*.

Höhere Pflanzen und Thiere können ohne einen reichen Gehalt der Luft an Sauerstoff gar nicht bestehen und finden sofort ihren Erstickungstod. Jede Zelle, welche nicht die zu ihrem Leben erforderliche Wärme oder Arbeitskraft durch Einathmen von Sauerstoff gewinnt, geht nothwendig in kurzer Frist zu Grunde. Die ersten Pflanzen können mithin nur kleine Gewächse niederen Baues mit wenigen Zellen gewesen sein, bei denen jede Zelle die zur Ausscheidung des Sauerstoffes erforderlichen Blattgrün-Körner enthielt, und daher jede Zelle die zu ihrem Leben erforderliche Sauerstoffmenge selbst erzeugte. Bringt man lebende Zellen in eine Luft, welche nur Stickstoff oder Kohlenfäure enthält im Dunkeln, so gehen sie in schnelle Verwesung über; bringt man dieselben Zellen aber in Licht, so gedeihen sie frisch fort, indem sie Kohlenfäure zersetzen, Sauerstoff ausscheiden und in diesem kräftig weiterwachsen.

Auch die ersten Thiere können nur niedere Wesen gewesen sein, welche, aus wenigen Zellen bestehend, den zu ihrem Leben erforderlichen Sauerstoff aus den unmittelbar angrenzenden Pflanzen, von denen sie leben, erhalten. Höhere Thiere gehen schon zu Grunde, wenn die Luft nur arm an Sauerstoff ist.

Die niedrigsten, aus wenigen Zellen bestehenden Pflanzen sind nun allein die Lager oder die Blattlofen, welche in vier Klassen: Die Zelllager oder Zeller, d. h. die einzelligen Pflanzen, die Algen, die Flechten und die Pilze getheilt werden. Noch jetzt dringen diese Algen, Flechten und Pilze in die dunkeln Räume der Keller und Flaschen, gedeihen in Hitze, wie in Kälte, wenn nur der erforderliche Grad von Feuchtigkeit vorhanden ist, scheuen nicht Säuren, nicht verderbte Lüfte, sondern breiten sich trotz aller dieser Hindernisse in erstaunenswerthem Grade aus. Noch heute erfüllen die Zeller und Algen große Tiefen des Meeres, bedecken die Flechten weite Räume unverwitterten Felfens der kalten wie der heissen Zone. Jeder Feldstein, jeder Fels ist mit Flechten bedeckt, welche der brennenden Hitze der Sonnenstrahlen in der tropischen Gluth der heissen Zone mit mehr denn 70° C. Hitze ebensowohl widerstehen, als der sibirischen Kälte der Polländer mit mehr denn 40° C. Kälte.

Die Lager, d. h. Zeller und Algen, Flechten und Pilze, müssen also auch die ersten Pflanzen gewesen sein, welche auf der Erde erschienen und das Pflanzenleben entfalteteten. Zwar finden sich in den Gesteinen der Grundzeit keine Abdrücke versteinter Pflanzen, und könnte man daher das Vorhandensein der Pflanzen für diese Zeit bestreiten; aber einmal beweist der Kohlengehalt der Grundschichten, der für dieselben 2 m. beträgt, dass um diese Zeit schon Pflanzen da waren, welche die Kohle aus der Kohlenäure ausschieden und in ihren Pflanzenstoffen niederlegten, und dann finden sich in den Schichten des Grundflötzes zahlreiche Versteinerungen und Gehäuse von Thieren. Nun können wohl Pflanzen ohne Thiere, nicht aber Thiere ohne Pflanzen leben, da die Thiere der Pflanzenstoffe zur Nahrung und des von den Pflanzen ausgeschiedenen Sauerstoffes zum Athmen bedürfen. Das Vorkommen von Ueberresten der Thiere beweist also auch das gleichzeitige Dasein von Pflanzen.

Es sind also zur Grundzeit reichlich Pflanzen vorhanden gewesen; aber diese Pflanzen haben noch sämmtlich der niedrigsten Stufe der Pflanzenwelt angehört. Alle höheren Stufen der Pflanzenwelt hinterlassen nämlich mehr oder minder deutliche Versteinerungen, so bereits die Farne der zweiten Stufe. Nur die Zeller und Algen, die Flechten und Pilze mit ihrem lockern Zellgewebe und ihrer mangelnden Oberhaut haben mit wenigen Ausnahmen keine Versteinerungen erzeugt, sondern sind allein in Gestalt von Kohle erhalten. Ueberdies entsprechen auch die Formen

der Lager allein den bisher in dem Grundflötze aufgefundenen Formen der Thierwelt, welche sämmtlich der untersten Stufe des Thierreichs, d. h. den Schwimmern, angehören. Die Pflanzen der Grundzeit haben daher, wie man annehmen darf, sämmtlich der Stufe der Lager, d. h. der Zeller und Algen, der Flechten und Pilze, angehört.

Auch die Thiere der Grundzeit gehören ausschliesslich der untersten Stufe der Schwimmer an. Auch bei ihnen ist der Leib verwest und nur an dem Ammoniakgehalte der Gesteine erkennbar. Aber ausser dem Ammoniakgehalte finden wir bereits mannigfache Gebäude und Gehäufte dieser Thiere, welche uns von dem Leben derselben Kunde geben. Zellthiere (Infusionsthier), Quallen oder Polypen, sowohl Korallen bauende als frei umherschwärmende, Strahlquallen (Echinodermata) mit und ohne Kalkgehäuse, Muscheln, Schnecken und Sepien, welche meist Kalkgehäuse bauen und dadurch für die Erforschung der Erdschichten so überaus wichtig geworden sind, alle diese Ordnungen der untersten Thierstufe oder der Schwimmer finden sich bereits in den Versteinerungen des Grundflötzes vertreten, wenn auch bisher nur wenige Formen derselben aufgefunden sind, und bei der unvollkommenen Kenntniss dieses Flötzes ein anschauliches Bild derselben noch nicht gegeben werden kann. Alle Thiere dieser untersten Stufe sind aber auch vorzugsweise geeignet, in diesen ersten Zeiten des Thierlebens unter dem reichen Kohlenfäuregehalte der Luft zu leben, wie auch jetzt noch Muscheln und Schnecken in sumpfigen, stark Kohlenfäure haltigen Wassern vortrefflich fortkommen. Die Schalen und Gehäufte dieser Zeit bilden etwa ein Hundertel des Grundflötzes oder 10 m.

Zwischen Pflanzen und Thieren findet nun ein lebhafter Kreislauf statt. Alle Pflanzen athmen, wie wir sehen, im Lichte Kohlenfäure ein, scheiden Kohle und Sauerstoff, legen die Kohle im Pflanzengewebe nieder und athmen den Sauerstoff aus. Sobald das Pflanzenleben beginnt, wird daher eine grosse Menge Kohlenfäure dem Luftmeere entzogen und dafür eine grosse Menge Sauerstoff frei gemacht und in das Luftmeer ausgehaucht. In der Nacht freilich kehrt sich dies Verhältniss um, die Pflanzen athmen Sauerstoff ein, verbrennen ihre Pflanzengewebe mit demselben und hauchen nun Kohlenfäure aus; aber dieser Vorgang ist, mit dem erstern verglichen, immer nur unbedeutend, wie dies in der Pflanzenlehre nachgewiesen ist. Die Thiere athmen den Sauerstoff ein, verbinden ihn im Leibe mit der Speise, erzeugen dadurch die zum Leben erforderliche Wärme und athmen die Kohlenfäure wieder

aus. Ohne Sauerstoff in der Luft kann daher kein Thier bestehen, wenn auch die unterste Stufe in einem an Kohlenfäure reichen Luftmeere oder Wasser gedeihen kann. Alle Thiere bedürfen zu ihrem Leben ebenso des Sauerstoffes, den die Pflanzen ausathmen, als der Speise, welche die Pflanzen in ihren Geweben zubereiten. Pflanzen- und Thierleben stellt daher einen Kreislauf dar, der Sauerstoff, den die Pflanzen aus der Kohlenfäure bereiten, wird von den Thieren wieder in Kohlenfäure umgewandelt. In ganz gleicher Weise wirkt auch die Verwesung der Pflanzen in Sauerstoff haltender Luft, auch bei ihr wird der Sauerstoff der Luft mit den Pflanzengeweben zu Kohlenfäure verbunden. An dem Sauerstoffgehalte der Luft ändert dieser ganze Kreislauf nichts.

Nur diejenigen Kohlentheile werden bleibend dem Luftmeere entzogen, welche in die Erdschichten vergraben werden und noch jetzt den Kohlenantheil des Grundflötzes bilden; nur diese haben wir mithin im Obigen in Rechnung gestellt.

Die Thatfachen dieser Nummer sind allgemein anerkannt und sicher.

28. Die Schichtenbildung des Grundflötzes.

Die Schichten, welche in der Grundzeit gebildet sind, bestehen meist aus feinkörnigen Thonschiefern, Glimmerschiefern und aus schiefriger, sehr feinkörniger Grauwacke, welche oft in körnige Quarzgesteine übergeht und vielfach von Quarzadern durchzogen ist. Sie beweisen durch ihre blaugraue Farbe und durch den Bau ihrer Schichten, dass die Kohlenfäure zu dieser Zeit noch einen grossen Theil des Luftmeeres gebildet, und dass der Sauerstoff nur geringen Einfluss auf die zertrümmerten Felsen, auf die gebildete Erde ausgeübt hat.

Noch mehr geht dies aus dem Umstande hervor, dass die Gesteine dieser Zeit noch häufig in Gneis übergehen. Starke, mit Kohlenfäure stark geschwängerte Quellen müssen um diese Zeit noch häufig aus den Adern und Spalten der Erdschale hervorgebrochen sein und das Erdreich auf Tausende von Metern durchzogen haben. Die doppelt kohlenfauren, die kieselfauren Salze, welche dieselben mit sich führten, haben dann spathbildend und umwandelnd auf die Schichten eingewirkt und so statt Thonschiefern und Grauwacke jene spathigen Schichtgesteine des Gneises erzeugt. Die folgenden Tafeln geben uns eine Anschauung von der Zusammensetzung dieser Schichten.

Die Zusammenfetzung des Thonschiefers im Grundflötze.

	SiO ₂ .	Al ₂ O ₃ .	Fe ₂ O ₃ .	FeO.	MnO.	MgO.	CaO.	Na ₂ O.	K ₂ O.	H ₂ O.	C.	Sonst.	Summe.
1.	59,39	22,07	—	6,82	0,27	3,61	0,24	2,11	3,85	3,47	—	—	101,82
2.	60,03	19,11	—	7,37	0,14	2,19	1,17	3,20	3,79	3,99	—	—	100,98
3.	60,61	24,06	—	5,69	0,28	1,78	0,41	0,78	3,65	3,31	—	—	100,55
4.	63,17	19,29	—	4,94	0,54	1,60	0,39	1,83	4,19	3,96	—	—	99,91
5.	60,01	24,10	—	6,44	0,14	1,87	0,17	2,09	2,80	2,75	—	—	100,36
6.	61,39	20,80	—	6,61	0,25	2,11	0,90	3,26	2,97	1,48	—	—	99,75
7.	62,85	13,41	5,28	4,16	—	0,99	1,90	2,80	2,50	3,10	—	—	97,79
8.	45,1	15,9	—	10,8	—	13,6	11,1	4,0	—	—	—	—	99,9
9.	51,38	13,29	15,44	—	—	6,61	8,94	3,99	1,05	—	—	—	100,70
10.	47,14	14,78	18,91	—	—	9,59	2,87	0,16	6,16	—	—	—	99,61
11.	66,01	17,75	8,18	—	—	2,43	0,46	1,16	4,36	—	—	—	100,35
12.	79,97	8,62	6,63	—	—	1,52	0,76	0,64	2,30	—	—	—	100,44
13.	53,50	19,56	13,10	—	—	3,71	—	2,89	2,65	4,09	—	—	99,50
14.	65,89	18,60	1,37	—	—	1,62	—	1,59	3,55	3,78	3,22	—	99,62
15.	74,13	11,20	3,56	—	—	0,91	—	2,25	2,68	1,87	4,33	—	100,92
16.	72,91	14,49	3,24	—	—	0,72	—	2,12	1,45	0,74	2,73	—	98,40
17.	55,36	24,96	—	7,00	—	2,09	0,76	0,67	1,46	3,43	—	4,34	100,07
18.	58,75	24,82	—	6,35	—	1,86	0,60	0,95	3,48	2,35	—	1,39	100,35
Mittel	60,98	18,11	4,21	3,68	0,09	3,27	1,70	2,20	2,81	2,13	0,57	0,32	100,07
O	32,52	8,45	1,26	0,82	0,02	1,31	0,49	0,57	0,48	1,89	0,18	0,09	48,08
Körbe	16,26	2,82	0,42	0,82	0,02	1,31	0,49	0,57	0,48	1,89	—	—	25,08

Anm. Fundorte: No. 1—6 Sachsen Voigtland: 1 Eichgrün, Bruch beim obern Lengfelder Vorwerk, 2 westlich von Eichgrün, 3 noch 1000 m. näher zur Schreiersgrüner Mühle, 4 Lange Leithe, nördlich von Schreiersgrün, 5 Schreiersgrüner Mühle, 6 Rebersgrün. No. 7 Schlefien, Altvater, Oppafall. No. 8 Tyrol: Finstermünz. No. 9—12 Schweiz, Graubündten: 9 Molins, 10 zwischen Molins und Marmels, 11 zwischen Molins und Tinzen, 12 zwischen Tinzen und Roffna. No. 13—16 Norwegen, Hardangerfeld: 13 Haarteigen, 14 Bloomsten, 15 unter Haarteigen, 16 Haarsjö bei Röraas. No. 17—18 Schottland: 17 Easdale, 18 Ballahulish.

Quellen: Anderfon Pharm. Centralblatt 1853, 592 No. 17—18. Carius Ann. Ch. Pharm. 94, 53 No. 1—6. Kjerulf Bischof Geologie 1. Aufl. 2, 1660 No. 13 u. 14 und J. pr. Chem. 65, 193 No. 15 u. 16. Lechleitner in Kenn-gott Ueberficht d. min. Forsch. 1859, 229 No. 8. G. vom Rath Zeitschr. d. geol. Gefellsch. 9, 241 No. 9—12. G. Werther Mittheilung 1861 No. 7.

In No. 17 sind CO₂ 4,18, in No. 18 0,61. In No. 17 sind FeS₂ 0,14, in No. 18 0,78.

Die Zusammenfetzung des Glimmerschiefers im Grundflözte.

	SiO ² .	Al ² O ³ .	Fe ² O ³ .	FeO.	MgO.	CaO.	Na ² O.	K ² O.	H ² O.	CaCO ³ .	Sonst.	Summe.
1.	82,38	11,85	—	2,28	1,00	—	0,38	0,83	0,77	—	0,19	99,68
2.	79,50	13,36	2,87	—	0,95	0,71	0,36	4,69	0,78	—	—	103,21
3.	50,20	35,90	2,36	—	—	—	8,45	—	2,45	—	—	99,36
4.	69,45	14,24	—	6,54	1,35	2,66	4,02	2,52	0,52	—	—	101,30
5.	40,70	18,15	5,25	—	—	—	1,23	11,16	0,60	22,74	—	99,83
6.	40,00	13,53	4,87	—	—	—	1,07	2,00	1,73	22,67	5,87	99,74
7.	76,19	9,77	4,29	—	1,33	—	1,39	3,82	1,45	—	—	98,23
Mittel	63,77	16,69	2,81	1,26	0,66	0,48	2,41	3,57	1,19	6,49	0,87	100,20
O	34,01	7,79	0,84	0,28	0,26	0,14	0,62	0,61	1,06	3,11	0,37	49,09
Körbe	17,00	2,60	0,28	0,28	0,26	0,14	0,62	0,61	1,06	1,04	0,11	24,00

Anm. Fundorte: 1—3 Schweiz: 1 Monte rofa, 2 Zermatt, Vispuffer, 3 St. Gotthard „Paragonit“. 4—6 Tyrol: 4 Brixen, 5 Zillerthal „Amphibolit“, 6 Pusterthal, Prettau. 7 Norwegen: Näfodden bei Christiania.

Quellen: Bunfen Mittheilung 1861 No. 2. A. v. Hubert Jahrb. der Reichsanst. 1, 733. 1850 No. 6. Kjerulf Nyt. mag. f. Naturv. 8, 173. 1855 No. 7. Schaffhäutl Ann. Ch. Pharm. 46, 332 No. 3 und 5. Schönfeld und Roscoe Ann. Ch. Pharm. 91, 305 No. 4. Zulkowsky Wien. Akad. Ber. 34, 41 No. 1.

Das Sonst enthält in No. 1 Sbs³ 0,19, in No. 6 Mn²O⁴ 2,67, MgCO³ 3,20.

Die Zusammenfetzung des Talkschiefers im Grundflözte.

	SiO ² .	Al ² O ³ .	Fe ² O ³ .	FeO.	MgO.	CaO.	H ² O mit Glühv.	Summe.
1.	57,83	7,06	9,45	—	25,58	—	—	99,92
2.	50,81	4,53	3,52	4,26	31,55	—	4,42	98,99
3.	53,28	4,43	6,94	—	29,85	1,51	2,60	98,61
4.	58,66	9,26	4,42	—	22,78	—	4,09	100,15
5.	57,10	4,69	0,81	1,07	30,11	—	6,07	99,85
6.	51,62	12,30	—	4,86	33,04	—	—	101,82
Mittel	54,89	7,05	4,19	1,70	28,82	0,25	2,86	99,76
O	29,28	3,29	1,26	0,38	11,53	0,07	2,54	48,35
Körbe	14,64	1,10	0,42	0,38	11,53	0,07	2,54	30,68

Anm. Fundorte: 1 Hofgastein, 2 Gastein, 3 Zöptau, 4—6 Fahlun.

Quellen: R. Richter Pogg. Ann. 84, 368 No. 2. Scheerer Pogg. Ann. 84, 345 No. 5. Uhde Mitth. von Prof. Rofe 1857 No. 4. G. Werther Mitth. 1861 No. 3 und 6. Wornum Rammelsberg Handw. Suppl. 2, 145 No. 1.

Die Zusammenetzung dieser Schiefer des Grundflötzes ist dem des Granites und Porphyrs noch sehr ähnlich und lässt deutlich die Entstehung dieser Schichtgesteine aus jenen Urgesteinen erkennen. Was aber sogleich als unterscheidend auffällt, das ist einerseits der Gehalt dieser Schiefer an Kohle, das ist bei einzelnen der Uebergang des Eisenoxyduls in Oxyd, das ist das erste Auftreten von Schwefelerzen und der reiche Gehalt einzelner Gesteine an kohlenfauren Salzen. Im Thonschiefer beträgt der mittlere Gehalt an Kohle $0,57\%$, diese Kohle hat freigemacht $1,52\%$ Sauerstoff. Das Eisenoxyd, welches im Thonschiefer enthalten ist, beträgt $1,93\%$ mehr als im Granite, um dieses Mehr aus dem Eisenoxydule zu erzeugen, sind $0,19\%$ Sauerstoff erforderlich gewesen, und sind demnach noch $1,33\%$ Sauerstoff zur Verfügung frei. Diese haben schwefelfaure Salze erzeugt, die in Wasser löslich und daher in den Flötzen nicht mehr vorhanden sind, aber die Kohle hat einen Theil derselben in unlösliche Schwefelerze zurückgeführt. Beim Thonschiefer No. 17 und No. 18 treten $0,16$ bezüglich $0,78\%$ doppelt Schwefeleisen (FeS^2) auf. Von kohlenfauren Salzen zeigen die Glimmerschiefer No. 5 und 6 allein $22,74$ bezüglich $25,87\%$. Ebenso deutet der Talkschiefer Vorgänge an, durch welche der Talk in grossen Mengen andern Gesteinen entzogen und im Talkschiefer niedergelegt ist.

Die Thatfachen dieser Nummer sind auf die besten wissenschaftlichen Veruche gegründet, wissenschaftlich sicher und allgemein anerkannt.

29. Die Hebung des Grundflötzes oder der Hundsrück.

Während der ganzen Grundzeit finden wechselnde Hebungen und Senkungen Statt. Die Infeln, welche von den kohlenfauren Regen ausgewaschen und zertrümmert werden und das Geschiebe liefern für die am Meerhange gebildeten Schichten des Grundflötzes, verlieren fortwährend an Höhe und Masse und müssen mindestens um so viel in die Höhe steigen, als Masse vom Gipfel abgespült wird. Es ist das unterirdische Feuermeer, welches dies Heben bewirkt und die Infeln, sobald sie durch das Abspülen an Gewicht verlieren, so weit in die Höhe hebt, bis Gleichgewicht hergestellt ist. Andererseits müssen die neugebildeten Schichten dieser Zeit, durch das Geschiebe der Infeln belastet, bedeutend an Gewicht zunehmen und ihrerseits so weit herabsinken, bis wiederum Gleichgewicht hergestellt ist. Infeln und benachbarter Meeresgrund müssen

also ihre gegenseitige Lage während der vorliegenden Zeit um 4650 m. ändern. Unter den Inseln müssen sich grose Feuerrücken bilden, in denen das feurig flüssige Meer des Erdinnern 2438 m. hoch ansteigt.

Die Rückenhebung der Inseln ist übrigens während der Grundzeit verhältnissmässig nur gering. Sie beträgt während 100 Jahren durchschnittlich nur 196 mm., während Schweden jetzt in gleicher Zeit 1000 bis 1066 mm. hoch steigt; aber mit den Steigungen der Meereszeit und Inselzeit verglichen, ist sie doch schon bedeutend, da die Hebungen in 100 Jahren zur Meereszeit nur 7 mm., zur Inselzeit nur $9\frac{1}{2}$ mm. betragen. Die Hebungen der vorliegenden Grundzeit heben bereits das Land der Inseln bis zu der Höhe von 3138 m. über dem Meeresspiegel; aber diese Höhen bilden keine kammartigen Gebirge, sie sind nur infelartige Hügel, welche zerstreut auf der Erdoberfläche, namentlich in den Ländern nördlich von 45° Breite hervortreten und die Hügel der Erhebung des Hundsrücks bilden.

Die Höhe des Feuerrückens unter den Inseln ist verhältnissmässig noch gering, die Ausdehnung der Inseln noch so klein, dass eine Längsachse noch nicht hervortreten und auf längere Strecken sich geltend machen kann. Die Hügelrücken dieser Zeit haben daher selbst in Europa noch die verschiedensten Richtungen.

Die Sätze dieser Nummer folgen streng aus in den frühern Nummern entwickelten Sätzen und haben die Sicherheit einer ersten Annäherung.

Zweiter Abschnitt der Hügelgeschichte:

Die Wackezeit der Erde 66—58° C.

30. Das Luftmeer der Wackezeit.

Auch zur Wackezeit ist das Luftmeer der Erde noch überwiegend ein Kohlenläuremeer, das beweist die blaugraue Farbe der Gesteine, der nach dieser Farbe benannten Grauwacke. Das Luftmeer gewinnt aber im Laufe dieses Zeitabschnittes bereits bedeutend an Sauerstoff. Während es im Anfange desselben nach No. 20 nur $1_{,1112}$ m. Wasserdruck Sauerstoff enthält, hat es gegen Ende desselben bereits $2_{,5926}$ m., d. h. etwa so viel wie jetzt; aber dieser Sauerstoff bildete einen geringeren Antheil am Luftmeere, weil dies selbst noch ein viel grösseres Gewicht besas und namentlich noch reich an Kohlenläure war.

Der Wassergehalt der Luft ist in diesem Zeitabschnitte nach No. 19 noch 12_{mal} mal so gros wie jetzt, die Wolken lassen daher das Licht der Sonne noch nicht durchdringen; es bleibt nur ein dämmerndes, mattes Licht. Aber die Wärme ist dafür auch um so bedeutender, für höhere Wesen unerträglich. Die Regen sind noch 10 mal so stark und gewaltig als jetzt und müssen daher auch bedeutende Einwirkungen ausgeübt haben; aber verglichen mit den Regen der Grundzeit sind sie doch schon bedeutend gemässigt und sind am Ende dieses Zeitabschnittes nur noch halb so gros, wie im Anfange der Grundzeit. Die Zertrümmerung des Gesteines ist daher auch nicht mehr so gewaltig wie in der Grundzeit, die Schieferbildung tritt schon mehr zurück, die Bildung der Breche oder Wacke wird vorwiegend. Der Beweis der Sätze ist in den frühern Nummern gegeben.

31. Die Pflanzen und Thiere der Wackezeit oder Farn und Krabben.

In den Gesteinen des Wackeflötzes sind die Ueberreste der Pflanzen und Thiere bereits viel reicher als in dem Grundflötze.

Die Kohle bildet in dem Wackeflötze bereits 4 m., die Pflanzenreste lassen zum Theile bereits die Sippen und Gattungen erkennen, welchen die Pflanzen einst angehörten.

Aus der untersten Stufe des Pflanzenreiches sind es die Tangalgen (Fucaeeae), welche bereits in den ältesten Schichten des Wackeflötzes auftreten und sich von hier ab in allen folgenden Flötzen wiederfinden, doch hat die gallertartige Beschaffenheit derselben eine gute Erhaltung der Formen verhindert und nur unvollkommene Abdrücke übrig gelassen.

Aus der zweiten Stufe des Pflanzenreiches sind uns Abdrücke aus den verschiedensten Sippen der Farne erhalten, so von den Schaftfarne (Equisetaceae) die Gattungen Calamites Suck. und Asterophyllites Brongn., so von den Lappfarne (Lycopodiaceae) die Gattung Knorria Strnb., so von den Laubfarne (Polypodiaceae) die Gattung Sphenopteris Brongn., so endlich von den Cycadenfarne (Cycadeae) die Gattung Noeggerathia Sternb.

Auser den genannten Pflanzen haben auch die andern Klassen des untern Pflanzenreiches, die Zeller und Flechten, die Pilze und Moose bedeutende Ausbreitung gefunden und auf dem Festlande grose Strecken bedeckt. Aber alle diese Pflanzen sind Luftpflanzen, welche an der Luft wachsend, auch von der Luft wieder zerstört werden und verwesen. Nur die Kohle der Schichten giebt uns

noch Kunde von dem einstigen Leben dieser Gewächse. Das ganze Reich der Sporenpflanzen (Cryptogamae) ist also zur Wackezeit bereits entwickelt gewesen, namentlich ist die höchste Klasse der Sporenpflanze, die der Farne, bestimmt nachweisbar. Dagegen hat es die Blütenpflanzen (Phanerogamae) zur Wackezeit noch nicht gegeben. Einmal hat man dieselben in den Versteinerungen dieses Flötzes nicht gefunden, und dann erfordern die Blüthepflanzen auch zum Blühen bereits ein Licht, zum Ausbreiten des Pollens und zur Befruchtung eine Trockenheit der Luft, welche in dieser Zeit unter den dicken Wolken noch nicht vorhanden war. Die Blütenpflanzen konnten also zur Wackezeit noch nicht gedeihen.

Von den Thieren sind in den Schichten des Wackeflötzes schon reiche Versteinerungen geblieben. Namentlich ist die unterste Stufe des Thierreiches sehr stark vertreten. Quallen der verschiedensten Sippen bilden grose Stöcke. Von den Strahlquallen (Echinodermata) sind namentlich die Stielquallen oder Enkriniten, welche einer Blume auf langem Stiele gleichen, sehr stark vertreten, und einzelne Gesteine fast ganz aus den Stielplättchen derselben zusammengesetzt. Von den Häuslern (Mollusca) finden wir Arten aus fast allen Ordnungen derselben. Kiemenmuscheln (Conchifera), namentlich zweimusklige, wie *Avicula lineata*, sind nicht selten und für die Erdgeschichte überaus wichtig, da diejenigen, welche Athemröhren haben, stets senkrecht im Schlamme stehen, das Maul unten, die Athemröhre nach oben; man kann also, wenn die Athemröhre in den Versteinerungen nicht mehr senkrecht steht, genau wissen, dass und um wie viel Grade die Schicht gehoben ist. Die Armmuscheln (Brachiopoda) mit ihren Mundarmen bilden die wichtigste und bedeutendste Gruppe dieser Zeit, aber auch Bauchschnellen (Gasteropoda), Flossenschnellen (Pteropoda) und Kopfschnellen (Cephalopoda) finden sich in den Versteinerungen des Wackeflötzes, von letzteren sind namentlich die *Orthoceras* — die *Lituites* — *Nautilus* — und *Ammonides* zu erwähnen.

* Aus der zweiten Stufe des Thierreiches sind die Krabben (Crustaceae) namentlich durch die Sippe der Trilobiten vertreten. Diese stehen dem bekannten Taschenaper (*Apus cancriformis*) ziemlich nahe. Der Leib ist von einer dünnen, meist körnigen Schale bedeckt, welche mit Höckern oder auch mit Stacheln besetzt ist und besteht aus einem mittlern Wulste und zwei flachen seitlichen Ausbreitungen. Er zerfällt in drei Theile: Kopf, Rumpf und Hinterleib. Der Kopf trägt meist zwei grose, zusammengesetzte,

gegitterte Augen, welche mit glatter Hornhaut bekleidet sind. Der Rumpf besteht aus 5 bis 20 Ringen, im Hinterleibe oder Schwanzschilde sind die Ringe weniger deutlich ausgebildet. Von den höheren Thieren, den Halsthieren mit freiem, beweglichem Kopfe, d. h. von den Insecten und Wirbelthieren findet sich im Wackeflötze noch keine Spur. Dieselben können in dem kohlenfäurereichen Luftmeere der Wackezeit auch noch nicht leben.

Gemeinsam ist der Wackezeit mit der Grundzeit also das Leben der Gliederlosen, d. h. der Lager und der Schwimmer, gemeinsam das Fehlen der Blütenpflanzen und Halsthier, neu ist der Wackezeit das Auftreten der Gliederer, d. h. der Farne und Moose, der Krabben und Spinnen.

Die Thatfachen dieser Nummer sind auf sichere Beobachtungen gegründet und allgemein anerkannt.

32. Die Schichtenbildung des Wackeflötzes.

Die Schichten des Wackeflötzes oder die untern silurischen Schichten bestehen aus Grauwacke, welche durch ihre Farbe noch den bedeutenden Kohlenfäuregehalt des Luftmeeres in dieser Zeit beweist. Ebenso ist der Reichthum des Bindemittels an Quarzgehalt ein Beweis, dass die Kohlenfäure noch vorwaltend gewirkt und die Kieselsäure aus ihren Verbindungen ausgetrieben hat. Die Zerstörungen des Gesteines durch die Einwirkungen des herabfallenden Regens haben am Rande des Gebirges die Grauwacke mit zum Theile noch grossen Bruchstücken, auf den Ebenen des Landes demnächst Sand, am Meerhange endlich Kalkstein abgesetzt. Zu Zeiten ist aber auch die Grauwacke und der Sand bis unter den Meeresspiegel gesunken und hat im Meere den bindenden Kitt erhalten.

Die grossen Bruchstücke der Grauwacke liefern uns wichtige Belege für das Gestein, welches die Stoffe für die Grauwacke dieser Zeit hergegeben hat. Nur selten enthalten dieselben Trümmer von Thonschiefer oder andern Gesteinen des Grundflötzes, fast immer erweisen sie sich als Trümmer aus spathigem Gesteine, aus Granit oder Gneis. Die Urgesteine oder Spathgesteine also sind es, welche den Stoff für die neuen Schichten hergeben, die ältern Schichtgesteine haben für die jüngern Schichten nur wenige Stoffe gegeben. Und so muss es ja auch sein.

Denken wir uns einmal, es seien alle Theile der Inseln gleich stark zerstört, und seien jedesmal die im Meere neugebildeten

Schichten an Flächenraum den Infeln gleich, so müssten, da das Wackeflötz eine Mächtigkeit von 1000 m. besitzt, die sämtlichen Gesteine des Grundflötzes zur Bildung des Wackeflötzes verbraucht sein. Sollten dennoch die Schichten des Grundflötzes ausserdem noch geblieben sein, so müsste man eine so gewaltige anfängliche Mächtigkeit dieser Gesteine annehmen, dass dieselben ursprünglich eine Dicke von 10000 m. gehabt hätten, eine solche Annahme aber ist schlechthin unmöglich.

Die Wackegesteine, wie alle später gebildeten Schichten, sind also fast ausschliesslich aus den Urgesteinen der Erde gebildet, und sind die Schichtgesteine dazu wenig oder gar nicht verwandt.

Auch heute noch werden die Gerölle, welche die Flüsse mit sich führen, zum grössten Theile von den Urgesteinen der Gebirge geliefert. Nicht nur geben die Winde, indem sie an den Gebirgen aufsteigen, die reichlichsten Niederschläge; nicht nur empfangen fast alle Flüsse ihre Bäche und grössten Zuflüsse aus den Gebirgen; nicht nur sind die Wasser der Erdspalten, welche im Innern der Erde zum Meere strömen, in den Gebirgen am reichlichsten vorhanden und finden in den vielen Spalten des Urgesteines treffliche Wege, wie durch den grössern Druck in den hohen Gebirgen ein stärkeres Gefälle; sondern die Gewässer der Gebirge, und namentlich der Urgesteine, sind auch viel reicher an aufgelöster Steinmasse, welche sie mit sich führen. So gehören alle Säuerlinge oder Mineralquellen den Urgesteinen an, so sind alle Gebirgsquellen reich an Kalk und Talk, so führen die Gebirgsströme grosse Sand- und Thonmengen mit sich, und rührt auch heute noch die Hauptmasse, welche sich in Binnenmulden und in Meeresbecken ablagert, aus den Gesteinen der Gebirge her. Starke Regen, steile Abhänge, mächtige Zerklüftung und grössere Erhebung über dem Meeresspiegel, alles wirkt zusammen, um die Gebirge zu einer Quelle reicher Zertrümmerungen, mannigfachen Stoffes für neue geschichtete Gesteine zu machen.

Dieselben Urgesteine, welchen das Grundflötz seine Entstehung verdankt, haben also auch für die Gesteine des Wackeflötzes die Stoffe geliefert. Die Zusammensetzung der Thonschiefer aus der Wackezeit ergibt sich aus der folgenden Tafel.

Die Zusammenfetzung des Alaunschiefers im Wacke-
flötze.

	SiO ₂ .	Al ₂ O ₃ .	Fe ₂ O ₃ .	FeO.	MgO.	CaO.	Na ₂ O.	K ₂ O.	H ₂ O u. Glühverl.	C.	Sonst.	FeS ₂ .	Summe.
1.	52,30	21,67	5,83	—	2,16	1,00	—	—	5,08	0,80	—	10,17	99,00
2.	50,13	10,73	2,27	—	1,00	0,40	—	—	2,21	22,83	—	7,53	97,10
3.	64,72	17,05	7,46	—	2,97	0,46	—	2,79	3,92	—	0,83	—	100,20
4.	63,73	16,16	7,08	—	2,72	2,49	—	2,49	4,64	1,05	—	—	100,36
5.	67,50	15,89	5,85	—	3,67	2,24	2,11	1,23	—	—	1,51	—	100
6.	57,00	20,10	—	10,98	3,39	1,23	1,30	1,73	4,40	—	—	—	100,13
7.	56,51	22,07	—	8,10	0,25	0,02	0,53	3,47	5,62	—	—	—	96,58
8.	54,43	15,93	—	8,42	3,50	3,56	0,74	3,44	7,19	0,66	—	—	97,86
9.	57,50	16,71	—	8,36	4,53	4,00	2,11	3,28	2,48	—	—	—	98,96
10.	61,29	14,64	—	9,00	3,68	2,22	1,59	5,10	1,73	—	—	—	99,24
11.	54,57	10,64	—	6,69	6,73	13,72	1,38	3,47	1,08	—	0,15	—	98,52
12.	51,38	18,35	17,36	—	2,91	2,27	1,49	4,22	1,95	—	—	—	99,93
13.	52,28	16,64	—	6,96	1,10	1,53	—	7,98	1,40	4,37	—	7,74	100
14.	58,53	18,47	2,75	9,48	3,44	0,40	0,27	4,86	2,65	—	—	—	100,84
15.	60,50	19,70	—	7,83	2,20	1,12	2,20	3,18	3,30	—	—	—	100,03
16.	54,80	23,15	—	9,59	2,16	1,06	2,22	3,37	3,90	—	—	—	100,24
17.	65,85	16,65	—	5,31	2,95	0,59	1,31	3,74	3,10	—	—	—	99,50
Mittel	57,82	17,33	2,86	5,94	2,90	2,25	1,01	3,20	3,21	1,75	0,15	1,49	99,31
O	30,83	8,09	0,86	1,19	1,16	0,64	0,26	0,54	2,85	—	0,02	—	46,44
Körbe	15,41	2,70	0,29	1,19	1,16	0,64	0,26	0,54	2,85	—	—	—	25,04

Anm. Fundorte: 1—4 Thüringen: 1 Wetzelstein bei Saalfeld, 2 Garnedorf bei Saalfeld, 3—4 Lehesten, Dachschiefer. 5 Böhmen, Prag. 6 Frankreich, Angers. 7—12 Norwegen: 7 Ladegaards Oe, 8 beim Landhauf Incognito, 9 bei Hjortenes, 10—11 Fus des Vettakollen, 12 Alunfö bei Christiania. 13—14 Schweden: 13 Kinnekulle, 14 Fjell, Dalaland. 15 Wales, Dachschiefer. 16—17 Canada, Dachschiefer, eastern Townships: 16 Kingsley, 17 Westbury.

Quellen: Dehl Nyt. Magaz. f. Naturv. 5, 317 No. 12. Erdmann O. L. Journ. techn. Chem. 13, 112 No. 1—2. Frick Pogg. Ann. 35, 193 No. 3. Hunt T. S. Phil. Mag. (4) 7, 236 No. 6 No. 15—17. Kjerulf Christ. Silurb. 1855 S. 34 No. 7—11. Pleischl Journ. pr. Chem. 31, 45 No. 5. Suckow Rammelsberg Handw. Supplem. 4, 234 No. 4. Swanberg in Roth Gesteinsanalyse 1861, 58 No. 14. Wilfon Phil. Mag. (4) 9, 422 No. 13.

In No. 3 ist 0,53 CaCO₃, 0,30 CuO, in No. 5 ist 0,08 Mn₂O₃, 0,30 SrO, 1,13 Fl, PO₅, in No. 11 ist 0,15 CO₂.

Die Zusammenfetzung weißt abermals auf den Granit hin, aus dem das Gestein entstanden ist. Uebrigens zeigt uns das Gestein ganz dieselben Einwirkungen des Pflanzenlebens wie das Grundflötz, nur noch in erhöhtem Mase. Die Kohle bildet in dem Alaunschiefer selbst 1,75 %, das doppelte Schwefeleifen 1,49 %. Der Sauerstoff der Luft ist in diesem Zeitraume schon bedeutend gewefen, die schwefelfauren Salze sind bereits zahlreich gebildet; durch die

Einwirkung der Kohle sind allein $1,49\%$ des Gesteines an dop-
pelttem Schwefeleisen (FeS^2), aus den schwefelfauren Salzen ent-
fäuert und als Schwefelerz niedergelegt. In No. 20 haben wir
bereits ausführlich die Bildung dieser Verbindung im Alaunschiefer
besprochen und können hier darauf verweisen.

Die Thatfachen der Nummer sind auf sichere Versuche ge-
gründet und allgemein anerkannt.

33. Die Hebung der Wackezeit.

Die Wackezeit ist durch keine plötzliche Gebirgserhebung aus-
gezeichnet; wohl aber haben auch zu dieser Zeit eine Menge all-
mäliger Hebungen und Senkungen stattgefunden. Im Meere sind
etwa 1422 m. neuer Schichten gebildet, die Massen dazu sind von
den Urgesteinen der Inseln hergegeben. Diese Urgesteine bedecken
aber auf der Erdoberfläche nur halb so großen Raum als die
Grund- und Wackegesteine. Von den Urgesteinen sind mithin
2253 m. verbraucht, vom Grundflötze, so weit es frei liegt, ausserdem
451 m. Das Urgestein musste mithin in der Wackezeit abermals
in je 100 Jahren um 100 mm. steigen, um diese Stoffe zu liefern.
Die Schichten des Grundflötzes sind durch dies stete Aufsteigen
des Urgesteines fast senkrecht aufgerichtet, eine Erscheinung, welche
ohne dieses Verhältniss der Hebungen und Senkungen unerklärbar
bleiben müsste.

Die Sätze der Nummer ergeben sich streng aus den Sätzen
der früheren Nummern und haben die Sicherheit einer ersten An-
näherung.

Dritter Abschnitt der Hügelgeschichte:

Die Riffezeit der Erde 58—50° C.

34. Das Luftmeer der Riffezeit.

In der Riffezeit bildet die Kohlenäure noch ganz wie in der
Wackezeit den Hauptbestandtheil des Luftmeeres, und behalten
daher die in dieser Zeit gebildeten Schichten noch die blaugraue
Farbe der Grauwacke. Der Sauerstoff wird zwar allmäliger reich-
licher ausgeschieden und beträgt nach No. 20 am Ende der Riffe-
zeit bereits 4 m. Wasserdruck, ist aber gegen den Kohlenäure-
gehalt der Luft immer noch gering.

Der Wasserdunst wird in der Luft gleichfalls geringer, sinkt

nach No. 19 von 1₇₈₈ auf 1₂₀₇ m., auch die Wolken werden dem entsprechend dünner, die Regen sinken von 84 auf 57 mm. bei 1° C. Abkühlung. Die Wolken zertheilen sich bereits und lassen den heitern Himmel sichtbar werden; das Licht der Sonne gelangt unmittelbar bis zur Erde; Sonne, Mond und Sterne erscheinen an der Feste des Erdhimmels. Die Trockenheit der Luft wird dem entsprechend gröser. Die Sonnenstrahlen trocknen bereits die Erde und erzeugen bei der Wärme, die noch herrscht, bedeutende Hitze.

Die Wärme ist auf der Oberfläche der Erde im Mittel abermals nicht unbedeutend gesunken und beträgt zwischen 58 und 50° C. Korallen und Kopfschnecken (*Orthoceras*), welche jetzt nur in Gegenden mit einer mittlern Wärme von 22° C. bauen, finden sich zur Riffezeit in den jetzt vereiften Gegenden der Melville-Insel und Baffins-Bai. Zur Riffezeit hatten diese Gegenden also 22° C., da diese Gegenden jetzt aber 28 bis 36° C. unter der mittlern Erdwärme besitzen, so war die mittlere Erdwärme zur Riffezeit 50 bis 58°, wie wir sie oben angegeben haben.

35. Die Pflanzen und Thiere der Riffezeit oder Blüher und Schwinger.

Die Riffezeit ist noch reicher an Pflanzen- und Thierleben als die Wackezeit, das beweist der grössere Gehalt der Schichten an Kohle, welche in dem Riffeflötze allein 6 m. beträgt.

Von den Pflanzen findet man in diesen Schichten dieselben Formen, wie im Wackeflötze, doch sind diese Schichten auch noch viel zu wenig unterfucht, um schon jetzt ein sicheres Urtheil abgeben zu können, ob nicht noch höhere Formen sich im Riffeflötze finden lassen. Die höchsten Formen, welche wir im Wackeflötze fanden, gehörten den Farnen oder der zweiten Stufe des Pflanzenlebens an. Jedes folgende Flötz zeigt uns jedesmal im Pflanzenbezüglich Thierleben die nächst höhere Stufe. Im Riffeflötze müssten wir demnach die dritte Stufe des Pflanzenlebens, die Blüher (*Monocotyledoneae*) finden. In dem folgenden, dem Kohlenflötze, werden wir demnächst die Markpflanzen (*Dicotyledoneae*) finden.

Bis jetzt sind nun freilich die Blüher (*Monocotyledoneae*) im Riffeflötze nicht aufgefunden. Aber einmal sind die Versteinerungen derselben überaus selten, da die Blüher fast alle Luftpflanzen sind, welche, von Luftgängen durchzogen, einer schnellen Verwesung ausgesetzt sind und daher in den Versteinerungen selten getroffen werden, und dann sind die Blüher lange nur in den jüngern Schichten gefunden, in den ältern Flötzen, namentlich im Kohlenflötze,

erst viel später, in neuerer Zeit aufgefunden. Auch für das Riffel-
flötz kann man daher noch auf das Auffinden der Blüher in den
Versteinerungen rechnen. Denn dagewesen müssen sie zur Riffzeit
sein. Denn einerseits ist die Luft so rein, der Himmel so klar
geworden, dass die Blüten sich entfalten und dem Lichte der
Sonne entgegen wachsen können, ist die Luft so trocken geworden,
dass das Ausbreiten des Pollens und die Befruchtung ungestört vor
sich gehen können, andererseits ist der Sauerstoffgehalt der Luft
schon so groß, dass die Wurzeln und Stammzellen den zu ihrem
Gedeihen erforderlichen Sauerstoff überall vorfinden. Die Bedin-
gungen für das Erscheinen der Blüher sind demnach vorhanden,
also sind sie auch erschienen. Sollten die Blüher zur Riffzeit nicht
erschienen sein, so hätte das Riffel-Flötz keine neue Stufe des Pflanzen-
lebens aufzuweisen, während sonst jedes Flötz eine neue Stufe auf-
weist, andererseits hätte die Stufe der Blüher kein eigenes Flötz,
das ihr eigenthümlich wäre, während sonst jede Stufe ein solches
Flötz besitzt. Sollten die Blüher zur Riffzeit nicht erschienen
sein, so müssten in dem nächsten Flötze gleichzeitig zwei neue
Stufen des Pflanzenreiches erscheinen, was sonst in keinem Flötze
geschieht. Zur Riffzeit ist also die dritte Stufe des Pflanzen-
reiches, die der Blüher (Monocotyledonae) neu erschienen.

Von den Thieren bilden die Stockquallen oder Polypen zur
Riffzeit große Korallenbänke und Riffe, welche dem Flötze den
Namen gegeben haben, namentlich die *Syringopora* und die *Cate-
nipora* mit ihren senkrecht stehenden und das *Cyathophyllum* mit
seinen sternförmigen Röhren. Die Muscheln und die Schnecken sind
im Wesentlichen dieselben wie bisher. Von den Krabben erscheinen
neue Arten der Trilobiten, welche wieder für dieses Flötz sehr
eigenthümlich sind.

Auch vom Thierreiche muss in diesem Flötze eine neue Stufe,
und zwar die dritte Stufe, die der Schwinger (Insecta) erschienen
sein. Freilich sind dieselben bisher im Riffel-Flötze nicht nachgewiesen,
aber die Schwinger sind, wie alle Luftthiere, sehr selten versteinert
zu finden und daher sehr schwer nachzuweisen. Werden doch
auch die höhern Luftthiere, die Vögel, in dem Flötze, wo sie
zuerst auftreten, allein an den Eindrücken erkannt, welche ihre
Tritte in den weichen Schichten zurückgelassen haben, sie selbst
sind verwelt und spurlos verschwunden. Bei den Schwingern (In-
secta) durchziehen überdies eigene Luftröhren (Tracheae) den
ganzen Leib, lassen die Luft in das Innere eintreten und befördern

dadurch die Verwefung in kürzester Zeit. Die Versteinerungen der Schwinger find daher überaus sparfam.

Dennoch hat es zur Riffezeit unzweifelhaft Schwinger gegeben. Nicht nur find Sonnenlicht und Trockenheit, nicht nur zahlreiche Blüthen der Blüher und damit alle Bedingungen für die Entwicklung und das Gedeihen der Schwinger gegeben, fondern die Blüher (Monocotyledoneae) diefer Zeit können ohne Schwinger (Insecta) gar nicht gedeihen. Jede Blüthenpflanze nämlich bedarf, um zu gedeihen, eines gelockerten und für den Zutritt der Luft geöffneten Bodens. Alle Bodenbearbeitung, alles Pflügen, Eggen, Graben und Harken will nur den Boden lockern und für den Zutritt der Luft empfänglich machen. Bei allen wildwachsenden Pflanzen find es nun die Schwinger oder ihre Larven und die diefen nachstellenden Thiere, welche den Boden öffnen, lockern, beackern. Wie ohne Ackerbauer keine Ackerpflanzen, fo ohne Schwinger keine wildwachsenden Blüthenpflanzen. Jede Blüthenpflanze hat daher auch ihre begleitenden Schwinger, welche zwar einerfeits von der Pflanze leben, aber auch anderfeits für die Pflanze den Boden ackern und lockern. Sobald daher die Blüthenpflanzen auftreten, müssen auch die Schwinger vorhanden fein, und kann man aus dem Vorhandensein der Versteinerungen von Blüthenpflanzen ebenfo ficher auf das gleichzeitige Vorhandensein von Schwingern schliesen, als wenn man die Versteinerungen der Letzteren selbst gefunden hätte. Da es nun nach Obigem zur Riffezeit Blüher gegeben hat, fo hat es zu gleicher Zeit auch Schwinger (Insecta) gegeben.

Auch von den Thieren ist im Grundflötze die erste, im Wackelflötze die zweite Stufe des Thierreiches zuerst auf Erden aufgetreten. Im Riffeflötze muss also die dritte Stufe des Thierreiches, die der Schwinger, auftreten, im folgenden Flötze, dem Kohlenflötze, tritt bereits die vierte Stufe, die der Wirbelthiere, auf. Wollte man also das Auftreten diefer dritten Stufe des Thierreiches in der Riffezeit bestreiten, fo würde man damit einerfeits das Auftreten der Schwinger in einem eigenen Zeitabschnitte leugnen und anderfeits das Auftreten einer eigenen Thierstufe in der Riffezeit verneinen müssen. Will man also nicht annehmen, dass in dem nächsten Zeitabschnitte zwei neue Stufen neu gebildet feien, in dem vorliegenden aber keine, fo wird man für die Riffezeit das Auftreten der Schwinger (Insecta) zugestehen müssen, und darf man hoffen, dass spätere Forschungen diefe Annahme auch durch Versteinerungen bestätigen werden.

Dagegen fehlen zur Riffezeit, wo in der Luft noch die Kohlen-

fäure vorwaltet, sowohl die Wirbelthiere als die Markpflanzen. Bei den Wirbelthieren würde in den Kiemen und Lungen die erforderliche Aufnahme von Sauerstoff durch die Athmung, würde im Blute die Umwandlung von kohlenfaurem Eifenoxyd in Eifenoxyd unmöglich werden; schon bei geringem Kohlenfäuregehalte der Luft erleiden die Wirbelthiere den Erstickungstod. Ebenso würde bei den Markpflanzen während der Nacht die Aufnahme von Sauerstoff, würde die für das Leben der Pflanze nothwendige Verbrennung im Innern der Pflanze unmöglich werden, die, wie die Pflanzenlehre beweist, zur Wurzelthätigkeit und zur Säftebewegung der Markpflanzen nothwendig ist.

Gemeinsam ist der Riffezeit mit der Wackezeit also das Leben der Blütenlosen und Halslosen, gemeinsam auch das Fehlen der Markpflanzen und der Wirbelthiere; neu ist der Riffezeit das Auftreten der Blüher (Monocotyledoneae) und der Schwinger (Insecta).

Die Schichten sind in der Riffezeit nahe dieselben wie zur Wackezeit. Die Hebungen sind immer noch bedeutend. Von dem Urgesteine sind in dieser Zeit 2005 m. oder in 100 Jahren 83 mm. verbraucht, so gros muss mithin die Steigung der Gebirge sein, allein, um den entstandenen Verlust zu ersetzen.

Dritter Zeitraum der Erdgeschichte: Die Gebirgsgeschichte.

36. Die Gebirgsgeschichte der Erde.

Die Gebirgsgeschichte der Erde umfasst die Zeit, wo sich die Gebirge*) auf den Inseln erhoben, die rothen Sandsteine sich bildeten, die Markpflanzen die Inseln mit Wäldern und Kräutern schmückten und die Nichtsäuger die Länder bewohnten.

Es beginnt dieser Zeitraum mit dem Zeitpunkte, wo die ersten Markpflanzen und Wirbelthiere auf Erden erschienen. In den untersten Schichten des Kohlenflötzes finden wir nun die ersten Schuppen, bezüglich Abdrücke grosser Fische, d. h. der niedrigsten Wirbelthiere, und in demselben Flötze finden wir auch die ersten

*) Gebirge ist der Häufungsname von Berg. Dies Wort stammt vom Urverb bhargh, askr. barh, gr. phrag-nymi befestigen, umschliessen, goth. baig-an, barg, an. byrg-ia, ahd. berg-an, nhd. berg-en. Davon abgeleitet gr. pýrg-os, maked. býrg-os, dial. phoúrk-os, goth. bourg-s, nhd. die Burg und gotb. baigrs, nhd. der Berg, als der Feste.

Versteinerungen von Nadelhölzern, d. h. von den niedrigsten Markpflanzen. Mit dem Kohlenflötze beginnt also die Gebirgszeit. Die Nadelhölzer gedeihen nun höchstens bei einer Wärme von 40° C. Die Breiten, in denen man die Versteinerungen der Nadelhölzer aus der Kohlenzeit findet, haben bis 10° C. unter der mittlern Wärme der Erdoberfläche, die Gebirgszeit beginnt also mit dem Zeitpunkte, wo die Erdoberfläche die mittlere Wärme von 50° C. erreichte. Die Gebirgszeit endet demnächst mit dem Zeitpunkte, wo die ersten Säuger auf Erden auftreten. Die ersten Versteinerungen derselben finden sich im Juraflötze. Die Gebirgszeit endet also mit dem Zeitpunkte, wo sich das Juraflötz zu bilden beginnt. Das Juraflötz ist aber zum größten Theile durch Korallen erbaut, welche den jetzigen Korallen in der Südsee sehr ähnlich sind. Diese Korallen bedürfen jetzt zu ihrem Leben mindestens 22° C. mittlere Jahreswärme. Da nun die Korallen der Jurazeit in Breiten bauten, welche 4 bis 9° C. unter der mittlern Erdwärme haben, so musste die Wärme zur Jurazeit 26 bis 31° C. sein. Die Gebirgszeit endet also mit dem Zeitpunkte als die Oberfläche der Erde die mittlere Wärme von 31° C. erreichte.

Die Gebirgszeit herrscht also während des Zeitraumes, dass sich die Oberfläche der Erde von 50° auf 31° C. abkühlt.

Die Sandsteine der Gebirgszeit, welche sich auf dem Festlande unter dem Einflusse des Luftmeeres bilden, sind sämmtlich kenntlich durch ihre rothe Farbe. Ein an Sauerstoff reiches Luftmeer muss sich nämlich durch die Einwirkung des Sauerstoffs auf das sich bildende Erdreich verrathen. Das blaugraue kohlenfaure Eisenoxydul wird durch den Einfluss des Sauerstoffes zu rothem Eisenoxyd. Die blaugraue Lava, der Granit wird, wenn er in Sand zerfällt, zu rothem Sande, der am Grunde des Meeres in rothen Sandstein übergeht. Der rothe Sandstein ist daher ein hervortretendes Kennzeichen jedes Flötzes, das unter einem sauerstoffreichen Luftmeere gebildet ist.

Die Erhebungen werden in dieser Zeit bereits bedeutend. Die Gebirge erreichen 1000 bis 1800 m. Höhe über dem Meeresspiegel, während die Tiefe des Meeres gleichzeitig 2600 bis 2400 m. beträgt. Unter dem Meere aber schlagen sich die neuen Schichtgesteine nieder und bilden in jedem Zeitabschnitte etwa 1000 m. Schichten, welche mit dem Meeresgrunde nach unten sinken. In den Gebirgen werden die Urgesteine durch die Regen mächtig verwittert und abgespült und verlieren in jedem Zeitabschnitte einige

1000 m. an Stoffen. Die Gebirge werden dadurch leichter und steigen vom Feuermeere gehoben in die Höhe. Fassen wir dies zusammen, so bildet also der Meeresgrund grose Mulden, welche tief in die flüssige Lava des Erdinnern eintauchen, während unter dem Gebirge hohe Lavarinnen oder Rücken sind, auf denen die Erdschale der Inseln wie ein Sattel aufliegt. Jede Erschütterung des Innern wird nun stets in der Richtung dieser Rinne auf die Abhänge des Gebirges wirken. Das Gebirge wird dadurch in einer bestimmten Richtung gehoben, es bildet eine Bergkette. Die Linie, welche die Gipfel der Berge verbindet, heist der Kamm, und zwar, wenn die Gipfel breit und rund sind, ein Rücken, wenn sie spitzig und scharfkantig sind, ein Grat, die Berge heissen im ersten Falle Kuppe, Kopf (ballon, puy), im zweiten Nafe, Thurm, Zahn (dent), Horn (pico), Nadel (aiguille). Die niedern Stellen des Kammes zwischen zwei Bergen heissen Sattel (col), Joch, Pass (puerto).

Auser diesen Gebirgen haben sich zur Gebirgszeit aber auch zahlreiche Feuerberge erhoben. Die Basalte haben die Schichten der Gebirgszeit durchbrochen und mannigfache Hebungen veranlasst. Nicht selten hat sich der Basalt in Lavaströmen aus dem Feuerkrater ergossen und bildet weitgehende Lager auf der damaligen Oberfläche, welche dann von spätern Schichten wieder bedeckt sind. Häufig freilich sind auch diese Basaltströme, wenn sie an der Oberfläche der Erde liegen blieben, mit dem anliegenden Gesteine durch die Einwirkung des Luftmeeres verwittert und gänzlich von der Oberfläche der Erde verschwunden. Nur die freistehenden Basaltkuppen sind dann noch die Ueberreste jener alten Krater und Feuergänge. Diese freistehenden Basaltkuppen sind nicht selbst die Spitzen jener Feuerberge, wie hätte auch die feurig flüssige Masse frei in der Höhe stehen bleiben können, sondern die Spitzen der Feuerberge, ihre Krater und Lavaströme sind ebenso wie die umschliessenden und mürbe gewordenen Wände der Feuergänge durch die Einwirkung des Luftmeeres längst verwittert, nur die Feuergänge sind übrig geblieben.

Der Basalt wird übrigens in diesem Zeitraume nicht mehr Granit; nur in der Tiefe des Erdinnern, wo die kohlenfauren Gewässer noch ihre Macht üben und der Sauerstoff der Luft nicht so einzudringen vermag, nur in Spalten und Adern, in denen kohlenfaure Gewässer ihren Lauf nehmen, kann auch zur Gebirgszeit noch der Heerd von Granitbildung sein, und ist derselbe nach den Beobachtungen von Bischof auch heute noch vorhanden. An der

Oberfläche der Erde behalten Basalt und Lava ihr ursprüngliches spathiges Gefüge, wenn sie nicht durch die Einwirkung der Luft verwittern und zerfallen.

Die Gebirgszeit wird, wie die Uebergangszeit, in drei Zeitabschnitte getheilt.

Im ersten Zeitabschnitte, der Kohlenzeit, bildet sich das erste Gebirge, das Kohlenflötz, die Markpflanzen, Bäume wie Kräuter, schmücken die Infeln mit ihrem reichen, tropischen Wuchse, während in den Meeren sich zahlreiche Fische tummeln, die niedrigsten Formen der Wirbelthiere.

Im zweiten Zeitabschnitte, der Kupferzeit, bildet sich das Kupferflötz mit dem Kupferschiefer und Zechsteine und beginnen die Gewässer sich mit Lurchen (Amphibia) zu füllen, d. h. der zweiten Klasse der Wirbelthiere.

Im dritten Zeitabschnitte, der Salzzeit, bildet sich das Salzflötz mit feinem Steinfalze und Gypsstöcken. Jetzt erheben sich auch die ersten Vögel in die Lüfte, d. h. es erscheint die dritte Klasse der Wirbelthiere.

Da der ganze Zeitraum 19° C. umfasst und die Abkühlung allmählig langsamer wird, so kann man auf den ersten Zeitabschnitt 7, auf den zweiten und dritten je 6° C. Abkühlung rechnen.

Die Gebirgszeit zerfällt in drei Zeitabschnitte: die Kohlenzeit von 50 bis 43° C., die Kupferzeit von 43 bis 37° C., die Salzzeit von 37 bis 31° C.

Erster Abschnitt der Gebirgsgeschichte:

Die Kohlenzeit der Erde $50-43^{\circ}$ C.

37. Das Luftmeer der Kohlenzeit.

Mit der Kohlenzeit treten wir ein in die Zeit der Markpflanzen und Wirbelthiere, in die Zeit der Gebirgserhebungen, wo der Sauerstoff auf Erden wirkte und alle Bildungen beherrschte, wo unter seiner Einwirkung die Sandsteine ihre rothe Farbe erhielten und die Herrschaft des Sauerstoffes im Luftmeere unzweifelhaft bekunden.

Die Wetterverhältnisse sind in diesem Zeitabschnitte den früheren Verhältnissen höchst ähnlich. Die Zonen, die Gürtel der Winde und Regen bleiben unverändert, der Kreislauf der Winde und Regen ist derselbe, wie wir ihn in No. 9 kennen lernten, nur

dass die Regen schwächer und arm an Kohlenfäure geworden sind. Aber ein wichtiges Ereigniss unterscheidet diesen Zeitraum wesentlich von den früheren, das ist, dass Sonne, Mond und Sterne sichtbar geworden und durch das Licht der Sonne die Bedingungen für ein höheres Pflanzen- und Thierleben gegeben sind. Die dicken Nebel früherer Zeiten, die dichte Wolkenkappe der letzten Zeiten ist durchbrochen, der belebende Strahl der Sonne gelangt bis auf die Erde und erzeugt in der tropischen Wärme einen mächtigen Pflanzenwuchs, dessen Wirkungen wir im Folgenden ausführlich werden kennen lernen.

Das Land der Erde bildet auch in dem vorliegenden Zeitraume noch Inseln; aber diese Inseln gewinnen bereits mehr und mehr an Umfang und erheben sich mehr und mehr über den Spiegel des Meeres, bilden bereits Gebirge und werden bereits die Wetter-scheiden und trennenden Werkstätten der Erde, an welche sich die Flachländer der Erde mit ihren Schichten nur anlehnen, von denen aus sie Flüsse und schichtenbildendes Gerölle erhalten.

Die Schichten des Kohlenflötzes besitzen eine Mächtigkeit von 2000 Metern und bedecken etwa ein Viertel der Erde, ihr Kohlengehalt kann auf 20 m. geschätzt werden. Auser diesem Gehalte der Schichten finden wir aber in dem Steinkohlenflötze noch Lagen reiner Steinkohle, welche bei einer mittlern Mächtigkeit von im Ganzen 8 Metern, einem mittlern Raumbewichte von $1,37$ und einem Kohlengehalte von $0,35$ etwa ein Achtel der Erdoberfläche bedecken. Alle diese Kohle des Kohlenflötzes kann nur durch das Wachstum der Pflanzen aus der Kohlenfäure des Luftmeeres genommen sein. Den gleichen Ursprung kann aber auch nur die Kohlenfäure genommen haben, welche in den aus kohlenfaurem Kalke gebildeten Kalkschalen und den Kalkgesteinen des Kohlenflötzes enthalten ist.

Die Kohlenfäure des Luftmeeres genügt zu diesen Bildungen nicht, bedeutende Wasserströme mit grosser chemischer Thätigkeit müssen in das Innere der Erde eingedrungen sein und die erforderliche Kohlenfäure emporgetragen haben. Zu der Kohle des Festlandes 24 m. mit dem Raumbewichte $1\frac{1}{4}$ ist, da das Festland $\frac{1}{4}$ der Erdoberfläche beträgt, $27\frac{1}{2}$ m. Wasserdruck Kohlenfäure, für die 600 m. kohlenfaurer Salze mit dem Raumbewichte $2,9$ und mit 44% Kohlenfäure ist, da die Salze wieder etwa $\frac{1}{4}$ der Erdoberfläche bedecken, nochmals $191,4$ m. Wasserdruck, im Ganzen also $218,9$ m. Wasserdruck an Kohlenfäure erforderlich, d. h. $21,164$ Luftfäulen allein an Kohlenfäure, während das Luftmeer jener Zeit höchstens 4 m. Wasserdruck an Kohlenfäure enthielt. Diese Koh-

lenfäure ist aber durch die Einwirkung der Pflanzen selbst aus dem Innern der Erde emporgehoben. Die 24 m. Kohle, welche die Pflanzen im Kohlenflötze auf $\frac{1}{4}$ der Erdoberfläche niedergelegt haben, haben 20 m. Wasserdruck Sauerstoff frei gemacht. Dieser Sauerstoff ist in das Innere der Erde eingedrungen, hat das kohlenfaure Eisenoxydul in den kohlenfauren Gesteinen in Eisenoxyd verwandelt und doppelt kohlenfaures Eisenoxydul aufgelöst, von dem sich das einfach kohlenfaure Eisenoxydul am Grunde des Meeres niederschlägt, die Hälfte der Kohlenfäure aber frei wird. Sobald aber einmal freie Kohlenfäure vorhanden ist, so steigt die freie Kohlenfäure wiederholt ins Innere der Erde, löst die einfach kohlenfauren Salze auf zu doppelt kohlenfauren, welche mit den Quellen ins Meer wandern, schlägt am Grunde des Meeres wieder einfach kohlenfaure Salze nieder und kann dies vielfach wiederholen. Wir werden bei den einzelnen Schichten des Kohlenflötzes diese Bildung mehrfach wiederholt finden. Von dem Sauerstoffe der Luft wird die Hälfte verbraucht, um das kohlenfaure Eisenoxydul in Eisenoxyd zu verwandeln, 80₃₅₅₃₂ m. Eisenoxyd werden dadurch auf dem Festlande gebildet und geben dem unter dem Luftmeere gebildeten Sandsteine die bezeichnende rothe Farbe.

Der Rest des Sauerstoffes aber dringt in die Gesteine des Festlandes ein und verwandelt hier die Schwefelerze in auflösliche schwefelfaure Salze, welche in den Gewässern fortgespült, von der Kohle wieder in Schwefelerze zurückgeführt werden. Wir werden diese Erze daher stets in Begleitung der Kohle finden. Das Genauere des Vorganges ist in No. 20 ausführlich dargestellt, worauf hier verwiesen werden kann. Alle Sätze der Nummer sind gleichfalls in den frühern Nummern bewiesen.

Wir wenden uns nunmehr unmittelbar zur Betrachtung der einzelnen Schichten. Die Pflanzen und Thiere dieser Zeit werden bei den betreffenden Schichten ihre Besprechung finden.

38. Der Altrothe (Old red sandstone).

Sogleich mit dem Auftreten der ersten Fischreste treten wir in die Kohlenzeit ein. Es ist der Altrothe (old red sandstone), welcher die untersten Schichten dieses Flötzes, die devonischen Schichten Englands, bildet. Sowohl durch die grossen Bruchstücke von Gneistrümmern und durch Rollsteine jeder Gröse, welche in Sandstein von dem feinsten Korne übergehen, als auch durch die Lagerung auf der Grauwacke steht er dieser im Baue sehr nahe

und unterscheidet sich von ihr nur durch feine rothe Farbe und durch feinen Mangel an Versteinerungen, während die Grauwacke sehr reich an letzteren ist.

Die rothe Farbe des Altrothen rührt von reichlichen Beimengungen von Eifenoxyd her und beweist, dass der Altrothe lange Zeit das Festland der Erde gebildet hat, auf dem die Gerölle der Trümmergesteine am Abhange der Gebirge, der Sand in den Ebenen abgelagert ist, sowie dass der Sauerstoff schon im Anfange dieser Zeit mächtig auf die Felsen eingewirkt und das kohlenfaure Eifenoxydul derselben bereits in Eifenoxyd umgewandelt und dadurch dem Altrothen die rothe Farbe gegeben hat.

Wäre der Altrothe am Grunde des Meeres gebildet, so könnte er diese rothe Farbe nicht haben und müsste in allen Schichten reiche Versteinerungen zeigen; dem ist aber nicht so. Der Altrothe ist daher stets der Luft ausgesetzt gewesen und, wie noch heute alle Wesen im Sandboden schnell verwesen, so sind auch zu jener Zeit die auf dem Altrothen entwickelten Pflanzen- und Thierformen schnell wieder zu Grunde gegangen. Nur zu Zeiten ist der Altrothe auch unter die Oberfläche des Meeres gesunken, und finden sich dann in ihm die reichen Lager versteinter Fische und der Rückenstacheln (Ichthyodorulithen), namentlich in den feinkörnigen Sandsteinen und Mergeln. Zu anderen Zeiten ist der Altrothe wiederum über das Meer gehoben und der Boden für einen reichlichen Pflanzenwuchs gewesen, welcher auf Thonschiefern und auf Grauwackeartigem Gesteine gewurzelt ist, und die Glanzkohle (Anthracitkohle) gebildet hat, die an vielen Orten mit Vortheil ausgebeutet wird.

Die Urgesteine des Hundsrücks, welche durch die Einwirkungen des Regens und der Luft verwittert und in Trümmer von größerem oder feinerem Korne zerlegt sind, sind in jener Zeit durch Bäche und Flüsse aus den Gebirgen fortgespült und haben die benachbarten Ebenen mit Sand bedeckt, wie wir diese Entstehung der Sandfelder heute noch an den Sandmassen Schlesiens und der Lausitz beobachten können. Erst später haben diese Sandmassen durch Untersinken unter das Meer einen bindenden Kitt erhalten und sind dadurch in Sandstein umgewandelt.

Der Altrothe hat lange Zeit die Oberfläche des Festlandes gebildet, das beweist die Stärke seiner Lagen. Die Witterung der Erde ist während dieser langen Zeit eine andere, die Thiergattungen und Arten, welche die Erde beleben, sind neue gewor-

den. Die Versteinierungen des Altrothen weichen daher von denen des Riffelötzes wesentlich ab.

Die Zusammenfetzung der Gesteine des Altrothen ergibt sich aus den folgenden Tafeln.

Der Grauwacke-Sandstein aus den untern Schichten des Altrothen.

	SiO ² .	Al ² O ³ .	MgO.	CaO.	Na ² O.	K ² O.	H ² O.	RCO ³ .	Summe.
1.	75,73	5,57	0,32	0,16	0,30	0,46	0,32	17,90	100,76
2.	84,05	5,68	0,26	—	0,26	1,29	—	8,68	100,22
Mittel	79,89	5,62	0,29	0,08	0,28	0,88	0,16	13,29	100,49
O	42,61	2,62	0,12	0,02	0,07	0,15	0,14	6,65	52,36
Körbe	21,30	0,87	0,12	0,02	0,07	0,15	0,14	—	22,67

Anm. Fundorte Westphalen: 1 Volme Chaussee zwischen Bollwerk und Brügge, bei Berghauer Ohle, 2 Grube Bastenberg bei Ramsbeck.

Quellen: Amelung Verhandl. d. naturh. Vereins preuss. Rheinl. 10, 229 No. 2. v. d. Marck W. desgl. 8, 56 No. 1.

Im Grauwackenlandsteine betragen von den kohlenfauren Verbindungen FeCO³ in No. 1 6,00, in No. 2 7,01, Mittel 6,50, MgCO³ in No. 1 2,50, in No. 2 0,65, Mittel 1,58, CaCO³ in No. 1 9,40, in No. 2 1,02, im Mittel 5,21.

Die kohlenfauren Schalsteine des Altrothen.

	SiO ² .	Al ² O ³ .	Fe ² O ³ .	FeO.	MgO.	CaO.	Na ² O.	K ² O.	H ² O.	RCO ³ .	Sonst.	Summe.
1.	38,52	16,25	3,35	7,68	5,49	—	4,40	0,55	5,14	18,53	—	99,90
2.	17,58	10,54	1,04	0,55	1,17	—	1,26	0,80	2,21	64,50	0,33	99,98
3.	24,17	5,44	11,96	1,86	2,46	0,66	2,22	0,77	2,15	46,12	1,67	99,47
4.	30,82	11,01	6,87	—	0,65	—	1,16	2,54	2,06	43,33	0,35	98,60
5.	52,47	15,35	2,87	—	0,15	0,63	4,16	4,15	2,73	16,76	0,56	99,63
6.	32,04	14,79	6,80	—	5,61	—	3,57	1,53	3,81	30,52	1,53	99,69
7.	44,37	19,26	8,35	0,72	1,10	0,92	2,78	5,96	3,31	11,54	0,98	99,27
Mittel	34,28	13,23	5,76	2,35	1,57	0,32	2,79	2,38	3,06	33,04	0,77	99,50
O	18,29	6,18	1,73	0,52	0,63	0,09	0,72	0,40	2,72	16,07	0,40	47,75
Körbe	9,14	2,06	0,58	0,52	0,63	0,09	0,72	0,40	2,72	—	—	16,86

Anm. 1. Die kohlenfauren Verbindungen und Sonst des Gesteins.

	FeCO ³ .	MnCO ³ .	MgCO ³ .	CaCO ³ .	CO ² .	Mn ³ O ⁴ .	PO ⁵ .
1.	1,04	0,82	0,63	16,03	—	—	—
2.	0,14	0,33	1,08	62,95	—	—	0,33
3.	0,87	0,14	1,42	43,69	—	—	1,67
4.	0,34	—	0,60	42,39	—	—	0,35
5.	0,38	—	0,15	16,23	—	0,20	0,86
6.	—	—	15,21	15,31	0,18	—	0,72
7.	0,20	0,16	0,36	10,82	—	0,04	0,92
Mittel	0,42	0,21	2,78	29,63	0,03	0,12	0,62
O	0,17	0,09	1,59	14,22	0,02	0,03	0,35
Körbe	0,06	0,03	0,53	4,74	0,01	0,01	0,07

Anm. 2. Fundorte: Nassau: 1 Amt Diez, Baldunstein, 2 Amt Herborn, Fleisbach, 3 Limburg, 4 Amt Dillenburg, Grube Molkenborn bei Ranzbach, 5 Amt Limburg, Bergerbrücke bei Oberbrechen, 6 Niedershausen bei Weilburg, 7 Amt Runkel, Villmar.

Quellen: Dollfuss J. pract. Chem. 65, 210 No. 3-5. Eglinger Jahrbuch d. Vereins f. Naturk. in Nassau 1856 No. 7. Neubauer J. pract. Chem. 65, 210 No. 1-2, 6.

Der Thonschiefer des Altrothen.

	SiO ² .	Al ² O ³ .	Fe ² O ³ .	FeO.	MgO.	CaO.	Na ² O.	K ² O.	H ² O. u. Glühv.	C.	RCO ³ .	Sonst.	Summe.
1.	54,32	21,81	—	—	0,50	—	0,34	3,75	—	0,79	18,67	—	100,118
2.	65,95	21,13	2,65	7,24	0,83	0,10	0,21	2,27	2,10	—	—	—	102,48
3.	50,01	34,74	—	3,73	0,87	—	0,04	7,21	3,27	—	—	—	99,87
4.	47,08	36,01	—	4,86	0,69	—	0,37	6,27	5,43	—	—	—	100,81
5.	67,82	12,98	—	10,55	0,84	—	1,15	0,57	7,00	—	—	—	100,91
6.	62,83	17,11	8,23	—	1,90	0,83	—	4,17	4,66	—	—	0,27	100
7.	60,03	14,91	8,94	—	4,22	2,08	—	3,87	5,67	—	—	0,28	100
8.	54,24	24,05	11,44	—	3,60	0,20	0,80	2,09	5,65	—	—	—	102,07
9.	55,84	15,62	4,86	8,25	1,39	0,50	1,70	6,14	5,19	—	—	—	99,99
10.	60,22	15,86	1,11	4,94	2,67	2,20	6,71	2,59	2,13	—	—	1,53	100,10
11.	59,91	15,00	1,85	5,62	4,56	1,44	6,09	2,44	2,43	—	—	0,48	99,81
12.	70,89	13,77	0,38	3,91	0,37	0,41	3,13	4,81	1,50	—	—	0,14	99,42
13.	72,87	13,71	—	3,48	0,61	—	1,30	5,29	3,28	—	—	—	100,43
14.	67,38	18,22	1,02	4,71	3,98	—	—	2,66	1,74	—	—	0,30	100,00
15.	63,81	18,41	—	7,36	3,96	1,10	0,93	2,27	2,11	—	—	—	100,00
16.	61,03	24,30	4,66	—	1,71	0,80	0,98	1,88	4,55	—	—	0,09	100,00
17.	75,28	13,43	1,88	—	1,79	—	0,37	4,54	—	—	—	—	99,78
Mittel	61,74	19,48	2,77	3,81	2,03	0,57	1,42	3,69	3,48	0,05	1,10	0,18	100,32
O	32,33	9,10	0,83	0,85	0,91	0,16	0,37	0,63	3,09	—	0,55	0,07	49,39
Körbe	16,46	3,03	0,28	0,85	0,81	0,16	0,37	0,63	3,09	—	—	—	25,63

Anm. Fundorte: 1-5 Westphalen: 1 Bastenberg bei Ramsbeck, 2 unterhalb Lüdenscheid, Strasse nach Halver, 3-4 Grube Pferd bei Siegen,

5 Grube Friedrich Wilhelm bei Siegen. 6 Rheinland: Bendorf bei Coblenz. 7 Harz: Goslar. 8 Fichtelgebirge: Wurlitz. 9—13 Taunus: 9—10 Nerothal bei Wiesbaden, 9 violett, 10 grün, 11 Naurod bei der alten Kupfergrube, 12—13 Sonnenberger Steinbruch. 14—16 Ardennen: 14 Deville, 15 Rimogne, 16 Monthermé. 17 Ungarn, Zipfer Comitatz: Göllnitz.

Quellen: Amelung Verh. d. naturh. Vereins preuss. Rheinl. u. Westph. 10, 229 No. 1. Bischof Lehrb. d. chem. Geologie 1851. 2, 991, 1644 No. 3—5. Bunfen Mittheilung 1861 No. 8. Chandler Miscellaneous researches Gött. 1856, 24 No. 17. Frick Pogg. Ann. 35, 193 No. 6—7. List Ann. Ch. Pharm. 81, 192, 274, 259 No. 9—12. v. d. Marck W. Verh. d. naturh. Vereins preuss. Rheinl. u. Westph. 8, 58 No. 2. Sauvage Ann. miner. (4) 7, 420 No. 14—16. Wildenstein R. Ann. Ch. Pharm. 81, 259 No. 13.

Es enthält No. 1 in den kohlenfauren Gesteinen $7,57 \text{ FeCO}_3$, $2,12 \text{ MgCO}_3$, $8,98 \text{ CaCO}_3$. Von CuO ist enthalten in No. 6 $0,27$, in No. 7 $0,28$, in No. 10 $0,05$, in No. 11 $0,05$. Von TiO_2 ist enthalten in No. 9 $0,51$, in No. 10 $1,49$, in No. 11 $0,43$, in No. 12 $0,14$. Von PO_5 ist enthalten in No. 10 $0,04$, von MnO in No. 14 $0,30$, in No. 16 $0,09$.

Die Gesteine zeigen uns in ihrer Zusammensetzung bereits die bedeutende chemische Thätigkeit dieser Zeit.

Die Sätze der Nummer sind auf die besten Versuche gegründet und allgemein anerkannt.

39. Die Hebung des Altrothen: Der Harz und der Belchen, 1000 m. hoch.

Nach der Bildung des Altrothen hat eine Hebung stattgefunden, durch welche die Grauwacke und der altrothe Sandstein gleichmäsig gehoben sind. Da wir vor dieser Hebung und nach derselben nahe die gleichen Pflanzen und Thiere auf Erden finden, so hat diese Hebung nur kurze Zeit gedauert, sie muss während der Bildung des Altrothen stattgefunden haben, da die spätern Ablagerungen nicht durch dieselbe betroffen sind.

Mit dieser Hebung tritt nun der erste Gebirgskreis auf Erden hervor, in Europa der Harz und der Belchen mit etwa 1000 Meter Höhe über dem Meere. Die Gebirge dieses Kreifes mussten auf das Wetter um so grössere Wirkung ausüben, da ihre Richtung von West nach Ost ging, mithin senkrecht auf der Richtung der Winde stand und diese nöthigte, an dem Rande der Gebirge aufzusteigen.

Jeder Wind, der an dem Rande eines Gebirges in die Höhe steigt, giebt, sofern er mit Wasserdunst gesättigt ist, Regen. An den Rändern der Gebirge entstehen in Folge dieser gewaltigen Regen grosse Wälder, wie das Tarai am Fulse des Himalaja, die Kolla am Fulse der Gebirge von Habesch, die Urwälder am Fulse des brasilischen Hochlandes. Namentlich werden diese Urwälder

um so mächtiger fein, je näher dem Meere die Gebirge auftreten. Es werden sich daher von dieser Zeit an bestimmte Waldgürtel in den Erdschichten sehr wohl unterscheiden lassen.

Der Altrothe ist durch den Harz und den Belchen nur zum Theile gehoben und aufgerichtet, andere Theile desselben sind selbst gesunken und werden von Lagen kohlenfauren Kalkfalzes bedeckt, das erst nach der Hebung des Harzes entstanden ist und sich wagerecht abgelagert hat. Es ist dieser Kohlenkalk am Grunde des damaligen Meeres gebildet, wie die zahlreichen Versteinerungen zur Genüge beweisen. Der Altrothe ist also theilweise selbst bis unter die Oberfläche des Meeres gesunken.

Die Lagen des Altrothen, welche zum Theile eine Mächtigkeit von 1000 bis 2000 Metern, jetzt noch 700 bis 1000 Meter besitzen, erhielten ja auch durch die Anschwemmung ihrer Massen ein größeres Gewicht und mussten unter die Oberfläche des Meeres sinken; nur die der Hebungslinie nächsten Theile desselben, welche durch die hebenden Massen mit gehoben wurden, und deren Schichten durch die stärkeren Regen in der Nähe der Gebirge mehr ausgewaschen und raumleichter geworden waren, sind mit den Gebirgen gehoben und aufgerichtet.

Die Thatfachen der Nummer beruhen auf sichern Beobachtungen und sind allgemein anerkannt.

40. Der Kohlenkalk (Mountain limestone) und die Fische der Kohlenzeit.

Der Kohlenkalk, auch Bergkalk genannt, welcher auf dem Altrothen unmittelbar aufliegt, umgürtet die ganze damalige Küste und ist grosentheils durch die diese Küste bewohnenden Meeres-thiere gebildet; weshalb er auch ungemein reich an Versteinerungen aller Art ist. Quallen und Häusler (Mollusca) wie Krabben (Crustaceae), namentlich Trilobiten, kommen in grossen Mengen vor und müssen das damalige Meer stark bevölkert haben. Die Stielglieder (Entrochiten) der Stielquallen (Enkriniten) sind so häufig, dass einzelne Lagen des Kalkes fast nur aus zusammengebackenen Stielgliedern (Entrochiten) zu bestehen scheinen und den Namen des Stielkalkes (Entrochitenkalkes) führen.

Große Schaaren haiartiger Knorpelfische, die Malmfische (Cestracionten), haben sich von diesen Schalthieren genährt und die damaligen Meere bevölkert. Die Zähne dieser Malmfische haben alle breite, mit starkem Schmelz überzogene, flache Kronen, welche

von ausgedehnten schwammigen Sockeln getragen werden, und beweisen durch ihre stumpfen Flächen, wie dadurch, dass ihre Oberflächen oft stark abgerieben sind, dass sie nicht zum Zerreißen, sondern zum Kauen und Zermahlen der Schalthiere eingerichtet waren. Auch heute noch lebt in der Bai von Port Jackson ein Vertreter dieser Sippe, der sich von kleinen Schalthieren nährt und sich durch Rückenstacheln in den Flossen vor andern Fischen auszeichnet. Diese Rückenstacheln (Ichthyodorulithen), welche ohne Zweifel den Malmfischen der Kohlenzeit eigenthümlich waren, bilden große Theile des Kohlenkalkes und sind zahlreich in die Schichten der Gesteine eingebacken.

Auser diesen findet man aber in den Schichten des Kohlenkalkes auch zahlreiche Schuppen und Zähne aus den Sippen der Reissfische (Celacanthen), gewaltiger Fische von 3 bis 7 m. Länge, mit harten Knochenschuppen und scharfen Reiszähnen, und der Krokodilfische (Sauroiden) mit Krokodilzähnen, welche Fische vom Raube anderer Fische gelebt zu haben scheinen.

Der Kohlenkalk enthält auser diesen Versteinerungen der Meeresthiere auch zahlreiche kohlenfaure Gesteine und Schwefelerze, welche sich in Folge der regen chemischen Thätigkeit am Grunde des Meeres niedergeschlagen haben. Von kohlenfauren Salzen finden wir Kalkspath (CaCO_3) und Bitterspath ($\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$), kohlenfaures Bleifalz, Kupferfalz und Zinkfalz oder Galmei (PbCO_3 , $\text{CuCO}_3 + \text{CuH}_2\text{O}_2$, ZnCO_3), von Schwefelerzen Eifenkies (FeS_2), Eifenspath (Fe_2S_3), Bleiglanz (PbS), Kupferglanz (Cu_2S), Blende (ZnS), auserdem Schwerspath (BaSO_4) und Flussspath (CaF_2).

Alle Thatfachen der Nummer sind sicher und allgemein anerkannt.

41. Der Kohlenandstein (Millstone grit).

Ueber dem Kohlenkalk ist abermals ein Sandstein, der Kohlenandstein, abgelagert. Derselbe zeichnet sich durch keinen Mangel an Versteinerungen aus. Schalthiere und Fische fehlen und beweisen, dass der Kohlenandstein die Oberfläche des Festlandes bedeckt hat, nicht aber am Meeresgrunde gebildet ist. Nur einzelne Schachtelhalme, die Calamiten, finden sich in demselben versteint.

Wieder sind von den gehobenen Kämmen aus durch die mächtig herniederstürzenden Regen und die strömenden Bäche und

Flüsse die Gesteinmassen zerfetzt und fortgespült und haben auf der Oberfläche der Erde eine Sandschicht gebildet, welche bald mehr, bald minder stark den Boden für einen mannigfachen Pflanzenwuchs, für ein vielseitiges Thierleben gegeben hat. Auch diejenigen Theile, welche früher als Meeresboden von Kohlenkalk bedeckt waren, sind grosentheils in späteren Zeiten wieder Festland geworden und hier von den Schichten des Kohlenlandes bedeckt.

Denn im Meere kann diese Beschüttung mit Sand nicht stattgefunden haben, da nicht nur der Kohlenlandstein frei ist von Versteinerungen der Seethiere, sondern auch der Sand, wenn er mit dem Flusswasser in das Meer gelangt wäre, in dem ruhigen Meereswasser sofort niedergefallen wäre und nur einen Mündungskegel, nicht aber Meilen weit verbreitete Schichten gebildet hätte. Der Kohlenland bedeckte also das Festland, sowohl die Schiefergesteine und die Grauwacke, als auch den Altrothen und die etwa aus dem Meere gehobenen Schichten des Kohlenkalkes. Aber nicht aller Sand ist später auch Sandstein geworden, sondern nur diejenigen Schichten, welche später unter die Oberfläche des Wassers gesunken sind und von den unter ihnen oder später auch von den über ihnen liegenden Schichten einen bindenden Kitt empfangen haben. So namentlich bei dem Kohlenlandsteine nur diejenigen Schichten, welche aus dem über demselben lagernden Kohlenschiefer ein erdiges Bindemittel erhalten haben.

• Aller Sand, welcher nicht zu Sandstein erhärtet ist, ist später fortgespült oder verwittert und damit von der Oberfläche der Erde verschwunden, die auf demselben gewachsenen Pflanzen, die denselben bewohnenden Thiere sind gleichfalls vollständig verwes't, ohne eine Spur ihres einstigen Daseins zu hinterlassen. Nur einzelne Schichten lockern, nassen Rolllandes sind in den Kohlenbildungen Polens noch bewahrt und bilden hier die dem Bergmanne sehr unwillkommenen Schwimmsand-Lager.

Alle Thatfachen der Nummer sind sicher und allgemein anerkannt.

42. Der Kohlenschiefer mit der Steinkohle.

Auf dem Kohlenlandsteine lagern die Schichten des Kohlenschiefers. Dieselben enthalten die für die Menschengattung so überaus wichtige Steinkohle, welche mit Schichten feinkörnigen Sandsteines und Thonschiefers mannigfach wechsellagert.

Die Steinkohle selbst ist ein Pflanzenerzeugnis. Dies beweist

nicht nur ihr Gehalt an Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, sondern auch das in den Zellen der Kohle enthaltene flüchtige Steinöl oder Petroleum, der zellige Bau der Steinkohle und die zum Theile trefflich erhaltenen Abdrücke der Früchte, Blätter und Stämme, sofern eine bildfame Masse vorhanden war, um die Eindrücke zu bewahren.

Was zunächst die chemische Zusammenfassung der Steinkohle betrifft, so ist dieselbe um so ärmer an Sauerstoff und Wasserstoff, je älter die Ablagerung derselben ist; so enthält:

	Kohlen-	Sauer-	Wasser-
	stoff.	stoff.	stoff.
Glanzkohle (Anthracit) des Altrothen: Rolduc	1000	17	560
Mayenne	1000	26	522
Penfylvanien	1000	20	329
Fette harte Steinkohle: Alais	1000	38	660
Rive de Gier	1000	37	684
Fette Hauptk. (Houille maréchale): Rive de Gier	1000	49	719
Grand Croix	1000	51	678
Newcastle	1000	47	729
Steinkohle mit langer Flamme (Cannel coal): Mons	1000	72	765
dgl.	1000	61	782
Rive de Gier	1000	85	786
dgl.	1000	59	808
dgl.	1000	81	830
dgl.	1000	75	748
Laraysse	1000	70	787
Lancashire	1000	74	831
Epinae	1000	106	769
Commentry	1000	117	783
Keuper: Steink.: Noroy in den Vogesen	1000	159	841
Kreide: Steink.: St. Girons	1000	184	916
Belestat	1000	182	941
Kragflötz: Braunk.: Dax	1000	207	970
Dep. der Rhonemündungen	1000	217	878
Meissner in Hessen	1000	231	827
Dep. der niedern Alpen	1000	238	910
Unvollkommne Braunk.: Griechenland	1000	309	1000
Cöln	1000	318	964
Uznach (Schweiz)	1000	492	1247

Die Zellen der Kohle kann man sehr gut beobachten, wenn man von der Kohle, auch von der dichtesten Glanzkohle, welche

dem bloßen Auge durchweg dicht erscheint, dünne Schiffe bildet und diese mittelst des Mikroskopes unterfucht. Der zellige Bau des Pflanzengewebes tritt dabei unzweifelhaft hervor.

Noch lehrreicher sind die in dem überlagernden feinkörnigen Sandsteine enthaltenen, auf den Schichten senkrecht stehenden Baumstämme. Dieselben wurzeln meist in kleinen Lagen Schieferthones, gehen durch mehre Schichten von Schieferthon und Sandstein und sind oben wie abgeschnitten. Der Stamm selbst ist verkieft, der feste Ringtheil dieser Farnbäume ist in kiefige Masse verwandelt, der innere zellige Theil ist durch Sandstein ersetzt und die Rinde in ein dünnes, leicht abfallendes Kohlenblättchen verwandelt. Die Mehrzahl der Stämme findet sich jedoch umgestürzt, wagrecht auf den Schichten lagernd und meist breitgedrückt.

In den Schieferthonlagen endlich, deren Masse bei der Erzeugung der Schicht bildsam war und als feiner Schlamm die Blätter und Aeste umgoss und abformte, finden wir die Formen der Blätter, ihre Nerven und die Gliederung derselben; an den Aesten die Narben der Blattstiele so vollständig erhalten, dass es möglich geworden ist, dadurch die Formen der damaligen Gewächse zu erkennen und die Sippen, denen sie angehörten, zu bestimmen.

Die Hauptmasse der damaligen Gewächse besteht hienach aus riesigen Schachtelhalmen, Bärlapparten, Farn und Nadelhölzern. Von den Schachtelhalmen sind riesige Calamiten von mehr als ein Drittel Meter Durchmesser erhalten, deren Stamm alle 200 mm. etwa einen Knoten und regelmäsig gleichlaufende Streifen zeigt. Von Farn sind die mannigfachsten Formen in Blättern und Stämmen erhalten. Auch die Sigillarien-Stämme von 15 Meter Länge und von mehr als $\frac{1}{3}$ Meter Durchmesser, deren höchst zahlreiche Blattnarben wie bei den Farn in Längsreihen gestellt sind, gehören wahrscheinlich den Farn zu, ebenso wie die Stigmarien, welche vermuthlich die Wurzelstöcke der Sigillarien gewesen sind. Dagegen gehören die ebenso grossen Lepidodendron-Stämme mit ihren schraubenförmig um den Stamm gestellten Blattstielnarben unzweifelhaft den Bärlapparten an. Von Markpflanzen (Dikotyledonen) ist es nur die unterste Klasse der Hölzer (Apetalae), welche in dieser Zeit durch die Nadelhölzer (Coniferae) vertreten ist.

Die Steinkohle findet sich in zwei verschiedenen Lagerungsweisen. Einerseits bildet dieselbe in England von Newcastle bis Bristol und auf dem Festlande von Bergen in Belgien bis Unna bei der Ruhr und auf dem Festlande von Nordamerika zusammen-

hängende Meeresgürtel, die auf dem Kohlenfandsteine am Ufer des Meeres gebildet, allmählig unter das Meer gesunken und im Meere begraben sind. Andere Thon- und Sandschichten haben dieselben bedeckt, auf denen neue Wälder erwachsen und bestanden, später gleichfalls gesunken und versenkt und abermals von andern Schichten bedeckt sind. Andererseits ist die Steinkohle in Binnenmulden mitten auf dem Festlande gebildet und füllt hier bedeutende Becken, so das pfälzische Becken bei Saarbrück, so das niederschlesische bei Waldenburg, so das sächsische bei Zwickau, so das böhmische bei Pilsen, so das französische bei St. Etienne.

Die Meeresgürtel der Steinkohle zeichnen sich durch die gleichmäßige Lagerung der Steinkohle in Schichten von bestimmter Streichungslinie und von nahe gleicher Dicke aus und ruhen auf Schichten, welche selbst wieder auf dem Kohlenkalk der damaligen Meere lagern. Sie ergeben sich hiedurch unzweifelhaft als Bildung der Meeresküste zu erkennen. Bei den Binnenmulden dagegen fehlt stets dieser Kohlenkalk des Meeresgrundes. Die kohlenführenden Schichten ruhen unmittelbar auf älteren Schichten, sei es auf Granit oder auf Uebergangsgesteinen, die untern Schichten sind meist grobe Trümmergesteine aus den benachbarten Schichten, gehen aber bald in mehr oder minder feine Sandsteine über, welche mit Thonschiefern wechseln. Die Steinkohle nimmt nach der Mitte des Beckens an Mächtigkeit meist zu und hat weniger bestimmte Streichungslinien als die Meeresgürtel. Auch bei den Binnenmulden ist die Steinkohle erst durch Versinken der Wälder unter die Wasseroberfläche der Binnenseen gebildet, wie die zahlreichen Abdrücke von Fischen in den Thonschieferschichten beweisen. Es gehören diese Fische, die Paläoniscen und Amblypteren, aus der Sippe der Lepidoiden zu den Süßwasserfischen und zeichnen sich durch dünne, borstenförmige Zähne und plumpere Körperformen vor den Meeresfischen jener Zeit aus.

Ueber die Entstehung der Steinkohlen ist unter den Geologen mannigfacher Streit gewesen. Die Einen haben sie von Torflagern abgeleitet, die Andern von Holzflößen, welche zusammengetrieben, noch Andere von Wäldern, welche umgesunken seien. Dass die Entstehung aus Holzflößen unmöglich sei, hat E. de Beaumont hinlänglich bewiesen, indem z. B. die 33 m. starke Steinkohlenschicht im Becken des Aveyron ein Flos von 835 m. Höhe voraussetzen würde, welches unmöglich angenommen werden kann. Andererseits hat man darauf aufmerksam gemacht, dass Torfmoore und Pflanzenanhäufungen jetzt nur der kühlen gemäßigten Zone eigenthümlich

sind, während die Wärme der Tropen so rasch und gewaltig zer-
setzt, dass trotz des üppigen Pflanzenwuchses derselben die pflanz-
lichen Ablagerungen in der heißen Zone nur höchst unbedeutend
sind, und dass das Wetter zur Steinkohlenzeit mindestens doch ein
tropisches zu nennen sei. Die Entstehung der Steinkohle erscheine
hienach noch unerklärt, zumal der zellige Bau derselben vielmehr
für Entstehung derselben durch Wälder als durch Torf spreche.

Zur Lösung dieser Schwierigkeiten ist es nothwendig, auf
folgende Umstände aufmerksam zu machen. Es ist schon oben
mehrfach erwähnt, dass die sämtlichen Schichten des Festlandes
damaliger Zeit mit Sand- und Thonschichten bedeckt gewesen sind,
welche in spätern Zeiten verwittert oder weggespült sind, und
dass nur diejenigen Schichten erhalten und aufbewahrt sind, welche
später unter die Oberfläche des Wassers gesunken sind und hier
einen bindenden Kitt erhalten haben, der sie in Sandstein oder
Thonschiefer umwandelte.

Auch die zahlreichen Wälder, welche damals die Oberfläche
des Festlandes bedeckten, auch die zahlreichen Thiere derselben,
namentlich die Schwinger (Insecta), die Spinnen u. s. w. sind in
jenen Erdschichten verwes't und vermodert und einer ebenso
raschen und gewaltigen Zerfetzung unterworfen worden, als die
Wälder unfrer heutigen tropischen Zone. Nur diejenigen Stämme
und Wälder sind in den Steinkohlen erhalten, welche unter die
Oberfläche des Wassers gesunken, durch das Wasser vor den ver-
weselnden Einflüssen des Luftmeeres bewahrt und durch die Auf-
lösungen des Wassers mit einem schützenden Kite getränkt und
versteint sind. Auch jetzt noch erhält sich das Holz in der Tiefe
des Wassers ungemessene Zeiten, auch heute noch erhalten sich
Torf- und Holzablagerungen, wo sie beständig vom Wasser durch-
tränkt sind, während Holz und Torf in Ackererde schnell verwesen
und namentlich in Gegenden, wo das Erdreich bald vom Wasser
durchtränkt, bald in den trocknen Monaten ausgedörrt und dem
Luftzutritte geöffnet ist, schnell zu Grunde gehen.

Ist diese Anschauung der Sache die richtige, so stellen die
Steinkohlenschichten nur einen geringen Theil der in der Kohlen-
zeit gewachsenen Pflanzen dar, der größte Theil muss verwes't und
damit in das Luftmeer der Erde zurückgekehrt sein, so namentlich
sämmliche Wälder des Festlandes, welche nicht der Meeresküste
oder den Ufern von Binnenseen angehörten und daher nicht unter
Wasser sinken konnten, so ferner alle die Theile der Waldungen
an der Seen- oder Meeresküste, welche nicht durch Senkungen unter

die Oberfläche des Wassers gefunken, oder nicht unter der Oberfläche des Meeres gewurzelt und nur mit den Zweigen aus dem Meere hervorgeragt haben.

Nach Chevandier *comt. rend.* 1844 No. 3 und 5 liefert der Pflanzenwuchs in den Wäldern unserer Breiten in 100 Jahren eine Schicht von 16 Millimetern Steinkohle, und mit diesem Ergebnisse stimmen vollkommen die Angaben von Liebig in seiner *Agriculturchemie*, wie dies in der Pflanzenlehre nachgewiesen wird. Da nun die Kohlenzeit 2'260420 Jahre gewährt hat, so würden die Wälder unserer Breite in dieser Zeit eine Steinkohlenschicht von $361\frac{2}{3}$ m., die tropischen Farnwälder der Südfseeinseln, deren Stämme so dicht stehen, dass man nicht zwischen denselben, sondern nur auf den Kronen der Bäume gehen kann, selbst eine dreifach so starke Schicht, d. h. eine Schicht von 1085 Metern gebildet haben. Da nun im Mittel die Steinkohlenschichten der Meeresgürtel und Binnenmulden nur eine mittlere Dicke von 8 Metern besitzen, so ist also auch von den Wäldern der Meeres- und Seenufer nur $\frac{1}{135}$ in den Steinkohlenschichten erhalten geblieben, $\frac{134}{135}$ sind wiederum verwelt und in das Luftmeer zurückgekehrt.

Die Thatflächen der Nummer sind sicher und allgemein anerkannt. Die Erklärung über die Bildung der Steinkohle ist neu, folgt aber streng aus den Sätzen der frühern Nummern.

43. Die Hebung des Kohlenflötzes: Nordengland, 1200 m. hoch.

Die Kohlenzeit schließt mit der Hebung des Kohlenflötzes. Man hat sich vielfach darüber gestritten, ob die Hebungen der Gebirge plötzlich und ruckweise eingetreten, oder ob sie nur das Ergebniss einer während der ganzen Zeit anhaltenden allmäligen Hebung gewesen seien.

Es ist schon oben darauf hingewiesen, dass die Oberfläche der Erde in einer fortdauernden, wechselnden Hebung und Senkung begriffen sei, und dass, während im Allgemeinen der Meeresgrund und die Küste gefunken sind, das gehobene Festland, namentlich aber die Urgesteine der Gebirge, welche durch die Regen am meisten an Masse verlieren, in einem fortwährenden, sehr bedeutenden Steigen begriffen sind, und dass nur hieraus der Ursprung der bedeutenden Sand-, Thon- und Kalkmassen in den Ablagerungen der geschichteten Gesteine erklärt werden könne, ohne dass doch die Gebirge an Höhe abgenommen haben oder wohl selbst verschwunden sind.

Die allmälige Veränderung der Höhen und Tiefen der Erdoberfläche ist hienach unzweifelhaft. Jedenfalls sind am Ende der Kohlenzeit die Schichten des Kohlenflötzes, so weit sie jetzt nicht von Kupferschiefer bedeckt sind, aus dem Meere emporgehoben und Festland geworden, und sind diejenigen Schichten, welche nicht vom Todtliegenden bedeckt sind, selbst so weit gehoben, dass sie aus der wagerechten Lage gerückt, gebirgig, mit steilerem Abhange aufsteigend, den Gewässern einen schnellen Abfluss gewähren, so dass diese erst am Fulse derselben ihre Sandmassen ablagern können.

Da wir nach dieser Hebung eine ganz andre Pflanzen- und Thierwelt finden, so hat die Hebung eine sehr lange Zeit in Anspruch genommen. Während dieser ganzen Zeit haben sich Gerölle am Abhange der Gebirge, Sandmassen auf den Ebenen des Landes abgelagert und sind allmähig mit gehoben. Sobald aber der Hebungswinkel bedeutender geworden ist, so haben auch die Sandmassen und Gerölle ihre Lage verlieren und weiter rücken müssen, bis die Gerölle wieder am Fulse der neuen Gehänge, der Sand in den neu gebildeten Ebenen sich gelagert hat. Zur Zeit, als die Ebenen unter das Meer sanken, hier ihren Kitt erhielten und in Sandstein sich wandelten, waren jedenfalls die Ebenen wieder wagerecht gelagert. Alle Gerölle und Sandmassen, welche nicht unter den Meeresspiegel wieder gesunken sind, sind lose Erde geblieben und haben den Boden für den weitem Pflanzenwuchs und das Thierleben gegeben. Das Todtliegende und die Sandsteine des Weisliegenden zeigen uns die Theile des Festlandes, welche während der Hebung des Kohlenflötzes gebildet und dann unter das Meer gesunken sind.

Zweiter Abschnitt der Gebirgsgeschichte:

Die Kupferzeit der Erde, 43—37^o C.

44. Das Luftmeer der Kupferzeit.

Das Luftmeer der Kupferzeit zeigt uns im Ganzen dieselben Erscheinungen, wie das Luftmeer der Kohlenzeit. Der Sauerstoff herrscht im Luftmeere vor und bedingt die Bildung der Gesteine, welche wir im Kupferflötze finden. Der Sandstein des Kupferflötzes, das Todtliegende, hat von dem durch den Sauerstoff erzeugten Eifenoxyde seine rothe Farbe, der Kupferschiefer hat von den durch den Sauerstoff erzeugten schwefelbaren Kupferfäulzen,

welche von der Kohle des Kupferschiefers wieder entfäuert und in Schwefelkupfer verwandelt sind, seinen Kupfergehalt. Die Wirkungen des Sauerstoffes treten in diesem Zeitabschnitte, wo die Kohle nicht mehr so vorwaltet, sogar mehr sichtbar hervor, als in der Kohlenzeit.

Die Schichten des Kupferflötzes von 1000 m. Mächtigkeit treten übrigens, so wichtig sie auch für den Bergmann sein mögen, doch nur in geringer Ausdehnung zu Tage und verschwinden auf den Gesteinskarten (geognostischen Karten) fast gänzlich; nur in Russland, wo sie meist noch wagerecht gelagert sind, bedecken sie weite Räume; so namentlich das Gouvernement Perm, weshalb das Kupferflötz auch häufig das permische Flötz genannt wird.

Die genauern Verhältnisse der Kupferzeit und die neue Thierklasse, welche derselben entspricht, werden wir bei den einzelnen Schichten des Kupferflötzes kennen lernen.

45. Das Todtliegende und das Weisliegende.

Unmittelbar nach der Hebung des Kohlenflötzes haben sich in den Ebenen am Fulse der Gebirge und der gehobenen Gesteinsschichten durch die Gerölle, welche die Flüsse mit sich führen, grose Mengen von Sandsteinen, das Todtliegende, gebildet, welche in der rothen Farbe ihrer Sandkörner die Einwirkung des sauerstoffreichen Luftmeeres nachweisen, unter welchem sie entstanden sind.

Grobkörnige und feinkörnige Sandsteine wechsellagern und zeigen in ihren Trümmern den Ursprung, woher sie stammen. So findet man in den Steinbrüchen von Langen zwischen Darmstadt und Frankfurt Trümmer in groser Menge aus den Urgesteinen des nachbarlichen Odenwaldes. Die Grundmasse des Sandsteines ist weniger quarzig als thonig und geht theilweise in Schichten reinen Thones über, in dem nur einzelne Quarz- oder Glimmerblättchen vertheilt sind.

Zahlreiche Porphyre haben das Gestein durchbrochen und Trümmern gebildet, welche selbst wieder schichtenförmig lagern und mit den Sandsteinen wechseln. Je nach dem Laufe der Flüsse und je nach der Nähe des zeretzten Gesteines ist denn auch die Mächtigkeit dieses Todtliegenden sehr verschieden von wenigen Metern bis zu 1100 Metern Dicke ansteigend.

Mächtige Baumstämme bis 1 Meter Durchmesser und 10 Meter Höhe sind theilweise noch in aufrechter Stellung erhalten und durch

die kieselige Masse des Hornfelses oder des Quarzes, welche in sie eingedrungen ist, so trefflich erhalten, dass ihre Gewebe unter dem Mikroskope vollständig erkannt werden können. Diese, wie zum Theile reichliche Steinkohlen in dieser Schicht beweisen, dass auch in dieser Zeit ein reichlicher Pflanzenwuchs stattgefunden, und dass das Todtliegende dem damaligen Festlande angehört hat.

Das Todtliegende geht in den obersten Schichten in das Weisliegende über, einen feinkörnigen Sandstein mit vorherrschendem Kalkgehalte, der zwar auch Pflanzenreste (z. B. *Lycopodiolithes hexagonus*) enthält, aber durch die reichliche Kalkablagerung und durch die mannigfachen chemischen Niederschläge von Gyps die Einwirkungen des Meeres schon nachweist.

Alle Thatfachen der Nummer sind sicher und allgemein anerkannt.

46. Der Kupferschiefer und Zechstein und die Saurer der Kupferzeit.

Auf das Weisliegende folgen zwei äusserst beständige Schichten, welche trotz ihrer geringen Mächtigkeit fast nie fehlen: der Kupferschiefer von 2 bis 12 Neuntel Meter und der Zechstein von 6 bis 20 Meter Mächtigkeit.

Der Kupferschiefer ist ein sehr harzreicher Thonschiefer. Auf dem fruchtbaren Thone sind einst zahlreiche Pflanzen gewachsen und haben den Harz der Schicht zurückgelassen, der bis 10 % der Schicht bildet. Die Kohle der Schicht dagegen ist fast ganz zur Bildung von Kupfererzen verbraucht, welche 2 bis 4 % der Schicht ausmachen. Diese Kupfererze sind ganz auf dieselbe Weise entstanden, wie die Eisenerze in der Kohlenzeit. Das Schwefelkupfer, welches sich in den Urgesteinen findet, ist durch den Sauerstoff der Luft in schwefelsaures Kupferfalz verwandelt. Die doppelt kohlenlauren Salze, namentlich das doppelt kohlenlaure Natron, zersetzen dieses schwefelsaure Salz; es entsteht schwefelsaures Natron und doppelt kohlenlaures Kupferfalz. Beide werden vom Wasser der Quellen bis in die Schichten des Kupferschiefers geführt. Hier schlägt sich ein Theil des kohlenlauren Kupferfalzes als Kupferlaur ($2\text{CuCO}_3 + \text{CuH}^2\text{O}^2$) und Malachit ($\text{CuCO}_3 + \text{CuH}^2\text{O}^2$) oder auch als Rothkupfererz (Cu^2O) oder als gediegen Kupfer im Thone des Kupferschiefers nieder, das schwefelsaure Natron wird durch die Kohle des Kupferschiefers in Schwefelnatrium verwandelt, und dies zersetzt sich mit dem doppelt kohlenlauren Kupferfalze. Schwefel-

kupfer schlägt sich nieder, während doppelt kohlenlaures Natron von den Gewässern weiter geführt wird. Auch hier sind es also die zelligen Gewebe der Pflanzen und Thiere, welche die Erzeugung des Schwefelkupfers bewirken; die Körpermasse der versteinen Fische ist daher auch häufig ganz mit Kupferkies oder Kupferglanz überzogen. Die Schwefelerze, welche sich auf diese Weise im Kupferschiefer bilden, sind Kupferglanz (Cu^2S), Bunt-Kupfererz (Cu^2FeS^3) und Kupferkies ($\text{Cu}^2\text{Fe}^2\text{S}^4$).

An Versteinerungen ist der Kupferschiefer nicht nur reich, sondern liefert auch ausgezeichnete Abdrücke, namentlich im Kupferschiefer von Mansfeld. Zahlreiche Quallen und Häusler (Mollusca) und Fische, welche noch ganz denen der Kohlenzeit entsprechen, haben die Meere dieser Zeit belebt; daneben aber erscheinen in der Kupferzeit bereits die ersten Gattungen der Lurche (Amphibia), die Saurer*). Große Protorosaurer, den Krokodilen ähnlich, mit langen, dünnen, walzenförmigen Zähnen, welche in abgeforderte Zahnhöhlen eingepflanzt sind, bevölkern die Gewässer jener Zeiten und sind uns im Kupferschiefer von Mansfeld aufbewahrt.

Ueber dem Kupferschiefer lagert der Zechstein, ein grauer, dichter Kalk mit größerm oder geringerem Thongehalte; er ist theils ganz frei von Versteinerungen, theils ist er reich an Häuslern und Stielquallen (Enkriniten) und beweist hiedurch, wie durch seine Gänge von Kalkspath (CaCO^3) und Schwerspath (CaSO^4) und durch seine Eisenstein-Lager, dass es alter Meeresboden ist.

Alle Thatfachen dieser Nummer sind sicher und allgemein anerkannt.

47. Der Rauchkalk.

Ueber dem Zechsteine lagern die Schichten des Rauchkalkes, Schichten, welche in ihrem Vorkommen ebenso veränderlich sind, als der Kupferschiefer und Zechstein beständig ist. Die Schichten dieses Rauchkalkes sind: der Bitterkalk, die Bitterasche, der Stinkkalk und der Gyps.

Der Bitterkalk oder Dolomit ($\text{CaCO}^3 + \text{MgCO}^3$) ist wie alle

*) Saurer ist entlehnt aus dem griech. sauros, saura die Eidechse, ein Seefisch, und dies ist vom Urwort sara, sskr. sara das Meer abgeleitet, woher auch gr. salamandra der Salamander, sálpē, sárgos, sárda, sárdinē alles Namen von Meerfischen, stammen.

Bitterkälke rauh im Anfühlen, dabei spathig und porig, voll drufiger, nach der Schichtfläche gestreckter Löcher, welche Bitterkalk-Gespathe enthalten. Er hat je nach den Höhlen, welche er enthält, eine Mächtigkeit von 1 bis 2 oder von 10 bis 20 Meter und ist, wo er dicht ist, oft harzreich. Die chemische Beschaffenheit beweist, dass er im Meere niedergeschlagen ist aus den kohlenfauren Salzen, welche die unterirdischen Gewässer mit sich führen. Der Harzgehalt, die in das Gestein in der Nähe von Bristol eingebackenen Rollsteine und Trümmer des Kohlenkalkes und die länglichen, der Schichtfläche gleichlaufend gestreckten Löcher, in denen sich Bitterspath-Krystalle abgesetzt haben, beweisen, dass der Bitterkalk aber zu Zeiten auch gehoben und Festland gewesen ist und dass das Wasser der Quellen zwischen den gehobenen Schichten hinabgelaufen ist.

Ueber dem Bitterkalke, bisweilen aber auch unmittelbar über dem Zechsteine lagert die Bitterasche, ein talkhaltiger, harzführender Kalk von pulvrigem, sehr geringem Zusammenhange, der Bitterkalk-Stücke enthält und unzweifelhaft durch Verwitterung des Bitterkalkes entstanden ist zu der Zeit, als dieser aus dem Meere gehoben war und einen Theil des Festlandes bildete.

Der Stinkkalk, welcher über der Bitterasche lagert, und in welchen diese allmählig übergeht, zeigt durch seinen reichen Gehalt an Gehäusen und an zelliger Masse, welche beim Reiben einen ähnlichen Geruch giebt, als wenn Horn geraspelt würde, dass er eine Meeresbildung ist. Auch finden sich in ihm Nieren von Bitterkalk und beweisen, dass noch ähnliche Bedingungen vorhanden sind, wie zur Zeit der Bitterkalk-Bildung; aber der Kalkgehalt tritt gegen den Talkgehalt bereits stark hervor, und in den obern Schichten wechselt selbst Kalk mit mächtigen Gypslagern.

Der Gyps ($\text{CaSO}_3 + 2 \text{H}_2\text{O}$), welcher hier zum ersten Male in grossen Stücken bis zu 70 Meter Mächtigkeit und darüber auftritt, ist körnig und enthält viel Gypsespathe. Salzquellen treten aus demselben hervor und beweisen die Gegenwart von Steinsalz, das aber, wie auch die geräumigen Höhlungen oder Schloten im Gypse zeigen, zum grössten Theile bereits ausgewaschen und fortgeführt ist, da es an dem bindenden Thone gefehlt hat.

Die mannigfach wechselnde Mächtigkeit des Gypses und sein stellenweises Fehlen, sowie andererseits sein Gehalt an Eisenoxydhydrat beweisen, dass er einzelnen örtlichen Ursachen seine Entstehung verdankt.

Die Thatfachen der Nummer sind sicher und allgemein anerkannt.

48. Die Hebung des Kupferflötzes: der Hennegau, 1400 m hoch.

Nach der Bildung des Kupferflötzes ist wieder eine bedeutende und wichtige Hebung eingetreten, die des Hennegaues, welche das Kupferflötz gehoben hat, während die folgenden Schichten von dieser Hebung nicht berührt sind. Die Thiere der Kupferzeit erreichen mit dieser Hebung ihr Ende. Nach der Hebung finden wir ganz andere Pflanzen und Thiere auf der Erde. Die Hebung des Kupferflötzes ist mithin für das Erdleben von grosser Wichtigkeit und zeigt uns den Eintritt eines neuen Zeitabschnittes an. Der Vogesen Sandstein hat während der Hebung des Kupferflötzes die Ebenen des Festlandes als loser Sand bedeckt und dann erst später, als er wieder unter die Meeresfläche gesunken ist, feiner bindenden Kitt erhalten.

Dritter Abschnitt der Gebirgsgeschichte:

Die Salzzeit der Erde, 37—31° C.

49. Das Luftmeer der Salzzeit.

Das Luftmeer der Erde ist auch zur Salzzeit vorwiegend ein Sauerstoffmeer. Der Sauerstoff, der aus den in den Schichten der Gebirgszeit vergrabenen Pflanzen ausgeschieden ist, bildet den Hauptbestandtheil des Luftmeeres und dringt in die Erdschichten, sowie mit den Quellen in die Spalten und Gänge der Felsen ein und verwandelt einerseits das kohlenfaure Eisenoxydul in Eisenoxyd und giebt dadurch dem Sande des Festlandes seine rothe Farbe, andererseits löst er die Schwefelerze in schwefelsaure Salze auf, welche, ihre Base gegen Natron austauschend, schliesslich als schwefelsaures Natron ins Meer treten und hier den Chlorkalk (CaCl) vorfinden, aus Wahlverwandtschaft mit ihm die Basen tauschen und schwefelsauren Kalk oder Gyps*) ($\text{CaSO}^4 + 2 \text{H}^2\text{O}$), sowie Chlornatrium oder Kochsalz (NaCl) niederschlagen. Der überflüssige Sauerstoff, welcher in der Gebirgszeit alle Bildungen beherrschte, wird hierdurch verbraucht und aus dem Luftmeere entfernt. Die Bildungen rothen Sandsteins erreichen ihr Ende. Mit der Salzzeit schliesst daher auch die Gebirgszeit.

*) Gyps ist aus dem gr. *gýpsos*, lat. *gypsum* Gyps, Kreide entlehnt. Abstammung unbekannt.

Die Schichten des Salzflötzes haben 1500 m. Mächtigkeit und bestehen aus drei von einander abweichenden Gesteinen: dem Neurothen, dem Muschelkalke und dem Keuper. Das Salzflötz wird deshalb auch das Dreiflötz oder die Trias genannt. Die Einheiten, sowie die Thiere dieses Zeitabschnittes werden wir bei den einzelnen Schichten kennen lernen.

50. Der Vogefensandstein.

Am Fusse der Vogesen lagert auf dem Todtliegenden ein rother Sandstein mit weniger Thongehalt, der sogenannte Vogefensandstein. Das Todtliegende bildet im Norden und Westen der Vogesen einen zusammenhängenden Gürtel, während es im Süden und Osten mannigfach zerrissen ist durch tiefe Querthäler, welche bis zu dem Urgesteine hinabgehen.

Der Vogefensandstein, der auf diesem Todtliegenden lagert, ist ein Sandstein mit feinen, meist eckigen, spathigen Quarzkörnern, welche mit einer dünnen Rinde von Eisenoxyd bedeckt sind und daher eine lebhaft ziegelrothe Farbe haben, die zuweilen ins Veilchenfarbene oder ins Braune übergeht und oft mit grünem, kohlenfaurem Eisenoxydul abwechfelt. Die Bruchflächen des Sandsteines glänzen und spiegeln lebhaft in der Sonne; die Gröse des Kornes, wie die Menge des thonig eisenhaltigen Bindemittels und der zerstreuten Glimmerblättchen wechseln mannigfach, ja es zeigen sich namentlich an der Grenze der Urgesteine selbst Puddinge und Trümmermassen, welche ihrer Härte wegen an den Thäländern hervorspringen.

Versteinerungen fehlen dem Gesteine gänzlich.

51. Die Hebung des Vogefensandsteines: Vogesen und Schwarzwald, 1600 m. hoch.

Der Vogefensandstein ist durch den Schwarzwald und die Vogesen, d. h. durch die beiden an den Seiten des mittlern Rheinthales gleichlaufenden Gebirge gehoben. Der Neurothe, der nach der Hebung entstanden ist, ist übrigens mit dem Vogefensandsteine ganz gleichen Kornes und gleichen Baues. Die Hebung des Vogefensandsteines ist mithin für die Erde kein Ereigniss von grosser, schneidender Bedeutung, wodurch ein Abschnitt im Leben der Erde gebildet wird. Die Schichten des Vogefensandsteines sind bei der

Hebung fast wagerecht geblieben und bilden hohe Gipfel, welche weitwärts in steile Abstürze enden.

52. Der Neurothe (New red sandstone) und die Vögel der Salzzeit.

Am Fulse der Gipfel, welche den Vogesenlandstein tragen, lagert wiederum ein rother Sandstein, der Neurothe, auch der bunte Sandstein genannt. Der Vogesenlandstein ist nur durch seine Hebung vom Neurothen unterschieden; das Korn und die Farbe ist die gleiche, doch wird der Neurothe nach oben reicher an Thon und Glimmer und geht in den obersten Schichten häufig in Schieferletten oder rothen geschichteten Thon über, seine Farbe wird gleichzeitig nach oben dunkler. Vogesenlandstein und Neurother sind hienach eine und dieselbe Gesteinmasse. Der Vogesenlandstein bildet die untern, der Neurothe die obern Schichten desselben; den Namen bunter Sandstein führt er von den weissen oder grauen Streifen, welche er führt, und welche häufig der Schichtung nicht gleichlaufend gehen, sondern den Lauf alter Quellen zu bezeichnen scheinen, von denen das Eisen aufgelöst und fortgeführt ist.

Der Neurothe besitzt zum Theile eine Mächtigkeit von 400 Metern und darüber; er füllt das Becken östlich vom Schwarzwalde, Odenwalde und niederrheinischen Schiefergebirge und südlich vom Harze: Schwaben, Hessen und Thüringen und ebenso die Gehänge westlich von den Vogesen. Ueberhaupt ist der Neurothe ein sehr ausgebreitetes Gestein und füllt in Nordamerika das ganze Becken von 95° westlicher Länge von Greenwich bis zu den Quellen des Colorado in 111° westlicher Länge und von dem obern See und den Quellen des Mississippi oder von 50° bis 32° nördlicher Breite. Alle Ebenen dieses Gebietes haben von ihm die röthliche Farbe, und die Flüsse, welche es durchströmen, den röthlichen Schlamm und grosentheils auch ihren Namen, wie der Rio Colorado, Red River, Rivière rouge, Rivière vermillon und Rio puerco.

Von Basalten ist der Neurothe häufig durchbrochen und hat durch dieselben mancherlei Aenderungen, Entfärbung oder dunklere Färbung, Frittung, Verglasung und Verschlackung erfahren. Von Versteinerungen zeigt derselbe mehrfache Pflanzen, so Calamites, Voltzia, Albertia und andere und beweist hiemit, dass er zur Zeit seiner Bildung Festland gewesen ist.

In den Thonschiefern dieses Neurothen hat man nun in der Nähe von Hildburghausen Spuren von vierfüßigen Thieren entdeckt, welche man zuerst für Spuren von Säugethieren hielt. Die Spuren

zeigen vier nach vorne gerichtete Zehen mit großen Nägeln und einen seitwärts gerichteten, nagellofen Daumen. Die Vorderfüße sind bedeutend kleiner als die Hinterfüße, und ist der Daumen den Zehen mehr genähert. Diese Spuren sind jedoch keine Spuren von Säugethieren, sie gehören großen Lurchen (Amphibia), und zwar froschartigen Thieren, den Labyrinthodonten, an, deren Schädel und Zähne man in den Schichten des Muschelkalkes findet.

Im Neurothen sind aber, und zwar im Thale des Connecticut im Staate Massachusetts vom Professor Hitchcock noch die Spuren eines andern Thieres entdeckt. Diese Spuren gehören offenbar einem Thiere an, welches auf 2 Beinen ging, indem ein rechter und ein linker Fußtritt immer in derselben Linie wechfeln, während bei vierfüßigen Thieren die Spuren stets auf 2 gleichlaufenden Linien zu finden sind, sich auch meist Vorderfuß und Hinterfuß in Größe und Gestalt unterscheiden. Die Spuren jener zweibeinigen Thiere zeigen deutlich drei nach vorne gerichtete Zehen und einen schief nach hinten, selten nach vorn gerichteten Daumen, zuweilen auch zeigen sie hinten Spuren, wie von einem Federbüschel. Es sind dies unzweifelhaft Vogelspuren. Die Größe der Spuren und die Länge der Schritte sind sehr verschieden, alle aber so groß, dass sie nur hochbeinigen Vögeln aus der Klasse der Sumpfvögel angehören konnten. Die Spur des größten, des Ornithomites giganteus hat $\frac{1}{10}$ Meter, der Schritt desselben $1\frac{1}{3}$ bis 2 Meter Länge und ist mithin weit größer als der des größten jetzt lebenden Vogels. In dem Neurothen ist also abermals eine neue Klasse des Thierreiches entdeckt, und diesmal schon eine Klasse der Land- und Luftthiere, die Vögel.

Die Leiber und Knochen dieser Vögel sind unter dem Einflusse des an Sauerstoff reichen Luftmeeres verwest, und würde man ohne jene Spuren keine Nachricht von dem Dasein der Vögel in der Salzzeit haben. Sind doch auch die Wälder, welche während dieser Zeit gewiss ebenso zahlreich gewesen sind, wie die heutigen, gänzlich bis auf wenige kümmerliche Ueberreste verschwunden.

Die obersten Schichten des Neurothen zeigen schon durch ihren bedeutenden Thongehalt, dass zur Zeit ihrer Bildung diese Schichten unter die Oberfläche des Meeres gesunken waren (nur einzelne Theile des Neurothen, welche bis oben hin ihr Sandstein-Gefüge behalten haben, machen hievon eine Ausnahme). Jene obersten Schichten des Neurothen zeigen denn auch in dem Salzgehalte ihrer Thone und in den Gypsen, sowie in den Talk führenden Kalksteinen, welche sie stellenweise enthalten, die Einwir-

kungen des Meeres und umschliesen bereits mannigfache Versteinerungen von Meeresthieren, welche dem Muschelkalk, d. h. den Meeren damaliger Zeit, eigen sind. Ueber die Art der Bildung dieser Schichten kann demnach kein Zweifel obwalten.

53. Der Muschelkalk.

Der Muschelkalk, welcher unmittelbar über den Schieferletten des Neurothen lagert, ist ein dichter, oft Talk führender Kalk von muschligem Bruche und rauchgrauer Farbe, reich an Muscheln und Quallen, namentlich Enkriniten. Er zerfällt in drei Lagen, den untern oder den Wellenkalk, den mittlern oder den Salzkalk und den obern oder den rauchgrauen Kalk.

Der Wellenkalk besteht am Rande des Schwarzwaldes aus rauchgrauem, sehr dünn geschichtetem Kalke, dessen Schichten eine merkwürdige Wellenform haben und mit Thonen von schwarzgrauer Farbe häufig wechsellagern, welche letztern viel reicher an Steinfalz und Gyps sind, als der Schieferletten. An andern Orten wird der Wellenkalk durch Bitterkalke ($\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$) ersetzt, welche wie der Wellenkalk mit dem Salzthone, so mit talkführenden Mergeln wechseln und nur wenige Versteinerungen bieten.

Der Salzkalk enthält mächtige Lager von Steinfalzthonen, in denen das Steinfalz zum Theile dichtere Massen bis über 30 Meter Mächtigkeit bildet, und welche meist dunkelgrau und sehr weich sind. Anhydrit (CaSO_4) und Gyps ($\text{CaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$) wechseln mit dem Salzthone, mit schwärzlich grauem Stinkkalke, der sehr viele thierische Stoffe enthält, und mit Talkmergel, in welchem, wie im Gypfe, durch das Auswaschen des Steinfalzes oft zahlreiche Höhlen entstanden sind. Die Schichtung der Gruppe, welche meist chemischen Vorgängen ihren Ursprung verdankt, ist höchst unvollkommen.

Das Steinfalz hat folgende Zusammenfetzung:

	CaSO ⁴ .	MgSO ⁴ .	Summe.	NaCl.	CaCl.	MgCl.	Summe.
1.	—	—	—	99,85	—	0,15	100,00
2.	—	—	—	99,93	—	0,07	100,00
3.	0,20	—	0,20	99,43	0,25	0,12	99,80
4.	1,86	—	1,86	98,14	—	—	98,14
5.	—	—	—	99,83	0,08	0,28	100,00
6.	0,02	—	0,02	99,97	—	—	99,97
7.	0,50	—	0,50	99,30	—	—	99,30
8.	1,48	—	1,48	98,04	0,41	0,06	98,51
9.	0,44	—	0,44	98,55	0,99	0,01	99,55
10.	3,00	—	3,00	97,00	—	—	97,00
11.	0,60	0,03	0,63	98,34	—	0,05	98,39
12.	—	—	—	98,89	—	1,11	100,00
Mittel	0,67	0,00	0,67	98,92	0,14	0,15	99,21

Anm. Fundorte: 1—2 Berchtesgaden, 3 Hall, Tyrol, 4 Hallstadt, 5 Schwäbisch Hall, 6 desgl. (Wilhelmsglück), 7 Erfurt, 8 Vic, Lothringen, 9 Cardona, 10 Djebel Melah, Algerien, 11 Djebel Sahari, 12 Ouled-Kebbab.

Quellen: Berthier Ann. mines 10, 259 No. 8. G. Bischof Geologie 1855. 2, 1669 No. 1—5. Fehling Journ. f. pr. Chem. 45, 276 No. 6. Fournet Ann. min. (4) 9, 546 No. 10 und 12. Simon Ann. min. (5) 12, 674 No. 11. Söchting Ztschr. f. gef. Nat. 7, 404 No. 7 und 9.

Der rauchgraue Kalk oder der Kalk von Friedrichshall besteht in den untern Schichten aus Kalk, der reich an Enkriniten ist; über demselben lagern nach der Reihe erst dünne Lagen Rogenkalkes (oolithischen Kalkes), dann mächtige Lager rauchgrauen Kalkes, deren einzelne Schichten von dünnen Mergellagern getrennt sind und die nach oben in erdige Bitterkalken übergehen.

54. Der Keuper.

Der Keuper bildet Schichten im Mittel von 350 m. und besteht aus drei Schichten: dem Keuperthone, dem Keupermergel und dem Keuper Sandsteine.

Der Keuperthon besteht aus harzreichen, dunkelgrauen, schieferigen Thonen, welche auf dem Muschelkalke lagern und nach oben in schwarze, fettige Kohlen mit vielem Thongehalte und mattem, erdigem Bruche, die Lettenkohle, übergehen. Mergellager, welche Gyps führen, wechseln mit ihnen; über letztern lagern schwarzgraue Sandsteine mit Eifennieren und Pflanzenabdrücken (von *Calamites arenaceus minor*, *Marantoidea arenacea* u. s. w.), die Sandsteine enthalten Glimmerblättchen in Menge und sind selten

durch kohlenfaures Kupferfalz grün oder blau gefleckt, während die Pflanzenabdrücke häufig mit einer dünnen Rinde von Eifenocker bekleidet sind.

Der Keupermergel beginnt mit einem schmutzig gelben oder rauchgrauen Bitterkalke ($\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$) mit zahlreichen Versteinerungen, der nach oben in eine Knochenbreche von 2 Metern Mächtigkeit aus Kothsteinen (Coprolithen), Zähne, Schuppen und Knochen von Fischen und Saurern, bisweilen auch in Gyps übergeht.

Bunte Mergel von vorherrschend blaurother Farbe mit scharf abgeschnittenen grünen, gelben und blauen Adern wechseln sodann mit dünnen Thon- und Lettenlagen, mit Bitterkalk- und Sandschieferlagen und führen viele Gypstöcke von lebhaften Farben und mit geringen Mengen von Steinfalz.

Der Keuperlandstein bildet zunächst feinkörnige Sandsteine mit röthlich thonigem Bindemittel und von gelblicher Farbe, welche bisweilen flammig gezeichnet sind, in meterdicken Schichten, viele Pflanzenabdrücke von Calamiten und Farn enthaltend. Nach oben werden diese Sandsteine grobkörniger und kieseliger und enthalten Nester von Pechkohle, die meist mit Eifenkies und Bleifand gefüllt sind. Bisweilen gehen diese Sandsteine in Trümmernmassen über, welche Bruchstücke und Rollsteine von Quarz, Hornstein, Kalkstein und Mergel bis Metergröße enthalten. Die Schichten des Salzflötzes sind hiemit geschlossen.

Alle Thatfachen der 5 letzten Nummern sind sicher und allgemein anerkannt.

55. Die Hebung des Salzflötzes: der Thüringer und der Böhmer Wald, 1800 m. hoch.

Nach der Bildung des Salzflötzes hat auf der Erde wieder eine mächtige Hebung stattgefunden. Alle Thiere, welche in der Salzzeit gelebt haben, finden mit dieser Hebung ihr Ende, ganz neue Thiergattungen treten nach derselben auf, die Hebung ist also eine wichtige, einen Abschnitt im Erdleben bildende und sehr lange dauernde.

Die Gebirgszeit erreicht mit dieser Hebung ihr Ende. Nehmen wir daher von ihr Abschied; werfen wir noch einen Blick auf die vergangenen Zeiten zurück. Die Schalenzeit und die Hügelzeit haben uns die Erde gezeigt unter der Herrschaft der Kohlen säure. Die Lava der Erdschale ist zur Schalenzeit durch das kohlenfaure

Gewässer ihrer Basen beraubt, der kiefelsaure Granit und Gneis ist zurückgeblieben und aus der Tiefe des Meeres in Form von Inseln emporgestiegen, die kohlenfauren Gesteine sind am Grunde des Meeres niedergeschlagen, die Kohlenäure ist aus dem Luftmeere entfernt. Die Inseln sind zur Hügelizeit mit Pflanzen bekleidet, die Meere von Thieren bewohnt; aber die Gesteine sind bei dem Vorwiegen der Kohlenäure nur unvollkommen zerfetzt, das Gestein bildet die blaugraue Grauwacke dieser Zeit. In der Gebirgszeit dagegen herrscht der Sauerstoff. In der Gebirgszeit sind die Granite und Gneise durch die Einwirkung des Sauerstoffes in die durch die Tagesgewässer fortgeschwemmten Sand- und Thonmassen der Schichtgesteine und in die durch die Spaltengewässer aufgelösten chemischen Meeresstoffe zerlegt, aus denen sich durch Thätigkeit der Pflanzen und Thiere die Kohlen- und Kalkschalen, die Schwefelerze und Phosphorsalze gebildet haben und in den Schichtgesteinen niedergelegt sind. In der Gebirgszeit haben sich unter dem Einflusse des Sauerstoffes die rothen Sandsteine mit vorwaltendem Eisenoxyde gebildet, und treten zuletzt selbst schon Trümmergesteine des Sand- und Kalksteines in den Mergeln hervor. In der Gebirgszeit endlich haben sich über dem Festlande hohe Gebirge erhoben, welche, obwohl sie die Massen für die geschichteten Gesteine liefern, dennoch sich viele Hunderte von Metern über dem Meeresspiegel erhoben haben.

Die Hebungen und Senkungen des Bodens werden bei der grössern Ausdehnung des Festlandes bei den mannigfachen Wechslern von Höhe und Tiefe bereits zahlreicher. Daselbe Land ist bald Ebene des Festlandes, bald Küste, bald Meeresgrund gewesen. In der Gebirgszeit haben sich, wie wir sahen, im Ganzen 4500 m. Schichtgesteine gebildet und Räume bedeckt, welche in der Kohlenzeit das Vierfache, in der Kupferzeit das Fünffache, in der Keuperzeit das Sechsfache der in den Gebirgen zu Tage tretenden Urgesteine gebildet haben. Da sich nun in der Kohlenzeit 2000 m., in der Kupferzeit 1000 m., in der Salzzeit 1500 m. Schichtgesteine gebildet haben, so muss das Urgestein der Gebirge, blos um die Massen für diese Schichtgesteine zu liefern, in je 100 Jahren zur Kohlenzeit 351 mm., zur Kupferzeit 242 mm., zur Salzzeit 410 mm. emporgestiegen sein. Das scheint erstaunlich, ist aber, mit den Hebungen Schwedens in der Jetztzeit verglichen, doch nur gering; denn Schweden steigt jetzt in je 100 Jahren 1 bis 2 Meter in die Höhe.

An Feuerbergen ist in der Gebirgszeit kein Mangel, wie die vielen Basalte dieser Zeit beweisen, aber die Gebirgsart ist nicht

mehr in Granit umgewandelt, da die zu diesen Bildungen erforderliche Kohlenfäure fehlt, sondern ist wie die jetzige Lava bereits unverändert geblieben.

Vierter Zeitraum der Erdgeschichte: Die Alpengeschichte.

56. Die Alpengeschichte der Erde.

Die Alpengeschichte der Erde umfasst die Zeit, wo sich die Hochgebirge der Erde, die Alpen*) erhoben und dem Festlande der Erde ihre Gestalt gaben, wo die Säugethiere die Erde bewohnten und die Erde sich zum Empfange ihrer Herrscher, der Menschen, schmückte und vorbereitete.

Es beginnt dieser Zeitraum mit dem Zeitpunkte, wo die ersten Säugethiere auf Erden erschienen. Im Juraflötze finden wir nun die ersten Knochen eines Säugethieres, mit der Bildung des Jura beginnt daher auch die Alpenzeit. Das Juraflötz zeigt uns aber neben den Säugern auch zahlreiche Korallen, welche den jetzigen Korallen der Südsee sehr ähnlich sind, zeigt uns auch Stämme und Blätter alter Zamien und Zyken (*Cycas*). Diese Korallen, diese Zamien und Zyken bedürfen jetzt zu ihrem Leben mindestens eine mittlere Jahreswärme von 22° C., sie finden sich aber im Juraflötz in Gegenden, welche 4 bis 9° C. unter der mittlern Erdwärme haben. Die Erde muss mithin zur Jurazeit 26 bis 31° C. mittlere Erdwärme gehabt haben, oder die Alpenzeit beginnt mit dem Zeitpunkte, als die Oberfläche der Erde die mittlere Erdwärme von 31° C. erreichte.

Die Alpenzeit schließt mit dem Zeitpunkte, wo der erste Mensch auf Erden erscheint. Nach den Ueberlieferungen der Menschengeschichte wie nach den Steinurkunden der Erdoberfläche ist der Mensch erst kurze Zeit, einige tausend Jahre, auf der Erde. Zwar hat Lyell das „Alter des Menschengeschlechtes 1867“ nach-

*) Alp, oberdeutsch die Alb, auch die Alm, bezeichnet die hochgelegenen, über dem Waldgürtel erhabenen Berge mit ihren reichen Matten und Kräutern. Alp ist ein sehr altes Wort, ahd. *alpa*, mhd. *albe*, ins Lat. und Griech. übernommen *alpes* und *álpeis* und ist ein uraltes Wort ardhvá, zend. *eredhwa*, lat. *arduus*, lit. *ardva-s* hoch, erhaben vom Urverb *ardh* erheben. Das dhv ist im Deutschen regelrecht in b übergegangen und dies in p verschoben. Die Bezeichnung ist daher für die Hochgebirge höchst passend.

gewiesen, dass einige Menschenschädel und einige Menschenknochen nebst Steingeräthen angeschwemmt in Höhlen neben den Knochen von Thieren der Schwemmzeit gefunden sind, und zwar in angeschwemmtem Lehme vergraben, und folgert daraus, dass die Menschen schon Millionen von Jahren auf Erden gelebt haben. Aber diese Folgerung ist unberechtigt. Denn einerseits können durch Zufall Knochen verschiedenster Zeit, welche in demselben Boden begraben lagen, in dieselbe Höhle zusammengeschwemmt sein und sind durch Zufall zusammengeschwemmt. Das Zusammenfinden der angeschwemmten Knochen in den Höhlen ist nur ein Beweis, dass auch Menschen in dem Erdboden verunglückt oder begraben sind, welcher die Knochen der Thiere enthält, wobei die Menschen aber ganz später, selbst jetziger Zeit angehören können. Wer wohl wird zwei Münzen gleichen Alters halten, bloß weil sie zufällig zusammengeschwemmt angetroffen werden. Umgekehrt vielmehr, hätten zur Schwemmzeit Menschen auf Erden gelebt, so müsste man überall mit den Knochen der Schwemmgebilde auch steinerne oder eiserne Menschengeräthe, wie Menschenknochen finden. Da man diese nicht überall im Schwemmgebilde findet, so haben zur Schwemmzeit keine Menschen auf Erden gelebt; denn verwerfen können ihre Geräthe nicht, wie die Knochen der Thiere, und ein Menschenleben von Millionen Jahren ist ohne Zeugen der menschlichen Thätigkeit schlechthin unmöglich. Die Folgerung Lyells ist also wissenschaftlich schlechthin zu verwerfen.

Die Menschengattung lebt erst kurze Zeit, einige tausend Jahre, auf Erden, mag man die Zeitbestimmung der menschlichen Ueberlieferung gelten lassen oder nicht. Die Erdoberfläche kann sich während der Menschenzeit nicht abgekühlt haben, wie dies in No. 6 bewiesen ist. Die Wärme der Erdoberfläche zur Menschenzeit ist mithin die jetzige oder 15° C. Die Alpenzeit endet also mit dem Zeitpunkte, wo die Erdoberfläche 15° C. erreicht.

Die Alpenzeit herrscht mithin während des Zeitraumes, dass sich die Oberfläche der Erde von 31° C. auf 15° C. abkühlt.

Die Erhebungen werden während dieser Zeit bedeutend. Die Hochgebirge erreichen die Höhe von 2000 bis 5000 m. über dem Meeresspiegel; die Erdkruste erhält ihre höchsten Gipfel, die in den Himmel aufsteigenden Alpenspitzen, die Wetter scheidenden Alpenkämme, und zerfällt dadurch erst in mannigfache Becken mit eigenthümlichen Pflanzen- und Thierreichen, die Thierwelt entfaltet ihre höchsten Formen, die die Erde bevölkernden

und beherrschenden Säugethiere, die ganze Erde aber schmückt sich wie eine Braut zum Empfange ihres künftigen Gebieters, des Menschen, der sie bebauen und beherrschen, der sie bewohnen und schmücken, der mit ihr gemeinam sein irdisches Leben durchwandern, Leid und Freude theilen soll, bis der Tod sie scheidet. Die chemischen Vorgänge treten in der Alpenzeit zurück; die Thiere bauen die Felsen im Meere, das durch seinen Salzgehalt von den Süßwasserbildungen sich streng unterscheidet, die Erde belebt sich mit mannigfachen Geschlechtern der Säuger, welche den jetzt lebenden je länger je mehr ähnlich werden.

Die Alpenzeit zerfällt in vier Zeitabschnitte:

Im ersten Zeitabschnitte, der Jurazeit, bildet sich das erste Alpenflötz, das Jurafötz, von den Korallen des Juras erbaut. Die ersten Säugethiere, die Flosser, d. h. die Walle und Robben, bevölkern die Meere dieser Zeit.

Im zweiten Zeitabschnitte, der Kreidezeit, bildet sich das Kreideflötz. Wieder sind es kleine Thierchen, welche durch ihre Panzer die Schichten bauen. Die Hufer bewohnen bereits als erste Säugethiere die Ebenen der Erde.

Im dritten Zeitabschnitte, der Kragzeit, bildet sich das Kragflötz und erscheint bereits die dritte Ordnung der Säugethiere, die Pfoter, auf der Erde.

Im vierten Zeitabschnitte, der Fluthzeit, bildet sich das Fluthflötz und erscheint die oberste Ordnung der Säugethiere, die Händler oder die Affen, auf der Erde.

Da der ganze Zeitraum 16° C. umfasst, so kann man auf den ersten 5, auf den zweiten und dritten je 4 und auf den vierten Zeitabschnitt 3° C. rechnen.

Die Alpenzeit zerfällt in vier Zeitabschnitte: die Jurazeit von 31 bis 26° C., die Kreidezeit von 26 bis 22° C., die Kragzeit von 22 bis 18° C., die Fluthzeit von 18 bis 15° C.

Erster Abschnitt der Alpengeschichte:

Die Jurazeit der Erde, $31-26^{\circ}$ C.

57. Das Luftmeer und die Thiere der Jurazeit.

Der Jura führt uns der Gegenwart um einen grossen Schritt näher und lässt uns in den Versteinerungen seiner Gebilde grossen-

theils dieselben Vorgänge erkennen, welche wir heute wahrnehmen. Besonders gilt dies von den Bauten der Korallenthiere, welche den Korallenbauten der Gegenwart so vollständig entsprechen, dass uns der deutsche Jura ebenso große Aufschlüsse über diese Vorgänge giebt, wie die Beobachtung jetziger Bildungen.

In der Gegenwart ist die Bildung solcher Korallenriffe sehr schön von Ehrenberg im rothen Meere und von Darwin im indischen Meere und im Weltmeere beobachtet worden. In dem Weltmeere findet man die lebenden Korallen stets nur in einem Gürtel von sehr geringer senkrechter Ausdehnung, nie höher, als der niedrigste Wasserstand ist, da die Korallen sofort sterben, sobald sie aus dem Wasser kommen, und nie tiefer als 20 Meter nach Darwin, oder als 70 Meter nach Quoy und Gaimard unter dem Meeresspiegel. Alle tiefer gefundenen Korallenbauten sind verlassen, oder die Bewohner derselben ausgestorben.

Die Korallen bilden theils Küstenriffe, welche unmittelbar der Küste anliegen, theils Dammriffe, welche in $\frac{1}{2}$ bis 20 Meilen Entfernung gleichlaufend mit der Küste hinziehen und die Küste Australiens in mehr als 200 d. Meilen Länge umkränzen, theils endlich Lachenriffe oder Atolls, bei denen die Küste, welche sie ursprünglich umkränzten, verschwunden und nur das umgebende Korallenriff übrig geblieben ist.

Alle diese Riffe oder Atolls fallen nach dem Meere zu fast senkrecht ab; erst in Tiefen von 130 bis 400 Meter findet man ebenen Meeresgrund, aus Bruchstücken von Korallen, Muschelchalen, Knochen und Sand gebildet. Innerhalb der Riffe nimmt die Tiefe von 100 Meter bis zu gänzlicher Seichtheit ab. Alle Küsten- und Dammriffe haben ferner dort, wo Flüsse münden und Flüsse Wasser in das Meer führen, Oeffnungen, durch welche die äussere braufende See mit dem ruhigen Binnengewässer in Verbindung steht und beim Wechsel der Ebbe und Fluth mächtige Wasserströme ein- und ausfriesen. Auch die Lachenriffe oder Atolls besitzen eine oder mehrere solcher Oeffnungen.

Je nach der Art bewohnen die Korallen nun verschiedene Striche der Riffe. Aussen im tobenden Meere wohnen die stärksten und kräftigsten, innen im Binnengewässer oder in den Zwischenräumen der Korallenstöcke die zarteren. Seesterne und Holothuriae, Krabben und Muscheln stellen diesen Korallen nach und siedeln sich an dem Riffe an, die Masse desselben durch ihre Schalen vermehrend.

Da die Korallen selbst nie tiefer als 70 Meter unter der Ober-

fläche des Meeres bauen, so müssen alle die Küsten, bei denen wir verlassene Korallenstöcke in grösserer Tiefe finden, einst höher gewesen sein als jetzt. Der Meeresgrund, auf welchem die Damm- und Lachenriffe aufgebaut sind, und der jetzt 130 bis 400 Meter unter der Oberfläche des Meeres liegt, muss also zu der Zeit, als die ersten Korallen ihre Riffe anbauten, 60 bis 330 Meter höher gelegen haben als jetzt. Denken wir uns aber den Meeresgrund um soviel erhöht, so verwandeln sich alle Damm- und Lachenriffe in ursprüngliche Küstenriffe; nur die allmähige Senkung des Meeresgrundes ist daran Schuld, dass Küste und Riffe sich allmähig von einander entfernten und ein mehr oder minder breiter Meeresarm zwischen sie trat.

Ueber der Meeresfläche können die Korallen, wie bereits erwähnt, nie bauen; alle Inseln, welche durch die Thätigkeit von Korallen entstanden sind, müssen daher in ihren obern Schichten aus Gerölle bestehen, welches aus zertrümmerten Korallen, Muschelschalen und Sand zusammengebacken ist. Die Thätigkeit der Korallen bleibt allein darauf beschränkt, weiter zu bauen, wenn das Land tiefer unter die Meeresoberfläche sinkt. Nehmen wir bei den Inseln der Südsee eine ebenso grosse Senkung an, als die Hebung in Schweden beträgt, so würden die Korallen in je 100 Jahren 1 Meter hoch zu bauen haben. Nun aber haben die Korallen des indischen Meeres nach Darwin's Beobachtung den Kupferbeschlag eines Schiffes bereits in 20 Monaten mit einer $\frac{2}{3}$ Meter dicken Korallenschicht bekleidet und auf dem Keeling-Atoll einen Graben, welchen die Bewohner zum Durchbringen eines neu gebauten Schooners aufgebrochen hatten, in 10 Jahren fast gänzlich wieder ausgefüllt, und ist daher nicht zu bezweifeln, dass die Korallen auch bei noch schnellerer Senkung sehr wohl im Stande sein würden, die fehlende Masse zu ergänzen.

In der Jurazeit hat sich nun an der Küste Europas ein grosses Korallenriff von 150 d. Meilen Länge gebildet und bei der allmähigen Senkung des Bodens die Höhen des deutschen und des schweizer Jura aufgebaut, welche im Meere bis 1400 Meter hoch über der Ebene gebaut und später mit der ganzen Ebene aus dem Meere emporgehoben sind. Da die Korallenthier nicht in süßem Wasser leben, da sie selbst im Meere die Ströme des Flusswassers mit geringem Salzgehalte fliehen, so können sie vor der Salzzeit, wo das Meer seinen Salzgehalt erhielt, nicht bestanden haben, und findet ihr massenhaftes Auftreten in der Jurazeit hiedurch seine Erklärung.

Auser den Bauten der Korallen zeigt uns der schweizer Jura aber auch deutlich die andern Bildungen des jetzigen Meeresufers. Deutlich kann man an ihm die Dünenbildung, den Uferschlamm erkennen, deutlich die Striche nachweisen, welche zur Jurazeit die Quallen, namentlich die den Seeigeln ähnlichen (*Cidaris*-) Arten, die Muscheln und Schnecken in den verschiedenen Tiefen der Meeresküste einnahmen. Deutlich kann man in den Gesteinen die Stämme und Blätter der alten Zamien und Zyken (*Cycas*) nachweisen, welche wie die Korallenbänke auf eine Jahreswärme von 22° C. in den Gegenden des Jura hinweisen. Die lithographischen Steine Solenhofen's liefern uns überdies aus dieser Zeit die zartesten Abdrücke von Pflanzen und selbst von Schwingern (*Insecta*).

Unter den Wirbelthieren der Jurazeit treten neben den drachenartigen, abenteuerlichen Gestalten der Saurer jener Zeit: den Ichthyofauren (halb Fisch, halb Krokodil), den Pleisiofauren (halb Fisch, halb Schlange) und den Pterodactylen (halb Lurch, halb Vogel), welche noch an die frühern Zeiten erinnern, zuerst die unfern gegenwärtigen Thieren entsprechenden Gestalten auf. So unter den Fischen die Megaluren mit gleichlappigen Schwanzflossen und die *Aspidorhynchen* mit schnabelförmig verlängerter Schnauze, so unter den Lurchen die *Mystriofauren* mit ächtem Krokodilrachen, so vor Allem im Plattenschiefer von Stonesfield die ersten Ueberreste aus der höchsten Klasse der Wirbelthiere, die ersten Reste von Säugern.

Die Ueberreste der Säuger, welche man im Juraflötz bis jetzt gefunden hat, bestehen freilich nur aus zwei Unterkiefern und lassen die Stellung der Gattungen zweifelhaft, welchen sie angehören. Beide zeigen den Gelenkknopf der Säuger, beide die doppelten Zahnwurzeln, beide 6 getrennte Schneidezähne, einen mittelgroßen Eckzahn und dreispitzige Backenzähne. Der Unterkiefer des *Thylacotherium* trägt übrigens 6 falsche und 6 wahre Backenzähne, der des *Phascolotherium* 3 falsche und 4 wahre Backenzähne. Die Thiere scheinen hienach der Sippe der Robben angehört zu haben; bis Weiteres ermittelt ist, wird es demnach erlaubt sein, sie zur untersten Ordnung der Säuger, zu den Flossern, zu rechnen.

58. Die Schichten des Jurafötzes.

Die Schichten des Jurafötzes betragen im Mittel 1000 m. Tiefe. Sie nehmen zwar auf den Gesteinskarten (geologischen Karten) nur

einen geringen Raum ein, sind aber dennoch theils wegen der Eigenthümlichkeit ihrer Versteinerungen, theils wegen der Eigenthümlichkeit ihrer Schichten stets ein bequemer Ausgangspunkt gewesen, um einerseits zu den ältern Schichten hinab, andererseits zu den jüngern hinaufzusteigen.

Die rothen Sandsteine, welche in der Gebirgszeit die einzelnen Zeitabschnitte einleiteten, treten in der Jurazeit bereits zurück. Kalkschichten, welche am Grunde des Meeres niedergeschlagen sind, mit ihren zahlreichen Versteinerungen von Muscheln und Fischen wechseln mit Mergelschichten, welche aus der Verwitterung und Zertrümmerung von Kalkfelsen und Urgesteinen entstanden sind und groentheils als Erde des Festlandes den Sitz damaligen Pflanzen- und Thierlebens bildeten.

Das Erste, was bei diesen Bildungen in die Augen fällt, ist der grose Antheil, den die Thiere dieser Jurazeit an dem Baue der Schichten nehmen. Die Korallenthierc des Jura bauen, wie wir gesehen haben, Felsen von 1400 m. Höhe. Nach den Beobachtungen von Bischof wiegt nun eine der jetzigen Austern im Mittel $0,5116$ Gramm und ihre Gehäuse im Mittel $2,1136$ Gramm oder das $4,11$ fache ihres Leibesgewichtes. Um diese Menge kohlenfauren Kalksalzes auszuschcheiden, musste eine Auster mithin aus $487,11$ Pfund oder aus dem 44273 fachen ihres eigenen Leibesgewichtes Meerwasser sämmtlichen kohlenfauren Kalk ausscheiden.

Noch bedeutender sind die Mengen Meerwasser, welches die Zellthierchen zur Kreidezeit aufnehmen mussten, um ihre Panzer zu bilden. Von den Kämmern (Polythalamien), deren Panzer die Kreide zusammensetzen, gehen nach Ehrenberg über 10 Millionen auf 1 Pfund. Es wiegt der Panzer eines solchen Thierchens mithin höchstens $0,0005$ Gramme, da nun die Zellthierchen sich sehr schnell, oft in 24 Stunden entwickeln, so muss das Thier in 24 Stunden mindestens aus dem 10000 fachen seines Gewichtes an Meerwasser allen kohlenfauren Kalk ausscheiden, um seinen Panzer zu bilden.

Diese grose Zeugungskraft der thierischen Lebensthätigkeit muss uns in Erstaunen versetzen, sie zeigt, wie Groses auch mit kleinen Kräften im Leben der Erde erreicht werden kann.

Der häufige Wechsel der Schichten, die verschiedene Beschaffenheit derselben und die Verschiedenheit ihrer Versteinerungen sind nicht minder auffällig, sie beweisen, dass die Küsten der Meere in der Jurazeit mehrfach gehoben und gesenkt, bald aus dem Meere aufgetaucht, bald unter dasselbe versenkt sein müssen, und lassen es als nothwendig erscheinen, dass manche von diesen Ge-

Lurche, welche sich in dem Schlamm der Blaukreide vergraben haben, so die Zähne von Haifischen, so die Abdrücke von Thunfischen, z. B. das Palaeorhynchum in den Schieferen von Glarus, so mannigfache Eidechsen und Krokodile. —

In England, das jetzt nur 12° C. mittlere Wärme, d. h. 3° C. unter der mittlern Erdwärme, hat, herrscht zur Zeit der Blaukreide also noch tropische Wärme, d. h. 21 bis 23° C., die Erdoberfläche hatte zu jener Zeit mithin noch im Mittel 24 bis 26° C.

Für die ganze Zeit der Blaukreide müssen übrigens die Schichten im Norden der Alpen, in England und Deutschland von denen im Süden der Alpen geschieden werden, da sie durchaus verschieden gebildet sind. Die Scheidung Europas durch die Alpen beginnt sich bereits bemerklich zu machen.

62. Die Grünkreide und ihre Hebung: der Monte Viso, 2500 m. hoch.

Zur Zeit der Grünkreide wird die Gestaltung zunächst wieder einfacher. Dieselben Verhältnisse herrschen zunächst nördlich und südlich der Alpen, wie dies die Uebersicht in No. 21 zeigt, erst gegen Ende der Grünkreide beginnen wieder beide Theile Europas ihre eigenthümlichen abweichenden Schichten zu bilden.

Die Grünkreide wird durch eine bedeutende Hebung, die des Monte Viso, emporgehoben; die Zeit der Grünkreide erreicht damit ihr Ende.

63. Die Weiskreide und ihre Hebung: die Pyrenäen, 3000 m. hoch

Die Weiskreide zeigt uns abermals die erstaunenswerthe Zeugungskraft der kleinsten Zellthierchen. Die Kreidekämmer (Polythalamien) und die Kiefelpanzerer von 0,09 bis 0,30075 mm. Länge und von 0,05 Milligramme Gewicht, von denen mehr als 10 Millionen auf 1 Pfund Kreide gehen, bauen ganze Gebirge und erzeugen Massen, gegen welche alle Reste höherer Thiere, alle Bauwerke der Menschen verschwindend klein sind. Auch hier sind es wieder, wie bei den Korallenstöcken, die gefelligen Thiere, die Kreidekämmer (Polythalamien), welche gemeinsam in den Kammern eines und deselben Gehäufes wohnen und, indem sie ihre Arme aus den mannigfachen Löchern des Gehäufes herausstrecken, ihre Lebensmittel herbeischaffen. Auch die Münzer (Nummuliten) gehören

ordnung gleichzeitiger Niederschläge höchst schwierig. Europa-Afien-Afrika trennt sich bereits einerseits von Amerika, andererseits von Australien, jedes dieser drei Festländer zeigt bereits verschiedene Thierarten. Uebrigens sind die Verhältnisse doch noch viel einfacher als heute. Die Alpen und die Cordilleras sind noch nicht emporgestiegen; das Wetter ist daher noch ein gleichmäßiges, lange nicht so mannigfach, wie in der Gegenwart.

Von Thieren müssen zur Kreidezeit die Hufer, d. h. die zweite Ordnung der Säuger, neu erschienen sein. Aber sowohl die Vögel wie die Säuger der Kreidezeit, d. h. alle Luftthiere der Kreidezeit, sind sämmtlich von der Erde wieder verschwunden, ohne Zeichen ihres Daseins hinterlassen zu haben. Wären uns nicht in dem Salzflötze die Abdrücke der Vogelspuren, wären uns nicht im Jurasflötze die beiden Unterkiefer von Säugern erhalten, wir hätten vor dem nächsten Zeitabschnitte keine Spur von dem Dasein der Vögel und Säugethiere gefunden und müssten das schrittweise Auftreten der höhern Ordnungen leugnen. Durch die vorliegenden Thatfachen ist aber das schrittweise Auftreten der jedesmal nächst höhern Stufe in dem jedesmal nächst folgenden Zeitabschnitte festgestellt, und müssen wir daher behaupten, dass auch in der Kreidezeit, die nächst höhere Ordnung, die der Hufer, auf Erden aufgetreten sei, wenn auch bis jetzt keine Spur derselben entdeckt ist. Der nächst folgende Zeitabschnitt, die Kragzeit, wird uns dann bereits die zweithöhere Ordnung, die der Pflanze, zeigen.

Die Einzelheiten werden wir bei den einzelnen Schichten des Kreideflötzes kennen lernen.

61. Die Blaukreide (Wealden rocks und Neocomien).

In den Schichten der Blaukreide treten uns zum ersten Male Erscheinungen der Flussdeltten anschaulich entgegen. Die Schichten des Blaukalkes (Purbeck beds) geben uns zuerst die Beläge einer unzweifelhaften Süswasserbildung: Reste von Flussschnecken (Paludinen) und von Cypriskrabben, welche nur in süßem Wasser leben konnten, Reste von Eidechsen und Schildkröten, welche sich noch heute in der heissen Zone in den Niederungen und Flussdeltten versammeln, um dort ihre Eier in dem Sande des Strombettes zu vergraben. Dazwischen vereinzelte Austerbänke, welche sich bildeten, sobald die Deltten unter die Oberfläche des Meeres versanken.

Von Wirbelthieren findet man die Knochen der Fische und

Lurche, welche sich in dem Schlamm der Blaukreide vergraben haben, so die Zähne von Haifischen, so die Abdrücke von Thunfischen, z. B. das Palaeorhynchum in den Schiefen von Glarus, so mannigfache Eidechsen und Krokodile. —

In England, das jetzt nur 12° C. mittlere Wärme, d. h. 3° C. unter der mittlern Erdwärme, hat, herrscht zur Zeit der Blaukreide also noch tropische Wärme, d. h. 21 bis 23° C., die Erdoberfläche hatte zu jener Zeit mithin noch im Mittel 24 bis 26° C.

Für die ganze Zeit der Blaukreide müssen übrigens die Schichten im Norden der Alpen, in England und Deutschland von denen im Süden der Alpen geschieden werden, da sie durchaus verschieden gebildet sind. Die Scheidung Europas durch die Alpen beginnt sich bereits bemerklich zu machen.

62. Die Grünkreide und ihre Hebung: der Monte Viso, 2500 m. hoch.

Zur Zeit der Grünkreide wird die Gestaltung zunächst wieder einfacher. Dieselben Verhältnisse herrschen zunächst nördlich und südlich der Alpen, wie dies die Uebersicht in No. 21 zeigt, erst gegen Ende der Grünkreide beginnen wieder beide Theile Europas ihre eigenthümlichen abweichenden Schichten zu bilden.

Die Grünkreide wird durch eine bedeutende Hebung, die des Monte Viso, emporgehoben; die Zeit der Grünkreide erreicht damit ihr Ende.

63. Die Weiskreide und ihre Hebung: die Pyrenäen, 3000 m. hoch

Die Weiskreide zeigt uns abermals die erstaunenswerthe Zeugungskraft der kleinsten Zellthierchen. Die Kreidekämmer (Polythalamien) und die Kieselpanzerer von 0,109 bis 0,30075 mm. Länge und von 0,05 Milligramme Gewicht, von denen mehr als 10 Millionen auf 1 Pfund Kreide gehen, bauen ganze Gebirge und erzeugen Massen, gegen welche alle Reste höherer Thiere, alle Bauwerke der Menschen verschwindend klein sind. Auch hier sind es wieder, wie bei den Korallenstöcken, die geselligen Thiere, die Kreidekämmer (Polythalamien), welche gemeinsam in den Kammern eines und deselben Gehäufes wohnen und, indem sie ihre Arme aus den mannigfachen Löchern des Gehäufes herausstrecken, ihre Lebensmittel herbeischaffen. Auch die Münzer (Nummuliten) gehören

trotz ihrer bedeutenden GröÙe zu dieser selben Sippe mikroskopischer gefelliger Thierchen.

Gefellig mit den Kreidekämmern (Polytalamien) der Kreide, aus denen die ganze weise Kreide besteht, leben viele Kieselpanzerer. Die winzig kleinen Panzer dieser Thierchen gruppen sich in der feuchten, noch wenig starren Masse, wie man dies bei Gemengen von fein gepulvertem Thone und Kiesel, die zu Porzellantieg benutzt werden, nach jahrelangem Lagern beobachtet hat, und bilden durch gegenseitige Anziehung knotige, nur aus Kieselpanzern bestehende Massen, die späteren Feuersteinmassen, welche in der Kreide meist regelmäÙige Lager bilden. Von gröÙern Thieren ist bei der Weiskreide das groÙe Thier von Maastricht, *Mosasaurus Hofmanni*, eine Eidechse von mehr als 8 Metern Länge, zu erwähnen, welche in den Flussmündungen lebte.

Die Weiskreide ist durch eine gewaltige Hebung, die der Pyrenäen, gehoben, welche die ganze Kreidezeit beendet und damit einen großen Abschnitt im Leben der Erde bildet. Das gesammte südliche Europa, die drei Halbinseln der Pyrenäen, der Apenninen und des Balkans verdanken dieser Hebung ihr Emporsteigen aus dem Meere.

Alle Thatfachen der vier letzten Nummern sind sicher und allgemein anerkannt, die Rechnungen streng aus den Sätzen der frühern Nummern abgeleitet.

Dritter Abschnitt der Alpengeschichte:

Die Kragzeit der Erde, 22—18 ° C.

64. Das Luftmeer und die Pflanzen und Thiere der Kragzeit.

Die Schichten des Kragflötzes, welche auf dem Kreideflötze lagern, haben 500 m. Mächtigkeit im Mittel, bieten in den verschiedenen Gegenden der Erde bereits große Verschiedenheiten dar, und nöthigen uns, die Schichtenbildung der einzelnen Länder gesondert zu verfolgen, da auch selbst die Versteinerungen nach den verschiedenen Oertlichkeiten verschieden ausfallen. Beim Beckenkrag müssen wir allein in Europa 3, beim Klippen- und Bernkrag selbst 7 verschiedene Landschaften unterscheiden.

In den Schichten der Kragzeit finden sich die Stämme und Knochen der damaligen Gattungen zum Theile trefflich erhalten und zeigen uns die mannigfachsten Formen.

Von den Pflanzen finden wir in diesen Schichten zuerst die Bletzen (*Monopetalae*) und die Blumen und Nelken (*Polypetalae*). Es erscheint dies um so auffallender, als die nächst niedern Pflanzen, die Wurze (*Apetalae*), bereits in der Kohlenzeit auftreten und das Auftreten der nächst höhern Klasse, der Bletzen (*Monopetalae*), daher in der Kupferzeit, das der zweithöhern Klasse, der Blumen (*Polypetalae calyciflorae*), in der Salzzeit, endlich das der dritthöhern Klasse, der Nelken (*Polypetalae thalamiflorae*), in der Jurazeit vermuthet werden musste. Beachtet man jedoch, dass diese Pflanzen meist Luftgewächse sind, und die Luftthiere jener Zeiten ebenso verschwunden sind, wie die Luftgewächse, so kann uns dies späte Auftreten der Versteinerungen höherer Pflanzen nicht Wunder nehmen. Unter den Pflanzen finden wir übrigens zur Kragzeit Palmen in unfern Breiten, welche 7—11° C. unter der mittlern Jahreswärme haben. Da nun Palmen nur in Gegenden vorkommen, welche mindestens im Januar 5° C., im Juli 17° C., im Mittel also 11° C. haben, so muss die Erde zur Kragzeit 18 bis 22° C. gehabt haben.

Von den Säugern treten in der Kragzeit zuerst die dritte Ordnung, d. h. die Pfofer, hervor. Unter den Hufnern herrschen die Dickhäuter, unter den Pfofern die Nager, während die eigentlichen Raubthiere noch wenig vertreten sind. Eine genauere Untersuchung zeigt uns überdies eine Entwicklung auch innerhalb dieses Zeitabschnittes.

Keine Zeit der Erdgeschichte ist so reich an gewaltigen Hebungen und Erdbewegungen als die vorliegende Kragzeit. Denn während uns die frühern Zeitabschnitte durchschnittlich nur eine Hebung, und zwar von untergeordneter Bedeutung, zeigten, und während die Kreidezeit 2 Hebungen aufzuweisen hatte, so bietet uns die Kragzeit deren 3, und überdies die gewaltigsten auf der ganzen Erde. Alle Hochgebirge der Erde, in Europa namentlich die Alpen und die Kjölen, in Asien der ganze Gebirgsgürtel vom Kaukasus bis zum Himalajah und Sineschan, scheinen diesen Hebungen ihren Ursprung zu verdanken. Die Macht derselben ist so groß, dass sich die Gipfel dieser Gebirge in Europa bis 5000 Meter, in Asien sogar bis 9000 Meter erheben.

Während zur Gebirgszeit jede folgende Hebung die nächst vorhergehende in Europa um 200 Meter übersteigt, so übertrifft während der Kragzeit sogar die letzte Hebung die nächst vorhergehende in Europa um 1000 Meter an Höhe.

**65. Der Beckenkrag (Eocene) und seine Hebung: Corsica,
3500 m. hoch.**

Die Kragzeit bietet unter allen Zeitabschnitten die sichersten Beweise einer abwechselnden Hebung und Senkung ihrer verschiedenen Schichten. Allein im Pariser Becken lagern viermal abwechselnd Meeres- und Süswassergebilde über einander.

Unter den Thieren des Beckenkrafs fehlen die Wiederkäuer noch gänzlich. Die Dickhäuter sind im Beckenkrafs die Paläotherien und Anoplotherien, welche etwa in der Mitte stehen zwischen Tapir- und Nashorn, und deren größte Art die Größe eines Pferdes erreicht; sie gehören sämmtlich ausgestorbenen Gattungen an. Von den Pfotern erscheinen in diesen Gebilden aus den Beuteltieren die Beutelratte, aus den Nagern der Siebenschläfer, aus den Raubthieren eine Hundart und eine Zibethkatze, aus den Flederthieren die Fledermaus; die Raubthiere dieser Zeit erreichen etwa die Größe unsers Wolfes.

Die verschiedenen Oertlichkeiten üben zu dieser Zeit noch nicht bedeutenden Einfluss auf das Vorkommen der Thiere aus, wie namentlich das Auftreten einer ächten Beutelratte im Grobkalke Europas beweist, während die Beuteltiere jetziger Zeit nur in Amerika und Australien leben.

Die Hebung des Beckenkrafs durch die Hebung von Corsica macht diesem Leben ein Ende und ruft neue Thiergeschlechter hervor.

**66. Der Klippenkrag und der Bernkrag und ihre Hebungen:
die Alpen, 4000—5000 m. hoch.**

In dem Klippenkrag und im Bernkrag treten bereits die Wiederkäuer auf mit eigentlichen Hirsch-, Moschus- und Antilopen-Arten. Unter den Dickhäutern treten die Paläotherien mehr zurück; dagegen erscheinen die Lophiodonten, die Tapire jener Zeit, die Nashörner verschiedener Gattungen, die Mastodonten, welche den Elephanten gleich große Rüssel tragen und erreichen beträchtliche Größe. Von den Pfotern bleiben die Nager in bisheriger Zahl, dagegen werden die Raubthiere zahlreicher und größer, Pantherarten, Amphicyon und Hyänodon bewohnen Europa.

Der Klippenkrag und der Bernkrag zeigen uns die bedeutendsten Hebungen der Erde. Der Klippenkrag wird durch die Westalpen, der Bernkrag durch die Hauptalpen emporgehoben, erstere

steigen 4000 m., letztere 5000 m. über den Meeresspiegel. Die klassischen Untersuchungen Bernhard Studer's über die westlichen Alpen haben diese Verhältnisse trefflich aufgeklärt.

Die Massen der Urgesteine, aus denen die Hauptkette der Alpen besteht, sind deutlich in Schichten gefondert; aber diese Schichten lagern nicht wagerecht, nicht unter einem mehr oder weniger grossen Neigungswinkel; senkrecht stehen sie aufgerichtet und bilden in diesen senkrechten Platten die höchsten Gipfel der Alpen, die kühnen Gipfel eines Montblanc und Monterosa, die spitzen Formen ihrer Nadeln (Aiguilles), die scharfen Hörner und mannigfach ausgezackten Käme und Grate.

Die Mitte der Urgesteine steht auch jetzt noch senkrecht; je weiter nach beiden Seiten hin man sich aber entfernt, um so mehr haben sich die senkrechten Platten nach aussen geneigt, hängen über und haben die Lage der Stiele eines Fächers, der nach oben auseinandergeschlagen ist. Die senkrechten Wände der mittlern Masse haben noch nahe das Gepräge von Graniten, wogegen die äussern, überhängenden mehr in Gneis- und Glimmerschiefer und zuletzt in reinen Tauschiefer übergehen.

Auch die Schichtgesteine haben in der Schweiz durch diese Hebung ihre Lagerung wesentlich verändert. Die Sandmole (Molasse) und Nagelfluhe liegen zu äusserst von den Alpen und bilden hohe Berge, welche wie der Rigi nach aussen hin hohe Abstürze mit fast senkrechten Wänden zeigen, und deren Schichten sich nach den Alpen zu allmählig senken und unter die Gebilde der Kreideschichten einzuschliessen scheinen.

Die Kreidegebilde haben zwar unter sich ihre regelrechte Lagerung behalten, indem Blaumergel (Neocomien) und Grünfand, Grünkalk (Seewerkalk), Sandmole (Macigno) und Münzkalk (Nummulitenkalk) von unten nach oben auf einander lagern. Aber die Steilabfälle der Kreidegebilde sind wieder nach aussen gerichtet und erheben sich hier fast senkrecht, während die Schichten sich abermals nach den Alpen hin senken und der Grünkalk und die Sandmole wiederum unter den Alpenkalk des Juraflötzes einzuschliessen scheinen.

Der Alpenkalk des Juraflötzes endlich trägt auf seinem Gipfel den Münzkalk (Nummulitenkalk) und Sandmole (Macigno) der jüngsten Kreidezeit und zeigt nach aussen wie nach innen jähe Abstürze mit fast senkrechten Wänden, so dass tiefe Thäler ihn nach beiden Seiten hin begrenzen. Die Schichten desselben sind wagerecht gelagert, aber nach der Mitte der Kalkmasse hin muldenförmig eingesenkt und nur nach den beiden Rändern hin aufsteigend.

Es lässt sich diese Lagerungsweise der Schichten nur dadurch erklären, dass man ein starkes Auswaschen und Zusammensinken der unter den geschichteten Gesteinen lagernden Granite annimmt, welches um so gewaltiger ist, je näher man dem Urgesteine der Alpen und seinen senkrechten Wänden kommt. Die geschichteten Gesteine sinken daher nach dem Kamme der Alpen zu ein, das Gewicht der Alpenmasse wird dadurch zugleich bedeutend geringer, und steigen daher die Massen mit den geschichteten Gesteinen in die Höhe, deren senkrechte Abstürze nun nach ausen heraustreten, während die Schichten sich nach dem Kamme zu senken.

Am stärksten wird das Auswaschen und zugleich die Hebung in der Mitte der Alpen, der Granit verschwindet förmlich unter den Gneismassen, und der Druck der benachbarten Lagen, wie die hebende Kraft des von unten drängenden Gesteines richtet die Gneisschichten auf, dass sie senkrecht aus den Spalten hervortreten.

Alle Thatfachen der drei letzten Nummern sind sicher und allgemein anerkannt.

Vierter Abschnitt der Alpengeschichte:

Die Fluthzeit der Erde, 18—15° C.

67. Das Luftmeer und die Thiere der Fluthzeit.

Keine Zeit zeigt uns die bauende Gewalt des Wassers so deutlich als die Fluthzeit, mit welcher wir es jetzt zu thun haben. Im ersten Abschnitte, zur Zeit der Wasserfluth, haben grose Wassermassen die Ebenen der Erde bedeckt und Gerölle gebildet, welche die Knochen der damaligen Thiergeschlechter vergraben und versteinet haben. Im zweiten Abschnitte, zur Zeit der Gletscherfluth, dagegen sind es die Gletscher, welche durch ihre Eismassen zertrümmernd und bauend auftreten und die neuesten Bauten auf Erden aufführen.

Die Hebung des Tenare trennt diese beiden Zeitabschnitte von einander. Das Festland von Europa-Asien-Afrika, das von Amerika und das von Australien zeigen jedes schon die entsprechenden Thiere, welche sie jetzt noch besitzen.

Während in Europa zur Schwemmzeit dieselben Arten vertreten sind, welche wir heute noch in Europa, Asien und Afrika finden, treten uns in den Höhlen Brasiliens und den Pampasthonen des Rio de la Plata zahlreiche Reste riesenhafter Faulthiere, Mega-

therien und Mylodonten, Gürtelthiere und Ameisenfresser entgegen, nebst vielen amerikanischen Affen und Katzen, Tapir's und Pecari's, Nagern und Beutelratzen, Vögeln, Schlangen und Krokodilen, wie sie noch jetzt in Amerika leben. Von europäisch-afischen Gattungen finden wir nur eine eigenthümliche Mastodon, und eine Pferdeart in den amerikanischen Gebilden der Schwemmzeit. Ebenso zeigen die Schwemmgebilde Australiens nur diesem Festlande eigenthümliche Formen. Die Beutelthiere, welche auch heute noch sämtliche einheimische Säuger Australiens bilden, mit Ausnahme des tief stehenden Schnabelthieres, umfassen auch zur Schwemmzeit fast sämtliche Säuger Australiens und zeigen Gestalten, welche den verschiedensten Zünften der Säuger, den Wiederkäuern und Nagern, den Raubthieren, Insectenfressern und Affen entsprechen. Besonders zeichnen sich die versteinerten Knochen der Känguruh, zum Theile von riesiger Größe, sowie die der Wombat und Beutelwölfe aus. Das einzige Thier, welches zur Schwemmzeit in Australien europäisch-afische Formen zeigt, ist wiederum eine Art des Mastodon.

Alle Thatfachen der Nummer sind sicher und allgemein anerkannt.

68. Das Wetter und die Thiere der Schwemmzeit.

Die Schwemmgebilde bedecken die ganze obere Schweiz, West-Frankreich, Nord-Italien, die norddeutschen, russischen, afischen, die amerikanischen und die australischen Niederungen; sie bestehen aus Schichten rothen Thones, welche mit Geröllen von der Größe einer Faust, mit Gries- und Sandschichten wechseln, wie solche noch jetzt von Flüssen in den Ebenen niedergelegt werden. Reichliche Knochenmengen finden sich in denselben, am schönsten erhalten, wenn die Thonschichten mit den Knochen durch die Gewässer in Höhlen der Kalkgebirge geführt, hier abgelagert, durch den Tropfkalk (Stalaktitenkalk), welcher von den Wänden der Höhlen herabtröpfelt, vor den Einflüssen der Luft bewahrt und in eine Breche zusammengebacken sind, wie man dies in den Höhlen des Jura und Harzes, in denen die Bärenknochen überwiegen, in der Höhle von Kirkdale in Yorkshire, wo Hyänen vorwalten, in den Höhlen Brasiliens und Australiens so übereinstimmend findet.

Von Flossern beleben Seehunde, Wallfische und Delphine die Meere der Schwemmzeit. Gewaltige Elephanten, Mammuth und Mastodonten, Flusspferde und Rhinocerosarten weiden auf den

Ebenen und stellen uns die Diokhäuter dieser Zeit dar. Von Wiederkäuern finden wir Heerden von Hirschen und Rehen, von Antilopen und Rindern, von Einhufern zahlreiche Pferde auf den reichen Ebenen. Riefenhafte Raubthiere, Bären und Hyänen, Katzenarten, welche unfre jetzigen Löwen und Tiger weit an Gröse übertreffen, stellen denselben nach und finden in ihnen reichliche Nahrung, während die zahlreichen kleinen Nagethiere den Füchsen jener Zeit Speise gewähren.

Zugleich sind die Gattungen der Pflanzen und Thiere um diese Zeit viel weiter nach Norden verbreitet, als sie es jetzt sind. Die Palmen wachsen zur Schwemmzeit noch in der Schweiz. Löwen und Hyänen, Tiger, Elephanten und Nashörner bewohnen noch in Menge die Gegenden des nördlichen Europas, ja das mit dichten Wollhaare bedeckte Mammuth, der Elephant jener Zeit und das Nashorn sind in so grossen Schaaren in Sibirien verbreitet, dass der Boden Sibiriens mit Mammuthsknochen wie durchsäet ist und mit dem gegrabenen Elfenbeine ein ausgedehnter Handel getrieben wird. Auch das Wetter jener Gegenden muss also um diese Zeit noch ein mildes gewesen sein.

Zur Schwemmzeit treten nun auch die ersten Affen, d. h. die ersten Arten aus der vierten Ordnung der Säuger, auf. Vom *Pithecus antiquus* sind die Knochen zu Sanssaus im Departement Gers und zu Kyson in Suffolk gefunden. Derselbe lebte noch in 50° Breite, während die Affen der Jetztzeit nur bis 37° Breite reichen.

Alles dies beweist eine verhältnissmässig hohe Wärme im nördlichen Europa und in Sibirien. Andererseits kann die mittlere Wärme der Erdoberfläche zur Schwemmzeit nur 3° höher gewesen sein als jetzt. Woher also diese bedeutende Wärme im nördlichen Europa und Sibirien zur Schwemmzeit? Es nöthigt uns dies zu einer eingehenderen Untersuchung.

Auch jetzt noch haben Punkte von gleicher nördlicher Breite sehr verschiedene Wärme, je nachdem das Meer nahe liegt oder nicht, je nachdem Hochgebirge im Süden und Westen vorliegen und die warmen Lüfte abhalten oder nicht. So haben die Gegenden von 60° nördlicher Breite im Jänner auf dem atlantischen Meere über 0° C., dagegen in dem Innern Nord-Amerikas und Sibiriens selbst unter — 40° C. mittlere Wärme; so haben ferner die Gegenden von 40° nördlicher Breite im Jänner auf dem atlantischen und stillen Meere 13° C., dagegen in den Ebenen Turans und Nord-Amerikas 0° bis — 5° C. mittlere Wärme. So haben andererseits im Juli die Gegenden von 60° nördlicher Breite auf dem atlantischen

Meere 8° C. und in den Ebenen Sibiriens 17° C. mittlere Wärme, so die Gegenden von 40° nördlicher Breite auf dem atlantischen Meere 20°, auf den Ebenen Turans 26° mittlere Wärme.

Eine andre Lage des Meeres, eine andre Stellung der Gebirge ist also vollkommen hinreichend, um in der Schwemmzeit eine höhere Wärme in den nördlichen Gegenden zu bewirken. Noch heute kommen in Nizzas gefegneten Gefilden amerikanische Agaven und Palmen zur Entwicklung und Blüthe; denken wir uns nun die Alpen fort oder nur ganz niedrig und die ganze Erde um 3° C. wärmer, als sie jetzt ist, so hindert nichts, dass die Palmen in der Schweiz zur Schwemmzeit gedeihen konnten. Noch heute streift der Tiger auf den Steppen Hinterasiens bis an die Ufer des Ob und Jenisei, bis in die Gefilde Sibiriens; auch die Katzen der Schwemmzeit, die Hyänen und Bären konnten daher, wenn die Alpen nur niedrige Höhen boten, sehr wohl in deutschen und englischen Gauen zusammentreffen.

Ebenso ist die jetzige Dürre, ist der heutige kärgliche Pflanzenwuchs Sibiriens nur eine Folge des hemmenden Einflusses der Hochländer von Vorder- und Hinterasien, welche die Winde der heißen Länder hindern, nach Sibirien vorzudringen; denken wir uns diese Hochländer und ihre Gebirgswälle zur Schwemmzeit fort, so tragen die rückkehrenden Mittagswinde die Feuchtigkeit vom Gleicher bis in die sibirischen Ebenen, tränken diese reichlich und erzeugen einen Pflanzenwuchs, welcher dem Mammuth und dem Nashorne zu reichlicher Weide dienen kann.

Nun finden wir, wie gesagt, in der Schwemmzeit Palmen in der Schweiz, Hyänen und Tigerkatzen in England, Mammuth und Nashörner in Sibirien, während die Gesamtwärme der Erde in jener Zeit nur 3° C. höher sein kann als jetzt, die Alpen, die Hochgebirge Vorder- und Hinterasiens sind also in jener Zeit von nur ganz untergeordneter Bedeutung, Meere jenen Ländern viel näher gewesen. Uebrigens sind auch in jener Zeit die Winter des mittlern Europas und Sibiriens keineswegs tropisch oder auch nur italisch gewesen, das beweist einerseits das Vorkommen der Bären neben den Hyänen in Deutschland und England und andererseits das lange und dichte Wollhaar, womit das Mammuth bedeckt und gegen Kälte geschützt war, während der jetzt lebende Elephant der Tropen nur eine kahle Haut zeigt. Sibirien ist also auch zur Schwemmzeit im Winter schon ein kaltes Land gewesen, und darf es uns nicht Wunder nehmen, wenn einzelne Mammuth, von

Schneestürmen oder Kälte überrascht, im Eife des Eismeer es zu Grunde gegangen sind.

Die Thatfachen der Nummer sind sicher und allgemein anerkannt. Die Erklärung der Thatfachen ist zwar neu, ergibt sich aber mit Nothwendigkeit aus den Sätzen der frühern Nummern und den Thatfachen selbst und ist daher sicher.

69. Das Wetter und die Gebilde der Gletscherzeit.

Die Gletscherzeit, in welche wir nun eintreten, steht von allen Zeiten der Weltgeschichte der Gegenwart am nächsten. Die Wärme dieser Zeit ist nur 1 bis 2° C. wärmer gewesen als die gegenwärtige, die Thiere stimmen mit den heutigen nahe überein, die Bildungen der Flüsse und Meere dieser Zeit finden noch heute ungestört ihren Fortgang, kurz es deutet alles darauf hin, dass der Uebergang zur Gegenwart ein allmäliger, durch keine heftige Erschütterung unterbrochener gewesen ist.

Um so auffallender musste es erscheinen, als eine Reihe von Thatfachen bekannt wurden, welche für weite, jetzt warme Länder, eine eifige, alles Leben vernichtende, erstarrende Kälte in dieser Zeit beweisen. Während zur Schwemzeit noch Löwen und Hyänen bis England, Nashörner und Mammuth selbst bis nach Sibirien, bis an die Küsten des nördlichen Eismeer es reichen, d. h. letztere bis in Gegenden, welche jetzt in ewigem Eife begraben liegen; so sind in der Gletscherzeit ganze Länder, wie die Schweiz und die Gestade der Ostsee in tiefem Eife begraben, und ist aller Pflanzenwuchs und alles Thierleben in diesen Ländern erstorben. Woher diese plötzliche Kälte, woher diese mächtige Eisbildung, die in der ganzen Weltgeschichte nicht ihres Gleichen findet? Es nöthigt uns dies abermals zu einer eingehenden Untersuchung der Verhältnisse.

1. Die Bildung der Gletscher in der Gegenwart.

Die geistvollen Untersuchungen, welche Agassiz „Untersuchungen über die Gletscher, 1841“ an den Gletschern der Schweiz angestellt hat, ergeben, dass das Auftreten der Gletscher jedesmal von einer Reihe von Erscheinungen begleitet ist, welche keine andre Kraft, namentlich keine Gewalt des Wassers oder der Schlammströme hervorbringen kann, und dass, wo diese Reihe von Erscheinungen auftritt, mit Sicherheit auf ein früheres Dasein von Gletschern geschlossen werden kann.

Die Gletscher sind regelmässige Erzeugnisse von Hochgebirgen

oder von Gebirgen der Polzone, welche sich bis in das Gebiet des ewigen Schnees erheben. Der Schnee, welcher durch die aufsteigenden Winde in diesen Höhen in grosser Mächtigkeit niederfällt, bildet grosse Schneefelder, und in den tieferen, von steilen Wänden umgebenen Becken und Thälern mächtige Schneelager von 30 bis 300 Meter Mächtigkeit, in welchen der Schnee durch den Druck der obern Massen backend und körnig, demnächst durch das in diesen tiefern Thälern thauende Wasser, welches in den Nächten und Wintern wieder friert, eisartig wird. Aus dem Schneelager ist der Firn geworden. Noch tiefer gehen die Schneelager und Firne durch das reichlicher thauende und wieder gefrierende Wasser in poriges, mit vielen Blasenräumen und zarten Harspalten durchzogenes, glashelles Eis über, die Form des Gletschers.

Die Oberfläche dieser Gletscher thaut unter dem Einflusse der Sonne und der wärmern Lüfte in den tiefern Thälern fortwährend; Lagen und Gerölle, welche zuerst tief im Innern des Gletschers lagen, treten dadurch an die Oberfläche des Gletschers, ja erheben sich, wie die Gletschertische, hoch über die Oberfläche. Noch stärker schmilzt das Eis an den Rändern des Gletschers, wo die benachbarten Gesteine Wärme verbreiten, der Gletscher ist daher in der Mitte gewölbt und erhöht. Das schmelzende Wasser dagegen tränkt die feinen Harspalten, bildet Bäche und kleine Seen auf der Oberfläche und in den Spalten des Gletschers, bis das in der Tiefe 4° C. warme Wasser durch den Gletscher hindurchschmilzt und sich in den unter dem Gletscher fortströmenden Bach ergießt.

In der Nacht nun friert dies Wasser in den Spalten und dehnt sich dadurch wie 9 zu 10 aus. Das Eis des Gletschers dehnt sich daher aus und zwingt den Gletscher, sich zu bewegen und in die tiefern Thäler vorzudringen. Diese Bewegung ist um so grösser, je steiler die Sohle, auf der der Gletscher aufliegt, je tiefer die Eismasse ist und je wärmer die Tage sind, d. h. je mehr Wasser in die Spalten des Gletschers eindringt, sie ist ferner in der Mitte des Gletschers, wo die wenigste Reibung Statt findet, schneller als an dem Rande und beträgt in der Mitte in 9 Jahren 1000, in einem Jahre mithin 111 Meter bei einer mittlern Tiefe des Gletschers von 7 bis 300 Metern.

Die Sohle des Gletschers ist durch den Druck der mächtigen Eismassen, welche über dieselben fortrücken, geschliffen, die hervorragenden Felsen werden an der Seite, von der das Eis kommt, in runde, kreiselfartige Formen: Rundhöcker, das rauhe und

zackige Thal in eine glatte Fläche: Schlifffläche verwandelt, und zwar werden die harten Stellen ganz ebenso stark abgeschliffen, als die benachbarten weichen. Von dem Gerölle, welches mit dem durchthauenden Wasser herabkommt, sind ausserdem Furchen und Ritzen in der Richtung der Gletscherbewegung in die Sohle eingegraben, und sind dieselben wieder in harten und weichen Gesteinen gleich stark. Auch die Gerölle selbst, welche diese Ritzen hervorbringen, sind in ganz gleicher Weise geritzt und gefurcht.

Wasser kann nie derartige Furchen erzeugen, vielmehr zerstört dasselbe sowohl an den Felsen wie an den Geröllen die durch die Gletscher erzeugten Furchen und nagt die weichern Theile aus, während es die festern stehen lässt. Schliffflächen und Rundhöcker mit bestimmt gerichteten Ritzen und Furchen beweisen mithin, dass auf den Flächen einst Gletscher gelegen haben.

Der Rand des Gletschers ist mit Sandgerölle und grossen Blöcken bedeckt, welche theils durch den Druck des Gletschers von den Seitenwänden abgerieben werden, theils durch Verwitterung aus höhern Felsen auf den Gletscher herabstürzen. Es bilden diese Blöcke an jedem Rande des Gletschers einen Damm: den Seitenguffer (Seitenmoräne), welcher stets aus den Gesteinen gebildet ist, welche an der entsprechenden Seite des Gletschers anstehen. Auch sie tragen unverkennbar das Kennzeichen ihrer Entstehung an sich, indem dieselben durchaus frische Bruchflächen und scharfe Kanten bewahren.

Münden mehre Thäler in einander und vereinigen sich dadurch 2 Gletscher, so vereinigen sich die beiden mittlern Seitenguffern in einen Mittelguffer oder Mittelmoräne. Am Ende des Gletschers, wo die Macht der Wärme so bedeutend ist, dass das Eis vollständig schmilzt, lagern sich nun die Gerölle der Sohle, die scharfkantigen Blöcke der Mittel- und Seitenguffern, wenn letztere nicht an den Rändern des Gletschers auf ebneren Felsen liegen geblieben sind, ab und bilden die nach der Mitte des Thales thalabwärts gebogenen, hohlen Endguffern (Endmoränen).

Wasser kann nie derartige Guffern bilden. Alle Gesteine, welche das Wasser absetzt, sind gerundet und abgerieben und je nach der Gröse gelagert, die grösten Blöcke zunächst, die kleinsten am weitesten fortgetragen. Alle Ablagerungen des Wassers liegen ferner in der Tiefe des Thales in unregelmässigen Lagerungen und die Gerölle von beiden Seiten des Thales bunt durch einander gemengt. Die regelmässig bauchigen Endguffern und die in 250 und

mehr Metern Höhe an den Seiten des Thales abgelagerten Seitenguffern mit ihren scharfkantigen Blöcken sind daher ebenso sichere Kennzeichen, dass einst Gletscher dieselben bildeten und das Thal bis zu jener Höhe ausfüllten, als die bis zu den Guffern reichenden Schliffflächen, Rundhöcker und Furchen.

Schmilzt die Wärme des Thales mehr Eis, als von oben durch die Bewegung des Gletschers nachrückt, so zieht sich das Ende des Gletschers zurück und lässt die von ihm bisher bedeckten Schliffflächen frei. Die Blöcke und Gerölle, welche bei dem Stillstande des Gletscherendes die Endguffern bildeten, breiten sich bei diesem Rückzuge des Gletscherendes über die vom Gletscher verlassene Fläche aus und bedecken diese um so dünner, je schneller das Gletscherende zurücktritt.

2. Die Ausbreitung der Gletscher zur Gletscherzeit.

Alle Thäler der Alpen zeigen nun nicht nur auf der Oberfläche des Thales jene Rundhöcker und Schliffflächen, jene Ritzen und Furchen, welche wir als sicheres Kennzeichen anfaßen, dass jene Thäler einst die Sohle mächtiger Gletscher gewesen sind, auch die Seitenguffern an den Seiten der Thäler, im obern Theile des Thales in 3000, bei der Mündung des Thales in 1700 bis 2000 Meter Höhe über dem Meere, beweisen, dass die Thäler dereinst bis zu dieser Höhe mit Gletschern erfüllt waren.

Ebenso geben die bis zu jener Höhe in dem ganzen Thale zerstreuten Blöcke mit scharfen Kanten und frischen Bruchflächen, welche stets aus Gesteinen derselben Seite abgebrochen sind, an welcher sie jetzt noch liegen, die gefurchten Gerölle und die von Zeit zu Zeit quer durch das Thal streichenden, bauchigen Endguffern Zeugniß von der Thätigkeit der Gletscher, welche einst jene Thäler erfüllten und bei ihrem Rückzuge jene Trümmer zurückliesen.

Auch die Ebenen der Schweiz zeigen uns an einzelnen Stellen, wo ein hartes Gestein ansteht, deutliche Schliffe und Ritzen, vor allem aber ist die den Alpen zugewandte Seite des Jura vollständig geschliffen und mit den bezeichnenden Ritzen und Furchen versehen, sowie auch die Gerölle jene Ritzen deutlich zeigen. Ferner sind die Ebenen der Schweiz mit vereinzelt, grossen, scharfkantigen Blöcken bedeckt, welche aus den an den Seitenwänden der Alpen-thäler anstehenden Gesteinen herstammen; auch die den Alpen benachbarten Berge zeigen bis nahe 1300 Meter, die den Alpen zu-

gewandte Seite des Jura bis zu geringern Höhen bedeutende Blöcke derselben Art.

Alle diese Blöcke bezeichnen so bestimmt das Thal, aus dem sie stammen, dass es möglich gewesen ist, die ganze Schweiz je nach den Thälern in bestimmte Gebiete zu theilen.

Die Blöcke des Rhonethales erfüllen die ganze Ebene zwischen den Linien, welche von St. Maurice aus einerseits nach Genf und andererseits nach Solothurn gezogen werden. In der Mitte dieser Ausbreitung waren die Gletschermassen am höchsten, ihre Blöcke stiegen hinter Yverdün an den Abhängen des Jura bis 700 Meter über die Schweizer Ebene oder bis über 1000 Meter über den Meeresspiegel auf, während sie am Rande bei Genf und Solothurn nicht viel über den Spiegel der Ebene ansteigen. Ebenso bestehen die Blöcke in der Mitte dieser Ausbreitung bei Yverdün aus Gesteinen der Mittelguffern, aus Talkgraniten (Protogynen), welche von den Hochthälern des Rhonethales herabkamen, während die Gesteine aus den Seitenrändern des Rhonethales, die Diallagebafalte oder Euphotide von Saas und die Puddinge von Valorfine näher den Rändern der Ausbreitung auftreten und sich kaum über den Spiegel der Ebene erheben.

Die Blöcke des Aarthales füllen den deutschen Theil des Kantons Bern, östlich der Linie von St. Maurice nach Solothurn, die des Reusthales die Kantone Luzern, Zug, Aargau und den westlichen Theil von Schwyz. Die des Linththales den Kanton Glarus und die Abhänge des Linthkanales und Züricher Sees, endlich die Blöcke des Rheinthales erfüllen Graubünden, St. Gallen, den nördlichen Theil von Zürich, den Thurgau und einen grossen Theil Baierns und Schwabens.

Die Thäler der Pyrenäen, der Vogesen und des Schwarzwaldes zeigen ganz ähnliche Erscheinungen, wie die Alpenthäler, nur dass ihre Gletscher nicht bis in die Ebenen vorgedrungen sind. Auch in Südamerika sind in der Nähe der Cordilleren auf den Pampas von Patagonien, auf Feuerland und Chiloe ähnliche Gletscherblöcke gefunden worden bis zur Höhe von 70 Metern über dem Meere. Die Gletscher haben zur Gletscherzeit mithin ganze Länder mit Eis bedeckt und in Eis begraben.

Nicht minder wichtige Thatfachen liefert der Norden Europas. Die Gneishügel Schwedens und Finnlands zeigen ebenso wie die Alpenthäler Rundhöcker und Schliffläichen mit Ritzten und Furchen, welche, von den Kjölen ausgehend, in bestimmten, höchst bezeichnenden Richtungen streichen. Gleichlaufend mit denselben dehnen

sich die Afar, d. h. die Sandwälle mit Sand, Kies und Blöcken, die meist abgerieben sind, aus, welche Spuren späterer Schichtung zeigen. Auch die Hochthäler von Schottland und Wales zeigen ähnliche Schliffe, Furchen, Blöcke und Wälle.

In weiter Entfernung von diesen gestreiften Flächen finden sich nun an den Südgestaden der Ostsee und des Finnischen Meerbusens große Geschiebe von Sand, Thon und Kalkmassen, welche eine sehr große Zahl von Blöcken tragen und die Höhen des baltisch-uralischen Landrückens bilden. Die mittlere Entfernung der Höhen dieses Landrückens von den Schliffflächen Schwedens und Finnlands ist 40—60 Meilen. Dagegen gehen die äussersten Grenzen, bis zu welchen einzelne Blöcke gefunden werden, noch 60 Meilen weiter nach Süden bis zu einer Linie vom nördlichen Ural nach Tula, Breslau, Gröningen in Holland, Harwich in England und zur Ostküste Schottlands. Alle diese Blöcke zeigen noch mehr oder weniger scharfe Flächen und lassen an ihrer Zusammenfassung die Orte bestimmen, von wo sie hergekommen sind. Die des nördlichen Russlands stammen danach aus Finnland, die in Preussen und Polen theils aus Finnland, theils aus Schweden, die in Pommern, Holstein, Friesland und Holland aus Schweden und Norwegen, die in England und Schottland endlich sämmtlich aus Norwegen.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass die Schliffflächen Schwedens, Finnlands und Schottlands die Unterlagen für gewaltige Gletscher der Gletscherzeit gewesen sind. Dagegen kann man über die Kraft, welche die Blöcke in die südlichen Gegenden getragen hat, zweifacher Ansicht sein, indem man entweder annimmt, es seien jene Gegenden vom Meere überschwemmt und die in das Meer hineinragenden Gletschermassen Schwedens mit ihren Geröllen bis in die südlichen Gegenden gelangt, wo sie die Geschiebe haben fallen lassen, oder es haben die schwedisch-finnischen Gletscher, die im Mittel nur 70 Meter tiefe Ostsee ausgefüllt, und seien die Hügel des baltisch-uralischen Landrückens nur die Endguffern jener Gletscher. Die weite Ausbreitung der Gerölle und das Vorkommen versteinter Muscheln in Russland, Schweden und Schottland, welche jetzt nur noch den Eismeeren angehören, scheinen die erste Ansicht, die Gestaltung der Hügel in Pommern und Preussen, die nie geschichtete Lagerung ihrer Gerölle, welche in buntestem Durcheinander lagern, scheinen die zweite Ansicht zu bestätigen, eine Entscheidung ist bei der jetzigen Kenntniss der Sachlage nicht möglich. Welcher Ansicht man aber auch beistimmen mag, die

Thatfache, dass die Eismassen auch in Nordeuropa zur Gletscherzeit weite Länder bedeckt haben, kann niemand bestreiten.

3. Die Witterung der Gletscherzeit.

Die Frage bleibt nun: Woher diese gewaltigen Eismassen welche zur Gletscherzeit ganze Ebenen und Länder bedecken, in denen kurz zuvor während der Schwemzeit noch tropische Palmen gediehen und Löwen und Tiger hauf'ten? Es wird nothwendig sein, genau die Ausbreitung jener Erscheinungen zu verfolgen, um die Ursache dieser Eismassen zu entdecken.

Zunächst also ist es Thatfache, dass in Europa zur Gletscherzeit die ganze Ebene der Schweiz bis 700 Meter hoch mit Eis bedeckt gewesen, ist es Thatfache, dass zur Gletscherzeit die Thäler der Pyrenäen, der Vogesen und des Schwarzwaldes grosentheils unter Gletschern begraben, dass ganz Schweden und Finnland, sowie der grösste Theil von Schottland und Wales die Sohle gewaltiger Eismassen gewesen sind, welche, weithin getragen, das ganze Norddeutschland und nördliche Russland mit schwedischen und finnischen Steinblöcken und Geröllen bedeckt haben: aber ebenfo ist es auch sichere Thatfache, dass in Europa viele andre, a die Mehrzahl der Gebirge, so namentlich der Böhmerwald, das Erz- und Riesengebirge, der Harz, der Thüringer und Frankenwald, die ungrischen und die französischen Hochgebirge keine Gletschermassen erzeugt haben.

Die eilige Kälte hat also zur Gletscherzeit nur in einzelnen Ländern Europas geherrscht, ist nur eine örtliche Erscheinung gewesen, welche sich nicht einmal über den kleinen Erdtheil Europa, nicht einmal über ganz Deutschland erstreckt hat, geschweige denn eine allgemeine Erscheinung auf der ganzen Erde gewesen ist. Wäre die Kälte in dieser Zeit allgemein gewesen, so hätten alle Gebirge ohne Ausnahme bis zu der Ebene hin mit Eis bedeckt sein und die Blöcke derselben weithin zerstreut gewesen sein müssen. Namentlich könnten nicht die Gebirge zwischen den riesigen Eismassen Schwedens und der Schweiz, namentlich könnte nicht der Jura, der zwischen den Alpen und den Gletscher tragenden Vogesen wie eingeklemt liegt, frei vom Eise geblieben sein. Ja, wäre die Kälte eine allgemeine gewesen, dann müssten auch die Gletscher der Pyrenäen weit in die Ebene hineingereicht haben, wie dies bei den Alpen der Fall ist.

Das Auftreten eisiger Kälte, gewaltiger Eismassen in der Gletscherzeit ist also eine rein örtliche Erscheinung, das eine Ge-

birge wird davon betroffen, das benachbarte nicht, das eine stark, das andre in geringem Grade. Auch heute noch treten aber gewaltige Eismassen örtlich auf, gleichviel in der kalten wie in der heissen Zone, in der alten wie in der neuen Welt. Es sind die Gipfel der Hochgebirge, der Alpen und Kjölen in Europa, der Cordilleren in Amerika, der Hochgebirge Asiens und Afrikas, welche durch ihre riefige Höhe bis in das Reich des ewigen Schnees emporragen und auf ihren Höhen eine eifige Kälte entwickeln, nicht minder furchtbar als die eifige Kälte unsrer Polländer. Noch heute werden auf ihren Höhen, wie wir sehen, die Schneefelder gebildet, noch heute senken sich von ihren Höhen die Gletscher bis in die Tiefe des Thales, tiefer als die Getreidefelder und Obstgärten, als die Hütten und Kirchen der benachbarten Dörfer hinab.

Nur die Höhe, bis zu welcher die einzelnen Gebirge in der Gletscherzeit aufgestiegen sind, kann es mithin gewesen sein, welche zu dieser Zeit ganze Länder in Eis begraben hat. Eine Erhebung von 1300 Metern genügt bereits, um die ganze Schweiz mit Eismassen zu bedecken, eine Erhebung von 1700 Metern, um ganz Schweden in ein Gletschermeer zu verwandeln. Was aber sind 1700 Meter gegen die Hebung, welche die Erde zu verschiedensten Zeiten aufzuweisen gehabt hat?

Nehmen wir die Hebung zur Gletscherzeit nur so stark an, wie sie heute noch in Schweden ist, d. h. 1 bis $1\frac{1}{3}$ m. in 100 Jahren, rechnen wir ferner auf die Gletscherzeit nur die Hälfte der Fluthzeit, d. h. 674365 Jahre, so ergiebt dies für die Gletscherzeit eine Hebung von 6743 m. bis 11239 m., d. h. Höhen, wie sie jetzt nicht einmal die höchsten Berge der Erde besitzen. Die Gebirge der Gletscherzeit können also sehr wohl so hoch gehoben sein, dass ihre Länder in Eis begraben wurden, ja viele Gebirge sind in der Gletscherzeit so hoch gehoben, während andre ihre bisherige geringere Höhe behalten haben oder auch gesunken sind.

Die Thatfachen, welche wir aus der Gletscherzeit kennen, finden hierdurch ihre genügende Erklärung. Das Auftreten grosser, weit verbreiteter Gletscher nimmt uns danach nicht Wunder. Die Abhänge der Gebirge müssen überdies zu jener Zeit um vieles steiler und für die Bewegung der Gletschermassen geeigneter gewesen sein. Wenn ferner die Gletschermassen Schwedens und Finnlands bis in ein südlich gelegenes Meer getaucht haben und ihre Eismassen mit ihren Blöcken an ferne Gestade geführt sind, so kann es uns nicht Wunder nehmen, auch in den Ablagerungen

diefes Meeres Muscheln zu finden, welche jetzt nur dem Eisblöcke führenden Polmeere angehören.

Zur Schwemmzeit hatten also die großen Gebirgsgürtel Afriens und Europas ihre Wetter scheidende Höhe noch nicht erreicht, noch konnten die tropischen Lüfte unbehindert bis in die Ebenen des nördlichen Deutschlands und Sibiriens vordringen und hier Wärme und reichliche Regen absetzen, welche herrliche Weideplätze für Mammuth und Nashörner, treffliche Tummelplätze für Bären, Tiger und Hyänen bilden mussten. Erst zur Gletscherzeit traten die gewaltigen Hebungen hervor; aber auch sofort mit solcher Kraft, dass ganze Gebirge, ganze Gaue bis in das Eis- und Schneereich gehoben und unter riesenhaften Gletschermassen begraben wurden. Erst später ist diese Höhe wieder gemindert, sind die Gletscher geschwunden, jene Länder für die Thiere wieder bewohnbar geworden.

Alle Thatfachen dieser Nummer sind sicher und allgemein anerkannt. Die Erklärung der Thatfachen ist zwar neu, ergibt sich aber mit Nothwendigkeit aus den Thatfachen und ist daher sicher.

70. Das Ende der Erdgeschichte.

Die Erdgeschichte ist mit der Gletschergeschichte beendet. Sobald der erste Mensch die Erde betritt, tritt auch für die Erde eine neue Zeit ein, die Zeit des Menschenlebens und der Staatenbildung. Aus der Erdgeschichte wird die Völkergeschichte, statt der Bauten der Schichten und der Gebirge erscheinen die Häuser und Tempel der Menschen, welche von jetzt ab die Erde beherrschen und sie zu einem Sitze der Bildung und der Gefittung, der Kunst und Wissenschaft machen. Die Erdgeschichte berichtet uns davon nicht, sie hat, wie gesagt, mit dem Erscheinen des ersten Menschen ihr Ende erreicht.

A n h a n g.

Die Erdgeschichte nach dem Bibelberichte.

Wir haben in diesem Werke die Geschichte der Erde kennen gelernt, wie sie sich aus den Steintafeln und Knochen-Urkunden der Erde ergibt, ohne dass wir auf die Ueberlieferungen der Menschen Rücksicht genommen haben. Es giebt aber für die Geschichte der Erde noch eine zweite Urkunde, welche aus grauem Alterthume überliefert, in kindlicher Sprache und Ausdrucksweise uns die Geschichte der Erde erzählt. Es wird Aufgabe der Wissenschaft sein, ehe wir die Geschichte der Erde schliesen, noch einmal zu untersuchen, wie sich die Ergebnisse der beiden Urkunden zu einander verhalten und ob sie einander bestätigen oder widersprechen.

Freilich kann das wissenschaftliche Ergebniss, welches wir aus den Steindenkmälern gewonnen haben, durch die Ueberlieferungen des Alterthums nicht umgestosen oder auch nur verändert werden. Dennoch ist und bleibt die Vergleichung für jeden gebildeten, wissenschaftlichen Menschen von höchstem Reize und Werthe und darf in einem wissenschaftlichen Werke um so weniger fehlen, als die Vergleichung zu höchst überraschenden und dankbaren Ergebnissen führt. Bei einer gründlichen Erforschung der Sache, wenn man die Urkunden der Erde, niedergelegt in den Graniten und kohlenfauren Gesteinen der Erde, gründlich untersucht und in die Tiefe der Erde bis zur vollen Auflösung der Räthsel der Erdbildung eindringt, gewahrt man nämlich mit Erstaunen, wie überraschend der Bibelbericht trotz seiner kindlichen Sprache und Ausdrucksweise bis in die kleinsten Einzelheiten hinab mit den Ergebnissen übereinstimmt, welche eine späte Wissenschaft erst mühsam aus den Steindenkmälern der Erdschale entziffert und festgestellt hat.

Freilich bedarf auch der Bibelbericht, wenn man ihn zur Vergleichung heranziehen will, einer neuen streng wissenschaftlichen

Auslegung, bei welcher man auf den Urtext zurückgehen, oder diesen doch durch eine wortgetreue Uebersetzung ersetzen muss. Im Folgenden gebe ich diese neue wortgetreue Uebersetzung und Auslegung im Vergleiche mit den obigen Ergebnissen der Wissenschaft.

Am Anfange schuf Gott den Himmel und die Erde, und die Erde war wüste und leer, und es war finster auf der Tiefe, und der Geist Gottes schwebte auf dem Wasser. (I. Mose 1, 1—2.)

Der Bibelbericht bestimmt hiermit genau den Zeitpunkt, mit dem er einsetzt. Die Erde ist bereits geschaffen, sie ist bereits abgekühlt, nicht mehr feurig flüssig, nicht mehr glühend und leuchtend wie die Sonne, sondern bereits mit einer festen Schale umkleidet, denn es war finster auf der Tiefe. Die Erde ist bereits unter 376.° C. abgekühlt, das Wasser hat sich bereits theilweise tropfbar niedergeschlagen und ein Meer gebildet, denn der Geist Gottes schwebte auf dem Wasser. Alle frühern Begebenheiten werden von dem Berichte zu dem Anfange gerechnet, da Gott die Erde schuf.

Auser der Erde ist aber bereits auch der Himmel von Gott geschaffen. Dieser Himmel bezeichnet aber nicht die Feste des Himmels, nicht das eiserne blaue Gewölbe, welches sich die Alten am Himmel vorstellten, denn dies wird nach dem Bibelberichte v. 7. erst weit später errichtet, es ist vielmehr das Weltall auser der Erde, das ganze Heer der Gestirne, Sonne, Mond und Sterne. In der That kann die Erde nicht entstehen ohne die Sonne, deren Theil sie ist, kann nicht ihre Bahn wandeln, wenn keine Sonne da ist, welche sie leitet, kann nicht zur Kugel sich gestalten, wenn nicht zuvor der Mond abgefondert ist. Ebenso wenig kann die Sonne aus sich Ringe gestalten oder Planeten entlassen, wie die Erde, wenn nicht zuvor das ganze Reich der Milchstrase gebildet und in einzelne Sonnenreiche zerlegt ist. Die Schöpfung des Himmels umfasst mithin bereits die ganze Geschichte der Sternwelt, wie wir sie in der Sterngeschichte kennen lernen, sie tritt bereits ein vor der Schöpfung der Erde, wie auch die biblische Erzählung erst den Himmel und dann die Erde erschaffen lässt.

Aber wie stimmt hiemit, werden die Theologen fragen, der fernere Bericht der Bibel in v. 14, wo es heist: „Und Gott sprach: Es seien Lichter an der Feste des Himmels, dass sie scheinen auf Erden. Und es geschah also. Und Gott machte zwei grosse Lichter, ein grosses Licht, das den Tag regiere, und ein kleines

Licht, das die Nacht regiere, dazu auch die Sterne, und setzte sie an die Feste des Himmels, dass sie schienen auf die Erde“. Danach sind ja die Sterne, wie es scheint, erst am vierten Schöpfungstage geschaffen. Die Frage ist berechtigt, kann aber erst später ihre Erledigung finden und wird sie dort in strengster Weise finden. Einseitigen bitte ich die geehrten Leser, diese Frage noch zu vertagen und unbeirrt durch diese Frage dem Berichte der Schöpfungs-urkunde zu folgen.

Nachdem also Gott den Himmel und die Erde geschaffen hatte, war die Erde wüste und leer, war es finster auf dem Wassermeeere, und der Geist Gottes schwebte auf den Wassern. Nach diesem Berichte war also die Erde von einem grossen Wassermeeere bedeckt, aus dem noch kein Festland hervorschaute, denn dieses entsteht nach dem Berichte v. 9—10 erst am dritten Tage.

Und es war finster auf dem Wassermeeere. Mit Recht fragen wir hier, war es zu jener Zeit überall finster in der Welt, war es auch finster im Himmel bei Gotte, oder war es nur finster in der Tiefe auf dem Wassermeeere, am Grunde des gewaltigen Luftmeeres, welches die Erde und ihr Wassermeer einhüllte? Wäre es überall finster gewesen, wäre es namentlich auch im Himmel bei Gotte finster gewesen, wozu hebt dann die Bibel ausdrücklich hervor, auf der Tiefe, auf dem Wassermeeere sei es finster gewesen. Nein, nach der Anschauung der Bibel ist es nie im Himmel bei Gotte finster gewesen, denn Gott ist ein Licht und ein Vater des Lichtes, bei welchem ist keine Veränderung des Lichtes und der Finsterniss, der da wohnt im Lichte, da niemand zukommen kann, und Licht ist sein Kleid. Bei Gotte im Himmel also ist es licht, nur auf der Tiefe, nur auf dem Wassermeeere der Erde ist es finster, bei Gotte im Himmel herrscht ewig Gesetz und Fülle, nur auf der Erde ist es wüste und leer.

Erster Schöpfungstag.

Und Gott sprach: Es sei Licht, und es ward Licht.
Da schied Gott das Licht von der Finsterniss und nannte das Licht Tag und die Finsterniss Nacht.
(I. Mose 1, 3—5.)

Ist nun die obige Anschauung der Sache die allein richtige und biblische, so bedeutet das: „Und Gott sprach: Es sei Licht, und es ward Licht“, nicht einen neuen Schöpfungsakt Gottes, wodurch überhaupt erst das Licht erzeugt wäre, sondern nur einen Akt der Weltleitung, wodurch der bisher finstern Tiefe der öden

Erde das himmlische Licht gegeben ist. In der That, das Licht ist, wie wir in der Körperlehre sehen, eine Schwingung von Epunkten, welche von feurig glühenden Körpern ausstrahlt. Das Licht entsteht also überhaupt nicht durch einen Schöpfungsakt Gottes, sondern ist die von Gotte geordnete Folge des ersten Schöpfungsaktes. Mit der Schöpfung des Himmels und der Erde ist auch sofort das Licht entstanden und leuchtet schon lange am Himmel, ehe das Wassermeer sich auf der Erde bildete. Aber auf der Erde unter dem Luftmeere von 625 Luftfäulen war es finster, da das Licht nicht durch dieses Luftmeer zu dringen vermag, wie es auch jetzt nicht durch das Luftmeer der Sonne dringt, und daher der Kern der Sonne in den Sonnenflecken uns dunkel erscheint.

Nach dem Bibelberichte also spricht Gott: Es sei Licht auf Erden, und es ward Licht. Die Bibel unterscheidet sehr wohl das Schaffen Gottes (שָׁפַר *bārā*), den Befehl, dass etwas geschehe (הָיָה *hājāh*) und das Anordnen und Bereiten (עָשָׂה *ʿāsāh*). Das Schaffen selbst wird nur erwähnt im ersten Verfe bei der Schöpfung des Himmels und der Erde, v. 21 bei der Schöpfung der grossen Thunfische und v. 27 bei der Schöpfung des Menschen; nur in diesen Fällen haben wir es also mit eigenen Schöpfungsakten zu thun, in den andern Fällen sind es nur Anordnungen, ist es die Weltleitung Gottes, ist es die von Gotte vorgeschriebene Weltordnung, nach welcher zu einer bestimmten Zeit ein Ereigniss eintritt. Gott befiehlt, dass es geschehe, und es geschieht. So klärt sich also am ersten Schöpfungstage die Dicke der Erdluft auf, das Luftmeer wird dünner, die Finsterniss weicht, das Licht leuchtet auf der Erde, wenn auch Sonne, Mond und Sterne noch nicht auf Erden sichtbar sind.

Das am ersten Schöpfungstage für die Erde geordnete Licht wechselt täglich. Des Tages herrscht auf der Erde das Licht, des Nachts die Finsterniss. Da die Erde sich, wie wir sehen, um diese Zeit schon täglich einmal um ihre Achse dreht, und zugleich Licht und Finsterniss täglich einmal wechseln, so kommt das Licht der Erde aus einer bestimmten Stelle des Himmels und (da es nicht des Nachts, sondern des Tages leuchtet) kann es nichts andres als das Sonnenlicht sein, welches Tages die Erde erleuchtet. Die Sonne ist also schon da, ihr Licht leuchtet am Himmel bereits, ehe Gott es auf der Erde Licht werden lässt, aber für die Erde ist sie noch nicht da. Die Erde ist am Morgen des ersten Schöpfungstages noch in finstre Nacht gehüllt; das Licht der Sonne bricht erst im Laufe des ersten Schöpfungstages auf Gottes Geheis durch

die dicken Luftmassen der Erde und lässt zunächst Tag und Nacht unterscheiden, wenn es auch bei Tage noch so dunkel ist wie unter der dicksten Gewitterwolke und die Sonne noch nicht sichtbar ist.

Denn noch liegt die Erde in ein dichtes Nebel- und Wolkenmeer gehüllt, die Regen sind am Abende des ersten Schöpfungstages noch riefenhaft, die Wasser über der Feste und unter der Feste sind noch nicht geschieden. Aber je mehr sich nun Wasser niederschlägt und das Meer erfüllt, um so reiner wird die Luft. Die Wolken, welche zuerst dicht über dem Meere hängen, beginnen sich zu heben, von den 232,26 Luftäulen Wassers, welche das Luftmeer im Anfange enthält, sind am Abende des zweiten Schöpfungstages nur noch zwei in der Luft. Die Urkunde der Bibel erzählt dies also:

Zweiter Schöpfungstag.

„Und Gott sprach: Es werde eine Feste (ein Gewölbe) zwischen den Wassern und sei eine Scheidung zwischen den Wassern. Und Gott machte (אָסָה *āsāh*) die Feste und schied das Wasser unter der Feste von dem Wasser über der Feste. Und es geschah also. Und Gott nannte die Feste Himmel.“ (I. Mose 1, 6—8.)

Wiederum könnte es auf den ersten Blick so erscheinen, als habe Gott erst an diesem zweiten Tage den gefamnten Himmel geschaffen. Aber dies wäre ganz wider die Anschauung der Bibel-Erzählung. Nach dieser ist der gefamnte Himmel bereits vor der Erde geschaffen und kann daher nicht noch einmal geschaffen werden. Am zweiten Schöpfungstage schafft Gott überhaupt nicht, er befiehlt nur, dass etwas geschehe, er ordnet es nur an, und siehe, es geschieht nach seinem Willen. Auf der Erde sondern sich die Wasser der Luft oder die Wolken von den Wassern des Meeres, die erstern erheben sich vom Meere, und je höher sie steigen, um so höher erhebt sich das Gewölbe der Luft, auf der Erde Himmel genannt und erscheint den Menschen auf Erden wie eine Feste (רִיקְיָ *rūkia*, gr. *sterēōma*), wie ein ehernes Gewölbe über der Erde, welches die Wasser der Wolken trägt.

Ebenso verhält es sich aber auch am vierten Tage mit dem Erscheinen von Sonne, Mond und Sternen. Auch diese sind mit dem Himmel und dem Lichte bereits vor dem Sechstagerwerke ge-

schaffen und können daher am vierten Tage nicht nochmals geschaffen werden. Auch schafft Gott am vierten Tage überhaupt nicht, er befiehlt nur, dass etwas geschehe, er ordnet nur an, und es geschieht. Die Ausdrücke der Bibel sind am vierten Tage genau dieselben, wie bei der Einrichtung der Feste am zweiten Tage. „Und Gott sprach, heist es: Es werden Lichter an der Feste des Himmels, die da scheiden Tag und Nacht und geben Zeichen, Zeiten, Tage und Jahre, und seien Lichter an der Feste des Himmels, dass sie scheinen auf Erden. Und es geschah also. Und Gott machte (אָסָה *āsāh*) zwei grose Lichter, ein groses Licht, das den Tag beherrsche, und ein kleines Licht, das die Nacht beherrsche, dazu auch die Sterne. Und Gott setzte sie an die Feste des Himmels, dass sie schienen auf die Erde und den Tag und die Nacht beherrschten und schieden Licht und Finsterniss“ (v. 14—18) Gott befiehlt also, dass an der Feste des Himmels Lichter erscheinen, die da auf Erden Tag und Nacht scheiden. Es ist wieder nur von der Erde die Rede. An dem Gewölbe über der Erde, auf welchem die Wolken ruhen, sollen Lichter erscheinen, sollen Zeichen geben für Tage, Monate und Jahre und sollen auf Erden scheinen. Im weiten Himmelsraume sind also längst Sonne, Mond und Sterne gewesen, aber auf der Erde waren sie unter dem dicken Wolkenmeere nicht sichtbar, und erfordert es lange Zeit, ehe das dichte Luftmeer, ehe die Wolken, welche am Abende des zweiten Schöpfungstages noch 50 mal so dick sind wie heute, ehe diese Massen sich soweit aufklären, dass Sonne, Mond und Sterne sichtbar werden. Erst am Abende des vierten Schöpfungstages wird die Luft soweit geklärt, wie wir dies im Verlaufe dieser Untersuchung sehen werden, erst zu jener Zeit werden Sonne, Mond und Sterne auf Erden sichtbar, werden sie an die Feste des Erdhimmels gesetzt und scheinen auf Erden, beherrschen hier Tag und Nacht, scheiden Licht und Finsterniss, wie dies die Bibel berichtet.

Die ersten beiden Schöpfungstage der Bibel entsprechen genau der Meereszeit. Das Ende des zweiten Schöpfungstages ist auch genau das Ende der Meereszeit. Bibelurkunde und Steindenkmäler der Erde stimmen also bis in alle Einzelheiten überein, ergänzen und bestätigen sich gegenseitig. Dass freilich die Tage der Schöpfung nicht Menschentage sind, sondern Tage vor Gottes Angesichte, in denen er sein Tagewerk vollbringt und vor dem Tausend Jahre sind wie ein Tag, der gestern vergangen ist, und wie eine Nachtwache, das wird kein Bibelkundiger bestreiten.

Dritter Schöpfungstag.

„Und Gott sprach: Es sammle sich das Wasser unter dem Himmel an besondere Oerter, dass man das Trockne sehe. Und es geschah also. Und Gott nannte das Trockne Land, und die Sammlung der Wasser nannte er Meer.“ (I. Mose 1, 9–10.)

Die Bibel berichtet hier, wie nach der Meereszeit die Inseln aus dem Meere hervorgestiegen sind. Neben den Höhen im Meere haben sich große Meeresthäler gebildet, besondere Oerter, in denen sich das Wasser des Meeres sammelt, so dass die Inseln aus dem Meere hervorragen, und man das Trockne sieht. Der Gegensatz, der dadurch entsteht, ist der von Land und Meer. Der Zeitabschnitt der Erdgeschichte, der dieser Erzählung entspricht, ist die Infelzeit.

„Und Gott sprach: Es lasse die Erde aufgehen Grüngras und Fruchtgras, das sich befame, und Fruchttragende Bäume, da ein jeglicher nach seiner Art Frucht trage und habe seinen eignen Samen bei sich selbst auf Erden. Und es geschah also. Und die Erde lies aufgehen Grüngras und Fruchtgras, das sich befamete, ein jegliches nach seiner Art, und Bäume, die da Frucht trugen und ihren eignen Samen bei sich selbst hatten, ein jegliches nach seiner Art.“ (I. Mose 1, 11–13.)

Die Bibel berichtet hier von der ersten Hervorbringung der Pflanzen. Die Infelzeit, wo das Land aus dem Meere auftauchte, aber noch wüste und leer war (I. Mose 1, 9–10), ist vorüber, ein neuer Abschnitt, die Zeit der ersten Pflanzen, bricht an. Wieder ist es nicht ein Schöpfungsakt Gottes, mit dem wir es zu thun haben, sondern eine Anordnung Gottes. Gott befiehlt, dass die Erde Pflanzen aufgehen lasse, und die Erde lässt sie aufgehen.

Die Pflanzen, von denen die Bibel an diesem Tage berichtet, sind dreierlei Art:

1. Grüngras (שׁוֹמֵר desche), d. h. junges Gras, dessen Same nicht genossen wird.
2. Fruchtgras (עֵשֶׂבֶת ēsebh), das sich befame. Luther übersetzt dies durch Kraut, die Septuaginta durch botánē chórtoú, Futterpflanze. Beide Uebersetzungen sind jedoch fehlerhaft. Der hebräische Ausdruck bezeichnet, wie Gelenius in seinem thesaurus nachweist, unzweifelhaft ein Gras, d. h. einen

Monocotyledonen oder Spitzkeimer, jedenfalls einen Marklofen.

3. Frucht tragende Bäume (עֵץ פְּרִי עֹשֶׂה פְּרִי *ēz ōseh-p'rī*), da ein jeglicher nach seiner Art Frucht trage und habe seinen eignen Samen bei sich selbst auf Erden. Der Ausdruck ist freilich nicht genau und kann ebenfowohl die Markbäume (Dicotyledonen) als die Palmen (Monocotyledonen) bezeichnen. Beachtet man jedoch, dass die Dattelpalme in Egypten und Palästina der König der Bäume ist, dessen Same weit und breit berühmt, dessen Besamung, da sie zum Theile künstlich herbeigeführt wurde, allgemein bekannt ist; beachtet man, dass Gräser und baumartige Palmen die niedrigsten Gewächse sind, welche einen Samen tragen und die Besamung erkennen lassen, so kann es meiner Ansicht nach keinem Zweifel unterliegen, dass die Bibel hier nur von der Entstehung der Spitzkeimer oder Monocotyledonen berichten will. Jedenfalls sind die Markpflanzen oder Dicotyledonen in diesem Verse mit keinem Worte erwähnt.

Die Markpflanzen oder Dicotyledonen konnten aber auch an diesem Tage noch gar nicht hervorkommen; denn die Markpflanzen sind Lichtpflanzen, welche eines hellen Lichtes bedürfen und nicht eher erscheinen können, als die Sonne am Himmel sichtbar wird. Zur Zeit der Uebergangsgedilde oder der Grauwacke, als noch die Kohlenäure im Luftmeere vorwaltete, und das Licht der Sonne nicht durchdringen konnte, hat es noch keine Markpflanzen gegeben. Erst zur Steinkohlenzeit, als die Kohlenäure aus dem Luftmeere verschwunden war und der Sauerstoff hervortrat, auch die Sonne durch die Wolken hindurchbrach, erschienen auch die ersten Markpflanzen, und zwar aus der untersten Stufe derselben, die Nadelhölzer.

• Vierter Schöpfungstag.

„Und Gott sprach: Es werden Lichter an der Feste des Himmels, die da scheiden Tag und Nacht und geben Zeichen, Zeiten, Tage und Jahre, und seien Lichter an der Feste des Himmels, dass sie scheinen auf Erden. Und es geschah also. Und Gott machte (אָסָה *āsāh*) zwei große Lichter, ein großes Licht, das den Tag beherrsche, und ein kleines Licht, das die Nacht beherrsche, dazu auch die Sterne. Und Gott setzte sie an die Feste des Him-

mels, dass sie schienen auf die Erde und den Tag und die Nacht beherrschten und schieden Licht und Finsterniss.“ (I. Mose 1, 14—19). •

Sonne, Mond und Sterne sind, wie wir oben nachwiesen, bereits vor dem ersten Schöpfungstage geschaffen, aber sie sind noch nicht auf Erden sichtbar geworden, da die dicken Wolken sie verhüllen, sie sind noch nicht an der Feste des Erdenhimmels erschienen und geben auf Erden noch nicht die Zeichen für die Zeiten des Tages und des Jahres, wobei zu bemerken ist, dass alle alten Völker: Egyptianer, Juden und Babylonier, die Tages- und Jahreszeiten nur nach dem Stande der Gestirne bestimmten. Jetzt erst bricht die Sonne durch am Ende der Uebergangszeit, und beginnt damit ein neuer Zeitabschnitt. Der dritte Tag zweite Hälfte und der vierte Tag entsprechen genau der Uebergangszeit oder der Zeit der Marklosen.

Fünfter Schöpfungstag:

„Und Gott sprach: Es wimme das Wasser von Lurchen und lebenden Wesen, und Vögel fliegen auf Erden unter der Feste des Himmels. Und Gott schuf (נָצַף *bārā*) große Thunfische und allerlei lebende Wesen, die Lurche, welche das Wasser bewegen, jedes nach seiner Art, und allerlei gefiederte Vögel, jeden nach seiner Art.“ (I. Mose 1, 20—23.)

Die Bibel berichtet hier von dreierlei Arten von Thieren:

1. Die Thunfische (נָצַף *tannin*). Luther übersetzt *tannin* durch Wallfische; aber das ist ein Irrthum. Der Wallfisch ist ein Fisch des nördlichen Eismeeres, der den Juden ganz unbekannt war, für den es in der hebräischen Sprache gar keinen Namen giebt. Der *tannin* dagegen ist der Thunfisch des mittelländischen Meeres, der größte Fisch, den die Juden kannten, bis 5 m. lang und bis 12 Zentner schwer, derselbe heist hebräisch נָצַף *tannin*, gr. *thýnnos*, lat. *thynnus*, ital. *tonno*, franz. *thon*, deutsch *thunfisch*, *Thynnus vulgaris* Linné, vom Urverb *dhū*, *dhun*, sskr. *dhū*, gr. *thýn-ō*, ksl. *dun-ati* rasch hin und her bewegen, stürmen.
2. Die Lurche (נָצַף *scherez*, נָצַף *romeseth*), welche das Wasser bewegen. Die hebräischen Worte bezeichnen beide Kriecher, Reptile, die Septuaginta übersetzt beide gleichfalls durch *hérpeton*, Kriecher. Es sind dies also unzweifelhaft die

Lurche oder Reptilia Linné. Den Hebräern sind aber die Krokodile des Nils, *Crocodylus vulgaris* Cuv., die größten Reptilia der Erde, sehr wohl bekannt, diese bewegen das Wasser des Nils in auffallendster Weise und sind mit der obigen Beschreibung offenbar bezeichnet.

3. Die gefiederten Vögel, die auf Erden unter der Feste des Himmels fliegen.

Die Bibel berichtet hier also unzweifelhaft von der Schöpfung der Nichtflüger, welche zur Gebirgszeit geschaffen sind, und zwar erwähnt sie die drei Stufen derselben: die Fische der Kohlenzeit, die Lurche der Kupferzeit und die Vögel der Salzzeit. Der Bibelbericht entspricht also ganz genau den Ergebnissen der Erdgeschichte. Der fünfte Tag ist genau der Gebirgszeit entsprechend.

Sechster Schöpfungstag.

„Und Gott sprach: Die Erde bringe hervor Säugethiere, ein jegliches nach seiner Art, Hufer, Nager und Raubthiere, ein jegliches nach seiner Art. Und es geschah also. Und Gott machte (אָסָה, *āsāh*) die Hufer nach ihrer Art und die Nager nach ihrer Art und die Raubthiere, ein jegliches nach seiner Art.“ (I. Mose 1, 24—25.)

Nach dem Berichte der Bibel macht Gott also am sechsten Tage die Säugethiere. Im Hebräischen steht חַיִּיִּם אֲרָצִים *chajath hāārez*, d. h. genau übersetzt Landthiere. Im Gegensatz zu den am fünften Tage geschaffenen Wasser- und Luftthieren werden diese Thiere Landthiere genannt, d. h. Thiere, welche das Land bewohnen. Es sind dies die Säugethiere; denn die niedern Thiere, die Wirbellosen, werden weder in der Schöpfungsgeschichte noch bei der Sündfluth erwähnt, ebenso wenig wie die niedern Pflanzen erwähnt werden.

Die Bibel berichtet wieder von dreierlei Arten von Säugethieren:

1. Die Hufer (בְּהֵמָה *b'hēmāh*). Der hebräische Name bezeichnet in der Einheit das Vieh des Hauses, und zwar Pferde und Esel, d. h. die Einhufer, Schafe und Ziegen, Rinder und Kameele, d. h. die Zweihufer, in der Mehrheit (בְּהֵמוֹת *b'hēmōth*) bezeichnet er das Flusspferd, d. h. den größten Vielhufer; im Ganzen die Hufer überhaupt.
2. Die Nager (רֶמֶשׁ חָדָם *remesch hāādāmāh*). Der hebräische Name bezeichnet wörtlich die Landkriecher, welche auf der

Erde entlang schlüpfen und hinein kriechen, d. h. Mäuse und Ratten, kurz die Nager.

3. Die Raubthiere (חַיִּתִּים chaj'thō-erez), eigentlich die wilden Thiere des Landes, d. h. die Raubthiere, wie Gefenius dies im thesaurus beweist. Nager und Raubthiere aber bilden die beiden Ordnungen der Pfoter, welche in dem Abschnitte der Kragzeit so mächtig vorwalten.

Die niedrigste und die höchste Ordnung der Säugethiere: die Flosser und die Händer oder Affen sind in dem Berichte der Bibel nicht erwähnt, da sie den Hebräern gar nicht bekannt sind.

Der sechste Tag der Bibel entspricht also genau der Alpenzeit der Erdgeschichte.

Fassen wir alles zusammen, so entspricht der Bibelbericht genau und bis in alle Einzelheiten hinein der Geschichte der Erde, wie sie eine späte Forschung wissenschaftlich erforscht hat und verdient in dieser Hinsicht die größte Bewunderung. Ein Schöpfungstag der Bibel beträgt in der Erdgeschichte im Mittel 6 Millionen Jahre. Da aber nach der Bibel (Pf. 90, 4) Millionen Jahre (der hebr. Ausdruck עֶלֶף eleph bezeichnet 1000, äthiop. 10000, kurz eine sehr große Zahl) vor Gotte sind wie eine Nachtwache, d. h. wie der sechste Theil eines Tages und hier von Göttestagen die Rede ist, so kann dies nach der biblischen Anschauungsweise keinen Anstos erregen.

Wortverzeichniss.

- Abkühlungsgesetze der Erde 61, 64, 66, jetzige feste Wärme 65.
Afrika, Feuerberge 23.
Agricola, Erdgeschichte desselben 6.
Alaunschiefer, Bildung 133, Zusammenfassung 191.
Albit, Bildung u. Zusammenfassung 88.
Algen, erstes Auftreten zur Grundzeit 180, der Wackezeit 187.
Alluvium gleich Gletschergebilde.
Almucantharat, Erklärung 12.
Alpen, Ableitung des Namens 227, Hebung der 239, genauere Vorgänge dabei 240.
Alpengeschichte der Erde 227.
Alpenzeit der Erde 113, Verhältnisse derselben 113, 139, 227.
Alter der Menschengattung 227.
Altrother (Old red sandstone) 141, 148, 201, Zusammenfassung 203, 204.
Aluminium gleich Thon.
Amerika, Feuerberge 25, Hebungen 28.
Amphibien, erstes Auftreten im Kupferflöze 139, 142, 217, im Neurothen 222.
Andefin, Zusammenfassung 44, 86.
Anhydrit im Salzflöze 223.
Anorthit, Zusammenfassung 37, 44, 86.
Anziehung, Gesetz der 15.
Apatit, Zusammenfassung 44, 86.
Aequator, Erklärung 13.
Asbest, Bildung des 91.
Arien, Feuerberge 23.
Augit, Arten 37, Zusammenfassung 44, 86.
Aushauchungen von Kohlenäure 117.
Austergürtel 159.
Australien, Feuerberge 26.
Azimuth, Erklärung 12.
Balakalk 141, 148.
Bafalt, Abstammung des Namens 45, Erdbafalt 45, Himmelsbafalt 33, Schmelzpunkt des 17.
Bauer, Georg, Erdgeschichte desselben 6.
Beaumont, Elie de, Theorie desselben 9.
Beckenkrag 145.
Belchen, Hebung des 141, 172, 205.
Bernkrag 147, 149.
Bibelbericht über die Erdgeschichte 254.
Bildung der Erdschichten 151, des Gneises 109, des Granites und Porphyrs 81, des Gypses und Steinsalzes 223, der kohlenfauren Gesteine 88.
Bischof, Gustav, Theorie desselben 9.
Bitterasche 218.
Bitterkalk 217, 223, 225.
Blaukreide 143, 235.
Bletzen (Monopetalae), erstes Auftreten 238.
Blöcke, Abstammung 154, Bildung der 154.
Blüher (Monocotyledoneae), erstes Auftreten 193.

- Blumen (Polypetalae calyciflorae),
erstes Auftreten 238.
- Böhmerwald, Hebung des 225.
- Bordeaux, Schichten 145.
- Breche, Ableitung des Namens 150.
- Breitengrade 13.
- Breitenkreis, Erklärung 13.
- Brocken, Ableitung und Erklärung
154.
- Bromnatrium im Meerwasser 57.
- Broncit, Zusammensetzung 37.
- Buch, Leopold von, Einfluss auf die
Erdgeschichte 9.
- Calcium gleich Kalk.
- Cambrische Gebilde gleich Grund-
flötz.
- Caprotinenkalk 144.
- Caradoc-Schichten 141, 148.
- Ceramites im Alaunschiefer 133.
- Chlorit, Bildung des 91.
- Chlorkalium im Meerwasser 57.
- Chlorkalk, ursprüngliche Verbin-
dung der Erde 125, 127, im Fluss-
wasser 128, im Meere und seine
Umwandlung in Chlornatrium oder
Kochsalz 135.
- Chlornatrium in Quellen 79, im
Flusswasser 120, 128, im Meere 57,
Bildung deselben im Meere 135,
im Steinsalz 224.
- Chlortalk im Flusswasser 128, im
Meere 57, im Steinsalz 224.
- Chondrit, Zusammensetzung 36.
- Chrom in Himmelssteinen 33.
- Coprolithen 225.
- Corfica, Hebung 146, 173, 238, 239.
- Crustaceae, erstes Auftreten zur
Wackezeit 188.
- Dampfmeer der Erde 21.
- Darwin, Entwicklungsgeschichte 10,
174.
- Dickhäuter der Kragzeit 238, 239.
- Diluvium gleich Schwemmgelände.
- Diopsid, Zusammensetzung 37.
- Dolomit der Kupferzeit 217.
- Dolerit, Zusammensetzung 42.
- Druckerkjura 143.
- Dunstzeit der Erde 70, Ableitung
des Namens 70, Ueberblick 72.
- Eifen in den Himmelssteinen 30, 33,
35, 36, in der Erde 59, Schmelz-
punkt des 17.
- Eisenoxyd in der Lava 42, im Ba-
falte 45, im Granite 49, im Por-
phyr 51, aus der Lava ausgewand-
ert 82, Gehalt im Flusswasser 120,
neue Bildung 124, Tafel der Neu-
bildung 136, im Gneise 111, im
Thonschiefer 183, im Glimmer-
schiefer 184, im Alaunschiefer 191,
im Kohlenflötze 201, im Altrothen
203, 204.
- Eisenoxydul im Himmelssteine 36,
in der Lava 42, im Bafalte 45, im
Granite 49, im Porphyr 51, Wan-
derung deselben 82, 89, im Gneise
111, im Thonschiefer 183, im Glim-
merschiefer 184, im Alaunschiefer
191, im Altrothen 203, 204.
- Eisenspath 89.
- Empedoklés, Einfluss auf die Erd-
geschichte 5.
- Enstatit, Zusammensetzung 37.
- Eocene 145.
- Erd bafalt, Zusammensetzung 45.
- Erde, Arbeit der 16, Bewegung 15,
91, Gestalt 11, 14, Gewicht 15,
Gleicher 13, Größe 11, 14, Pole 12,
Schichten 59, 151, Wärme der Ober-
fläche 16, Zustand feurig-flüssiger
59.
- Erdgeschichte, geschichtliche Ent-
wicklung derselben 5, Sternzeit 62,
Zeit der Zellofen 11, Schalenzeit
68, Zeit der Pflanzen und Thiere
112, Hügelperiode 175, Gebirgszeit 196,
Alpenzeit 227, Schluss 253.
- Erdrutsche 155.
- Erdschale, Dicke der zur Dunst-
zeit 72, Meerzeit 77, Infelzeit 105,
Zeit der Pflanzen und Thiere 113.
- Erdspalten, Tiefe des Wassers in
den 29, zur Meereszeit 97, zur Infel-
zeit 105, zur Zeit der Pflanzen und
Thiere 113, jetzt 29.
- Erratische Blöcke 147.
- Erze der Erde 59.
- Erzgebirge, Hebung 143, 172, 234.

- Erzmeer der Erde 19, 39, Gewicht 58, Gröse 40.
 Europa, Feuerberge 22, Hebungen 27.
 Falun 146.
 Farne, erstes Auftreten zur Wackezeit 187, zur Kohlenzeit 210, zur Jurazeit 232.
 Feldspath, Zusammenfetzung 53.
 Feuerberge, Tiefe der Adern 17, Ueberblick der F. 22, Aushauchungen von Kohlenfäure 117, 118.
 Feuerkugeln 37.
 Feuerrücken unter der Erdschale 167.
 Findlingsblöcke 147.
 Fische, erstes Auftreten zur Kohlenzeit 139, 141, 206, zur Kupferzeit 217, zur Jurazeit 232, zur Kreidzeit 236.
 Flechten, erstes Auftreten zur Grundzeit 180.
 Flosser, erstes Auftreten zur Jurazeit 232.
 Flötz, Ableitung des Namens 55, Zeitfolge der F. 139, jedem F. entspricht eine Pflanzen- und Thierstufe 139.
 Flötzschale der Erde 55.
 Flüsse, Abstammung des Namens 153, Delten, erste Bildung der Delten in der Blaukreide 235, Gerölle 107, 154, Mündungskegel 108.
 Flusswasser, Gehalt an Stoffen 120, 128, 153.
 Fluthflötz, Abstammung des Namens 141, 149, Beschreibung 139, 147, 242.
 Fluthzeit 229, 241.
 Forstmarbel 143.
 Fuchsel, Einfluss auf die Erdgeschichte 7.
 Fuspunkt, Erklärung 12.
 Gault gleich Grünmergel 144.
 Gebirge, Zeit ihrer Bildung 171, Tafel 172, 174.
 Gebirgsgegeschichte der Erde 196, Rückblick 225.
 Gebirgskreife 171, Erklärung 198, Berechnung der Gebirgskreife 173.
 Gebirgszeit der Erde, Verhältnisse der G. 113, 139, 225.
 Gerölle, Ableitung des Namens 154, Bildung der G. 107, 155.
 Gefichtskreis auf der Erde 11, Erklärung 12, Berechnung des G. 14.
 Gletscher der Gegenwart 245, der Gletscherzeit 248.
 Gletschergebilde 147, 149.
 Gletscherzeit der Erde 245.
 Glimmer, Ableitung des Namens 53, Bildung im Granite 88, Zusammenfetzung 53.
 Glimmerschiefer, Zusammenfetzung 184.
 Gneis, Ableitung des Namens 110, Bildung des G. 109, Zusammenfetzung 111.
 Grand, Ableitung des Namens 154, Erklärung 155.
 Granit, Ableitung des Namens 49, Bildung aus der Lava 81, 82, durch Wasser 53, Bildung seiner einzelnen Bestandtheile 84, 86, 87, Zerfetzung an der Luft 106, Zusammenfetzung 49, 52.
 Granitschale 48, Gewicht der 58.
 Graphit in den Himmelssteinen 33.
 Grat, Erklärung 198.
 Graukalk 144.
 Grauzeit der Erde 113, 139.
 Grauwacke, siehe Wackeflötz und Riffelflötz.
 Grauwacke-Sandstein im Altrothen 203.
 Grobkalk 145.
 Grundflötz 139, 140, 141, 148.
 Grundzeit der Erde 177.
 Grünkreide 144, 149, 236.
 Gyps, Ableitung des Namens 219, Bildung des G. 135, Gehalt im Meere 57, im Rauchkalke 218, im Salzkalke 223, Tafel der Schichten 136.
 Hall, Einfluss auf die Erdgeschichte 9.

- Harz, Hebung des 141, 172, 205.
 Häusler gleich Mollusca, erstes Auftreten zur Grundzeit 181, zur Wackezeit 188, zur Kohlenzeit 206, zur Kupferzeit 217.
 Hauptalpen, Hebung der 147, 173.
 Haunyn, Zusammenfetzung 44, 86.
 Haunynophyr, Zusammenfetzung 44.
 Hebungen der Erdschale 16, Uebersicht der H 27, des Meeresgrundes 95, 97, Berechnung 100, der Infeln 105, Berechnung 105, der Zeit der Pflanzen und Thiere 165, 169, der Gebirgszeit 197, 226, der Jurazeit 234, der Kreidezeit 236, der Kragzeit 239, der Gletscherzeit 252.
 Hennegau, Hebung des 142, 172, 219.
 Heródotos, Einfluss auf die Erdgeschichte 5.
 Hilsthone 144.
 Himmelsbafalt 29, 32, Zusammenfetzung 33.
 Himmelseifen 29, Zusammenfetzung 30.
 Himmelslava 29, Zusammenfetzung 36, 37.
 Himmelssteine gleich Meteorsteine 29, 37.
 Hippuritenkalk 144.
 Höhe eines Sternes, Erklärung 12.
 Höhenkreis, Erklärung 12.
 Horizōn gleich Gesichtskreis 11, 12.
 Hufer, erstes Auftreten zur Kreidezeit 235.
 Hügelgeschichte 175.
 Hügelzeit der Erde 113, 139, 175.
 Humboldt, Alexander v., Einfluss auf die Erdgeschichte 9.
 Hundsrück, Hebung des 172, 185.
 Hutton, Einfluss auf die Erdgeschichte 9.
 Infusionsthier, erstes Auftreten zur Grundzeit 181.
 Insecta, erstes Auftreten zur Riffzeit 194.
 Infel, Ableitung des Namens 103, Arbeit der I. 106, Bildung der I. 105.
 Infelzeit der Erde 103, 104, 105.
 Juraflötz, Ableitung des Namens 140, 148, Beschreibung 139, 140, 142, 148, 232.
 Jurazeit der Erde 229.
 Kali in Himmelssteinen 36, in Erdlava 42, im Bafalte 45, im Granite 49, im Porphy 51, im Gneise 111, im Thonschiefer 183, im Glimmerschiefer 184, im Alaunschiefer 191, im Altrothen 203, 204, entführt aus der Lava 82, durch die Quellen der Infeln 106.
 Kaliglimmer, Zusammenfetzung 53.
 Kalium, Antheil an der Erde 59.
 Kalk, Antheil an der Erde 59.
 Kalkerde in den Himmelssteinen 36, in Lava 42, im Bafalte 45, im Granite 49, im Porphy 51, im Gneise 111, im Thonschiefer 183, im Glimmerschiefer 184, im Alaunschiefer 191, im Altrothen 203, 204, entführt aus der Lava 89, Antheil im Flusswasser 120.
 Kalksteinbildung 162.
 Kamm des Gebirges, Erklärung 198.
 Kämmerer gleich Polythalamien der Kreide 233, 236.
 Keuper 142, 148, 224.
 Keupermergel 225.
 Keuperfandstein 225.
 Keuperthon 224.
 Kiesel, Antheil an der Erde 59, an den Himmelssteinen 30, 35.
 Kieselpanzerer der Kreide 237.
 Kiefelfäure in Himmelssteinen 36, in Lava 42, im Bafalte 45, im Granite 49, im Porphy 51, im Gneise 111, im Thonschiefer 183, im Glimmerschiefer 184, im Alaunschiefer 191, im Altrothen 203, 204, entführt aus der Lava 82, Antheil in Quellen 79, im Flusswasser 120.
 Kitt der Schichtgesteine 159.
 Klippenkrag 146, 239.
 Kobalt, Antheil in Himmelssteinen 30, 35.
 Kochfalz in Quellen 79, Bildung im Meere 135.

- Kohle, Antheil an Himmelssteinen 30, 35, an der Erde 59, Bildung durch die Pflanzen 115, durch chemische Thätigkeit 121, Antheil an den Schichten 136, 183, 191.
 Kohlenflötz 139, 141, 148, 200.
 Kohlenkalk 206.
 Kohlenfandstein 207.
 Kohlenfäure im Luftmeere der Dunstzeit 74, der Meerzeit 97, Berechnung 101, der Infelzeit 105, Neubildung zur Zeit der Pflanzen und Thiere 116, zur Kohlenzeit 200, zur Jetztzeit 58, Wirkung auf die Lava 79, 82, Verbrauch an K. 82, Kreislauf der K. 94, 115.
 Kohlenfaure Gesteine 56, 58, Bildung der K. 82, 88, zur Meereszeit 97, Berechnung 100, zur Infelzeit 105, zur Zeit der Pflanzen und Thiere 116, 136, im Althrothen 203, 204, im Kohlenkalk 207.
 Kohlenfaure Salze im Granite 49, im Porphyry 51, in den Quellen 79.
 Kohlenschiefer 208.
 Kohlenzeit der Erde 199, 206.
 Korallen 203, 233.
 Korallengürtel der Erde 159.
 Korallenjura 143, 149, 230.
 Korallenriffe des Jura 230.
 Kornbrach 143.
 Kothsteine (Coprolithen) 225.
 Krabben (Crustacæe), erstes Auftreten zur Wackezeit 188.
 Kragflötz, Ableitung des Namens 140, Beschreibung 139, 145, 149, 239.
 Kragzeit 229, 237.
 Kraterlava, Zusammensetzung 42.
 Kreidflötz, Ableitung des Namens 140, Beschreibung 139, 143, 149, 235.
 Kreidezeit 229, 234.
 Kunstausdrücke, Einführung deutscher 10.
 Kupfer in den Himmelssteinen 30, 35.
 Kupferflötz 139, 142, 148, 215.
 Kupferschiefer 142, 216.
 Kupferzeit der Erde 199, 214.
 Küste des Meeres, Erklärung 158.
 Labrador, Zusammensetzung 44, 86.
 Lagerjura 142.
 Längengrad 13.
 Längenkreife der Erde 13.
 Lava, Ableitung des Namens 41, in Himmelssteinen 33, 37; in Kratern 42, Schmelzpunkt 17, Bestandtheile und Eigenschaften 86.
 Lavenmeer der Erde 19, 41, 58.
 Lavenschale 58, Zusammensetzung 48.
 Lehm, Ableitung des Namens 151, Beschreibung 156.
 Leibnitz, Ansichten über die Erdgeschichte 6, 7.
 Lettenkohle 224.
 Leucit, Zusammensetzung 44, 86.
 Leucitophyr, Zusammensetzung 43.
 Lias 142.
 Llandeiloschichten 141, 148.
 Londonbecken 145.
 Ludlowkalk 141, 148.
 Ludlowschiefer 141, 143.
 Luftmeer der Erde 21, 57, Zusammensetzung 58, der Dunstzeit 73, der Meereszeit 97, Berechnung 101, der Infelzeit 105, zur Zeit der Pflanzen und Thiere 114, der Grundzeit 177, der Wackezeit 186, der Riffzeit 192, der Kohlenzeit 199, der Kupferzeit 214, der Salzzeit 219, der Jurazeit 229, der Kreidezeit 234, der Kragzeit 237, der Fluthzeit 241, der Schwammzeit 242, der Gletscherzeit 245.
 Luftfäule, Erklärung 73.
 Lurche, erstes Auftreten zur Kupferzeit 139, 142, 217, im Neurothen 222, im Jura 232, in der Kreide 236, 237.
 Lyell, Alter der Menschengattung 227.
 Magnesia-Glimmer, Zusammensetzung 53.
 Magnesium gleich Talk.

- Magneteisen**, Zusammensetzung 44, 86.
Mangan, Antheil an der Erde 59, fein Oxydul in der Lava 42, im Basalte 45, im Granite 49, im Porphy 51, im Gneise 111, im Thonschiefer 183, im Glimmerschiefer 184, im Altrothen 204, aus der Lava entführt 82, im Flusswasser 120.
Marmor, Ableitung des Namens 89, Beschreibung 56.
Meer, Ableitung des Namens 77, M. der Erde 57, 58, zur Meereszeit 78, 97, Berechnung 99, zur Inselzeit 105, zur Zeit der Pflanzen und Thiere 113, Berechnung 114.
Meeresgrund, Hebung zur Meereszeit 95
Meeresströme zur Meereszeit 93.
Meereszeit der Erde 77, 97.
Meerhang, Erklärung 157.
Meerwasser, vor der Salzzeit nur Chlorkalk enthaltend 129.
Meilen, Gröse 10.
Menschen, erstes Auftreten der 227.
Mergel des Keupers 225.
Meridian, Erklärung 12, 13.
Metamorphosen der Gesteine 90.
Meteoreifen 29.
Meteorfilikat 32.
Meteorstein 29.
Millstone grit gleich Kohlenfandstein 207.
Miocene 146.
Mittagslinie, Erklärung 12.
Molasse 146, 149.
Mollusca, erstes Auftreten zur Grundzeit 181, zur Wackezeit 188, zur Kohlenzeit 206.
Monocotyledoneae, erstes Auftreten zur Riffzeit 193.
Monopetalae, erstes Auftreten 238.
Monte Viso, Hebung des 172, 236.
Mountain limestone (Kohlenkalk) 206.
Muschelkalk 142, 148, 223.
Münzkalk 144.
Nadelhölzer, erstes Auftreten zur Kohlenzeit 141, 210.
Nadir, Erklärung 12.
Nagelflue 146, 149.
Nager der Kragzeit 238.
Natrium, Antheil an der Erde 59.
Natron in Himmelssteinen 36, in Lava 42, im Basalte 45, im Granite 49, im Porphy 51, im Gneise 111, im Thonschiefer 183, im Glimmerschiefer 184, im Alaunschiefer 191, im Altrothen 203, 204, entführt aus der Lava 82, durch die Inseln 106, Gehalt im Flusswasser 120.
Nelken (Polypetalae thalamiflorae), erstes Auftreten 238.
Neocomien 143, 235.
Nephelin, Zusammensetzung 44, 86.
Nephelinit, Zusammensetzung 43.
Neptunisten 5.
Netze der Erde 12, 13.
Neurother 142, 221.
Neuzeit der Erde 113, 139.
New red sandstone (Neurother) 221.
Nickel in den Himmelssteinen 30, 35.
Nierenjura 143, 149.
Nordengland, Hebung von 141, 172, 213.
Nummulitenkalk 144.
Old red sandstone (Altrotler) 201.
Oligoklas, Zusammensetzung 44, 53, 86.
Olivin, Zusammensetzung 37, 44, 86.
Oolite 142.
Orthoklas, Zusammensetzung 53, Bildung im Granite 88.
Oxford series 143.
Pallas, Einfluss auf die Erdgeschichte 8.
Pampasthon 147.
Parallelkreife der Erde 13.
Parifer Becken 145.
Passgürtel der Dunstzeit 76, der Meereszeit 92.
Patagonienkrag 147.
Pflanzen, Einwirkung auf die Gesteine 115, aufs Schwefeleisen 130, auf schwefeläure Salze 131, Auftreten der Stufen 139, 174, zur Grundzeit 179, zur Wackezeit 187,

- zur Riffezeit 193, zur Kohlenzeit 210.
- Pfoter, erstes Auftreten zur Kragzeit 238, 239.
- Phosphor in den Himmelssteinen 30, 35.
- Phosphorsäure im Altrothen 204.
- Pilze, erstes Auftreten zur Grundzeit 180.
- Plänerkalk 144.
- Planhebung, Erklärung 169, 170.
- Plattenkalk 141, 148.
- Plattenschiefer 141, 148.
- Pole der Erde 12.
- Polhöhe, Erklärung 13.
- Polypen gleich Quallen.
- Polypetalae, erstes Auftreten 238.
- Porphyry, Ableitung des Namens 51, Zusammenfetzung 51, 52, Bildung aus der Lava 82, 87.
- Portland series 143.
- pyrenäen, Hebung der 145, 172, 237.
- Pyroxen-Andesit, Zusammenfetzung 43.
- Quallen, erstes Auftreten zur Grundzeit 181, zur Wackezeit 188, zur Riffezeit 194, zur Kohlenzeit 206, zur Kupferzeit 217, zur Jurazeit 232.
- Quaderandstein 144.
- Quarz, Ableitung des Namens 53, Bildung im Granite 88.
- Quarzfand 144.
- Quellen, Ableitung des Namens 153, Gehalt an Salzen 79, 130, 153, 157.
- Rauchgrater Kalk 224.
- Rauchkalk 142, 148, 217.
- Regen der Meereszeit 77, 78, der Infelzeit 105.
- Riffe des Jura 230.
- Riffelötz, Ableitung des Namens 140, Beschreibung 139, 141, 148.
- Riffezeit 192.
- Rogenjura 142, 149.
- Rothzeit der Erde 113, 139.
- Rücken der Gebirge, Erklärung 198.
- Salpetersäure Salze im Flusswasser 120.
- Salzflötz, Ableitung des Namens 140, Beschreibung 139, 142, 148.
- Salzkalk 223.
- Salzzeit der Erde 199, 219.
- Sand, Ableitung des Namens 150, 154, Erklärung 154, 155.
- Sandstein, Altrother 201, Vogefens. 220, Neurother 221, Bildung des S. 159, 160.
- Sattel, Erklärung 198.
- Sauerstoff, Antheil an der Erde 59, am Luftmeere 58, Kreislauf des S. 115, 118, 136, Tafel 136, Erzeugung durch Pflanzen 115, Verbrauch 124, Einwirkung auf die Schwefelsäure 130.
- Säugerschiefer 143.
- Säugethiere, erstes Auftreten zur Jurazeit 139, 142, 227, 232.
- Saurer, Ableitung des Namens 217, erstes Auftreten zur Kupferzeit 217, zur Jurazeit 232.
- Saussure, Einfluss auf die Erdgeschichte 8.
- Schale, feste der Erde 18, zur Zeit der Pflanzen und Thiere 113.
- Schalengeschichte der Erde 68.
- Scheitelkreife, Erklärung 12.
- Scheitelpunkt 12.
- Schichten, Bildung der Sch. im Meere 109, auf dem Lande 137, in wagerechter Lage 138, Zeitfolge der Bildung 139, Zusammenstellung der Sch. zur Zeit der Pflanzen und Thiere 141, Tafel über die Bildung der Sch. 163, Dicke der Sch. 165.
- Schiefer, Ableitung des Namens 150, Bildung des Sch. 159.
- Schwarzwald, Hebung des 220.
- Schwefel in Himmelssteinen 33, Schmelzpunkt 17.
- Schwefeleifen, ursprüngliche Verbindung des Schwefels 125, durch Sauerstoff gelöst 130, Ablagerung in den Spalten des Urgesteines 132, im Alaunschiefer 133, 191, im Kohlenschiefer 134, 207, im Kupferschiefer 134, im Salzflötze 135.

- Schwefelerze im Kohlenkalke 207, im Kupferschiefer 217.
- Schwefelsaure Salze in Quellen 79, in Flüssen 120, 128, im Meere 57, in den Schichten 135, 136, im Kohlenkalke 207, im Steinfalze 224
- Schwemmgebilde 147.
- Schwemmzeit der Erde 242.
- Schwinger (Insecta), erstes Auftreten zur Riffzeit 194.
- Seewerkalk 144.
- Senkungen der Erdschale 18, Ueberlicht der S. 27, zur Meereszeit 95, Berechnung 100, zur Infelzeit 105, zur Zeit der Pflanzen und Thiere 165, 169, zur Jurazeit 234.
- Serpentin, Bildung des 91.
- Silurische Gebilde siehe Wackeflötz und Riffelflötz.
- Smith, W., Einfluss auf die Erdgeschichte 9.
- Snowdonfelsen 141, 148.
- Spannkraft des Wasserdruckes 99.
- Speckstein, Bildung des 91.
- Steinkohle 208, chemische Bestandtheile der St. 209, zelliger Bau der St. 210, Meeresgürtel 210, Binnenmulden 211, Entstehung der St. 211.
- Steinfalz, Zusammenfetzung 224, Bildung 129.
- Steinsterne 37.
- Stenson, Darstellung der Erdgeschichte 6.
- Sternkreife, Erklärung 12.
- Stickstoff, Antheil an der Erde 59, am Luftmeere 58, 74
- Stinkkalk 218.
- Stoffe, Berechnung des Antheils an der Erde 60, Raumgewichte der schweren St. 39, 40.
- Strabon, Einfluss auf die Erdgeschichte 5.
- Strand des Meeres, Erklärung 158.
- Ströme der Meereszeit 91, 93.
- Studer, Bernhard, Erklärung der Alpenhebung 240.
- Subapenninkrag 147.
- Talk, Antheil an der Erde 59.
- Talkerde in den Himmelssteinen 30, 36, in der Lava 42, im Basalte 45, im Granite 49, im Porphyr 51, im Gneise 111, im Thonschiefer 183, im Glimmerschiefer 184, im Alaunschiefer 191, im Altrothen 203, 204, fortgeführt aus der Lava 82, seine Wandlungen 90, sein Antheil im Flusswasser 120.
- Talkglimmer 91.
- Tangalgen, Vorkommen der 187.
- Tenare, Hebung des 147, 173.
- Terebratelgürtel des Meeres 159.
- Tertiärgebilde gleich Kraggebilde 139.
- Thalès, Einfluss auf die Erdgeschichte 5.
- Thiere, Auftreten der verschiedenen Stufen 139, Entwicklungsgeschichte der Th. 174, Thiere der Grundzeit 181, der Wackezeit 188, der Riffzeit 193, der Kohlenzeit 206, der Kupferzeit 217, der Salzzeit 221, der Jurazeit 230, 233, der Kreidezeit 234, der Kragzeit 237, der Fluthzeit 241, der Schwemmzeit 242, der Gletscherzeit 245.
- Thiergehäufe in den Schichten 130.
- Thon, Antheil an der Erde 59.
- Thonerde in den Himmelssteinen 36, in der Lava 42, im Basalte 45, im Granite 49, im Porphyr 51, im Gneise 111, im Thonschiefer 183, im Glimmerschiefer 184, im Alaunschiefer 191, im Altrothen 203, 204, fortgeführt aus der Lava 82, Antheil im Flusswasser 120.
- Thonschiefer der Grundzeit 183, des Altrothen 204.
- Thüringorwald, Hebung des 142, 172, 225.
- Tiefe des Wassers in den Erdspalten 29, Berechnung 97, zur Meereszeit 97, zur Infelzeit 105, zur Zeit der Pflanzen und Thiere 113, jetzt 29.
- Titan säure im Gneise 111.
- Todtliegendes 142, 148, 215.
- Trilobiten, erstes Auftreten zur Wackezeit 188.

- Trümmergesteine 56, 58.
 Uebergangsgeschichte der Erde 175.
 Ufer des Meeres, Erklärung 158.
 Urgeschichte der Erde 68.
 Vagau, Hebung des 172.
 Verticale, Erklärung 12.
 Vinci, Leonardo da, Einfluss auf die Erdgeschichte 6.
 Vögel, erstes Auftreten zur Salzzeit 139, 142, 222.
 Vogefen, Hebung der 220.
 Vogefenfindstein 142, 220.
 Vulcane, Tiefe der Adern 17, Ueberblick der V. 22.
 Vulcanisten Standpunkt der 5.
 Wackelflötz, Ableitung des Namens 140, Beschreibung 139, 148.
 Wackezeit der Erde 186.
 Walkererde 142.
 Wärme im Feuermeere 19, W. an der Oberfläche der Erdschale zur Dunstzeit 72, zur Meereszeit 77, 97, zur Infelzeit 105, zur Zeit der Pflanzen und Thiere 113, zur Uebergangszeit 176, zur Riffzeit 193, zur Gebirgszeit 197, zur Alpenzeit 227, zur Jurazeit 232, zur Kreidezeit 236, zur Kragzeit 238, zur Schwemmzeit 243, zur Gletscherzeit 251, jetzt 16.
 Wärmezunahme in den Spalten der Erdschale 72, 77, zur Meereszeit 97, zur Infelzeit 105, zur Zeit der Pflanzen und Thiere 113.
 Wasser in den Spalten der Erde 29, zur Meereszeit 97, zur Infelzeit 105, zur Zeit der Pflanzen und Thiere 113.
 Wasserdunst des Luftmeeres zur Dunstzeit 74, Meereszeit 77, Infelzeit 105, zur Zeit der Pflanzen und Thiere 113, jetzt 58, Spannkraft des W. 99.
 Wassergehalt der Lava 42, des Basaltens 45, des Granites 49, der Porphyrs 51, des Gneises 111.
 Wassermeer der Erde 19, 58, Zusammenfassung 57.
 Wasserstoff, Antheil an der Erde 59.
 Wealdenrocks 143, 235.
 Weiskreide 144, 236.
 Weisliegendes 142, 148, 216.
 Weite, Erklärung 12.
 Wellenhebung, Erklärung 169, 171.
 Wellenkalk 223.
 Wenlockschiefer 141, 148.
 Werner, A. G., Einfluss auf die Erdgeschichte 8.
 Westalpen, Hebung der 147, 173.
 Westergürtel der Meereszeit 93.
 Wettergürtel der Dunstzeit 75, der Meereszeit 92.
 Wiederkauer im Klippenkrage und Bernkrage 239.
 Winde der Dunstzeit 76, der Meereszeit 91, 92.
 Wolkenring der Dunstzeit 76, der Meereszeit 93.
 Xenophánēs, Einfluss auf die Erdgeschichte 5.
 Zechstein 142, 148, 217.
 Zeiten der Abkühlung der Erde, Gesetz 67, Tafel 66, zur Dunstzeit 72, zur Meereszeit 77, zur Infelzeit 105, zur Zeit der Pflanzen und Thiere 113.
 Zeitfolge der Schichten 139.
 Zeiträume der Erdgeschichte 68, Dunstzeit 72, Meereszeit 77, Infelzeit 105, Zeit der Pflanzen und Thiere 113.
 Zeller, erstes Auftreten der Z. 180.
 Zellthiere, erstes Auftreten der Z. 181.
 Zenith, Erklärung 12.
 Zénōn, Einfluss auf die Erdgeschichte 5.
 Zinn in Himmelssteinen 30, 35, Schmelzpunkt 17.