

www.e-rara.ch

Untersuchungen über theoretische Geologie

De la Beche, Henry Thomas

Quedlinburg und Leipzig, 1836

ETH-Bibliothek Zürich

Shelf Mark: Rar 33373

Persistent Link: <https://doi.org/10.3931/e-rara-73228>

www.e-rara.ch

Die Plattform e-rara.ch macht die in Schweizer Bibliotheken vorhandenen Drucke online verfügbar. Das Spektrum reicht von Büchern über Karten bis zu illustrierten Materialien – von den Anfängen des Buchdrucks bis ins 20. Jahrhundert.

e-rara.ch provides online access to rare books available in Swiss libraries. The holdings extend from books and maps to illustrated material – from the beginnings of printing to the 20th century.

e-rara.ch met en ligne des reproductions numériques d'imprimés conservés dans les bibliothèques de Suisse. L'éventail va des livres aux documents iconographiques en passant par les cartes – des débuts de l'imprimerie jusqu'au 20e siècle.

e-rara.ch mette a disposizione in rete le edizioni antiche conservate nelle biblioteche svizzere. La collezione comprende libri, carte geografiche e materiale illustrato che risalgono agli inizi della tipografia fino ad arrivare al XX secolo.

Nutzungsbedingungen Dieses Digitalisat kann kostenfrei heruntergeladen werden. Die Lizenzierungsart und die Nutzungsbedingungen sind individuell zu jedem Dokument in den Titelinformationen angegeben. Für weitere Informationen siehe auch [Link]

Terms of Use This digital copy can be downloaded free of charge. The type of licensing and the terms of use are indicated in the title information for each document individually. For further information please refer to the terms of use on [Link]

Conditions d'utilisation Ce document numérique peut être téléchargé gratuitement. Son statut juridique et ses conditions d'utilisation sont précisés dans sa notice détaillée. Pour de plus amples informations, voir [Link]

Condizioni di utilizzo Questo documento può essere scaricato gratuitamente. Il tipo di licenza e le condizioni di utilizzo sono indicate nella notizia bibliografica del singolo documento. Per ulteriori informazioni vedi anche [Link]

ETHICS ETH-BIB



00100002451129

Ch. Miscb. 1. vol.

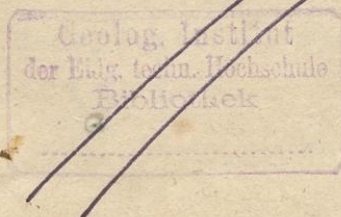
Row 33373

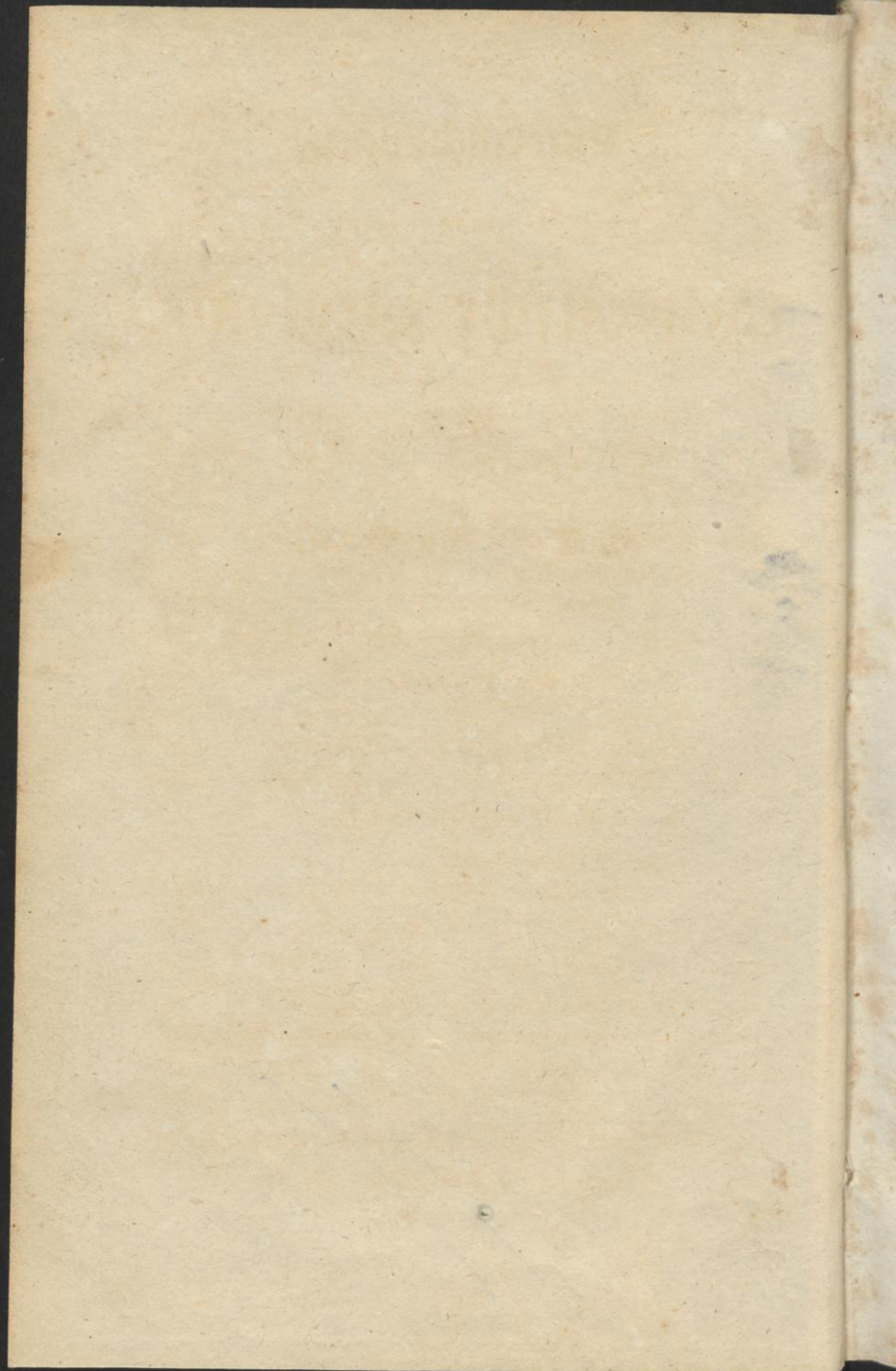
R 1994/58

Beudant, Traité élémentaire de Minéralogie.
Paris 1824.

Brard, Minéralogie appliquée aux arts.
3 vol. Paris 1821. (8.)

Le Prollet
St. Louis 1887.





Untersuchungen
über
theoretische Geologie.

Von
H. T. De La Beche.

Aus dem Englischen

von

Carl Hartmann.

Mit acht lithographirten Tafeln.

Quedlinburg und Leipzig.
Druck und Verlag von Gottfr. Basse.

1836.

R 1994/58



CatE

V o r r e d e.

Obgleich wir uns in dem vorliegenden Werkchen bei der Theorie von der Centralwärme und von dem frühern feurig-flüssigen Zustande unseres Planeten sehr lange verweilt haben, so müssen wir doch bevormworten, daß wir nicht so sehr an diesen Ideen hängen, um sie nicht mit andern zu vertauschen, die eine bessere Erklärung einer gleichen Menge beobachteter Thatsachen, wenn uns dieselben vorgeführt werden, geben. Nur durch tausend Irrthümer und nur mit dem Vorsatz, vorgefasste Meinungen sofort aufzugeben, wenn sie sich als unhaltbar zeigen und nicht durch eine eigensinnige Anhänglichkeit an einmal gefasste Begriffe können wir uns der Wahrheit nähern. Vertheidigen wir irgend eine Theorie und wir führen zu ihrer Unterstützung nur einseitige Gründe an, so gerathen wir in die Gefahr, uns selbst und Andere zu täuschen. Es müssen ganz offen Thatsachen aller Art, mögen sie nun zu Gunsten oder gegen unsere Ansichten sprechen, angeführt werden, damit die, deren Meinungen vorurtheilsfrei sind, leicht zu einer Ueberzeugung zu gelangen vermögen.

Da wir uns im Allgemeinen der Wahrheit um so mehr nähern, je einfacher wir sind, so ist der Verfasser bei den folgenden Untersuchungen stets bemüht gewesen, zur Erlä-

rung verschiedener Thatsachen, z. B. des frühern feurig-flüs-
 sigen Zustandes der Erde, die einfachsten Ursachen aufzufin-
 den, statt Ansichten zu huldigen, die sich zwar durch Neu-
 heit, nicht aber durch Einfachheit empfehlen. Es mag uns,
 wir gestehen es gern, bei einem solchen Verfahren nicht im-
 mer geglückt sein, die Wirkungen auf die rechten Ursachen
 zurück zu führen; allein sollten unsere Folgerungen für irrig
 erkannt werden, so haben wir doch wenigstens nicht den Feh-
 ler begangen, als einseitiger Vertheidiger von Meinungen
 aufgetreten zu sein, die, um irgend eine Hypothese haltbarer
 als eine andere zu machen, Thatsachen unterdrücken oder nur
 halb feststellen.

Inhalts = Verzeichniß.

- Erstes Capitel. Dichtigkeit der Sonne und der Planeten, S. 1. Materie des Mondes und der Planeten, 3. Gestalt der Erde, 5. Wechsel in der Beschaffenheit der Erdoberfläche, 5. Es existirten feste Materien, ehe Gerölle hervorgebracht werden konnten, 5. Ihr bedeutendes Volum, 6. Einfache Stoffe in der Erdrinde, 6.
- Zweites Capitel. Gasförmige Beschaffenheit des Sonnensystems, S. 11. Verdichtung metallischer Dämpfe, 12. Wirkungen verminderter Temperatur, 12. Wirkung des Chlors mit Beziehung auf den gasigen Zustand der Erde, 13. Von Sauerstoff und Wasserstoff, 14. Natrium mit Chlor in dem Meere, mit Sauerstoff in den Felsarten, 15. Kohlenstoff ist selten in den ältern Felsarten, 17. Schwefel, Fluor und Phosphor, 18. Metallische Dämpfe, 18. Wirkungen einer oxybirten Rinde und eines metallischen Kerns der Erde, 19. Die Dichtigkeit der Erde durch die Centralwärme vermindert, 20. Flüssigwerden der Gase, 22. Zu diesem Zweck erforderliche Wassertiefe, 24; Felsartentiefe, 25.
- Drittes Capitel. Gebrochener Zustand der Erdoberfläche, S. 27. Unebenheiten der Erdoberfläche seit den ersten Zeiten ihrer Erstarrung, 27. Erste Entstehung des fließenden Wassers, 28. Schichtung, 28. Früherische Erscheinungen aufgerichteter Schichten, die durch chemischen Niederschlag hervorgebracht worden sind, 29; durch mechanischen Absatz, 30. Fortschaffende Kraft des Wassers, 32. Ebbe und Fluth und Meeresfrömmungen, Reibung des fließenden Wassers, Wirkung der Wogen auf die Küsten, 33.
- Viertes Capitel. Fortschaffung der Gerölle durch Flüsse, S. 40. Mittlere Dichtigkeit oder specifisches Gewicht der Mineralien, welche gewöhnlich die Gebirgsarten zusammensetzen, der Gebirgsarten, mancher Muscheln und der Erdrinde, 43. Ungleiche Fortschaffung der Gerölle, 46. Conglomerat Ablagerungen, 49. Verschiedene Umstände, unter denen sie entstehen, 50. Einien unregelmäßiger Ablagerungen mechanischer Gebirgsarten, 51.

Fünftes Capitel. Chemische Veränderungen der Gebirgsarten, S. 53. Chemische Einwirkung auf Gerölle, 55. Kalknieren in Mergel und Thon, 56. Kieselige Nieren in Sandstein, 57. Feuerstein in Kreide, 58. Spaltbarkeit oder Zerklüftung der Felsarten, 60. Veränderungen der Aneinanderreichungen der Theilchen fester Körper durch die Wärme, ohne Veränderung der äußern Form, 62. Spaltbarkeit der Grauwacke, des Schieferthons, Thonschiefers, 63. Säulenförmige Structur gewisser Felsarten, 65. Veränderte Gebirgsarten, 66. Nothwendige Grenzen der Veränderung der Gebirgsarten durch die Wärme, 68. Adhäsion der Glasplatten zur Erklärung der Cohärenz der Sandsteine, 69. Infiltration von Kiesel zwischen Sandstein, 70.

Sechstes Capitel. Die in Bruchstücke verwandelte Erdrinde wird durch die Gravitation zusammengehalten, 71. Geringe relative Wichtigkeit der Gebirgsketten in Beziehung zum Durchmesser und zur Oberfläche der Erde, 72. Brüche der Erdrinde, durch Ausstrahlung der Hitze der Erde hervorgerufen, 73. Erhebung der Gebirge, 74. Wirkungen der Erdbeben, 75. Die Erdrinde wird am leichtesten nach vorher gebrochenen Linien verworfen, indem in denselben der geringste Widerstand stattfindet, 76. Gebogene Schichten und deren Entstehung, 77.

Siebentes Capitel. Äußere Drydation des metallischen Kerns, S. 85. Ist dem Anschein nach unzulänglich, um Gebirgsketten hervorzubringen, 86. Vereinigung der Theorien der Centralwärme und der Drydation der metallischen Basen gewisser Erden und Alkalien unter der Erdrinde, 86. Warme Quellen, 87. Vulkane, 91. Hebung und Senkung großer Ländermassen, 100. Ahtes Capitel. Gebirgsthäler, S. 105. Zerlegung und Zerstörung der Gebirge, 106. Durchbruch von Gebirgsseen, 110. Emporhebung untermeerischer Gebirgsketten, 112. Abfluß der Gerölle aus den Gebirgen, 116.

Neuntes Capitel. Verwerfungen in hügeligem Lande, in Thälern und Bergen, 118. Aushöhlung von Thälern im flachen Lande, 119. Werth verhältnißmäßiger Durchschnitte, 120. Resultate der Sondirungen rings um die britischen Küsten, 120. Die jetzige Fluth und die jetzigen Strömungen geben keine Veranlassung zur Bildung von Thälern, 123. Wirkungen der Atmosphäre und der Flüsse bei der Thalbildung, 124. Aushöhrende Kraft der Wogen in zerrissenem Lande, 127. Durch Erdbeben hervorgerachte Wogen, 129.

Zehntes Capitel. Glatte und gestreifte Wände der Verwerfungs Klüfte, 130. Wirkungen, die durch Seitenbewegungen in den Klüften hervorgerufen worden sind, 131. Unregelmäßige und wellenförmige Linien der Klüfte, 131. Kreisförmige Erhebungsthäler, 133. Erhebungskratere, 134. An den Klüften emporgehobene Schichten, 135. Erzgänge, 136. Chemische Veränderungen der Ausfüllungen der Rücken und Gänge, 137.

Elftes Capitel. Organische Reste der verschiedenen Gebirgsarten, 141. Bedingungen für das Thier- und Pflanzenleben, 142 — 153.

Zwölftes Capitel. Bedingungen für das Thier- und Pflanzenleben,

- Fortsetzung, 154. Es können sich Gebirgsarten zoologisch ähnlich sein und brauchen doch nicht zusammenhängende Ablagerungen gebildet haben, 164. Zoologische Differenzen gleichzeitig gebildeter Gebirgsarten, 165.
- Dreizehntes Capitel. Meeresleben des Oceans, 167. Süßwasserthiere im Salzwasser, 169. Meeresthiere im süßen Wasser, 170. Versteinerung der organischen Reste, 174.
- Vierzehntes Capitel. Wässerige und feurige, geschichtete und ungeschichtete Gebirgsarten, 182. Charakter der untern geschichteten Felsarten, Gneis, Glimmerschiefer u. 184.
- Fünfzehntes Capitel. Versteinerungsführende Gebirgsarten, S. 191. Die Grauwackengruppe, 194. Die Kohlengruppe, 198. Gruppe des rothen Sandsteins, 205.
- Sechzehntes Capitel. Dolitgruppe, S. 211. Wealdformation, 218. Kreidegruppe, 220.
- Siebzehntes Capitel. Ueber der Kreide liegende (tertiäre) Gebirgsformationen, S. 226.
- Achtzehntes Capitel. Feurige Gebirgsarten, S. 235. Granit, 236. Trappgesteine, 240. Trachyt und Basalt, 241. Erhebung der Gebirgsketten, 245. Erratische Böcke, 246. Schluß, 248.
-

Druckfehler.

Seite 8 Zeile 6 von unten folgt auf Feldspathgattungen un b.

= 18 = 14 von oben lies Sulphurete statt Sulphurate.

= 133 = 11 von oben lies Malachit statt Malonchit.

= 183 = 12 von unten lies Insel statt Inseln.

= 218 = 20 von unten lies Wealben: Rocks statt Wealbern: Rocks.

Einige andere Versehen bleiben der geneigten Verbesserung der Leser überlassen.

Erstes Capitel.

Die Sonne und die bekannten Planeten unseres Sonnensystems haben eine verschiedene Dichtigkeit; es folgt daher, daß die Materialien, aus denen diese Körper gebildet, entweder verschieden, oder nicht unter gleichen Umständen in denselben vorhanden sind. Daher ist eine gegebene Dichtigkeit nicht nothwendig für die Existenz eines Planeten und folglich giebt es *a priori* keinen Grund gegen die Annahme, daß sich die Dichtigkeit eines Planeten, wie z. B. der Erde, im Verlauf der Zeit verändert habe.

Wir haben keinen directen Beweis, daß die Materie der übrigen Planeten mit der der Erde verschieden, oder mit ihr gleich sei. Wir können nur in Uebereinstimmung mit der Einfachheit und der Größe des Plans in der Schöpfung annehmen, daß die Materie im Allgemeinen nicht wesentlich verschieden sein würde, eben so wie wir sehen, daß aus der Combination weniger Elementarstoffe sehr verschiedene thierische und vegetabilische Formen entstehen.

Nimmt man daher an (und es scheint durchaus nicht unphilosophisch zu sein), daß die Materie der Planeten im Allgemeinen nicht wesentlich verschieden sei, so muß es eine Kraft geben, welche der Gravität auf einem jeden von diesen Planeten ungleich entgegenwirkt, weil sonst ein großer Planet, wie der Saturn, nicht weniger dicht als die Erde sein würde. Die Wärme scheint wohl im Stande zu sein, Wirkungen, wie wir sie zu erklären suchen, hervorzubringen. Sie kann die Dichtigkeit aller Körper verändern, und wir haben allen Grund anzunehmen, daß alle wägbare Materien gasförmig werden würden, wenn man eine hinreichende Wärme auf sie anwenden könnte. Die Wirkungen der Gravität auf

der Oberfläche der Sonne hat man als so bedeutend hoch angenommen, daß ein Mensch, wenn er dorthin gelangte, durch sein eigenes Gewicht zerdrückt werden würde. Dennoch ist die Dichtigkeit der Sonne verhältnißmäßig unbedeutend. Man hat daher gefolgert, daß in ihrem Innern eine große Hitze existirt, die sie fähig macht, dem ungeheuren Druck zu widerstehen, der auf sie ausgeübt wird ¹⁾. Lassen sich diese Folgerungen auf die Sonne anwenden, so kann dies auch auf große Planeten, wie z. B. auf den Saturn, der Fall sein, dessen Dichtigkeit die des Korks nicht viel übersteigen soll ²⁾. Wenn es nun wahrscheinlich ist, daß ein hoher Hitzgrad eine dem Druck von der Einwirkung der Schwerkraft der Materie des Saturn gegen sein Centrum entgegenwirkende Kraft sei, welche die Dichtigkeit verhindert, die er sonst besitzen würde; so scheint a priori kein Grund vorhanden zu sein, warum im Innern der Erde kein beträchtlicher Hitzgrad zur Verminderung ihrer Dichtigkeit vorhanden sein sollte. Ist daher diese Art, den Gegenstand zu betrachten, richtig, und nehmen wir an, daß die unsern Planeten bildende Materie im Allgemeinen dieselbe sei, als die, aus welcher die andern bestehen, so müssen die Veränderungen in der Dichtigkeit der Planeten größtentheils den verschiedenen Intensitäten der Wärme in jedem zugeschrieben werden.

Daß manche von den Planeten, wenigstens die verhältnißmäßig der Sonne nähern, Atmosphären besitzen, scheint wohl gewiß zu sein. Ist es der Fall, so haben wir Beweise, daß die Materie auf diesen Körpern wenigstens im zweifachen Zustande existirt. Es hat daher keine Schwierigkeit, einen Schritt weiter zu gehen und anzunehmen, daß die Materie auf allen Planeten im festen, flüssigen und gasförmigen Zustande existire. In wiefern dies auch der Fall mit denjenigen kleinern Körpern ist, die wir Trabanten oder Monde nennen, ist eine andere Frage. Von unserm Monde nimmt man gewöhnlich an, daß er keine Atmosphäre habe, obgleich dies einige Schwierigkeit hat, wenn wir den vulkanischen Charakter seiner festen Oberfläche berücksichtigen. Sir J. Herschel (*Astronomy*, p. 229.) hat auf der Mondoberfläche Erscheinungen wahrgenom-

¹⁾ *Herschel, Treatise on Astronomy*, London 1833 p. 239.

²⁾ Dasselbst S. 278.

men, welche zu der Folgerung berechtigen, daß an einigen von den Mondgebirgen »entschiedene Zeichen von vulkanischer Schichtung, die aus dem stufenweisen Absatz ausgeworfener Materie erfolgt ist, haben.« Nun müssen aber die vulkanischen Ausbrüche des Mondes ganz anders sein, als die auf der Erdoberfläche, wenn sie nicht von Gasentwickelungen begleitet sind. Entwickeln sich aber Gase bei lunarischen vulkanischen Eruptionen, so muß die Schwere sie nothwendig auf die Mondoberfläche niederziehen, und sie können von derselben nur verschwinden, indem sie sich mit flüssigen oder festen Materien durch den Einfluß heftiger Kälte oder eines bedeutenden Drucks verbinden. Druck auf der Mondoberfläche kann aber nur durch die Anziehung des Mondes selbst entstehen, und muß daher ganz unzulänglich sein, um die erforderlichen Wirkungen hervorzubringen. Verbindungen mit flüssigen und festen Materien müssen nothwendig von chemischen Verwandtschaften abhängen, so daß, wenn die Materien auf dem Monde irgend eine Aehnlichkeit mit den auf der Erde haben, einige von den entwickelten Gasen wenigstens Zeit erfordern, um sich mit den flüssigen und festen Körpern an der Oberfläche zu verbinden. Ereigneten sich daher nur zuweilen vulkanische Ausbrüche an der Mondoberfläche, so müßte man auch daselbst Gase finden, vorausgesetzt, daß die Temperatur daselbst nicht zu niedrig wäre.

Sind die Angaben Fourier's, daß die planetarischen Zwischenräume eine Temperatur von -58° F. ($46,4^{\circ}$ R.) haben, richtig, so müssen verhältnißmäßig kleine Körper, wie der Mond, ihre Wärme schneller ausstrahlen als große, wie der Saturn, indem man annimmt, daß die verschiedenen Trabanten und ihre Planeten zu gleicher Zeit gebildet worden sind, eine gleiche und höhere Temperatur als der umgebende Raum besessen haben, — und aus ähnlichen Materien gebildet sind. In Folge dieser Hypothese konnten die Erde und der Mond nicht lange eine gleiche Temperatur behalten und letzterer mußte kälter als ersterer werden, so daß auf dem Monde große Kälte herrschen mußte, während die Erde verhältnißmäßig warm war. Wir können daher annehmen, daß die Temperatur auf der Oberfläche des Mondes so niedrig sei, daß die Bildung einer Atmosphäre verhindert wird, wenn sie nicht durch den Einfluß der Sonnenstrahlen entsteht, die wenigstens an

den, der Sonne zugekehrten Theilen der Mondesoberfläche, den Wirkungen der Kälte in der Masse dieses Trabanten, falls eine solche Kälte wirklich existirt, entgegenarbeitet. Es hat daher die Annahme, daß der Mond gänzlich aller gasigen Materien an seiner Oberfläche beraubt sei, einige Schwierigkeiten, wenn noch häufige vulkanische Wirkungen auf derselben stattfinden, wie gewisse Erscheinungen auf denselben uns folgern lassen.

Die weißen Flecke an den Polen des Mars sollen von dem Vorhandensein von Schnee herrühren, »da sie verschwinden, wenn sie lange der Sonne ausgesetzt gewesen und gerade am größten sind, wenn sie aus der langen Nacht ihres Polarwinters auftauchen³⁾. Beruht diese Behauptung auf Wahrscheinlichkeit, so beweist sie, daß die unorganischen Materien auf der Oberfläche des Mars denen auf der Erdoberfläche ähnlich sein können und denselben Gesetzen folgen.

Es folgt aber hieraus durchaus nicht, daß, wenn auch die Planeten, Gemisch betrachtet, aus ähnlichem Material bestehen, alle Körper unseres Sonnensystems aus ähnlichen Materien gebildet worden seien. Wir haben directe Ueberzeugung vom Gegentheil durch die Lichtatmosphäre der Sonne, wenn wir nicht annehmen, daß einige von den Gesetzen, welche die Materie nach dem großen Maßstabe regieren, der absichtlich auf der Sonnenoberfläche, zum Nutzen der verschiedenen, sich um dieselbe bewegenden Körper, in sichtbare und intensive Wirksamkeit gesetzt worden ist, während dieselben Gesetze in diesen Körpern nur schwach oder gar nicht wirken. Jedoch folgt hieraus nicht, wenn es wirklich der Fall ist, daß weil ein Körper gänzlich gasförmig ist, oder aus Dämpfen besteht, auf ihm eine heftige Hitze existiren müsse. Eine sehr hohe Temperatur ist aber zu der Existenz jener starken Lichtmasse, welche Enke's Komet genannt worden ist, eben so wenig nöthig, als zu der Existenz unserer Atmosphäre.

Die Materialien unserer Planeten mögen nun ursprünglich eine sehr hohe Temperatur gehabt haben oder nicht, so scheinen doch die Formen dieser Körper einen wechselweisen Uebergang der Theilchen der sie bildenden Substanzen zu erfordern. Jetzt findet ein solcher Zustand auf der Erdoberfläche nicht statt, wenigstens nicht bei den Theilen der mineralischen Erdrinde, welche in die At-

³⁾ Herschel, Treatise on Astronomy, p. 279.

mosphäre hineinragen oder das Meeresbett bilden. Daher hat der Zustand unserer Erde große Veränderungen erlitten. Wir können durch die Wiederholung solcher Wirkungen, wie wir sie jetzt wahrnehmen, durchaus nicht den gegenseitigen freien Uebergang der Theilchen der Materie, welche die Erde bilden, begreifen. Wenn wir annehmen, daß das Meer Gerölle von einem Ort zu einem entfernten andern transportirt und durch seine Einwirkung irgend einen hervorstehenden Theil des Festlandes weggeschafft habe; so nehmen wir an, daß vorher feste Materien vorhanden gewesen seien, und daß sich folglich die Theilchen solcher Materien nicht frei durch einander bewegen konnten. Um aber eine Wirkung des Wassers hervorzubringen, die im Stande war, feste Materien zu zerstören, mußte das Wasser entweder auf dem Lande fließen, oder es mußte in der Gestalt von Wogen gegen die Gestade geworfen werden, oder den Boden abspülen, gegen, oder auf welchem es sich in Strömungen bewegte. Es ist klar, daß feste Materien vor dem Absatz der sogenannten mechanischen Felsarten existirt haben müssen, und daher muß auch Land entweder über dem Meeresniveau oder in mäßiger Tiefe unter demselben vorhanden gewesen sein, weil sonst keine hinreichende Einwirkung der Gewässer auf das Land stattgefunden und Gerölle gebildet haben würde. Nun ist die Masse der uns bekannten mechanischen Felsarten ungeheuer, so daß nach Abzug der kieseligen und anderen Mineralien, die durch chemische Auflösung und Verbindung während des Absatzes der mechanischen Felsarten entstanden sind, eine große Quantität von Materien bleibt, die in einem festen Zustande vor dem Absatz der mechanischen Bildungen vorhanden gewesen sein müssen. So wahr es daher auch sein mag, daß bei hinlänglicher Zeit die Wirksamkeit der Gewässer auf das Land die kugelförmige Gestalt der Oberfläche unseres Planeten hervorzubringen sich bestreben würde, so müssen wir doch auch das frühere Vorhandensein von trockenem Lande an solchen Stellen annehmen, von denen feste Materien mit der Gewässer weggeführt worden sind.

Es läßt sich nur schwer begreifen, daß sich die Erde, als ein Planet, anders als mit einer sphärischen oder sphäroidischen Gestalt um die Sonne bewegt habe. Annehmen zu wollen, daß sie einst ein unregelmäßiger fester Körper von einer rauhen und unebenen

Oberfläche war, und daß sie später äußerlich durch die Einwirkung des Wassers in ein Sphäroid verwandelt worden, ist eine plumpe Idee und stimmt durchaus nicht mit der Einfachheit überein, welche die großen Werke der Schöpfung so sehr auszeichnet. Sie stimmt auch schlecht mit der großen Menge uns bekannter geologischer Erscheinungen überein. Wir dürfen daher folgern, daß, ehe die feste Oberfläche unseres Erdkörpers von dem Wasser angegriffen war und mechanisch gebildete Schichten enthielt, dieselbe sphärisch oder sphäroidisch sein mußte.

Wenn wir die chemische Zusammensetzung des von uns untersuchten Theils der Erde betrachten, so müssen wir über das ungeheure Volum von Sauerstoff erstaunen, der in allen Theilen derselben, in der Luft, im Wasser oder im festen Gestein vorhanden ist. Sauerstoff bildet ungefähr zwanzig Procent von der Atmosphäre; er bildet den dritten Theil von dem Volum der Gase, welche das Wasser zusammensetzen; er findet sich in ungeheurer Menge in den verschiedenen Felsarten, die, im Allgemeinen betrachtet, wenig mehr als eine Masse von oxydirten Substanzen sind. Wir dürfen annehmen, daß die Rieselerde 45 Procent von der festen Erdrinde bilde, und daß die Erde 51,6 Procent Sauerstoff enthalte.

Die relative Menge von Wasserstoff, Stickstoff, Kohlenstoff, Schwefel oder Chlor ist durchaus nicht so bedeutend als die des Sauerstoffes. Wasserstoff ist ein Bestandtheil des Wassers, und er entwickelt sich auch in Verbindung mit andern Gasen aus den Vulkanen, aus gewissen Erdspalten und aus Steinkohlenlagern. Endlich bildet er einen Bestandtheil der Steinkohlen und ähnlicher Mineralproducte. Wir müssen das Volum des Wasserstoffes hauptsächlich durch das Wasser messen, welches entweder in der Atmosphäre vorhanden ist, oder Meere, Seen und Flüsse bildet, oder mechanisch zwischen den Felsarten verbreitet ist. Letzteres giebt Veranlassung zur Entstehung der Quellen. Auch in chemischer Verbindung mit den Felsarten findet sich eine bedeutende Quantität Wasserstoff, so daß wir diese Substanz im Allgemeinen als die nächst wichtige nach dem Sauerstoff, unter den Bestandtheilen der Erdrinde, annehmen dürfen.

Stickstoff kommt besonders als Bestandtheil der Atmosphäre

vor; allein er fehlt auch nicht in den zahlreichen Felsarten, welche organische Reste enthalten, und in einigen Steinkohlenarten finden sich bis 16 Procent.

Kohlenstoff findet sich in bedeutender Menge in den fossilen Vegetabilien und in dem Kalkstein. In den Steinkohlen kommt er bis 75 Procent vor, allein die hauptsächlichste Menge kommt in dem Kalkstein vor. Aus sehr vielen Quellen und aus Spalten in der Erdoberfläche entwickelt sich kohlensaures Gas und obgleich diese Entwicklungen nur local und größtentheils auf die Gegenden der thätigen und erloschenen Vulkane beschränkt sind, so ist ihr Betrag doch auch nicht unbedeutend.

Schwefel findet sich häufiger in den Felsarten, als man auf den ersten Blick annehmen dürfte. Für sich allein ist sein Vorkommen local und im Allgemeinen nicht beträchtlich; allein im schwefelsauren Eisen oder Schwefelkies findet er sich sehr allgemein verbreitet, und außerdem kommt er auch mit sehr vielen Kupfer-, Blei- und andern Erzen verbunden war. Endlich ist er auch im schwefelsauren Kalk sehr weit verbreitet und im Ocean, im schwefelsauren Natron und in der schwefelsauren Bittererde nicht selten.

Chlor findet sich hauptsächlich in dem salzsauren Natron des Meerwassers, welches 2,5 Procent davon enthält und in dem Steinsalz verbreitet; weniger enthalten die andern im Meerwasser aufgelösten Salze, wie salzsaure Talk- und Kalkerde.

Das relative geologische Interesse der übrigen einfachen, nicht metallischen Substanzen, des Phosphor, Bor, Selen, Iod, Brom und Fluor, ist nicht sehr bedeutend. Phosphor ist als Bestandtheil der Mineralien selten, hauptsächlich findet er sich in den fossilen Knochen, die 24 bis 50 Procent davon enthalten.

Bor bildet den Bestandtheil einiger Mineralien, von denen jedoch nur der Schörl als Gemengtheil von Felsarten auftritt. Borsäure ist auch in einigen warmen Quellen gefunden worden. Selen ist nur in geringen Mengen vorgekommen und hat daher nur geringes geologisches Interesse. Iod ist wahrscheinlich, jedoch nur in geringer Menge im Meerwasser enthalten, da es in Meeresschwämmen, Seegrass u. gefunden worden ist; auch in manchen Mineralquellen ist es entdeckt. Brom ist wahrscheinlich in allem Meerwasser und auch in einigen Mineralquellen verbreitet. Fluor

hat mehr geologisches Interesse als die vorher genannten Elemente, denn obgleich der Flußspath, der am meisten davon enthält, in geologischer Hinsicht nur geringe Wichtigkeit hat, so findet es sich doch, obwohl in geringer Menge (bis 1,5 Procent) in dem Glimmer und in der Hornblende, welche Mineralien eine große Wichtigkeit in der Geologie haben.

Von den metallischen Basen der Alkalien und Erden ist das Silicium am häufigsten über der Erdoberfläche verbreitet, indem die Kiesel Erde ein Hauptbestandtheil, sowohl der chemisch als mechanisch gebildeten Felsarten ist. In den untern geschichteten oder versteinungsleeren und in den ungeschichteten, sogenannten primären Felsarten kommen 50, 70 und selbst 80 Procent Kiesel Erde vor und der größte Theil der Grauwacke und der verschiedenen Sandsteine von dem rothen bis zu dem jüngsten tertiären ohne Zusammenhang der Theile, besteht aus Kiesel. Endlich ist derselbe auch in beträchtlicher Menge in dem Kalkstein verbreitet, wie z. B. die Feuersteine in der Kreide zeigen.

Nebst dem Silicium ist das Aluminium die wichtigste Erdbase auf der Oberfläche unseres Planeten; zwar ist ihr Belang nicht so groß als der des Siliciums, allein sie ist sehr weit verbreitet, denn selbst der Kalkstein ist selten frei davon. In den oben erwähnten ältern Felsarten finden sich 10 bis 16 Procent Thonerde, in einzelnen noch mehr und unter den mechanischen Bildungen ist kaum eine frei davon; sie bildet die Basis der verschiedenen Thone.

Kalium und Natrium sind die wichtigsten Kalimetalle. Kali kommt als Bestandtheil der Felsarten häufiger als Natron vor und die Pflanzen entlehnen ihren oft bedeutenden Kaligehalt nur aus dem Boden. Nur einige oder gar keine von den untern geschichteten Felsarten enthalten kein Kali; im Allgemeinen beträgt der Kaligehalt der Felsarten 5 bis 6 Procent. Natron kommt hauptsächlich in einigen Felspathgattungen in dem Schörl vor, welche Gneis, Granit, Hypersthenfels, Weißstein, Trachyt, Pechstein, Basalt und Diabas bilden; auch ist es in dem Steinsalz und in dem Meerwasser vorhanden.

In der Wichtigkeit folgen nun Magnesium und Calcium, von denen wiederum ersteres das wichtigere ist. Magnesia oder Talk-

erde ist, mit Ausnahme des Quarzfels und gewisser Weißsteine, in allen untern geschichteten Felsarten vorhanden, und eben so ist sie auch in den mechanischen Felsarten gewöhnlich, besonders wenn Glimmer einen beträchtlichen Gemengtheil derselben bilden. Nur wenige Kalksteine enthalten keine Kalkerde; in manchen ist sie in Menge vorhanden, tritt in mehr als 40 Procent in dem Dolomit auf und ist auch mit Salzsäure verbunden in dem Ocean verbreitet. — Die Kalkerde tritt in den neuern Felsarten weit stärker als in den ältern auf, obgleich sie in den ältern geschichteten und ungeschichteten Massen nicht fehlt und in denselben auch untergeordnete Lager von Kalkstein und Dolomit vorkommen. Die relative Flüssigkeit der feurigen Felsarten hängt von der Menge des in ihnen vorhandenen Kalkerde-silicates ab, und daher wirkt die Hitze auf Gesteine, welche viel Hornblende und Augit enthalten, leichter als auf andere. In den versteinierungsführenden Felsarten ist der Kalk häufiger, besonders in den mittlern und obern Theilen der Formationen, wo er hauptsächlich im kohlensauren Zustande vorkommt. Auch im Meerwasser kommt Kalk vor, obgleich in geringer Menge.

Die übrigen Basen der Alkalien und Erden, Barium, Strontium, Beryllium, Yttrium, Thorium, Zirkonium und Lithium, kommen in zu geringen Quantitäten vor, um eine geologische Wichtigkeit zu haben, vielleicht mit Ausnahme des Lithiums, welches in mehr Glimmerarten vorkommen mag, als man gewöhnlich annimmt.

Von allen Metallen, deren Dryde weder Alkalien noch Erden, sind in geologischer Hinsicht Eisen und Mangan am wichtigsten. Berechnet man den Durchschnitt von 30 verschiedenen Arten von Felsarten und läßt man die eigentlichen Eisenerze unberücksichtigt, so enthalten die untern geschichteten Felsarten 5,5 bis 15,31 Procent Eisenoryd, letztere in Glimmer und Chloritschiefer. Im Basalt finden sich sogar 20 Procent. Man darf daher annehmen, daß das Eisen ungefähr 2 Procent von der festen Erdrinde bilde. Auch das Mangan ist fast, wenn nicht eben so weit in derselben verbreitet als das Eisen, jedoch in weit geringern Verhältnissen. Es giebt kaum eine Felsart ohne Eisen und wenige, welche nicht einige Spuren von Mangan zeigen. Wo aber die Erze des letztern gewonnen werden, existirt es nur in sehr geringen Mengen.

Am meisten kommt es im Glimmerschiefer mit Granaten vor, nämlich zu 1,23 Procent; im Allgemeinen bildet es 0,03 bis 0,04 Procent der Masse der Erdrinde.

Die andern Metalle, Zinn, Kupfer, Blei, Zink, Arsenik, Silber, Gold u. haben im Allgemeinen eine geringe geologische Wichtigkeit für die Bildung der Erdrinde. Sie finden sich hauptsächlich auf Gängen, und in dieser Hinsicht gewähren sie, obwohl ihre Verbreitung in der Erdrinde gering ist, ein hohes geologisches Interesse. Chrom kommt so reichlich in einigen Felsarten der Serpentinfamilie vor, daß man wenigstens annehmen darf, die grüne Farbe derselben rühre vom Chromoryd her. Titan mag auch weiter verbreitet sein als man annimmt, denn es ist ein gewöhnlicher Begleiter der Eisenerze. Die Art und Weise seines Auftretens, in sehr kleinen Krystallen in einigen Hohofenschlacken, ist ein Beweis, daß Metalle sehr weit verbreitet sein können und der Beobachtung entgehen, bis daß große Massen der sie enthaltenden Substanzen einem chemischen Prozeß unterworfen werden.

Die vorzüglichsten Substanzen, welche in der chemischen Zusammensetzung der Oberfläche unseres Planeten eingehen, lassen sich, nach ihrer respectiven Wichtigkeit auf folgende Weise classificiren:

Einfache, nicht metallische Substanzen.

- | | | | |
|-----------------|-----------------|--------------|--------------|
| 1. Sauerstoff. | 3. Stickstoff. | 5. Schwefel. | 7. Fluor. |
| 2. Wasserstoff. | 4. Kohlenstoff. | 6. Chlor. | 8. Phosphor. |

Metallische Basen der Alkalien und Erden.

- | | | |
|---------------|-------------|---------------|
| 1. Silicium. | 3. Kalium. | 5. Magnesium. |
| 2. Aluminium. | 4. Natrium. | 6. Calcium. |

Metalle, deren Dryde weder Erden noch Alkalien sind.

- | | |
|-----------|------------|
| 1. Eisen. | 2. Mangan. |
|-----------|------------|

Es scheint daher, daß sechzehn gewöhnlich als einfach angesehene Körper, durch ihre verschiedenen Combinationen, wenn nicht das Ganze, doch bei weitem den größten Theil von allen Materien bilden, die entweder im gasigen, flüssigen, oder festen Zustande, als organische oder unorganische Stoffe, auf der Erdoberfläche existiren.

Zweites Capitel.

Die Idee von der Verdichtung gasiger Materien zu den Kugeln oder Sphäroiden, welche nicht allein in unserm Sonnensystem, sondern auch in Myriaden in dem Weltall existiren, hat so viel Großartiges und Einfaches, daß wir fast nothwendig eine Ansicht dieser Art annehmen müssen, besonders da sie mit der Einheit des Plans in der Schöpfung übereinstimmt. Enke's Komet, jener merkwürdige Dunstkörper, der in ungefähr $3\frac{1}{2}$ Jahre um die Sonne läuft, beweist durch seine Existenz, daß sich gasige Materie oder Dunst von außerordentlicher Dünne, in einer gegebenen Zeit und innerhalb eines gegebenen Kreises, nur von einem noch dünnern Medium gehemmt, um jenen großen leuchtenden Körper bewegen können. Es giebt daher a priori keinen Grund gegen die Hypothese, daß die unsern Erdkörper bildende Materie einst in einem gasigen Zustande existirt und sich in demselben um die Sonne bewegt haben mag. Wir dürfen selbst weiter gehen und mit La Place annehmen, daß unser ganzes Sonnensystem nur eine, ohne Zweifel planmäßige Verdichtung zu Theilen von der Materie ist, welche jetzt die Sonne, die Planeten und ihre Monde bildet, — Materie, die sich um eine Achse drehete, daher sich alle Planeten in derselben Richtung bewegen. Diese Theorie wird von den neuern Ansichten über die Nebelflecke unterstützt, nach welchen diese Körper ungeheure Massen von Materie, die in dem Proceß der Verdichtung begriffen, sind. Wenn alle Materie in der Sonne, in den Planeten und Monden, auch bis über die Bahn des Uranus hinaus ausgedehnt wäre, so würde sie doch nur ein Fleck von dem Universum.

Die Wärme würde als eine Kraft wirken, welche der Verdichtung der, unsern Erdkörper bildenden Materie, angenommen,

daß sie gasförmig seien, entgegen wäre. Sie würde nicht allein der Einwirkung der Schwere, sondern auch der Attraction der chemischen Affinität entgegen wirken. Wenn es nun, wie oben bemerkt worden, sehr wahrscheinlich ist, daß die Wärme in der Sonne, im Jupiter und Saturn bis zu einer gewissen Ausdehnung der Einwirkung der Schwere widersteht, so ist auch die Folgerung nicht unphilosophisch, daß die Wärme, obwohl in einem geringern Grade auf unserm Planeten, der Wirkung der Schwere widerstanden hat und noch widersteht. Wir werden Gelegenheit haben, aus andern Gründen zu zeigen, daß die letztere Folgerung sehr wahrscheinlich ist und daß, wenn dies der Fall, aus der Natur der Dinge folgt, es ein größerer und vorhergehender Widerstand nicht weniger sei.

Die wahrscheinlichen Wirkungen, welche aus einem Gemisch aller irdischen, in Gas oder Dämpfe verwandelten Materien entstehen würden, sind schwer zu fassen; denn wenn wir auch die Materien unter der Erdrinde kennen, so würden doch die nothwendigen Berechnungen so schwierig sein, daß es sehr zweifelhaft sein würde, ob wir nach unsern jetzigen Kenntnissen den verlangten Zweck erreichen würden. Wir wollen jedoch kurz sehen, was für Wirkungen eine Verminderung der Temperatur auf die Hauptbestandtheile der Erdrinde, mit Einschluß des Meeres, der Seen, Flüsse und der Atmosphäre, hervorbringen würde und in wiefern die berechneten Wirkungen mit der jetzigen Vertheilung und dem Zustande solcher Materien, übereinstimmen können.

Nach den angestellten Versuchen dürfen wir annehmen, daß die Gase und Dämpfe gegenseitig durchbringbar sein würden; wäre daher der Hitzgrad hoch genug, so würden sich die einfachen, nicht metallischen Substanzen und die Dämpfe von den verschiedenen Metallen mit einander zu vermischen suchen. Dieser Zustand der Dinge würde sich nicht bis zu dem äußern Theile des Sphäroids, dessen Existenz wir annehmen, fortsetzen, und von einem großen Theil der Metalle würden sich, wegen Mangel an der erforderlichen Hitze, keine Dämpfe entwickeln. Sie würden sich zu verdichten und von der Masse der nicht metallischen einfachen Substanzen zu trennen suchen, indem für den Augenblick jede chemische Affinität, welche zwischen den Metallen und gewissen von diesen

Substanzen existirte, unberücksichtigt blieb. Eine Verdichtung der Theile der metallischen Dämpfe würde die Veranlassung sein, daß sie ihre Träger unter den Theilchen der gasigen Materie verlören und die Einwirkung der Schwere würde sie nach dem Mittelpunkt der Kugel führen. Da sie aber nicht über den Punkt hinausgehen könnten, an welchem sie die Hitze wieder in Dämpfe verwandeln würde, so würden wir ein inneres Sphäroid von metallischen Dämpfen erhalten, die sich zu verdichten streben, und über derselben einen Körper von nicht metallischen, einfachen Substanzen, von denen einige selbst an der äußersten Oberfläche des Sphäroids, in einer weit niedern Temperatur, existiren könnten ⁴⁾. Wir dürfen hier nicht die Einwirkung der Schwere unberücksichtigt lassen. Es ist angenommen worden, daß die Wärme hinlänglich war, um dieser Einwirkung bis zu einem gewissen Grade entgegen zu wirken, da alle irdischen Materien gasförmig waren. Der Streit zwischen diesen sich entgegen wirkenden Kräften würde sehr heftig sein, denn da das Volum der gasigen Flüssigkeiten im umgekehrten Verhältnisse zu dem Druck steht, welchem sie ausgesetzt sind, so würde der Druck auf die innern Theile des gasigen Sphäroids ungeheuer sein, und wenn daher, wegen der Wärmestrahlung, die in den kalten planetarischen Räumen stattfinden mußte, die Schwere mit Gewalt in Wirksamkeit kam, so mußten schon aus dieser Ursach allein flüssige und feste Körper entstehen und in dem Innern würden Materien zu festen und flüssigen Körpern zusammengedrückt werden, die an der Oberfläche, in derselben oder in einer höhern Temperatur, die Gasform beibehalten werden.

Wenn wir berücksichtigen, daß das Chlor eine nähere Verwandtschaft zu den Metallen hat, als der Sauerstoff, so scheint es auf den ersten Blick nicht wahrscheinlich, daß wenn eine verminderte Temperatur ein Flüssig- oder ein Festwerden der Metalle herbeiführte, sie sich mit Sauerstoff vereinigen konnten, wie es wirklich der Fall bei der Masse der ältern Felsarten ist und nicht

⁴⁾ Wir wollen aus dieser Ansicht nicht folgern, daß die nicht metallischen einfachen Substanzen nicht unten, oder im Innern des Sphäroids existirten, sondern nur, daß eine Masse von solchen Substanzen über dieselben nach dem Außern emporkiege.

mit Chlor, wenn beide gleich vorhanden waren, unabhängig von den Verbindungen, die entstanden waren, als sich die Metalle in einem gasförmigen Zustande befanden. Als ein Bestandtheil der Erdoberfläche ist das Volum des Chlors weit geringer als das des Sauerstoffs, wenn beide bloß im gasigen Zustande vorhanden waren. Es muß berücksichtigt werden, daß Chlor und Wasserstoff in der Dunkelheit und in gewöhnlichen Temperaturen, als Gase, stets unvereinigt bleiben werden, unerachtet der mächtigen Affinität des erstern zu dem letztern, die so groß ist, daß Chlor das Wasser bei der Einwirkung des Lichts zersetzt, um sich mit dem Wasserstoff zu verbinden. Der angenommene Fall würde jedoch bei diesen Substanzen weder im Dunkeln, noch in niedrigen Temperaturen stattfinden. Sie würden sich übrigens nicht allein mit einander verbinden, sondern sie würden mit andern einfachen, nicht metallischen Körpern und mit metallischen Dämpfen vermischt werden. Wenn sich aber auch das Chlor, in Folge seiner starken Verwandtschaft zu den Metallen, mit ihren Dämpfen vereinigte, so konnte die Vereinigung nach der Bildung des Wassers oder der Wasserdämpfe doch wahrscheinlich nicht fort dauern. Denn da die häufigsten Metalle, wie Silicium, Aluminium, Kalium, Natrium, Magnesium und Calcium, eine sehr starke Affinität zu dem Sauerstoff haben, so würden das Wasser und die Wasserdämpfe wahrscheinlich zersetzt werden; der Wasserstoff würde sich mit dem Chlor, der Sauerstoff mit dem Metall verbinden. Daher mußten sehr viel Chloride verschwinden und es mußte viel Dryde geben, unabhängig von der directen Bildung der letztern durch die Verbindung des Sauerstoffes mit den metallischen Basen der Erden und Alkalien. Die Verbindung des Chlors mit dem Wasserstoff mußte salzsaures Gas bilden. War diese Verbindung erst vollendet, so mußte das Uebergewicht des Chlors über den Sauerstoff hinsichtlich der Verwandtschaft zu den Metallen aufhören und die beiden letztern konnten sich frei verbinden, wie es bei der Entstehung großer Gebirgsmassen geschehen ist, die, wie schon bemerkt, nichts anders als Metallornde sind.

Das Nichtvorhandensein der Chloride bei den Gebirgsmassen (wenn wir das Steinsalz ausnehmen, dessen Entstehung secondä-

ren Ursachen zugeschrieben werden muß) ist bemerkenswerth und stimmt mit der obigen Hypothese überein.

Wasserstoff verbindet sich nur mit wenigen Metallen und unter denselben ist Kalium das einzige, welches für unsern jetzigen Zweck von Wichtigkeit ist. Es hat aber auch eine starke Affinität zum Sauerstoff. Obwohl es sich mit dem Sauerstoff, selbst in dem Verhältniß von 2 zu 1, in der gewöhnlichen Temperatur nicht verbindet, ausgenommen mittelst des elektrischen Funkens, durch die Flamme, oder durch einen rothglühenden Körper; so erfolgt die Vereinigung doch schnell in einer Temperatur über dem Siedepunkt des Quecksilbers und unter dem, in welchem das Gas im Dunkeln zu leuchten beginnt. Wasserstoff verbindet sich auch ruhig mit dem Sauerstoff, mittelst einer Reihe von elektrischen Funken, wenn es zu sehr mit Luft verdünnt ist, um durch dieselben Mittel zu explodiren; und Platinschwamm bringt eine ruhige Verbindung des Wasserstoffes mit dem Sauerstoff zu Stande, selbst wenn dieses letztere im Verhältniß von 100 zu 1 vorhanden ist. Das Vermögen der Sauerstoff- und Wasserstoffgase, sich ruhig und ohne jede Explosion zu vereinigen, selbst wenn sie weit über das Verhältniß hinaus vermischt sind, in welchem sie sich in dem Wasser finden, ist sehr wichtig für unsere jetzigen Untersuchungen, weil es die Möglichkeit darlegt, durch langsam wirkende Mittel Wasser zu bilden, wenn sehr viel Sauerstoff, eine geringere Menge Wasserstoff, und eine noch geringere von Stickstoff mit geringen Mengen von wenigen andern Substanzen vermischt werden; in der That unter Umständen, die in den innern Theilen des angenommenen gasigen Sphäroids existiren mögen.

Wenn Wasser oder Wasserdämpfe, entweder ruhig durch eins der oben erwähnten Mittel, oder plötzlich durch Explosionen, gebildet worden waren, so mußte sich ihrer sehr bald das salzsaure Gas bemächtigen, wegen der bekannten mächtigen Affinität des letztern zum Wasser. Diese Affinität ist so bedeutend, daß das bloße Entweichen dieses Gases in die Luft, eine dichte weiße Wolke, wegen ihrer unmittelbaren Verbindung mit den Wasserdämpfen in der Atmosphäre, veranlaßt.

Wenn wir die jetzige Vertheilung der Hauptsubstanzen, welche die Erdoberfläche bilden, mit Einschluß des Oceans, betrachten, so

müssen wir über die Thatfache erstaunen, daß während Natrium sowohl in Felsarten als auch in dem Wasser existirt, es hauptsächlich als Chlorid in dem letztern erscheint, während es in den erstern mit Sauerstoff verbunden ist. Wirklich ist die Masse des Chlors mit dem Natrium verbunden und in den Gewässern des Oceans aufgelöst, denn Steinsalz ist ein secundäres Product, welches in den ältesten geschichteten Felsarten nicht vorkommt. Chlornatrium ist auch nicht selten in den Mineralquellen. Das Chlor in der Meeresvegetation ist secundär und gehört nicht zu den Gegenständen unserer Betrachtungen. Es scheint daher sehr wahrscheinlich zu sein, daß es einst einen Zustand der Erde gab, in welchem durch die Verbindung von Chlor mit Wasserstoff und Natrium und von Wasserstoff mit Sauerstoff, der Grund zu dem jetzigen Ocean gelegt wurde, wobei wir jetzt den salzsauren Talk zu Kalk, welche mit schwefelsaurem Natron auch in geringen Verhältnissen in dem Meerwasser vorkommen, ganz unberücksichtigt lassen. Es ist der Bemerkung werth, daß wie hypothetisch der gasige Zustand unseres Planeten auch sein mag, der Entstehung eines Oceans, in welchem die große Masse des Wasserstoffs und Chlors vereinigt ist, kein wirkliches Hinderniß gerade entgegensteht; denn wenn man auch annimmt, daß wegen der intensiven Hitze solche Verbindungen nicht sogleich absolut flüssig sein würden, so mußte dies doch nothwendig der Fall werden, wenn die Strahlung der Wärme so weit vorgeschritten war, daß ein mäßig kühler Boden existirte. Durch diese Hypothese können wir auf einmal über das Chlor und den Wasserstoff walten; denn beide sind bloß im secundären Zustande in den Felsarten vorhanden.

Stickstoff bietet nur geringe Schwierigkeiten dar. Er scheint hauptsächlich dazu bestimmt, um einen Ueberschuß von Sauerstoff in der Atmosphäre zu verbessern und in die Zusammensetzung verschiedener, in ihr existirender organischer Substanzen einzugehen. Dies ist wahrscheinlich der Grund, warum Stickstoff keinen Theil der Felsmassen bildet, wenn sie nicht organische Reste enthalten. Anfanglich mochte sich der Stickstoff, im Allgemeinen betrachtet, nicht mit flüssigen oder festen Körpern verbinden, bis daß endlich die Atmosphäre zur Existenz des thierischen und Pflanzenlebens geeignet war. Als organische Reste in die Gebirgsschichten begre-

ben und Theile der Felsarten wurden, ging der Stickstoff auch in die Zusammensetzung der Mineralmassen ein. Als Bestandtheil der ältern Felsarten kommt er nicht vor.

Der Kohlenstoff ist so selten in den ältern Felsarten, daß, unter welchem Zustande sie auch existirt haben mögen, irgend ein Hinderniß ihrer Verbindung mit dem Kalk, Talk, dem Kali, Natron und andern in denselben enthaltenen Substanzen existiren mußte, selbst wenn er mit Sauerstoff verbunden war, und Kohlensäure würde sich unter den angenommenen Bedingungen höchst wahrscheinlich mit Sauerstoff verbinden und diese Säure hervorbringen. Nun scheint aber der Mangel, oder vielmehr die verhältnismäßige Seltenheit der Carbonate unter den ältern Straten und das Vorherrschen der Silicate in denselben, das Vorhandensein einer bedeutenden Hitze zu der Zeit, als die sie bildenden Mineralien zuerst gebildet wurden, zu beweisen; denn obgleich die Carbonate unter Druck leicht geschmolzen werden können, so mußte doch die erforderliche Kraft erst existiren und der Zustand der Dinge, welchen wir zu betrachten haben, würde dies kaum erlauben, wenigstens im Anfang, oder an den äußern Theilen der Kugel. Nehmen wir an, daß sich Kohlenstoff mit dem erforderlichen Verhältniß Sauerstoff verbunden und gasförmige Kohlensäure gebildet habe, so konnte dieselbe die andern Gase und Dämpfe leicht durchdringen und mußte das Bestreben haben, im Gemenge mit denselben auf den höhern oder äußern Theilen der Kugel zu schwimmen, während wegen der Wärmestrahlung in den innern Theilen die Consolidation vorschritt, so daß sie auf jeden Fall einen bedeutenden Theil von einer, hauptsächlich aus Stickstoff und Sauerstoff bestehenden Atmosphäre bilden mußte. Da es nicht unsere Absicht ist, Schwierigkeiten zu verhehlen, so müssen wir gestehen, daß die Annahme, die Kohlensäure sei ursprünglich und größtentheils auf die gasige Umgebung unseres Planeten beschränkt, weder mit der Entstehung des Kalksteins, noch mit der Entwicklung dieses Gases aus Vulkanen, Erdspalten und Quellen übereinstimmen. Dagegen kommt es mit den Ansichten des Herrn Adolph Brongniart überein, der zur Erklärung der frühern Vegetation unseres Planeten annimmt, daß die Atmosphäre früher einst mehr Kohlensäure enthalten habe, als jetzt. Sehr wahrscheinlich ist dies der Fall gewesen,

besonders wenn wir die Menge von Kohlenstoff berücksichtigen, der in Steinkohlen und fossilen Pflanzen begraben ist, und welche, der Analogie nach gefolgert, hauptsächlich aus der Atmosphäre entlehnt ist. Um übrigens verschiedene geologische Erscheinungen zu erklären, bedürfen wir sowohl Kohlenstoff unter der Erdrinde, als auch auf ihrer Oberfläche.

Schwefel verflüchtigt sich so leicht, so daß er auch nach einer bedeutenden Ausstrahlung der Wärme, in einer höhern Temperatur in Dampfform erhalten sein würde; allein es müssen noch andere Bedingungen berücksichtigt werden. Die Schwefeldämpfe würden sich mit Sauerstoff verbinden und das Resultat würde schweflichte Säure sein, und diese würde wieder, bei dem Vorhandensein von Wasserdämpfen in Schwefelsäure verwandelt werden. Im Allgemeinen sind die Sulphurate nicht häufig in den Felsarten; in den untern geschichteten kommen sie gar nicht vor, dagegen ist schwefelsaurer Kalk unter den versteinierungsführenden Gebirgen häufig. Die Schwefeldämpfe mußten sich auch mit den Metallen verbinden und Sulphurate hervorbringen; allein so lange als die Hitze groß und Sauerstoff vorhanden war, war die Bildung dieser Verbindungen schwierig, da sich unter solchen Umständen alle Sulphurate leicht zersetzen, wenn sie auch noch so strengflüssig sind. Das in den ältern Felsarten hauptsächlich vorhandene Sulphurat ist Schwefelkies.

Fluor hat eine so mächtige Affinität zum Wasserstoff, daß wir kaum annehmen dürfen, es habe sich nicht mit ihm verbunden, wenn beide mit einander in Berührung standen. — Der Phosphor hat nur eine Wichtigkeit als Bestandtheil der fossilen Thierknochen, welche in den Schichten begraben sind; als Bestandtheil des Landes, der Luft und des Wassers, hat er gar keine Wichtigkeit.

Näherte sich die Annahme, daß die metallischen Dämpfe, durch Verminderung der Temperatur in einer gewissen Höhe über dem Mittelpunkte des gasigen Sphäroïds, aufgehalten würden, der Wahrheit und wäre eine innere sphäroïdische Rinde das Resultat, so würde sich, wegen des Temperaturunterschiedes, der Sauerstoff an der obern Oberfläche der letztern weit leichter mit den Metallen verbinden, als an der untern. Aus derselben Ursache würden die Dryde oben weit eher fest werden und die Metalle darunter von

der
hohe
würde
nahr
stah
lich
Wär
einer
heiß
mit
zen
der
wär
dene
geol

anla
ches
gasf
dig
feste
Elek
anla
Erde
den
Fort

Mar
Gest
es f
mag
folg
gasf
Hül
Wir
hefti
Kern

der Einwirkung des Sauerstoffes ausschließen, welcher, wegen der hohen Temperatur im Innern, nach oben zu weit dichter sein würde als nach dem Innern zu, indem dort, selbst unter der Annahme, daß sich die metallischen Dämpfe mit den andern Substanzen, wie es Gase thun, vermischen, der Sauerstoff außerordentlich dünn sein muß. Daher dürfte durch die Ausstrahlung der Wärme auf jeden Fall eine oxydirte feste Rinde erfolgen, die von einer gasigen, sauerstoffhaltigen Hülle umgeben ist, und ein noch heißes Inneres bedeckt, welches aus Metallen besteht, die etwas mit Sauerstoff und andern einfachen, nicht metallischen Substanzen vermischt sind. Diese Hypothese würde daher einen Zustand der Dinge bedingen, welcher mit den Theorien von der Centralwärme und von der Existenz der metallischen Basen von verschiedenen Substanzen unter der Erdrinde, deren Drydation manche geologische Erscheinung veranlaßt, übereinstimmt.

Wir haben uns, lediglich um weitere Untersuchungen zu veranlassen, etwas lange bei der Hypothese von einem Sphäroid, welches aus den Materien der Erde besteht, die durch intensive Hitze gasförmig geworden sind, aufgehalten. Den Gegenstand vollständig zu erörtern, würde sehr schwierig sein. Es würde sehr verwinkelte Berechnungen über die Wirkungen der Schwere, Wärme, Elektricität und chemischen Affinität unter solchen Bedingungen, veranlassen; wenn aber endlich etwas sich dem jetzigen Zustande der Erdoberfläche Näherndes aus solchen Berechnungen abgeleitet werden könnte, so würden dadurch in der theoretischen Geologie große Fortschritte gemacht werden.

Obgleich ein gegenseitiger Uebergang der Theilchen von den Materien, aus denen die Erde besteht, zu der Hervorbringung ihrer Gestalt (ein Gegenstand von erster geologischer Wichtigkeit, obwohl es für diejenigen Theorien, denen er nachtheilig ist, bequem sein mag, ihn unberücksichtigt zu lassen), durchaus erforderlich ist, so folgt doch durchaus nicht, daß diese Materie im ersten Anfang im gasförmigen Zustande befindlich gewesen sei. Eine gasförmige Hülle und ein flüssiger metallischer Kern würden die erforderlichen Wirkungen eben so gut veranlassen, besonders wenn wir eine so heftige innere Hitze annehmen, daß die Drydation des metallischen Kerns nur an der Oberfläche erfolgt. Eine oxydirte Rinde würde

die Fortschritte der Drydation, mit Ausnahme der Spalten, verhindern und auf diese Weise lassen sich manche geologische Erscheinungen erklären. Wir müßten in der That noch einen Zustand der Dinge haben, welcher eine Vereinigung der Theorie von der Centralwärme und von der chemischen Einwirkung des Sauerstoffes auf die metallischen Basen gewisser Erden und Alkalien begünstigt. Da die mittlere Dichtigkeit der Erde ungefähr die doppelte von der oxydirten Erdrinde ist, so erscheint sie zu klein für die Verdichtung derselben Art von Dryden, durch den Druck der Schwere nach dem Mittelpunkte. Wir können daher zur Erklärung der Dichtigkeit annehmen, daß das Innere der Erde, wenn es metallisch ist, glühend sei.

Dieser Ansicht ist entgegengesetzt, daß Kalium und Natrium, zwei für die Erdrinde wichtige Substanzen, zu leicht seien, um die erforderliche Wirkung hervorzubringen, indem die Dichtigkeit des erstern = 0,86 und die des letztern = 0,97 ist. Wenn wir nun zugeben, daß sich alle Metalle, in gewissen Verhältnissen, mit einander vereinigen und zahlreiche Legirungen hervorzubringen, so folgt daraus nicht, daß dies in allen Temperaturen der Fall sei; der Amalgamationsprozeß, durch welchen man reines Silber erhält, ist ein wohl bekanntes Beispiel von dem Gegentheile; denn obgleich er zuvörderst von der Affinität des Silbers zum Quecksilber abhängt, so würde es doch ganz nutzlos sein, wenn das letztere Metall nicht von der Hitze leicht verflüchtigt werden könnte und das Silber zurückließe. Daher können wir nicht allein folgern, daß die noch flüchtigeren Metalle, wie Kalium und Natrium, durch die große Hitze nach den äußern Theilen der metallischen Kugel getrieben worden, sondern daß es schwer halten würde, in sehr hoher Temperatur Legirungen zu bilden, und daß sie aus dieser Ursache auch nach der Oberfläche getrieben sein werden, wo ein großer Theil von denselben leicht oxydirt worden und die Dichtigkeit solcher Verbindungen erlangen würde. Folglich würde die geringe Dichtigkeit solcher Metalle, wie Kalium und Natrium, als Grund gegen die Annahme eines metallischen Kerns unseres Planeten, in welchem noch eine hohe Temperatur herrscht, von geringem Gewicht sein.

Wir wollen nun zuvörderst die allgemeinen Resultate der

Thatsachen aufführen, welche eine Centralwärme höchst wahrscheinlich machen. 1) Zahlreiche, in den Bergwerken angestellte Versuche zeigen, unerachtet der Irrthümer, welche mehrfache Ursachen veranlassen können, eine Zunahme der Temperatur, von der Oberfläche nach dem Innern zu, d. h. von denjenigen Tiefen, wo die Einwirkung der Sonnenstrahlen aufhört, eine variable Hitze hervorzubringen. Diese Einwirkung hört, nach den angestellten Versuchen, in einer Tiefe von 60 bis 80 Fuß auf. 2) Warme Quellen kommen in allen Theilen der Welt und aus allen Felsarten hervor. Sie treten gewöhnlich durch Spalten an die Oberfläche, welche zu verschiedenen geologischen Perioden durch zerbrechende Ursachen gebildet worden sind. 3) Die Temperatur des Wassers in den Bohr- oder Artesischen Brunnen steigt mit der Tiefe, so daß auf diese Weise die Temperatur der Erde in verschiedenen Tiefen bestimmt werden kann. 4) In geringen Tiefen ist die Temperatur der Erde nicht dieselbe, wie die mittlere Temperatur der Atmosphäre darüber. Wahlenberg hat die Beobachtung gemacht und Kupffer hat es bestätigt, daß manche tief wurzelnde Pflanzen nur in den nördlichen Gegenden fortkommen, indem dort die mittlere Temperatur der Erde die mittlere Temperatur der Luft übersteigt. Die Versuche der Herren v. Buch, v. Humboldt, Hamilton, Hunter, Smith und Ferrier suchen zu beweisen, daß die Temperatur der gewöhnlichen Quellen in den Tropenländern geringer als die der Luft an denselben Orten. 5) Feuerige Materien sind zu allen Zeiten aus dem Innern der Erde ausgeworfen. 6) Thätige Vulkane sind über die ganze Erdoberfläche verbreitet und haben in ihren allgemeinen Erscheinungen eine so große Aehnlichkeit, daß sie als Resultate einer gemeinschaftlichen, tief liegenden Ursach angesehen werden müssen. 7) Geologische Erscheinungen beweisen eine große Abnahme der Temperatur an der Erdoberfläche. 8) Das Wasser der Meere und Seen arrangirt sich nach seinem größten specifischen Gewicht und giebt daher im Allgemeinen eine geringe Existenz zu Gunsten oder gegen die Centralwärme. An manchen Punkten in hohen Breiten nimmt aber die Temperatur mit der Tiefe zu, welches nicht mit der Anordnung des Wassers nach diesem Gesetz übereinstimmt. Man kann annehmen, daß solche Zunahme der Temperatur, welche der

Dichtigkeit entgegen ist, von einer Wärme am Boden herrührt, die, obgleich sie hinreichend ist, eine sichtbare Wirkung in dem Wasser zu veranlassen, dessen höchste Dichtigkeit sich der in hohen Breiten nähert, dennoch in warmen Klimaten nicht sichtbar ist. 9) Eine Abnahme der Temperatur der Erde würde durch Strahlung und in Uebereinstimmung mit den Ansichten des Hrn. E. v. Beaumont, die an der Oberfläche unseres Planeten vorkommenden Gebirgsketten und zerrissenen Schichten hervorbringen.

Wenn wir alle diese Umstände berücksichtigen und die Wahrscheinlichkeit hinzufügen, daß die Wärme in der Sonne und in gewissen Planeten den Wirkungen der Schwere entgegen ist, und daß ferner der wechselseitige freie Uebergang der Theilchen von der Materie der Erde nothwendig war, um die Figur der Erde hervorzubringen; so wird die Ueberzeugung nicht allein von einer jetzt vorhandenen Centralwärme, sondern auch von einer intensiven Hitze zu entfernten geologischen Epochen, sehr fest.

Diejenigen Geologen, welche die Wahrscheinlichkeit einer Centralwärme der Erde nicht zugeben, nehmen doch eine intensive Hitze, die überall auf der Erdoberfläche wirkt, zu Hülfe, um verschiedene geologische Erscheinungen zu erklären. Einige gehen auch so weit, anzunehmen, daß alle untern geschichteten Felsarten auf eine genau ähnliche Weise abgesetzt worden seien, wie die sich jetzt bildenden, daß sie auch Versteinerungen enthalten und daß ihr jetziger Charakter von der Wirksamkeit einer großen Hitze herrührt, welche die nöthige Veränderung hervorbrachte. Ohne uns bei den physikalischen und chemischen Einwürfen gegen diese Ansicht aufzuhalten, wollen wir nur bemerken, daß, da die untern geschichteten Felsarten mit einem gemeinschaftlichen Charakter sehr weit über die Erdoberfläche verbreitet sind, diese Hypothese eine eben so hohe Temperatur und eine eben so ausgedehnte Hitze erfordert, als die Vertheidiger einer Centralwärme möglicherweise nur verlangen können.

Hinsichtlich des frühern Zustandes unseres Planeten ist es von nicht geringem Interesse, die Wirkungen des Druckes auf die Gase darzustellen, so wie sie Hr. Faraday gefunden hat. Die folgende Tafel zeigt den Druck und die Temperatur, unter welchen

die aufgezählten gasigen Substanzen bei diesen Experimenten flüssig wurden:

Schweflichtsaures Gas . . .	2	Atmosphären bis	5,78° R.
Cyngas	3,6	"	5,78° "
Chlorgas	4	"	12,44° "
Ammoniakgas	6,5	"	8° "
Geschwefeltes Wasserstoffgas	17	"	8° "
Kohlen-saures Gas	36	"	0° "
Salzsaures Gas	40	"	8° "
Stickstofforydgas	50	"	5,78° "

Man muß darüber erstaunen, daß Chlorgas bei dem geringen Druck von vier Atmosphären, in einer Temperatur von 12,44° R. flüssig wird, während salzsaures Gas ein Gewicht von vierzig Atmosphären erfordert, um dieselbe Wirkung bei 8° R. hervorzubringen. Sauerstoff und Wasserstoffgas widerstehen allen Versuchen, sie tropfbar flüssig zu machen; zum Chlorgas ist nur ein geringer Druck erforderlich. Dies allein ist ein wichtiges Element bei Berechnungen über solche Zustände der irdischen Materie, wie wir sie oben angenommen haben. Es ist nicht minder interessant, daß Schweflichtsaures Gas unter dem sehr geringen Druck von zwei Atmosphären flüssig wird, und daß eine Verbindung von Stickstoff und Kohlenstoff, welche das Cyngas bildet, durch den Druck von 3,6 Atmosphären in denselben Zustand versetzt wird. Eben so, obgleich der Sauerstoff allein durch kein bekanntes Mittel flüssig gemacht werden kann, so bedarf er, in Verbindung mit einem gleichen Volumen von Schwefeldämpfen, nur des Drucks von zwei Atmosphären und der mäßigen Temperatur von 5,78° R., um diese Wirkung hervorzubringen. Stickstoff, bis jetzt im einfachen Zustande durch den Druck, noch nicht flüssig gemacht, nimmt diese Gestalt unter einem geringen Gewicht sehr leicht an, wenn er mit dem Doppelten seines Gewichts Kohlenstoffgas verbunden ist. Eben so das Wasserstoffgas, welches in seinem einfachen Zustande allen Versuchen widerstanden hat, um es zu einer Flüssigkeit zusammenzudrücken, braucht nur in dem Verhältniß von 3 Volumen desselben mit 1 Volumen Stickstoff verbunden zu werden, um bei dem Druck von 6,5 Atmosphären und in der mäßigen Temperatur von 8° R. flüssig zu werden. Diese letztere Thatsache ist sehr merkwürdig,

denn sie zeigt, daß während ein starkes Verhältniß von Wasserstoff durch seine Verbindung mit einem kleinern Verhältniß eines andern einfachen, nicht metallischen und in diesem Fall sehr feuerbeständigen Stoffes, eine sehr leicht flüssig werdende Verbindung hervorbringt, die Vermischung von gleichem Volum. Wasserstoff und Chlor, welcher letztere die einzige einfache Substanz ihrer Art ist, die durch den Druck leicht flüssig wird, eine Verbindung hervorbringt, die den Druck von vierzig Atmosphären erfordert, um flüssig zu werden. Wir dürfen hier nicht vergessen, daß Wasser, die Verbindung aus zwei Gasen, welche allen Versuchen, durch Druck verdichtet zu werden, widerstehen, unter einem Gewicht flüssig wird, welches noch geringer als eine Atmosphäre ist.

Es ist in geologischer Hinsicht wichtig zu bemerken, daß eine sehr mäßige Temperaturerhöhung ein Sieden der durch den Druck flüssig gemachten Gase verursacht und die Entfernung der erforderlichen, den Druck ausübenden Kraft bei einigen heftige Explosionen. Es folgt hieraus, daß wenn auf einige von diesen flüssigen Gasen, wie z. B. auf Kohlensäure, die sich im ungebundenen Zustande in den Felsarten in mäßiger Tiefe unter der Erdoberfläche findet, eine bedeutende Hitze einwirkt, die ausliegenden Massen zerrissen und zerbrochen werden würden, wenn der oben befindliche Widerstand gegen die Expansivkraft der unten vorhandenen erhitzten Gase ungleich wäre.

Um die in der obigen Tafel aufgezählten Gase flüssig zu machen, würde selbst für das Stickstoffoxydgas keine große Tiefe der Felsarten erforderlich sein. Um dies deutlicher zu machen, wollen wir die Tiefe des Wassers (die Verbindung der Gase mit ihm unberücksichtigt gelassen), welche erforderlich ist, um denselben Zweck hervorzubringen, schätzen und dazu annehmen, daß die obigen Experimente der Richtigkeit sehr nahe ständen. Ist die Höhe der, dem Druck einer Atmosphäre gleichen, Wassersäule, wie gewöhnlich 34 Fuß, läßt man die salzigen Bestandtheile des Meeres und den Druck des Wassers selbst in großen Tiefen unberücksichtigt, so finden wir, daß

schwefelsaures Gas nicht existiren könnte unter	68 Fuß bei	5,78° R.
Knagass	=	123 = 5,78°
Chlorgas	=	136 = 12,44°

Ammoniakgas nicht existiren könnte unter 221 Fuß bei 8° R.

Geschwefeltes Wasserstoffgas	=	=	=	578	=	8°
Salzsaures Gas	=	=	=	1360	=	8°
Stickstoffoxydgas	=	=	=	1700	=	$5,78^{\circ}$

Da kohlenstoffsaures Gas einen Druck von 36 Atmosphären bei 0° R. erfordert, um flüssig zu werden, so kann es nicht in diese Tabelle aufgenommen werden, da das Wasser süßes ist, welches bei der obigen Temperatur gefriert. Ein größerer Druck würde das Gas in einer höhern Temperatur flüssig machen, allein wir haben guten Grund zu der Folgerung, daß tiefe Massen von süßem Wasser stets eine Temperatur von $3 - 3,5^{\circ}$ R. beibehalten, in welcher solches Wasser am dichtesten ist, so daß wir annehmen müssen, das kohlenstoffsaure Gas bleibe, hinsichtlich des bloßen Drucks, unter allen bekannten Süßwasserseen der Welt gasförmig, da ihre Tiefen unzulänglich sind, um die erforderlichen Wirkungen hervorzubringen. Mit dem Meerwasser ist es jedoch anders. Nach Hrn. Erman vermindert sich Salzwasser von dem specifischen Gewicht $= 1,027$ im Volum bis $- 3,11^{\circ}$ R. und erreicht das Maximum seiner Dichtigkeit erst beim Gefrierpunkt. Hrn. Marcet's Versuche führen zu einem ähnlichen Resultat, $- 4,44^{\circ}$ R. ist nach demselben die Temperatur, in welcher das Meerwasser das Maximum seiner Dichtigkeit erlangt. Kohlenstoffsaures Gas würde daher, was den Druck betrifft, in einer Tiefe von 1224 Fuß Meerwasser, in einer Temperatur von 0° R. flüssig werden. Diese Bedingungen mögen in hohen Breiten leicht existiren; Capitain Ross fand unter $60^{\circ} 44'$ nördl. Br. und $59^{\circ} 20'$ westl. L. in 1200 F. Tiefe eine Temperatur von $- 1,33^{\circ}$ R., in 2400 F. von $- 1,78^{\circ}$, in 3960 F. von $- 3,11^{\circ}$. Andere Beobachter geben übrigens für die tiefen Gewässer der höhern nördlichen Breiten, eine höhere Temperatur an.

Wenn wir die mittlere Dichtigkeit der festen Erdrinde zu 2,5 annehmen, welches wahrscheinlich noch unter der Wahrheit ist, so finden wir, daß schweflichte Säure, Cyangas, Chlorgas, Ammoniakgas und geschwefeltes Wasserstoffgas, in einer Tiefe von 250 Fuß unter Felsarten zu Flüssigkeiten zusammengeedrückt werden, während dieselbe Wirkung an dem salzsauren Gase in 570 Fuß,

an dem Stickstofforydgas in ungefähr 750 Fuß, und an dem kohlenfauren Gase in 1300 Fuß Tiefe hervorgebracht wird, wobei die zunehmende Temperatur in zunehmender Tiefe in jedem Fall berücksichtigt worden ist. Dies sind wichtige Betrachtungen, die nicht allein Gewicht haben, wenn wir den frühern Zustand unserer Erde, sondern auch, wenn wir die jetzt unmittelbar unter der Oberfläche stattfindenden chemischen Veränderungen betrachten, die sich durch verschiedene Entwicklungen von gasigen Materien in die Atmosphäre zeigen.

Drittes Capitel.

Annehmen zu wollen, unser Planet habe, ehe seine Oberfläche fest geworden, eine andere als eine feurige Flüssigkeit gehabt, ist sehr schwierig, und da Flüssigkeit wegen der Gestalt der Erde wesentlich zu sein scheint, so hat man behauptet, daß der erste Uebergang aus dem flüssigen in den festen Zustand, in Folge der Wärmestrahlung, an dem Aequator stattfinden mußte, und daß Massen von der fest gewordenen Rinde auf der glühenden Flüssigkeit schwimmen mußten. Die flüssige Masse mußte nothwendig dem Einfluß der Ebbe und Fluth unterworfen sein; so lange als daher die erhärtete Rinde zu dünn war, um den Wirkungen dieser Ursache zu widerstehen, mußte sie in Bruchstücke zerbrochen werden, den Vorläufern von denen, aus welchen der feste Theil unseres Erdkörpers überall besteht. Denn man untersuche nur wenige Quadratmeilen von irgend einem Lande, so wird man die Oberfläche überall, durch Ursachen, welche zu verschiedenen geologischen Epochen wirkten, in kleinere Theile aufgebrochen finden. Zuweilen sind diese gestörten Theile durch neuere Niederschläge bedeckt, auf welche die störenden Kräfte nicht eingewirkt haben; allein wenn die unten liegenden Schichten, durch Schluchten oder andere Ursachen entblößt worden sind, so wird man die Brüche auch finden.

Die Erdoberfläche muß seit ihrem ersten Erstarren Unebenheiten gehabt haben. Die Wärmestrahlung und die Nothwendigkeit, daß die äußere feste Rinde mit der darunter befindlichen flüssigen Oberfläche übereinstimmend sei, mußte sie hervorbringen. Daher Hrn. v. Beaumont's Theorie von der Emporhebung der Gebirgsketten, welche auf der Nothwendigkeit beruht, daß die Erdrinde fortwährend ihre Capacität vermindert, ohnerachtet ihrer

fast genauen Constanz ihrer Temperatur, damit sie nicht aufhören kann, ihre innere Masse genau zu umschließen, deren Temperatur merklich abnimmt, während die Abkühlung der Oberfläche jetzt fast unmöglich ist ⁵⁾).

Lassen wir nun auch für jetzt die Betrachtung der Gebirgsketten außer Spiel, so ist es hinreichend zu erwägen, daß Unebenheiten seit den frühesten Zeiten auf der Oberfläche existirt haben. Nehmen wir nun die feste Erdoberfläche hinreichend abgekühlt an, so daß sie Wasser tragen konnte, und daß dasselbe chemisch und mechanisch auf sie einwirken mußte. Die chemische Einwirkung mußte durch jede, in den festen Substanzen gebliebene Wärme vermehrt und es mußte dadurch eine bedeutende Verdunstung veranlaßt werden; so daß, da die obern Theile wahrscheinlich die kältesten waren und folglich sehr leicht eine Verdichtung auf denselben stattfinden konnte, fließende Gewässer entstehen mußten, von denen ein Zersehen der Oberflächentheile eine nothwendige Folge war. Man könnte annehmen, daß die äußern Theile der abgekühlten Rinde, die aus verschiedenen orybirten Materialien bestehen, glasig und daher schwer wegzuführen sein würden; allein wir müssen bemerken, daß der glasige Charakter der Feuerproducte lediglich das Resultat einer raschen Abkühlung sei, wogegen bei der nothwendigen langsamen Abkühlung der Erdrinde die verschiedenen Substanzen krystallisiren und eine Oberfläche entstehen mußte, die durchaus nicht schwierig zu zersehen ist.

Es ist viel darüber gestritten worden, ob die untern geschichteten Felsarten, wie Gneis, Glimmerschiefer &c., mechanisch oder chemisch hervorgebracht worden sind, d. h. ob sie aus dem Niederschlag der zerriebenen Theile früher existirender Gesteine, die mechanisch in dem Wasser aufgelöst, oder chemisch aus einer wässerigen oder feurigen Flüssigkeit, in der ihre Elemente vertheilt waren, entlehnt worden sind.

Ehe wir jedoch zu dieser Untersuchung übergehen, ist es nöthig zu erforschen, was man gewöhnlich unter den Worten Schichten und Schichtung versteht, und zu sehen, in wiefern Spaltbarkeit damit verwechselt werden kann. Es ist vielleicht eine

⁵⁾ Handbuch der Geognosie, Erhebung der Gebirgsketten, S. 38.

scharfe Erklärung, wenn man sagt, eine Schicht sei ein Gesteinslager, deren obere und untere Flächen—in den Fällen, daß das Lager nicht senkrecht steht—oder im entgegengesetzten Fall, deren senkrechte Flächen parallel sind.

Diese Erklärung ist in der Anwendung viel zu scharf gefunden worden, und daher hat man diejenigen Gebirgsarten geschichtet genannt, welche in Lagen getheilt sind, deren obere und untere Flächen nicht genau parallel sind, wie man in Fig. 1. sieht, welche einen Durchschnitt von mehreren Gesteinslagen a, b, c, d und e darstellt, die gewöhnlich geschichtet genannt werden.

Nun zeigt Unregelmäßigkeit der Schichtung auch Unregelmäßigkeit der Bildung und wird daher ein Element bei der Untersuchung der ursprünglichen Entstehung irgend einer gegebenen geschichteten Felsart. Schichten, deren obere und untere Flächen fast parallel sind, scheinen zu ihrem Absatz eine außerordentliche Ruhe erfordert zu haben, vorausgesetzt, daß alle Schichten abgesetzt worden sind. Dies würde gleich sein, sie möchten nun chemisch oder mechanisch gebildet werden. Jede unregelmäßige Schichtung würde das Resultat von Abweichungen und Störungen bei der chemischen oder mechanischen Bildung der Felsarten sein.

Chemische Niederschläge erfolgen aus Auflösungen, die mit irgend einer Substanz gesättigt worden sind, durch Veränderungen in den aufgelösten Substanzen, oder von neuen, in dieselben gebrachten Materien, welche unauflöslche Verbindungen bilden. In dem Augenblick, daß die Substanz unauflöslich wird, ist sie nur mechanisch in der Flüssigkeit enthalten und fällt nach ihrem specifischen Gewicht und Volum mehr oder weniger schnell zu Boden. Alle chemischen Veränderungen in einer Flüssigkeit brauchen übrigens nicht nothwendig horizontale Niederschläge daraus zu bilden; denn bekanntlich werden Röhren, die Mineralwässer von einem Ort zum andern leiten, ringsum inkrustirt. Dies rührt sicher von der verminderten Geschwindigkeit her, mit welcher das Wasser, wegen der Reibung, im Verhältniß zu der Mitte der Röhre, an den Wänden fließt; und die Inkrustation an dem obern Theil der Röhre zeigt, daß ein chemischer Niederschlag gegen die Geseze der Gravität erfolgen könne. In den Krystallisationsgefäßen, welche salzige Solutionen enthalten, setzen sich die Krystalle eben so gut an den Sei-

ten als an dem Boden ab, obgleich an letzterem reichlicher. Daher mögen auch chemische Niederschläge nach einem größern Maßstabe erfolgen und die entstehenden Lager geben durch die Art und Weise, wie sie auf andern Felsarten ruhen, Veranlassung zu sehr trügerischen Erscheinungen.

Es sei a Fig. 2. die Oberfläche einer Flüssigkeit, wie z. B. die eines Meeres, aus welcher die Schichten b auf die vorher existirende Oberfläche cd der geschichteten Felsart cc chemisch niedergeschlagen worden sind. Fände nun eine von den, allen Geologen bekannten Niveauveränderungen statt, durch welche die Lager b über den Meerespiegel emporgehoben werden würden, so würde es einige Schwierigkeit haben, zu entscheiden, ob das emporgehobene Ansehen der Schichten b bei e von dem Hervorstößen der Masse d herrühre, oder ob sie in der relativen Lage, in welcher sie gefunden worden, ursprünglich abgesetzt sind. Zu entscheiden, ob die schiefe Stellung der Schichten b von Kräften herrühre, die von unten nach oben wirken, würde sehr schwierig sein. Man muß daher einige Vorsicht bei den theoretischen Entscheidungen anwenden, wenn die geschichteten krystallinischen Felsarten unter solchen Umständen vorkommen.

Ein mechanischer Niederschlag kann ebenfalls, obwohl in einem geringern Grade, zu denselben trügerischen Erscheinungen Veranlassung geben. Wenn Wasser, welches feste Materien mechanisch aufgelöst enthält, plötzlich aus einem seichten Fluß in einen tiefen See fällt, so werden die erfolgenden Schichten geneigt sein und der Neigungswinkel kann unter günstigen Umständen bis 40° steigen.

Es sei ab Fig. 3. die Oberfläche eines Wassers, welches sich mit hinlänglicher Geschwindigkeit über das Felsenbett ic bewegt, daß Geschiebe von 1 bis 2 Zoll Durchmesser nicht darauf liegen bleiben. Sie werden in das tiefe Wasser fallen und sich daselbst in Schichten mit steilem Fall ff arrangiren, da sie der Geschwindigkeit des, sich in der Richtung von cd bewegenden, Stromes entgegen sind. Sie fallen in ein verhältnißmäßig ruhiges Wasser und arrangiren sich nach der Schwere und nach der Unterstüzung, die ein Geschiebe dem darüber liegenden gewährt. Die Herren Yates und Lyell haben sehr richtig die Aufmerksamkeit auf diese Art der Schichtung gerichtet *).

Wir wollen annehmen, daß die Felsart *h* Fig. 3. gleiches Fallen und Streichen mit den neu gebildeten Schichten *ff* habe, und daß sich das relative Niveau des Wassers und des Landes so verändere, daß beide Formationen auf das trockne Land emporstiegen und in einer Schlucht entblößt wurden, während die Oberfläche *eff* verborgen blieb. Es könnte gefolgert werden, daß die Felsarten *ff* und *h* durch dieselben Bewegungen emporgehoben worden seien: eine in diesem Fall sehr unrichtige Annahme, indem die Schichten *ff* überall nicht emporgehoben worden sind; hatte die Felsart *h* solche Bewegungen erlitten, so war es lange vorher, ehe die Conglomeratlager *ff* gebildet wurden.

Wir haben oben angenommen, daß Geschiebe von der Strömung oder von dem Fluß über die Oberfläche *ic* geführt worden seien; wir wollen annehmen, daß allein Sand fortgeschafft worden wäre. Hätte das Wasser dieselbe Geschwindigkeit wie vorher, so würde der Sand offenbar über die Kante *i* geführt werden, und konnte sich durchaus nicht in so steil abfallenden Schichten arrangiren, wie die Geschiebe. Je feiner der Sand ist, je länger wird er im stillen Wasser und außer dem Bereich des Stroms in dem Wasser hängen bleiben. Je kleiner daher die Sandkörner sind, um so horizontaler werden die daraus entstehenden Schichten sein. Der Grus, Sand und feinen Schlamm mit sich führende Strom wird daher Schichten mit verschiedenen Neigungswinkeln bilden, der Grus und die Geschiebe die steilsten, der Schlamm die horizontalsten.

Wenn ein Strom oder eine Strömung nicht die Gewalt hat, Geschiebe fortzuschaffen, sondern nur Sand in ein tiefes Wasser, so daß Sandkorn über Sandkorn fällt, und das eine auf dem andern ruht und sie nicht mechanisch im Wasser enthalten sind, so werden Sandschichten mit verhältnißmäßig sehr steilem Neigungswinkel gebildet werden.

Vorkommnisse von solchen Lagerungsverhältnissen sind zahlreicher, als man auf den ersten Blick glauben könnte. Man findet solche steil abfallenden Schichten in den Deltas der Seen, wo Ge-

⁶⁾ Yates, „Bemerkungen über die Bildung der Alluvialablagerungen,“ im Edinb. New Philos. Journal, July 1831 und *Yell's* „Lehrbuch der Geologie.“ Queblinburg. 1834. Bd. III. 1. S. 125 u.

schiebe plötzlich in ein tiefes Wasser geführt worden sind; oder auch in den Meerdeltas unter ähnlichen Umständen. Sandschichten mit einem Neigungswinkel von $15 - 30^\circ$ kommen an manchen Küstenlien vor. Kleinere Wirkungen derselben Ursach zeigen sich häufig an den gewundenen Ufern der Flüsse und finden sich in fast allen Sandsteingebirgen. Daher ist die Bildung der unter mäßigen Winkeln abfallenden Schichten, nach einem größern Maßstabe genau das, was man unter günstigen Umständen erwarten durfte.

Das Obige führt uns zu andern und wichtigen Folgerungen über die Bildung der mechanischen Schichten; und wenn wir mit einiger Genauigkeit den Verlauf der Kraft kennen, der erforderlich ist, um verschiedene Arten von Geröllen fortzuschaffen, so würden wir auch im Stande sein, die verschiedenen Geschwindigkeiten zu berechnen, welche nöthig sind, gegebene Arten von Geröllen und Sand zu transportiren und auf geneigten Ebenen unter verschiedenen Winkeln abzusetzen. Hierzu fehlen uns aber die Data. Wir haben keine Versuche, auf welche wir uns hinsichtlich des specifischen Gewichts und der Gestalt der Gerölle, welche die Gewässer mit einer gegebenen Geschwindigkeit auf einer horizontalen Oberfläche bewegen können, zu verlassen im Stande sind. Es ist bestätigt, daß eine Geschwindigkeit von sechs Zoll in der Secunde an dem Boden erforderlich ist, um feinen Sand wegzuführen; von acht Zoll für Sand so grob wie Leinsamen; von zwölf Zoll für feinen Grus; von vierundzwanzig Zoll für Geschiebe von einem Zoll im Durchmesser; von drei Fuß für Geschiebe von der Größe eines Eies. Man wird leicht einsehen, daß das relative specifische Gewicht der zu transportirenden Substanzen diese Effecte sehr verändern wird. Nehmen wir aber die obigen Angaben als die besten, jetzt bekannten Annäherungen an, so sind wir im Stande, einige allgemeine Folgerungen zu machen.

Alle die oben aufgezählten Geschwindigkeiten mögen leicht in den meisten Flüssen gefunden werden, besonders wenn ihre Betten einen mäßigen Fall haben, oder wenn sie angeschwollen sind. Es würden demnach Gerölle, die in der obigen Art verschieden sind, weggeführt und hier und dort abgesetzt werden. Die Umstände werden jedoch auf den Deltas großer Flüsse, in weiten Buchten und auf dem offenen Meere anders. Hier bewegen sich die Ge-

wässer mit verminderter Geschwindigkeit, und der Transport aller, selbst der feinern Materialien über ausgedehnte Oberflächen, muß minder schnell sein.

Es ist sehr unwahrscheinlich, daß die Ebbe und die Fluth, oder die Meeresströmungen etwas Anderes als die feinern Materialien von der Zersetzung des Landes, als Sand und Schlamm transportiren können, mit sehr localen Ausnahmen, wie z. B. da, wo sich die Gewässer in engen Canälen oder über hervorstehende Höhen schneller als gewöhnlich bewegen. Ueber die Tiefen, in denen die Meeresströmungen wirken, haben wir noch weniger Erfahrung als über die Geschwindigkeit, welche zur Fortschaffung von Materialien verschiedener Art erforderlich ist. Das einzige in dieser Hinsicht bis jetzt gemachte Experiment von einiger Wichtigkeit, ist das von Capitain Belcher an der Westküste von Afrika unter $15^{\circ} 27' 9''$ nördl. Br. und $17^{\circ} 31' 50''$ westl. Länge angestellte. Er nimmt nämlich an, daß sich die Strömung in einer Tiefe von 40 Klaftern eben so geschwind als auf der Oberfläche, d. h. 0,75 Seemeilen in der Stunde bewege. Ist die Geschwindigkeit auf dem Meeresboden nun dieselbe, so würde wohl feiner Grus, aber es würden keine zollgroßen Geschiebe fortgeschafft werden können, indem letztere eine Geschwindigkeit von ungefähr 1,1 Seemeilen in der Stunde erfordern.

Wären die obigen Angaben über die fortschaffende Kraft der Gewässer richtig, so könnten wir weiter gehen und die Wirkungen der Ebbe und Fluth und der Meeresströmungen in Tiefen von 40 Klaftern und weniger berechnen und könnten über die der größern Tiefen Folgerungen machen. Allein wenn wir die Annahme als geringe Näherungen ansehen, so giebt es noch ein anderes Element von großer Wichtigkeit, welches bei allen solchen Berechnungen berücksichtigt werden muß, nämlich die Friction. Nun ist aber die Friction der fließenden Gewässer an dem Boden, über welchen sie fließen, sehr beträchtlich, und keine Ebbe und Fluth und keine Strömung kann an der Oberfläche und an dem Boden gleiche Geschwindigkeit haben. Wäre dies nicht der Fall, so müßten diese Bewegungen des Meeres rings um die meisten Küsten eine gänzliche Trübung des Wassers veranlassen. Wirklich ist die durch die Reibung veranlaßte Verminderung der Geschwindigkeit des Was-

fers so groß, daß Meeresfluthen mit einer Oberflächen-Geschwindigkeit von zwei Meilen in der Stunde, welche daher im Stande wären, Gesteinbruchstücke von der Größe eines Eies zu transportiren, in einer Tiefe von wenigen Klaftern über Sand- und Schlamm-bänke gehen können, ohne sie von der Stelle zu bewegen.

Es wäre sehr wünschenswerth, daß wir mehr directe Ueberzeugung von sorgfältigen Untersuchungen über die Bewegungen der Ebbe und der Fluth über Schlamm, Sand und andere Bänke und von der Stärke der Friction hätten, welche ihre Fortschaffung verhindert. Die bekannten Beobachtungen zeigen aber, daß wenn die Fluth über einen sandigen Boden, selbst mit einer Geschwindigkeit von 2 bis 3 Meilen in der Stunde, in wenigen Fußten Entfernung von dem Boden bewegt, sie den Sand des Bodens dennoch auf keine bedeutende Strecke fortzuschaffen vermag, weil die unterste Wasserschicht, der Friction wegen, eine bei weitem geringere Geschwindigkeit hat. Wäre dies auch nicht der Fall, so könnten auch die zahlreichen Meeresgeschöpfe gar nicht in dem Schlamm, Sand und Geschieben des Meeresbodens existiren, denn sie würden mit sammt ihren Zufluchtsörtern von jeder Ebbe und Fluth zu einer andern Stelle transportirt werden. Daher ist hier, wie überall in der Natur, Plan. Verschiedene Meeresthiere leben in Schlamm und Sand; es findet eine Zersetzung der Gebirgsarten statt, die zersetzten Theile werden zu verschiedenen Tiefen über dem Meeresboden verbreitet; wenn aber Strömungen und Ebbe und Fluth den auf diese Weise abgesetzten Schlamm und Sand leicht wegschwemmen könnten, so würde die Anhäufung dieser Materien als Aufenthalt von Thieren nutzlos sein, und daher sind Vorkehrungen getroffen, daß die Materien verhältnißmäßig stabil sind.

Wir kommen nun zu einem sehr wichtigen Element bei allen Berechnungen, sowohl über die Entstehung als auch über den Transport der von der Zersetzung herrührenden Materien, nämlich zu den Wirkungen der sogenannten Brandung. Diese Wirkung ist oft aus Mangel an aufmerkamer Beobachtung mit der der Strömungen und der Ebbe und Fluth verwechselt worden, besonders an solchen Punkten, wo die Geschwindigkeiten der letztern gänzlich unfähig sind, um die angeführten Effecte hervorzubringen. Daher rühren manche irrige Annahmen von der zerstörenden und

fortschaffenden Gewalt der Ebbe und Fluth und den Strömungen. Wenn Land über das Meeresniveau emporsteigt, so strebt die Brandung unaufhörlich, dasselbe zu zerstören und fortzuschaffen; ist aber das Land niedrig und hat nur gleiches Niveau mit dem Meere, so erhält es mittelst derselben Agentien stets Zuwachs von den Geröllen. Es giebt fast kaum eine bedeutende Küstenlinie, welche nicht Beweise für diese beiden Thatsachen liefert. An der zerstörenden Einwirkung an den Küsten kann selbst der unerfahrene Beobachter nicht zweifeln; wohl aber möchte er dies hinsichtlich der Thatsache, daß das Meer Gerölle anschwemmt und auf diese Weise einen Schutz gegen seine eigenen Verwüstungen gewährt, wenn Sandbänke und Dünen über ihr Niveau emporsteigen. Bei einiger Aufmerksamkeit wird er aber bald einsehen, daß es so ist, wie wir hier sagen.

Man sieht die Wellen im Allgemeinen als Schwingungen des Wassers an, deren Theile fast an derselben Stelle steigen oder fallen und dadurch, daß sie die Bewegung andern Theilen mittheilen, die Vibrationen hervorbringen. Diese Ansicht mag dann die richtige sein, wenn die Wellen von Störungen in dem Wasser selbst herrühren; allein die Wogen, welche von den Einwirkungen des Windes auf den Ocean herrühren, müssen in einem andern Lichte betrachtet werden. Sie werden durch die Reibung der Atmosphäre auf der Oberfläche des Meeres hervorgebracht. Ohne Zweifel ist die bloße vibratorische Bewegung noch von großer Bedeutung, allein die mit dem Winde in Berührung stehenden Oberflächentheile des Wassers werden durch die Friction nothwendig vorwärts getrieben, und es wird eine Oberflächenbewegung hervorgebracht, deren Geschwindigkeit auf der einen Seite von der Gewalt des Windes und auf der andern von dem Widerstande abhängt, welchen die Theilchen der Oberfläche des Wassers leisten. Bekanntlich werden die Meeresströmungen durch die vorherrschenden Winde hervorgebracht; die Passatwinde in dem indischen und in dem chinesischen Meere überzeugen uns davon, wenn irgend noch Zweifel darüber obwalten. Nun könnte dies aber nicht der Fall sein, wenn die Reibung des Windes auf der Oberfläche des Meeres nicht eine Vorwärtsbewegung des Wassers in der Richtung des Windes veranlasste. Schiffe werden bei heftigen Stür-

men durch die Wogen vorwärts getrieben und erleiden auf diese Weise sehr unangenehme Bewegungen. Es muß also ein Unterschied zwischen diesen Wogen, den sogenannten Seen und den bloßen Aufwallungen oder Schwingungen der Wasseroberfläche, gemacht werden.

Beide Arten von Meereswellen müssen natürlich das unter sich befindliche Wasser, in größerer oder geringerer Tiefe, je nach ihrer Größe stören. Die Tiefe, bis zu welcher sich die Störung ausdehnt, ist kaum annähernd bekannt, da sie schwierig zu bestimmen ist. An den Küsten von Neufundland soll sie sich bis auf 500 Fuß Tiefe ausdehnen. Die anscheinende Störung des Bodens hängt von der Art der Materie ab, aus welcher er besteht, ob diese Schlamm, Sand oder festes Gestein ist. Wenn aber solche Störungen stattfinden, so kann man sie nur durch Instrumente erfahren, mit denen man Wasser aus verschiedenen Tiefen heraufholt, um zu untersuchen, ob es Schlamm und Sand mechanisch aufgelöst enthält; denn die Bewegung der Gewässer mag nicht so groß sein, daß die Erübung derselben bis zur Oberfläche reicht. Jedoch ist das Wasser auf einem sandigen und schlammigen Boden, ringsum die meisten Küsten, besonders wenn einige Stunden lang ein starker Sturm gedauert hat, sicherlich in 15 Klaftern Tiefe trübe.

Der auf diese Weise gestörte und in dem Wasser mechanisch aufgelöste Schlamm und Sand würde an seine Stelle zurückkehren, wenn die Aufwallungen des Wassers durch gewöhnliche Wellen bis auf eine nur mäßige Tiefe fortgepflanzt werden. In der Nähe der Küste würde es aber anders sein, indem daselbst wegen des starken Widerstandes des Bodens eine Vorwärtsbewegung des Wassers und eine Brandung die Resultate sind. Alsdann würde der Schlamm, Sand und das Gerölle nach dem Lande zu getrieben werden. Die Wirkung der, von dem Winde vorwärts getriebenen Wellen würde verwickelter sein; die fortschaffende Kraft der Oberfläche würde gleiche Richtung mit dem Winde haben, welcher die Wellen hervorbringt. Die Menge der bis zur Oberfläche mechanisch in dem Wasser aufgelöst enthaltenen und vorwärts getriebenen Materien würde von der Tiefe, bis zu welcher sich die nach dem Lande zu bewegenden Gewässer ausdehnen, und von der Stärke

und dem Vorherrschen der Winde, welche die Wogen hervorbringen, abhängen. Da die vorherrschenden Winde Strömungen hervorbringen, so müssen wir zuvörderst sehen, bis zu welcher Tiefe solche Strömungen gehen. Hier fehlen uns wieder genaue Data. Nach einigen Angaben ist die Geschwindigkeit der Strömungen auf 40 Klafter Tiefe noch nicht verändert, nach andern dehnt sie sich wenigstens bis auf 80 Klafter aus. Wenn daher durch die Einwirkung der Wogen ein Meeresboden gestört worden ist, so wird die in dem Wasser mechanisch aufgelöst enthaltene Materie in der Richtung einer, durch dieselbe Einwirkung veranlaßten, Strömung vorwärts getrieben werden. Die Menge der, mechanisch in der sich bewegenden Wassermasse enthaltenen Materie wird auf der einen Seite von der Seichtigkeit des Meeres und der Stärke der vorherrschenden Winde abhängen, während auf der andern die Entfernung, bis zu welcher die Materien geführt werden, im Verhältniß zu der Tiefe und Geschwindigkeit der Strömung stehen.

Wir müssen hier einer Bemerkung des Prof. Babbage (»Ueber Maschinen- und Fabrikenwesen u., deutsche Uebersetzung S. 432«) gedenken, die im Allgemeinen richtig ist. »Wenn der Schlamm des Mississippi,« sagt er, »eine Stunde braucht, um durch einen Fuß im Wasser zu sinken, so wird er durch den Golfstrom, der ungefähr 3 englische Meilen in der Stunde zurücklegt, 1500 Meilen weit geführt, ehe er um 500 Fuß gesunken ist.« Obgleich nun die hier einer Strömung gegebene Geschwindigkeit nur local sein kann, so muß doch das allgemeine Princip sehr berücksichtigt werden.

Da die Winde an den Küsten Wellen hervorbringen, die nach und nach in der Intensität ihrer fortschaffenden Kraft in dem Maße zunehmen, als sie sich dem Lande nähern, und da von der Küste entfernte Winde erst in einiger Distanz von dem Lande bedeutende Wellen hervorbringen, so ist das Bestreben des größten Theils der, von den Wellen rings um die Küsten verursachten Bewegungen, Gerölle an dieselben zu treiben. Die langen Linien von Geschiebebänken und von Dünen oder Sandhügeln an niedrig liegenden Küsten beweisen diese Thatfachen.

Wir kommen nun zu den zerstörenden Einwirkungen der Wogen auf das Land. Diese bilden die größte allgemeine Kraft von

allen denen, welche von der Natur zur Zerstörung des, über das Meeresniveau emporsteigenden Landes angewendet werden. Die Kraft der Brandung ist denen, welche ihre Wirkungen nicht selbst beobachtet haben, weniger bekannt. Ihre drückende Kraft ist bei heftigen Stürmen ist so groß, daß große gestrandete Schiffe sehr rasch zu Bruchstücken reducirt, und kleine durch eine einzige Brandung in mehre Stücke zerbrochen werden. Wir dürfen uns daher nicht wundern, wenn bei starken Stürmen mittelst der Brandung Steine von 2 — 7 Tonnen von Hafendämmen u. fortgerissen werden. Dies sind freilich außerordentliche Wirkungen der aufgeregten Gewässer; allein auch die gewöhnlichen Wirkungen der Brandung sind beträchtlich. Durch ihre fortwährende Einwirkung werden die weichern Theile der Küste, wenn dieselbe nur wenige Fuß über das Meeresniveau emporsteigt, ausgehöhlt. Sand, wenig gebundener Sandstein und Thon verschwinden, wenn sie durch Oberflächenveränderungen ihrem zerstörenden Einflusse ausgesetzt werden.

Es sei *bf* Fig. 4. das Niveau des Meeres; *a* die auf die Küste *c* einbrechende Brandung, welche von derselben die weichen Sandstein- oder Thonschichten abspült. Diese leicht zersehbaren Felsarten werden leicht in der Richtung *ed* dem Meere zugeführt und durch die Gewalt der Strömung oder der Ebbe und Fluth weiter geführt. Wir wollen annehmen, daß bei einem frühern Zustande der Dinge, die Oberfläche der Felsart, welche jetzt der Wegschaffung unterworfen, eine fortlaufende Linie *ed* bildete, und daß diese Oberflächenlinie durch von unten nach oben wirkende Kräfte, über *gh* emporgehoben worden sei. Als die Oberfläche in dem letztern Niveau lag, war sie außerhalb der zerstörenden Wirkung der Brandung, allein sie mag innerhalb ihrer anschwellenden Einwirkung gelegen haben, vorausgesetzt, daß die Gestalt und andere mit dem Lande in der Ausdehnung des Lagers verbundene Umstände günstig gewesen sind. In dem Augenblick aber, daß die Hebung stattfand, so daß die Oberflächenlinie *ed* das Meeresniveau *bf* durchschneiden mußte, begann die zerstörende Einwirkung der Brandung, und die Fortschaffung des weichen Sandsteins und des Thons war das Resultat.

Wenn Thon und andere leicht zersehbare Felsarten, welche Küsten bilden, auf diese Weise weggespült werden, so geschieht dies

auf keine bedeutende Tiefe. Dies zeigt sich an der Küste von Kent, wo der Londonthon fortwährend durch die Brandung weggeführt wird, so daß, wie die Geschichte auch nachweist (Rhell I.), das Land sonst eine bei weitem größere Ausdehnung gehabt haben muß, und das Meer sich auf seine Kosten vergrößert hat. Es scheint, daß die an der Küste liegende Sandbank auf keine bedeutende Tiefe von Sand bedeckt sei, denn wenige Fuß unter demselben wird Thon gefunden, wahrscheinlich eine Fortsetzung des Londonthons. Der Thon wird daher durch den Sand vor weiterm Begwaschen geschützt.

Viertes Capitel.

Die, mehr oder weniger feste, durch verschiedene Ursachen von dem Lande entlehnte Theile mechanisch aufgelöst enthaltenden Flüsse führen dieselben ins Meer und setzen sie besonders da ab, wo das Wasser noch süß ist. Jedoch ist das Flußwasser, selbst unter diesen Umständen, in fast allen Fällen noch specifisch leichter als das Meerwasser. Das relative specifische Gewicht hängt nothwendig von der Menge der, mechanisch in dem Flußwasser enthaltenen, festen Materien ab. Bis jetzt sind erst wenige gute Versuche über diesen Gegenstand angestellt; auch erfordert er wirklich viel Aufmerksamkeit. Es ist nicht hinreichend, das mittlere jährliche Wasserquantum, welches durch einen Fluß abwärts geführt wird, zu bestimmen, und die Procente der festen Materien, die an irgend einem Punkte mechanisch darin aufgelöst enthalten sind; sondern wir müssen auch bemerken, daß von der Geschwindigkeit die fortschaffende Kraft des Wassers abhängt, so daß beide mit einander im Verhältniß stehen. Die größte Geschwindigkeit findet nothwendig an der Oberfläche statt; und nehmen wir an, daß das Flußbett eine gleichförmige Curve sei, die von einer Centraltiefe zu den beiderseitigen Ufern emporsteigt, so ist sie in gleichen Entfernungen von den beiderseitigen Ufern. Nun wird daher Gerölle, welches bloß durch den Centralstrom fortgeschafft werden kann, in der nächsten gekrümmten Wasserschicht zurückgehalten werden, so daß es zu Boden fallen muß. Wegen des Widerstandes der Wassertheilchen in dieser Schicht würde dazu ein gewisser Zeitraum erforderlich sein, so daß die Gerölle in einer Art von parabolischer Curve zu Boden sinken werden, welche man berechnen könnte, wenn die Tiefe und die relativen Geschwindigkeiten der Wasserschichten und die Art des mechanisch darin aufgelösten Gerölles bekannt wären.

Es sei Fig. 5. der Querdurchschnitt eines Flusses d, c, b, a, b, c, d, es seien g, g seine beiden Ufer und f der Boden des Bettes. a ist der Centralstrom mit der größten Geschwindigkeit und folglich mit der größten fortschaffenden Kraft, welche beide in den folgenden Schichten bb, cc, die hier als stark dargestellt worden, in der Wirklichkeit aber sehr dünn sind, abnehmen, in der Schicht dd aber, wegen der Friction an den Seiten und auf dem Boden des Flußbettes g, f, g, am geringsten ist.

a, b, c, d Fig. 6. ist ein Längendurchschnitt der Wasserschichten. Nimmt man an, daß die Bewegung der Wassertheilchen in dem Centralstrom a hinreichend ist, um feste Theile aufgelöst zu enthalten, so werden sie freilich mit fortgeführt werden, aber auch in Folge ihres Gewichts nach und nach zu Boden sinken. Wir wollen nun ferner annehmen, daß entweder wegen der Wirkung der Schwere oder wegen irgend einer andern zurückhaltenden Ursache, ein Theil von den festen Materien zu der Schicht b gelangt, deren Geschwindigkeit unzulänglich ist, um sie aufgelöst zu enthalten, so suchen die festen Theilchen senkrecht zu Boden zu sinken. Die Wassertheilchen leisten aber solchen Widerstand in der Schicht b, daß letztere von k nach l gelangt, ehe die Gerölle durch b und in die Schicht c kommen können. Da die Geschwindigkeit von c noch geringer als die von b ist, so gelangen die festen Theilchen auf ihrem Fall durch c, horizontal nur von l zu m. Aus einer gleichen Ursache kommen sie, wenn sie durch d fallen, nur von m nach n, ehe sie auf dem Boden f liegen bleiben. Man erhält daher für den Fall der festen Theile von dem Centralstrom bis zum Boden, eine gekrümmte Linie in (Fig. 6.).

Es ist klar, daß wenn fast gleiche Zeiträume erforderlich sind, damit die erdigen Theile durch die Schichten b und c (Fig. 6.) gelangen können, während ihre Geschwindigkeit verschieden ist, in den untern Schichten eine Anhäufung der Gerölle stattfinden muß; folglich müssen wir auch, je mehr wir uns dem Boden nähern, um so mehr erdige Theile finden, welches auch vollkommen mit der Erfahrung übereinstimmt. Aus dem Obigen geht hervor, daß wenn wir nur einen besondern senkrechten Durchschnitt berücksichtigen, die Berechnung der Quantität von festen Theilen, die in einer gegebenen Zeit von einem Flusse abwärts geführt worden,

keine Schwierigkeiten haben können; allein wir müssen annehmen, daß der Fluß in eine Menge senkrechter Durchschnitte p, p, p, p, p, p, Fig. 5. getheilt worden sei, in denen die Geschwindigkeit des Wassers, die Kraft der Fortschaffung und die Menge der darin enthaltenen festen Theile verschieden sind. Ein Blick auf die Fig. 5. wird uns leicht davon überzeugen. Die Berechnung der durchschnittlichen Menge der in einer gegebenen Zeit niedergeführten festen Materien würde daher sehr schwierig sein, zumal die Durchschnitte der Flüsse meistens sehr verwickelt sind und kaum ein Beobachter im Stande ist, alle dazu erforderlichen Data zu erlangen.

Die gewöhnliche Methode, den allgemeinen Belang der, von irgend einem großen Fluße, der ein Delta bildet, abwärts geführten erdigen Materien zu schätzen, besteht darin, die Zunahme der Oberfläche des Deltas, in einer gegebenen Zeit, zu berechnen. Die Oberflächenzunahme des Deltas giebt aber durchaus nicht das erforderliche Anhalten, wenn wir nicht auch die Tiefe des Wassers, in welchem das Delta vortritt, berücksichtigen. Wenn die von dem Fluß herbeigeschafften Materien zu dem äußern Abfall des Delta hinzugesetzt werden, so würde der Belang der Materien, bei übrigen gleichen Umständen derselbe sein, wir mögen nun die Oberflächenausdehnung des Zuwachses als 2 und die Tiefe als 4, oder erstere als 1 und die letztere als 8 annehmen. Es folgt, daß ein Delta, welches in einer gegebenen Zeit und bei einer gegebenen Tiefe des Wassers, eine gewisse Länge an der Oberfläche zunehmen soll, bei übrigens gleichen Umständen einen eben so bedeutenden Zusatz an festen Materien erhalten haben wird, als ein anderes Delta, welches in einem halb so tiefen Wasser abgesetzt wird und dessen Oberflächenzunahme in derselben Zeit die doppelte ist.

Die Entfernungen, bis zu welchen Flußwasser, das mehr oder weniger erdige Materien enthält, über Meerwasser wegfliest, hängt von sehr verschiedenen einleuchtenden Umständen ab. Capitain Sabine fand getrübttes Wasser, welches der Annahme nach dem Amazonenflusse angehört, dreihundert engl. Meilen von der Mündung entfernt, im Ocean. Es war ungefähr 126 Fuß tief. Sein specifisches Gewicht war 1,0204 und das des Meerwassers 1,0262. Dies scheint die größte Entfernung vom Lande zu sein, in welcher Flußwasser auf der Oberfläche des Oceans gefunden worden ist.

Wenn Flüsse, die erdige Theile enthalten, über das Meerwasser in Linien fließen, die im Allgemeinen gerade genannt werden können, so muß der Niederschlag der von ihnen transportirten Materien auch in geraden Linien erfolgen. Jedoch wird der Strom häufig mittelst einer Meeresströmung von der geraden Linie abgelenkt, so daß jener auf seinem Lauf über dem Meerwasser nicht viel von den festen Materien absetzen kann, die von der sich schneller bewegenden Meeresströmung oft weit weggeführt werden. Das Meiste aber von den festen Materien, welche die Flüsse von dem Lande weg- und dem Meere zuführen, fällt in der Nähe der Mündung nieder; denn da die meisten erdigen Theile in den Schichten an dem Boden des Flußbettes vorhanden sind, so ist diese Wirkung ganz natürlich.

Nachdem wir nun die verschiedenen Mittel betrachtet haben, mittelst denen die festen Theile dem Meere zugeführt, und die Art und Weise, wie sie von Meeresströmungen, so wie auch von der Ebbe und Fluth bewegt werden, wenden wir uns zu einigen Bemerkungen über das specifische Gewicht der gewöhnlich transportirten Substanzen. Das mittlere specifische Gewicht der festen Erdrinde muß man zu 2,6 annehmen. Wenn wir uns eine mittlere Tiefe von 50 engl. Meilen unter dem Meeresboden und unter der Oberfläche des Landes denken, so dürfen wir erwarten, daß Gneis, Glimmerschiefer, Hornblendegesteine, Granit, Grünstein und mehrere andere Gesteine von demselben Charakter, ungefähr 0,8 von der ganzen Mineralmasse bilden würden. Das specifische Gewicht aller jener Felsarten ist höher als 0,6. Der Granit, Gneis und Glimmerschiefer bildet ungefähr 0,5 der Masse und das mittlere specifische Gewicht wird ungefähr $= 2,7$ sein. Grünstein und andere Trappfelsarten, ferner Diabassfels und Serpentin kann man als 0,1 annehmen und ihr mittleres specifisches Gewicht $= 2,76$. Die mittlere Dichtigkeit der übrigen Felsarten dieser Art, der Hornblendegesteine, des Chloritschiefers, des Quarzfelses, Thonschiefers u., können wir nicht geringer als zu 2,65 annehmen, da sie bei den Niederschlägen als solchen Gemengen von der relativen Dichtigkeit, Form und dem Volum eines jeden abhängen. Am Boden angelangt, werden die kleinen Glimmerblättchen auf die

breite Seite fallen und das Resultat wird die blätterige Structur fein, die wir in dem glimmerigen Sandstein wahrnehmen. Nehmen wir sie aber zu 2,65 an, so erhalten wir 2,695 als die mittlere Dichtigkeit von 0,8 der mineralischen Erdrinde. Die bleibenden 0,2 haben eine sehr verschiedene Dichtigkeit. Gewisse kalkige Gesteine, wie Kreide und die gewöhnlichen Dolithe, sind verhältnißmäßig leicht und dies ist auch der Fall mit einigen Sandsteinen, z. B. mit denen aus der Kreidegruppe. Auch einige Laven, die an der Atmosphäre oder in mäßig tiefem Wasser ausgebrochen sind, haben ein verhältnißmäßig geringes specifisches Gewicht; eben so der Trachyt und andere ähnliche Gesteine. Auch eingeschlossene Vegetabilien, Braun- und Steinkohlen gehören hierher. Nehmen wir nun an, daß diese Substanzen 0,1 der Massen bilden und daß ihre Dichtigkeit ungefähr 2,45 beträgt, so werden wir keinen groben Irrthum begehen. Das specifische Gewicht des noch übrigen 0,1 wird wenigstens 2,67 sein. Die mittlere Dichtigkeit des alten rothen Sandsteins und der Grauwacke beträgt 2,71. Nun werden diese Gesteine und andere, ihnen in der mineralogischen Structur ähnliche, obgleich nicht immer von demselben Alter, wie manche in den Alpen, in dem Ural, Himalaya und in andern großen Gebirgsketten, einen bedeutenden Theil von dem Zehntel bilden. Die mittlere Dichtigkeit der verschiedenen dichten Kalksteine kann nicht geringer als 2,66 sein; enthalten sie Versteinerungen, so sind sie nicht leichter, es wird im Gegentheil ihr specifisches Gewicht steigen, da die meisten Versteinerungen = 2,7 — 2,8 haben. Zu diesem Theil müssen wir auch die Basalte und andere Gesteine derselben Classe rechnen, die oft, wie z. B. in Indien, weite Landstriche einnehmen und in manchen vulkanischen Gegenden gewöhnlich sind. Die mittlere Dichtigkeit der Basalte können wir nicht geringer als 2,8 annehmen. Nimmt man die Grauwacke und andere ähnliche Felsarten zu 0,4 von dem noch übrigen Zehntel der Erdrinde an, den dichten Kalkstein zu 0,2, die dichten Sandsteine (die eine Dichtigkeit von 2,6 haben) zu 0,3 und die Basalte zu 0,1, so erhalten wir ein mittleres specifisches Gewicht von 2,67 für diesen Theil; das der ganzen festen Erdrinde wird daher 2,59 sein. Die durch den Druck der aufgelagerten Felsarten vermehrte Dichtigkeit in verschiedenen Tiefen ist hier unberücksichtigt

gelassen; allein lassen wir dies nicht außer Acht und bedenken, daß bei dieser oberflächlichen Berechnung das specifische Gewicht der dichtern Felsarten eher zu niedrig als zu hoch angegeben worden ist, so können wir 2,6 als eine starke Annäherung zur Wahrheit annehmen.

Es wird daher, wenn wir wieder zu dem eigentlichen Gegenstande unserer Betrachtungen zurückkehren, einleuchtend sein, daß gleiche Volumina verschiedener Mineralsubstanzen, durch eine gegebene Geschwindigkeit des Wasser, bei übrigens gleichen Umständen, nicht gleich weit transportirt werden können. Nehmen wir an, daß gleiche Volumina und gleiche Gestalten von Glimmer, Quarz, Feldspath und Hornblende in dem sich bewegenden Wasser mechanisch enthalten sind, so wird, nach dem specifischen Gewicht, die Hornblende zuerst zu Boden sinken, dann der Glimmer, darauf der Quarz und zuletzt der Feldspath. Wenn gleiche Volumina und gleiche Formen von Muscheln, wie z. B. *Helix citrina*, *Strombus Gigas* und *Argonauta tuberculosus*, als feine Körner, wie es oft in der Natur der Fall ist, in einem Wasserstrom vorhanden sind, so fallen zuerst die Bruchstücke von *Helix* zu Boden, dann die von *Strombus* und zuletzt die von *Argonauta*. Obgleich wir erst das specifische Gewicht von zu wenig Muscheln kennen, um irgend eine allgemeine Folgerung darüber machen zu können; so zeigen uns die bekannten Data doch, daß wenn gleiche Volumina und gleiche Formen von Land-, Süßwasser- und Meeresmuscheln in den fließenden Gewässern mechanisch aufgelöst sind, und nach und nach auf den Boden eines Meeres oder eines Flusses niederfallen, die Landmuscheln, als die schwersten, zuerst abgesetzt werden würden.

Führt ein Fluß gleiche Volumina von Landmuscheln, Quarz und Feldspath in das Meer, so wird der letztere am weitesten geführt werden und die erstern werden zunächst am Lande niedersinken, der Quarz aber würde die Mitte zwischen beiden einnehmen. Es würde daher unter diesen Umständen der erfolgende Niederschlag, bei übrigens gleichen Umständen, in der Nähe des Landes am kalkhaltigsten, weiter hin am kieselhaltigsten und an den entferntesten Punkten am thonigsten sein, wenn man eine gewisse Vermengung der abgesetzten Substanzen annimmt.

Nimmt man an, daß die von einem, viele erdige Materien mechanisch aufgelöst enthaltenden Flusse fortgeschafften Substanzen aus Gips, Feldspath, Quarz, Kalkspath, Talk, Chlorit, Glimmer, Hornblende, Olivin und Granit bestehen und daß dieselben gleiche Volumina und gleiche Formen haben, so würden sie in umgekehrter Ordnung von der hier angenommenen, niedergeschlagen werden. Wenn daher ein Fluß mit seinen Verzweigungen einen aus Granit bestehenden Boden durchströmt und eine hinlängliche Geschwindigkeit hat, um die aufgenommenen Gerölle und erdigen Materien ins Meer zu führen, so dürfen wir erwarten, die glimmerige Materie in der Nähe des Landes, den zersetzten Feldspath an den äußern Grenzen der Niederschläge vorherrschend zu finden. Bei aufmerksamer Beobachtung wird man nun wirklich finden, daß die aus Granitgebirgen fortgeschafften festen Materien das Bestreben haben, sich auf die oben angegebene Weise zu arrangiren, unter Berücksichtigung der, aus der Form und aus dem Volum der fortgeschafften Materien hervorgehenden Veränderungen. Der Glimmer versucht es, zuerst liegen zu bleiben; da aber sein Volum im Allgemeinen geringer als das des Quarzes oder Feldspaths ist, so wird er oft so weit als diese, zuweilen auch weiter als dieselben geführt, so wie es überall der Fall sein muß, wo das Volum oder die Form hinreichend sind, um die Wirkungen des ungleichen specifischen Gewichts auszugleichen oder zu überwältigen.

Der Sandstein ist oft glimmerig und oft durch Glimmerblättchen schiefrig. Größtentheils ist solcher Sandstein kieselig. Gleiche Volumina von Glimmer und Quarz, die mechanisch im Wasser aufgelöst sind, werden, bei übrigens gleichen Umständen, nicht in gleichen Zeiträumen zu Boden fallen. Ließen sich nicht auf diese Weise die, in manchen Felsarten so gewöhnlichen Abwechselungen von Glimmerblättchen und Quarzkörnern erklären? Erstere haben in solchen Fällen oft ein geringeres Volum als letztere; nimmt man aber an, daß ihr Volum gleich sei und daß eine Flüssigkeit, wie das Meer, in gleichen Zeiträumen durch eine andere Flüssigkeit, wie z. B. mittelst eines Flusses, welcher erdige Theile mechanisch aufgelöst enthält, dieselben zugeführt erhält, so werden abwechselnd Glimmer und Quarz niedergeschlagen werden; denn

die ersten vermengten Materien werden in einiger Entfernung vor den folgenden in das Meer geliefert worden sein. Wir dürfen jedoch nicht vergessen, daß die Form einen großen Einfluß auf die Niederschläge dieser Art hat. Obgleich der Glimmer specifisch schwerer als der Quarz ist, so wird doch die blätterige Form des erstern und die körnige des letztern nicht gestatten, daß beide in gleicher Zeit zu Boden fallen, selbst wenn ihr Volum dasselbe ist. Sind verschiedene Mineralsubstanzen in derselben Flüssigkeit und zu gleicher Zeit mechanisch aufgelöst enthalten, so wird die Beschaffenheit des Niederschlags aus solch einem Gemenge von den relativen Dichtigkeiten, der Form und dem Volum einer jeden abhängen. Auf dem Boden angelangt, fallen die Glimmerschüppchen auf ihre flache Seite, selbst wenn sie zuerst auf der Kante standen, und daher rührt die schieferige Structur des glimmerigen Sandsteins.

Die Verschiedenheiten in dem specifischen Gewicht müssen nothwendig große Wirkungen bei dem Absatz der, von verschiedenen Felsarten herrührenden Gerölle größerer Art hervorbringen. So können z. B. nicht gleiche Volumina des Bath-Dolith und des Kohlenkalksteins, vorausgesetzt, daß auch ihre Form dieselbe ist, von gleichen Kräften nicht gleich weit, sondern der erstere würde viel weiter transportirt werden. Gleiche Volumina von Trachyt, Granit und Basalt würden unter gleichen Umständen auf sehr ungleiche Entfernungen geschafft werden. Wenn gleiche Volumina von Granit aus der Normandie oder von Heytor in Devonshire und von Stonesfieldschiefer von Stow-in-the-Wold, durch fließende Gewässer transportirt worden wären, so würden sie eine gleiche Tendenz haben, sich niederzuschlagen; ihre verschiedene Form nur würde eine Verschiedenheit im Absatz veranlassen. Die meisten Granite würden weiter geschafft werden, als manche dichte Kalksteine (besonders wenn sie Versteinerungen enthielten), gewisse Thonschieferarten, manche Grauwacken, als die Basalte, Grünssteine, Hypersthen- und Diabasfelsarten.

Obgleich daher das specifische Gewicht verschiedener Mineralien sehr wichtig ist und zu werthvollen Aufklärungen führen mag, wenn sie gleiche Volumina von Materien betrifft und wir die Richtung aufzufinden suchen, woher irgend eine mechanische Fels-

art entlehnt sein mag, so müssen wir doch große Sorgfalt auf die Verschiedenheiten der Form und des Volums richten, wenn solche existiren, indem wir sonst zu sehr unrichtigen Folgerungen gelangen. Zuvörderst müssen wir bemerken, daß, wenn dieselbe Kraft auf verschiedene bewegliche Körper wirkte, sie denselben Geschwindigkeiten mittheilt, die im umgekehrten Verhältnisse ihrer Massen, oder der Menge der Materie stehen, aus denen sie zusammengesetzt sind. Schätzt man daher die Kräfte, welche Conglomerat- oder Sandsteinlager fortgeschafft haben mögen, so müssen wir große Aufmerksamkeit auf das Gemenge der Masse und auf die Wirkungsart der Kraft, verwenden. Wir werden sehen, ob sie dem Anscheine nach hinreichend gewesen ist, alle Gerölle, groß und klein, mit sich zu führen, oder ob dieselben nach ihrem verschiedenen specifischen Gewicht, ihrer Form, oder ihrem Volum geordnet vorkommen. Wenn wir große Geschiebe mit Geröllen von weit geringerer Größe (wie bei a, Fig. 7.) vermengt finden, so können wir folgern, daß die Geschwindigkeit, welche die Masse transportirte, sehr bedeutend war und daß die größern Geschiebe selbst in dem Wasser hingen. Finden wir dagegen die Geschiebe und Gerölle in solchen Conglomeraten nach ihrem Volum, ihrer Form und Dichtigkeit arrangirt, so müssen wir annehmen, daß die größern Geschiebe bloß an dem Boden hingerollt worden sind.

Beide Arten des Vorkommens können oft in Flüssen beobachtet werden, die zu gewissen Zeiten hohe Fluthen erleiden. Die Niederschläge bei Fluthzeiten bestehen im Allgemeinen aus einem Gemenge von großen und kleinen Geschieben, Sand und Schlamm, ähnlich wie es in a b Fig. 7. dargestellt worden; wenn aber das Wasser bloß eine hinlängliche Geschwindigkeit hat, um die Geschiebe über den Boden wegzuführen, so werden die feineren Materien, welche nothwendig den obern, schneller fließenden Wasserschichten ausgesetzt sind, weggeführt werden, während sich die Geschiebe und Gerölle in dem Lager c absetzen. Ohne Zweifel ist dieselbe Tendenz, die feinem Materien von den größern Geschieben zu trennen, auch dann vorhanden, wenn eine Zeitlang Alles in den Gewässern vermengt ist; allein ganz anders ist es, wenn die größern und kleinern Körper zusammen fortgeführt werden. Wir können nicht folgern, daß die Geschwindigkeiten der kleinern und

größern Körper gleich seien, obgleich sie derselbe Strom fortführt; denn der erste Impuls würde den bewegten Körpern ungleiche Geschwindigkeiten mittheilen. Die Geschwindigkeit würde, wie schon oben bemerkt, im umgekehrten Verhältniß zu den Massen stehen. Es kann gar kein Zweifel darüber obwalten, daß mechanisch im Wasser aufgelöst enthaltene Substanzen auf Entfernungen transportirt werden, die im Verhältniß zu ihrem Volum, zu ihrer Form und Dichtigkeit stehen; in Fällen aber, wo Gerölle und andere Materien plötzlich aufgenommen werden, wie z. B. bei starken Fluthen, und eine Zeit lang dem Wasser eingemengt sind, findet man, daß die da, wo die Geschwindigkeit des Stroms nachläßt, erfolgten Niederschläge ein verworrenes Gemenge bilden. Wenn wir die Oberfläche von, auf solche Art gebildeten, Niederschlägen beobachten, so werden wir oft zu der Annahme geführt, daß die Massen selbst bloß aus großen Geschieben bestehen; allein künstliche und natürliche Durchschnitte zeigen im Allgemeinen eine verworrene Vereinigung von Steinen und Sand, die ohne große Rücksicht auf specifisches Gewicht, Form und Volum abgesetzt sind. Diese verworrenen Vereinigungen von transportirten Materien, scheinen stets das Resultat der Niederschläge aus sehr aufgeregten und mit vielen, sehr verschieden großen Gesteinen beladenen Gewässern zu sein. Obgleich sich solche mit vielen steinigten Materien vermengte Gewässer sehr rasch bewegen, so sind doch ihre innern Bewegungen, wegen der sehr ungleichen Geschwindigkeiten der transportirten Materien, sehr verschieden, so daß, wenn sie, wie es in solchen Fällen häufig geschieht, plötzlich zur Ruhe kommen, ein verworrenes Gemenge von großen und kleinen Geschieben, das Resultat ist. Die Oberfläche dieser Ablagerungen wird natürlich abgespült und die kleinern Körper werden weggeführt.

Wenn wir daher Conglomerate untersuchen und finden, daß die Lager Bruchstücke verschiedener, oder auch derselben Felsarten enthalten, die ohne alle Rücksicht auf Dichtigkeit, Form oder Volum gebildet worden sind, so dürfen wir folgern, daß sie aus heftigen Fluthen abgesetzt worden sind. Finden wir dagegen die Geschiebe oder Bruchstücke ungefähr in der Ordnung, welche sie bei einem verhältnißmäßig ruhigen Absatz annehmen muß, so sind

sie nicht plötzlich auf die Oberfläche, auf der sie ruhen, niedergeschlagen, sondern sie haben sich nach und nach von den fließenden Gewässern getrennt, in dem Maße, daß die Geschwindigkeit derselben abnahm. Wir müssen noch bemerken, daß eckige Bruchstücke besonders in den Lagern vorkommen, in denen verschieden große Geschiebe in einem Gemenge abgesetzt worden sind.

Diese Bemerkungen beziehen sich lediglich auf diejenigen Conglomerate, die entweder über eine bedeutende Oberfläche verbreitet sind, oder die an solchen Punkten vorkommen, wo eine Litteralbildung unwahrscheinlich ist. Linien von Conglomerat, die aus Materialien von sehr ungleichem Volum bestehen, bilden sich leicht an Küsten, besonders wenn sie steil sind.

Es sei *ab*, Fig. 8. das Niveau des Meeres und *c* ein Gestade, welches sowohl durch Zersekung, als auch durch Einwirkung des Meeres auf dieselbe, in Bruchstücke von ungleicher Größe zerfällt, die an dem Fuße des Gestades ins Wasser fallen. Die Einwirkung der Wellen sucht die Bruchstücke mehr horizontal auszu dehnen, als es der Fall sein würde, wenn sie auf trocknes Land fielen; und wegen der ungleichen Einwirkung der Wellen und der verschiedenen Größe der Bruchstücke kann das Gemenge nur verworren sein und gleicht dem, welches von den Flüssen bei Fluthzeiten gebildet worden ist. Uebrigens ist es augenscheinlich, daß Lager dieser Art in einer, senkrecht auf der Küstenlinie stehenden Richtung, nicht weit fortsetzen können. Wir müssen daher solche Absätze von denen unterscheiden, die über eine weite Fläche vertheilt sind und von denen wir nicht annehmen können, daß sie durch Zersekung und Zerstörung der Gestade mittelst des Meeres, entstanden seien.

So wie wir folgern können, daß eine mächtige und verworrene Ablagerung das Resultat einer heftigen und aufgeregten Wirkung der Gewässer sei, so können wir auch ein Conglomerat oder einen Sandstein, in denen das Volum der Geschiebe oder Sandkörner in jeder Schicht gleich oder fast gleich ist, als die Folge einer mehr regelmäßigen und ununterbrochenen Bewegung der Gewässer, aus denen mechanisch eingemengte, feste Materien niedergeschlagen worden sind, ansehen. Die Conglomeratlager, die durch eine gegebene Geschwindigkeit des Wassers, welches Geschiebe mit

sich fortführt, gebildet worden sind, müssen natürlich sehr gleichförmig sein; denn eine gegebene Geschwindigkeit wird bloß Bruchstücke von einem gewissen specifischen Gewicht, einem gewissen Volumen und einer gewissen Form mit sich führen, und wird die zurücklassen, die schwerer, größer oder von minder beweglichen Formen sind. Theilchen mit feinem Materien müssen mit den größern vermenget werden, wenn die letztern, wegen verminderter Geschwindigkeit des Wassers, zur Ruhe kommen; denn rings um die ausgesetzte Oberfläche der größern Körper wird das Wasser so zurückgehalten werden, daß die kleinern Theilchen sich aus demselben niederschlagen und in den Zwischenräumen der Geschiebe und Bruchstücke liegen bleiben. Die entstehenden Lager werden eine Gleichförmigkeit zeigen, die der gleichförmigen Geschwindigkeit der fließenden Gewässer correspondirt. Entstehen Veränderungen in den letztern, so werden auch correspondirende Veränderungen in den erstern veranlaßt werden; und es entstehen daher Lager, die, obgleich in gewisser Hinsicht gleichförmig in sich selbst, in der Größe der sie bildenden Gerölle verschieden sein würden, wie in den Lagern a, b und c, Fig. 9. dargestellt worden.

Die meisten, mechanisch entstandenen Felsarten geben Zeichen von der ungleichen Wirkung des Wassers, aus welchem sie abgesetzt worden sind. Dies ist besonders bei Sandstein bemerkbar.

Fig. 10. stellt einen, durchaus nicht ungewöhnlichen Durchschnitt dar, der sehr charakteristisch für die treibende Einwirkung des Wassers auf den Boden, ist. Es sei d ein Sandsteinlager, welches aus dem ruhigen Absatz der Körner aus dem Wasser, dem sie mechanisch eingemengt waren, erfolgt ist; die Blättchen mögen als hinlänglich horizontal angesehen werden. Dies kann aber kaum der Fall mit c, b und a sein, in denen die Sandkörner auf dem Boden über einander gedrängt worden und nicht allein von der Wirkung der Schwere niedergefallen und zur Ruhe gekommen, indem sie später ungestört und ruhig von andern Körnern bedeckt worden und auf dieselbe Weise zur Ruhe gekommen sind. Wir müssen sehr sorgfältig zwischen den hier dargestellten diagonalen oder schwankenden Linien und der später betrachteten Spaltbarkeit unterscheiden; wenn wir aber die Ueberzeugung haben, daß die fraglichen Linien nicht die der Spaltbarkeit sind, so können

wir folgern, daß die Felsarten nicht durch einen obern Strom mit eingemengten Geröllen, welche darauf durch ruhiges Wasser zu Boden gefallen, fortgeschafft worden sei. Sie müssen durch die stoßende Einwirkung der fließenden Gewässer auf Sandkörner, nachdem sie den Boden berührt haben, hervorgebracht worden sein. Veränderungen in der Fortschaffung sind durch Veränderungen in den Richtungen und Formen der Durchschnittslinien bezeichnet, während große Unterbrechungen in der Ablagerung durch die größern Linien dargestellt worden, die Durchschnitte von Ebenen sind, welche die Absätze in Lager, wie a, b und c, Fig. 10. theilen.

Eine etwas wellenförmige oder geriffte Oberfläche ist bei den mechanisch gebildeten Felsarten durchaus nicht ungewöhnlich und mag durch die Reibung des Wassers auf einem sandigen Boden, wie man es gewöhnlich bei dem Sande wahrnimmt, der zur Ebbezeit trocken gelegt worden, oder in sandigen Gegenden, in denen der Wind dasselbe thut, wie das Wasser an dem Meeresbett.

Fünftes Capitel.

Es ist kaum denkbar, daß die aus den Gewässern abgesetzten festen Materien, besonders wenn sie sehr fein und alsdann in den günstigsten Umständen zur Ausübung der chemischen Verwandtschaft sind, neben und über einander liegen und feucht erhalten werden können, ohne irgend eine chemische Veränderung zu erfahren. Die Menge von Gyps- und Schwefelkieskrystallen in dem Thon, der offenbar aus den Gewässern niedergeschlagen ist, in denen er als sehr feine Materie mechanisch aufgelöst war, zeigen deutlich, daß in demselben die chemische Affinität hinreichend stark gewesen ist, um die Anziehung der Cohäsion, die bis zu einer gewissen Ausdehnung unter den Theilchen der abgesetzten Materien existirt haben muß, zu überwinden.

Solche Wirkungen müssen nothwendig fortwährend verschieden sein. Es würde schwer halten, irgendwo zwei vollkommen gleiche Ablagerungen von feinen Materien zu finden, die mechanisch in den Gewässern aufgelöst waren. Es würden daher unter dem Einfluß verschiedener Umstände chemische Veränderungen entstehen. Auch müssen Felsarten mittelst des Durchbringens mit Wasser, bedeutende chemische Veränderungen erleiden. Die, welche wegen der geologischen Veränderungen in dem relativen Niveau des Meeres und des Landes, über das erstere emporgehoben worden sind

würden unter ganz andern Bedingungen vorhanden sein, als die, welche unter demselben bleiben. Es giebt fast kein Quellwasser, welches man als das Resultat des Durchsickerens des atmosphärischen Wassers durch Felsarten ansehen kann, das nicht irgend eine Mineralsubstanz aufgelöst enthielte, welche es auf seinem Wege durch die Gesteine aufgenommen haben muß. Obgleich nun die Quantitäten dieser von den Quellwässern aufgenommenen Mineralsubstanzen gering sein mögen, wenn wir die Zusammensetzung irgend eines einzelnen Mineralwassers untersuchen; allein wenn wir die, in dem Quellwasser von 1000 Quadratmeilen enthaltenen Materien betrachten, und daß diese Entziehung von Materien von den Gesteinmassen viele Jahrhunderte gedauert hat, so werden wir leicht einsehen, daß die chemischen Veränderungen nicht so unbedeutend sind, als wir auf den ersten Blick annehmen möchten. Wir können auch folgern, daß die auflösblichen Theile der Felsarten nicht allein, wenn sie directen atmosphärischen Einflüssen ausgesetzt sind, sondern auch mittelst des durchsickernden Regenwassers, fortgeschafft werden, so daß die meisten Gebirgsarten chemischen Veränderungen dieser Art kaum widerstehen und ihre ursprüngliche chemische Beschaffenheit nicht beibehalten würden, besonders wenn sie eine hohe Lage in der Atmosphäre haben.

Dr. Turner hat gezeigt, daß bei der Zersetzung der feldspathigen Felsarten, wodurch Porzellanerde entsteht, die Menge der fortgeschafften Kiesel-erde sehr bedeutend sei. Er schreibt diesen Verlust der Freiheit zu, mit welcher sie aufgelöst werden kann, wenn sie der verbundenen Einwirkung des Wassers und der Alkalien, in dem Augenblick des Ueberganges aus dem Zustande der Verbindung, welcher den Feldspath bildet, unterworfen wird. Derselbe Chemiker sagt, daß jede 2 Mischungsgewichte Thonerde in der Porzellanerde auf $3\frac{1}{2}$ M. G. Kiesel-erde vorkommen, daß aber der Feldspath, aus welchem jene entstanden, aus 12 M. G. Kiesel-erde, 1 M. G. Thonerde und 1 M. G. Kali besteht ⁷⁾.

Die große Masse der mechanischen Felsarten ist in dem Meere abgesetzt worden. Wir dürften daher im Allgemeinen annehmen,

⁷⁾ „Chemie der Geologie“, in Hartmann's Jahrbüchern der Mineralogie, Geologie u. S. 299 u.

wenigstens die vorherrschenden Salze des Meeres in solchen Felsarten verbreitet zu finden, so daß sie leicht aufgefunden werden können. Dies ist aber nicht der Fall. Nun ist es aber schwierig zu begreifen, wie diese salzige Materie in solch einer Ausdehnung ihnen entzogen werden konnte, als es der Fall ist. Wir können annehmen, daß wenn sie aus dem Meere in die Atmosphäre emporgehoben worden, daß solche Felsarten durchdringende Regenwasser eine große Menge der aufgelösten salzigen Materien fortführen mußte. Dies mußte natürlich ein sehr langsamer Prozeß, allein durch Jahrhunderte hindurch fortgesetzt, mußte er sicher in seinen Wirkungen sein. Jedoch erklärt diese Hypothese den Mangel des Seesalzes in unter dem Niveau des Meeres liegenden Felsarten nicht.

Der sämtliche Betrag der auflösblichen Materien, die von den Flüssen ins Meer geführt und die von den Felsarten durch das Durchsickern des Regenwassers entnommen worden sind, muß sehr bedeutend sein, besonders wenn wir die Zeit nach Jahrhunderten und nicht nach einzelnen Jahren berechnen. Flüsse, in denen sehr viel feine Materien mechanisch aufgelöst sind, müssen auch Materien chemisch aufgelöst enthalten. Auf die erstern wirkt das Wasser, dem sie eingemengt sind, auch ein, selbst wenn dies nicht mit auflösblichen Materien imprägnirt war, die von den Gesteinen herrührten, aus denen ihre Quellen hervorkamen. Besonders würden Kalkgerölle und auch die fein zertheilten Partikelchen der felspathhaltigen Gesteine solche Einwirkungen erleiden.

Alle diese Materien müssen irgend wohin geführt werden. Manche Veränderungen mußten durch die Einwirkung der verschiedenen, in den Ocean transportirten Substanzen, sowohl auf einander, als auch auf die salzigen Bestandtheile des Meeres hervorgebracht werden. Es müssen chemische Niederschläge entstehen, selbst solcher Arten, wie wir sie nach unsern jetzigen Kenntnissen sowohl von dem relativen Belang der vorhandenen Substanzen, oder den möglichen Verbindungen, welche sie einzugehen im Stande sind, gar nicht kennen. Die chemischen Niederschläge, welche wir gewöhnlich, im Act der Bildung, zu studiren gewohnt sind, sind nicht unter denselben Umständen entstanden. Sie sind hauptsächlich kalkig und aus den Gewässern der Flüsse, Süßwasserseen und warmen Quel-

len abgesetzt. Die wenigen natürlichen Niederschläge von Kiesel und von Gyps, welche wir als jetzt gebildet wahrnehmen, sind hauptsächlich aus dem Kalk entlehnt. Von den chemischen Felsarten, die sich jetzt in dem Meere bilden, wissen wir fast gar nichts; dennoch müssen alle, ihm von dem Lande zugeführte auflöslische Materien, so wie die auflöslischen Substanzen, welche von den untermeerischen Vulkanen hervorgebracht worden sind, das gleiche Resultat hervorbringen.

Es finden sich auch gewisse Aggregate in den mechanisch entstandenen Felsarten, die von einer gegenseitigen Anziehung unter einander hervorgebracht worden, und die sehr bemerkenswerth sind. Nicht selten kommen in Thon, der kohlensauren Kalk eingemengt enthält, Nieren vor, die kalkhaltiger als die übrige Masse sind und die, wie wir leicht einsehen werden, keine vor dem Absatz der Masse abgerundete Körper sind, obwohl dies in einiger Entfernung den Anschein hat. Wir wählen einige in dem Lias von Lyme Regis in England vorkommende Nieren dieser Art zur Erklärung, obgleich sie sehr häufig vorkommen.

Die Nieren aa Fig. 11. liegen in einer Linie, parallel mit der allgemeinen Schichtung, nicht weit von dem Liaskalkstein entfernt, der mit Mergel und Schieferthon wechsellagernd, die untern Theile der Liasformation bildet. Diese Nieren enthielten eine größere Menge von kohlensaurem Kalk als der Schieferthon und der Mergel über, unter und neben denselben. Man könnte daher annehmen, es seien concentrische Concretionen; allein dies ist nicht der Fall.

Ein Durchschnitt oder Bruch von einer solchen Niere beweist, daß sie blätterig oder schieferig sind, wie Fig. 12. zeigt, und daß die Blätter gleiche Richtung mit den Schichten der Formation, mit denen des Mergels und Schieferthons, in welchen sie eingeschlossen sind, haben, und man darf nicht zweifeln, daß sie einst zusammenhängende Theile mit einander bildeten. Die Theilchen der kalkigen Materie haben sich von der Masse des Mergels getrennt und sich zusammen verbunden. Wenn wir diese Nieren in der Mitte und parallel mit den Blättern zerbrechen, so finden wir gewöhnlich irgend eine Versteinerung, z. B. einen Fisch, einen Ammonit, Nautilus, oder ein Stück Holz, welche den Anziehungspunkt für die

verschiedenen Theilchen der kalkigen Materie, die sich zusammengezogen haben, bilden. Wir können daher folgern, daß eine Versteinerung oder irgend ein fremder Körper zur Entstehung der Nieren nöthig war; allein obgleich solche Körper gewöhnlich im Mittelpunkt der Nieren vorkommen, sind sie doch nicht immer darin vorhanden und manche enthalten auch durch ihre ganze Masse hindurch kleine Ammoniten und andere Muscheln. Daher sind die Versteinerungen oder sonstigen Körper zu der Entstehung der Nieren nicht wesentlich nöthig. Sie sind das Resultat der Aggregation der Kalktheile, wobei die blätterige Structur nicht verschwunden ist. Wenn wir annehmen, daß eine gewisse Linie der Ablagerung kalkige Materie enthalten habe, die, obgleich unzulänglich, um Kalksteinschichten zu bilden, doch zu bedeutend ist, um in dem Mergel verbreitet zu bleiben und sich daher zu kleinen Massen zu vereinigen, so werden wir uns wahrscheinlich der Wahrheit nähern. Diese Ansicht ist durch die Betrachtung entstanden, wie das Vorkommen von einigen der obern Lager des Liaskalksteins an derselben Localität beschaffen sei. Sie bestehen aus ausgedehnten Linien von abgeplatteten Nieren, die übrigens nicht blätterig, sondern dicht sind, indem die Aneinanderreihung der Theilchen allgemeiner war. Fig. 13. stellt solche Schichten, oder vielmehr Versuche von Schichten dar; a, a, a ist thoniger Kalkstein, b, b, Schieferthon. — Letzterer ist offenbar ein mechanisches Product, das in manchem Sandstein sehr gewöhnlich, und offenbar das Resultat der Anziehung gewisser Theilchen unter einander, nachdem sie abgesetzt worden, sind. Die blätterige Structur von Nieren in Kieselkalkstein, ist zuweilen auch bemerkbar, wenn eine Aggregation der Theilchen nach demselben Prinzip stattgefunden hat, als das oben beim Lias wahrgenommene, indem das Bindemittel zuweilen kalkig, zuweilen kieselig ist.

Lagen von nicht blätterigen, aber aus Substanzen bestehenden Nieren, die sich aus den Gemengtheilen der mechanischen Felsarten, nach deren Absatz, zusammengezogen haben, sind in manchen Schichten sehr gewöhnlich. Die Eisensteinnieren im Steinkohlengebirge scheinen auf diese Weise entstanden zu sein. Sie enthalten auch oft organische Reste, wie Theile von fossilen Vegetabilien; allein da auch sehr viele ohne dieselben vorkommen, so sind sie of-

senbar nicht wesentlich zur Bildung der Nieren. Die Materie derselben scheint sich zuweilen auf solch eine Weise aus der Masse der Felsarten, in denen sie vorkommen, ausgeschieden zu haben, daß eine Zusammenziehung der Theile durch Trocknen im Innern erfolgt ist, wodurch Sprünge entstanden sind, die später mit kohlensaurem Kalk ausgefüllt worden sind. Fig. 14. giebt eine Abbildung von einer solchen Concretion, die unter dem Namen Adlersteine, Krötensteine, ludus Helmontii u. bekannt ist. Die äußern Theile sind zuerst fest geworden, so daß während des Trocknens des Innern, die innern Theile genöthigt waren, zu zerreißen und zwar in der Mitte am stärksten. Die spätere Ausfüllung dieser Sprünge erläutert die stufenweise Anhäufung der Materie von den Wänden solcher Adern oder Gänge nach den mittlern Theilen. Lagen auf Lagen bedecken einander, bis daß sie sich in der Mitte treffen, und sehr krystallinische Materien füllen die unregelmäßigen Höhlungen aus, die auf diese Weise entstanden sind. Nieren dieser Art, die gewöhnlich weder eine Spur von concentrischer noch blätteriger Structur zeigen, finden sich sehr häufig in manchen Mergeln und Thonen.

Bei der Zubereitung des Thons zur Fabrikation des Porzellans, zeigt sich zuweilen eine Zusammenziehung der kieseligen Theilchen. Man kann dies als ein sehr interessantes Experiment ansetzen, um zu zeigen, wie außerordentlich feine Theilchen von Substanzen, die aus dem Wasser abgesetzt worden, welches sie vorher mechanisch aufgelöst enthielten, durch die Affinität ausgeschieden werden können. Es werden nämlich bei der Präparation des Thons zur Porzellanbereitung gebrannte und zermahlene Feuersteine mit dem gehörigen Verhältniß von Thon mit Wasser zusammengerührt und es entsteht ein Absatz der gehörig mit einander vermengten, sehr feinen Theile von Kiesel und Thon. Wird das Gemenge zu rechter Zeit verbraucht, so bleiben die Kieseltheilchen darin verbreitet; bleibt es aber lange liegen, so zieht sich der Kiesel in kleinen Knoten zusammen und die Masse wird zur Fabrikation unbrauchbar.

Es läßt sich auf diese Weise das Vorkommen der Feuersteine in der Kreide erklären. Der Kiesel scheint sich aus der großen Masse der kalkigen Materie ausgeschieden und in vielen Beispielen

um verschiedene organische Reste zusammengezogen zu haben. Jedoch fehlen die Versteinerungen auch oft, und sind, wie schon bemerkt, überhaupt keine nothwendige Bedingung zur Entstehung solcher Nieren, da jede andere Ursach die Zusammenziehung der Kieselmaterie an gewissen Punkten veranlaßt haben kann. Diese Ursach muß in Linien parallel mit der allgemeinen Schichtung gewirkt haben, da die Feuersteine gewöhnlich wie in a, a, a, Fig. 15. vorkommen.

Ein anderer sonderbarer Umstand begleitet die Ausscheidung der Kieselmaterie aus der Kreidemasse. Gänge von Feuerstein, welche die Schichtungslinien, b Fig. 15. durchschneiden und als Spalten erscheinen, die mit Kiesel ausgefüllt worden, sind in manchen Theilen der Felsart nicht selten. Die Substanz der Gänge ist dieselbe der Nieren und wir dürfen daher schließen, daß sie durch ähnliche Ursachen entstanden sind. Die Regelmäßigkeit der Feuersteinlagen erinnert uns an die der Kalknieren in manchen Thonen. Wahrscheinlich befand sich in einer gewissen Stärke der Ablagerung und über einer gewissen Fläche eine Quantität von kieseliger Materie, welche die Tendenz hatte, sich in Nieren zu vereinigen und zwar um so leichter, da die Schalen von Thieren Anziehungspunkte bildeten. Wir sahen bei dem angeführten Beispiele des Porzellanthon's, daß wenn wir dasselbe mit den großen Operationen der Natur vergleichen, eine verhältnißmäßig kurze Zeit dazu erforderlich ist, um die Aggregation der Kieseltheile zu veranlassen. Daher mußte sich auf eine gewisse Mächtigkeit der Ablagerung die kieselige Materie in Nieren ausscheiden, und durch die Wiederholung dieser Operation entstanden Schichten von Feuersteinen übereinander, die mit den allgemeinen Schichtenlinien parallel sind. Eine bloße mechanische Aggregation der Kieseltheilchen, obgleich die letztern sehr fein sein mögen, ist übrigens zur Erklärung aller der obigen Erscheinungen unzureichend. Es hat offenbar in sehr vielen Fällen eine solche Infiltration der Kieselmaterie in die Poren gewisser organischer Reste stattgefunden, daß es sehr schwer hält, das Dasein der Kiesel Erde unter solchen Umständen anders zu erklären, als daß sie im Zustande der Auflösung in die Körper eingedrungen sei. In manchen Hornsteinnieren des Grünandes und auch anderer Sandsteinarten, bemerken wir oft einen merkwürdigen

Uebergang aus der entschieden sandsteinartigen Structur in die anscheinend chemische. Das Innere von manchen solcher Nieren ist hohl und die Chalcedonbekleidung desselben ist tropfsteinartig gebildet. Der Sandstein ist von einer Flüssigkeit, die Kiesel aufgelöst enthielt, bis zum Innern der Niere durchdrungen und daher ist der Uebergang aus der einen Structur in die andere stufenweis. Wir werden Gelegenheit haben, die Feuersteingänge weiter unten bei den Feuersteingängen zu erwähnen.

Die Spaltbarkeit oder Zerklüftung der Felsarten, die oft irrig für Schichtung genommen worden ist, scheint von der eigenthümlichen Aneinanderreihung der Theilchen der Substanzen, nachdem die Felsart abgesetzt oder gebildet worden ist, herzuführen. Man nimmt sie eben so gut bei den ungeschichteten oder massigen, als auch bei den geschichteten wahr; sowohl bei denen, welche das Resultat der Schmelzung, als die, welche aus einer chemischen oder aus einer mechanischen Auflösung niedergeschlagen sind. Wir dürften Spaltbarkeit eher bei solchen Felsarten erwarten, die aus einer Auflösung entstanden sind, und die sich der Zusammensetzung der Salze nähern, wie z. B. reiner kohlensaurer Kalk oder Dolomit. Sehr viele Kalksteinfelsarten zeigen eine Spaltbarkeit senkrecht auf der Schichtung und zuweilen nähert sich dieselbe dem rhomboedrischen Charakter des Kalkspathes. Kalkstein, selbst derjenige, welcher sehr viele Versteinerungen enthält, zeigt oft so viele Spaltungen oder Zerklüftungen, daß es oft, bei nicht ganz genauer Untersuchung, schwierig ist, welche Linien als die Schichtungslinien anzuerkennen sind. Aufmerksamkeit auf das allgemeine Fallen und auf die Art und Weise des Vorkommens der organischen Reste (da Lager im Allgemeinen gewisse bestimmte Vereinigungen derselben enthalten, heben ohne Zweifel die Schwierigkeit; allein es giebt Punkte, wo die Zerklüftung des Kalksteins sehr verwickelt ist. Wo die Zerklüftung durch organische Reste geht, und sie auf eine solche Weise theilt, daß zu beiden Seiten der Spalte ein Theil der Muschel oder von irgend einer andern Versteinerung vorhanden, ist die Entscheidung nothwendig leicht. In einigen Kohlen- und Grauwacken-Kalkstein ist eine betrügliche Spaltbarkeit sehr gewöhnlich.

Die Spaltbarkeit oder Zerklüftung muß in den Felsarten häufiger sein, als es natürliche Durchschnitte und Darstellungen augen-

scheinlich machen; denn Bau- und zu andern Zwecken verwendete Steine spalten oft in einer oder in zweien Richtungen leichter, als in andern, welches Steinbrucharbeiter recht gut wissen. Diejenigen, welche Granit bearbeiten, wissen die Richtungen, nach denen diese Felsart am leichtesten spaltet, recht gut zu finden, wogegen die Nichtkenner keinen Unterschied finden können in der Fläche, welche die Steinbrecher frei machen, um größere oder kleinere Massen abzulösen, welches dann in der Richtung der Spaltbarkeit leicht geschehen kann. Von der Zerklüftung des Granits rührt bei der theilweisen Zersetzung desselben, das mauer- oder plattenförmige oder geschichtete Ansehen mancher Granitfelsen her. Fig. 16. giebt eine Abbildung von solch einer Granit-Felsenpartie in der englischen Provinz Devon. Sowohl in derselben als auch in Cornwall hat die Zerklüftung auf weite Strecken eine bestimmte Richtung, die im Allgemeinen von Nord-Nord-Westen nach Süd-Süd-Osten läuft.

Die Zerklüftung des Granits an seiner Grenze mit dem Schiefer und mit andern Felsarten, ist zuweilen sehr trügerisch. Dem Granit in Devon und Cornwall ist daher aus diesem Grunde zuweilen Schichtung zugeschrieben. Bei einiger Aufmerksamkeit wird man aber im Allgemeinen sehen, daß die den Schichtungsflüsten ähnlichen Linien durch einander laufen, oder auch nur auf kurze Strecken fortsetzen, auf dieselbe Weise, wie in der Abbildung Fig. 17. dargestellt worden ist.

Da der Granit in diesem Theile von England im Allgemeinen porphyrartig ist, d. h. weil er große, in seiner Masse vertheilt liegende Feldspathkrystalle enthält, manche von denselben aber durch die Klüfte getheilt sind, so schützt dies schon gegen das Ansehen der Schichtung. Hinsichtlich dieser Erscheinungen in dem Granit von Devon und Cornwall muß bemerkt werden, daß obgleich aus mehreren Umständen nachgewiesen werden kann, daß er später entstanden — oder in sein jetziges Niveau emporgehoben worden — ist als die Grauwacke, die in einiger Entfernung als Schichtung erscheinende Zerklüftung parallel mit den Schichtungsflüsten der geschichteten Felsarten läuft, die auf dem Granit liegen; dies giebt der Oberfläche der Granitmassen das Ansehen von geschichteten Felsarten, auf welchen andere Schichten abgesetzt worden sind. Der in Fig.

18. dargestellte Durchschnitt des Gebirges nördlich von Dartmoor wird diese Thatsache erläutern. An diesem Durchschnitt bezeichnen: a Granit, der bei b nach Linien zerklüftet ist, die der aufgelagerten veränderten Grauwacke c parallel sind. d Grünstein, welcher von Ebenen begrenzt ist, die dem Streichen der Grauwacke parallel sind, und welcher daher als eine Einlagerung erscheint. e Grauwackensandstein. b zeigt bloß die Richtung der Zerklüftung des Granits; allein er ist auch in Linien zerklüftet, die senkrecht auf ungefähr von N. N. W. nach S. S. O. laufenden Richtungen und auch noch nach andern, die wie senkrecht auf jenen stehen, so daß große abgeplattete prismatische Blöcke entstehen. Die auf der Richtung von N. N. W. nach S. S. O. senkrecht stehende Zerklüftung zeigt sich am constantesten. An der Küste von Cornwall geben die senkrechten Zerklüftungen des Granits oft Veranlassung zu einem säulenartigen Charakter der Felsart.

Die Anziehung der Granittheilchen auf solche Weise, daß dadurch entweder prismatische oder rhomboidale Massen entstehen, fand dem Anschein nach statt, nachdem die verschiedenen Gemengtheile des Granits auskrystallisirt waren, und die verworren krystallinische Felsart gebildet hatte. Ist dies wirklich der Fall, so ist die Spaltbarkeit oder Zerklüftung eine secundäre Wirkung. Sie muß entweder während des Erstarrens oder selbst, nachdem die Masse bereits ihre feste Form erlangt hatte, erfolgt sein. Die Spaltbarkeit einer solchen Masse wie Granit ist von der regelmäßiger Krystalle sehr verschieden, denn letztere sind bestimmte chemische Verbindungen, während der Granit ein Gemenge von verschiedenen krystallinischen Substanzen ist, von denen jede ihre eigene Spaltbarkeit als besonderes Mineral hat. Wenn wir, wie man angenommen hat, die Granitblöcke als das Resultat einer kugelförmigen innern Structur ansehen, so müßten wir erwarten, daß die Ebenen, welche durch den Druck der sphärischen Massen gegen einander hervorgebracht worden, keine Rhomben oder Parallelepipede, wie wir sie finden, sondern andere Figuren sind.

Daß Temperatur-Verschiedenheiten eine verschiedene Aneinanderreihung der Theilchen eines festen Körpers veranlassen können, ohne die äußere Gestalt zu verändern, ist durch Prof. Mitscherlich's Versuche über den schwefelsauren Kalk und andere Substan-

zen hinlänglich bewiesen worden. Prismatische Krystalle von schwefelsaurem Nickel hatten ihre innere Structur in wenigen Tagen, durch die bloße Einwirkung der Sonnenstrahlen auf ein verschlossenes Gefäß, in welchem sie befindlich waren, verändert, so daß die Spaltbarkeit parallel einem Quadratoctaeder (viergliedrigen Octaeder), die äußere Form der Krystalle aber unverändert geblieben ist. Wir dürfen daher auf den Grund dieser und anderer Thatfachen annehmen, daß die Felsarten nicht allein durch die lang dauernde Einwirkung der erhöhten oder verminderten Wärme sichtlich verändert worden, sondern daß ihre verschiedenen Theile auch durch gegenseitige Anziehung anders an einander gefügt werden können, ohne daß das allgemeine Ansehen der Felsart verändert wird. Wir können daher die Spaltbarkeit oder Zerklüftung des Granits, bis zu einer gewissen Ausdehnung, als ein krystallinisches Gefüge der Masse ansehen, nachdem die allgemeine Erstarrung und die Krystallisation der kleinern Theile erfolgt waren. Die Regelmäßigkeit, mit welcher der Granit in verschiedenen Theilen der Welt, entweder natürlich oder künstlich, in rhomboidische oder prismatische Massen zerspalten, ist eben so merkwürdig, als die Spaltbarkeit der Krystalle und krystallinischen Massen, aus denen er besteht.

Manche Sandsteine, besonders die kieseligen, theilen sich leicht in flache rhombische Prismen und andere regelmäßige Formen, die, obgleich sie oft durch die Zersetzung der Felsart bemerkbar werden, auch oft durch Verschlagen zum Vorschein kommen. Sie sind verhältnißmäßig klein und dünn, wie die in Fig. 19. dargestellte, welche ein Bruchstück des Harzer Grauwackenschiefers ist. Es ist 5 Zoll lang, $2\frac{1}{2}$ Zoll breit und $\frac{3}{4}$ Zoll stark. Der spitze Winkel beträgt 67° , der stumpfe 113° , so daß dieser Theil eines sandsteinartigen Gesteins, welcher von Spaltungsflächen begrenzt ist, die ganze Regelmäßigkeit eines Krystalles hat. Wir wollen nicht behaupten, daß alle Theile mechanischer Felsarten, die durch Spaltbarkeit rhombische Prismen werden, dieselben Winkel haben; allein die vielen Fälle, in denen sie sich den genannten Formen nähern, sind bemerkenswerth. In manchen Theilen der sandsteinartigen Grauwacke sind diese Erscheinungen gewöhnlich, so daß die Lager sehr leicht in regelmäßige Bruchstücke, von 3, 4, 5 und 6 Zoll

Länge und von weniger als einem Zoll Stärke zerbrechen. Die Aggregation der Theile hat in diesem Falle zwischen den Körpern von Geröllen stattgefunden. Dennoch erinnern uns, wie schon oben bemerkt, die prismatischen oder rhombischen Formen, die von dem Durchschneiden von Spaltungsflächen erfolgen, an die Krystallisation. Zwar findet man in den Felsarten mit solcher Spaltbarkeit zuweilen kalkige Materie, allein dieselbe ist keine nothwendige Bedingung dazu, denn man findet dieselbe Art der Spaltbarkeit in Sandsteinen, in denen kein kohlensaurer Kalk aufzufinden ist.

Manche Schiefer haben Spaltungsflüße von merkwürdigem Ansehen; unter denselben müssen wir besonders senkrechte, einander parallele Linien bemerken, welche die Felsart auf solche Weise theilen, daß wenn die Schichtungsebenen auf eine gewisse Strecke gesehen werden können, die Abtheilungen das Ansehen von Brettern haben, die neben einander befestigt sind. Diese Zerklüftung zeigt sich sehr deutlich in dem Liasschiefer von Lyme Regis. Die Linien können als unvollkommene Entwicklungen rhombischer und prismatischer Spaltbarkeit angesehen werden.

Nichts ist bei dem Thonschiefer von verschiedenem Alter gewöhnlicher als eine die Schichten durchschneidende Zerklüftung, wie sie Fig. 20. zeigt, an welcher a, a, a, a, a, die gewöhnlichen Schichtungsflüße, die andern parallelen Linien aber die Spaltungsflüße darstellen. Zuweilen ist diese Structur sehr verwickelt; und es ist durchaus nicht leicht, die Schichtungsflüße von den Spaltungsflüßten zu unterscheiden. Solche Spaltungsflüße müssen sorgfältig von der Art von Schichtung unterschieden werden, die, wie wir weiter oben bemerkt haben, in manchen sandsteinartigen Felsarten so gewöhnlich sind und den Theilen des Lagers ein diagonales Gefüge geben. Erstere können allgemein durch die Regelmäßigkeit und häufig durch den bedeutenden, oft einen rechten, erreichenden Winkel erkannt werden, welche die Spaltungs- und die Schichtungsflüße mit einander bilden.

Diese so manchen, sowohl chemisch als mechanisch gebildeten, Felsarten eigenthümliche Tendenz, sich in mehr oder weniger regelmäßige Körper zu theilen, deutet sicher auf irgend ein Gesetz hin, nach welchem die Theilchen fester Materien sich, ohne Einfluß auf

ihre Entstehung zu haben, zu regelmäßigen Formen an einander zu fügen streben. Von denselben sind die prismatischen und rhomboëdrischen am meisten beobachtet worden. Wir haben schon oben bemerkt, daß die lange Dauer irgend einer bestimmten Temperatur eine Veränderung in dem Gefüge der Gemengtheile hervorbringt, ohne die äußere Form der Masse zu verändern. Bei dem, zu einem Hohofengestell in Schottland angewendeten Sandstein entstand eine prismatische Zerklüftung. Diese Thatsache ist zur Erklärung des prismatischen Charakters gewisser Sandsteine angeführt worden, die unter Verhältnissen vorkommen, welche die Folgerung rechtfertigen, daß sie auch der lang dauernden Einwirkung der Hitze ausgesetzt worden, indem sie in Berührung mit, oder in der Nähe von Trappfelsarten vorkommen. Die Anlage des Sandsteins, unter solchen Umständen prismatisch zu werden, ist auch dadurch bewiesen, daß er ein solches Gefüge annahm, als man weichen Sandstein in einem Ofen brannte, um ihn härter zu machen. Dies ist in Verbindung mit der Spaltbarkeit von hohem Interesse. Es zeigt, daß die zuerst mechanisch vereinigte Materie später eine solche Einwirkung auf ihre Theilchen erhalten hat, daß die Masse aus zahlreichen Körpern von einer gewissen Regelmäßigkeit der Form besteht, während das sandsteinartige Ansehen bleibt.

Wenn wir Gregor Watt's Theorie hinsichtlich der säulenförmigen Structur des Basalts und anderer Felsarten der Art zu geben, so erlangen wir Ueberzeugung, daß durch den Druck sphärischer Concretionen, die während des Festwerdens der Felsart entstanden sind, eine Reihe von Prismen gebildet wurde: sechsseitig, wenn die Mittelpunkte der Kugeln oder Sphäroïde gleichweit von einander entfernt waren; von andern Formen, wenn der Druck, wegen der Verschiedenheiten in den Entfernungen der Mittelpunkte, ungleich war. Watt nahm an, daß an den zuerst langsam abgekühlten Oberflächen eine Schicht von Sphäroïden entstand, deren Mittelpunkte eine mehr oder weniger gleiche Entfernung hatten. Diese Sphäroïde drückten wegen stufenweiser Zunahme ihres Volums gegen einander und brachten sechsseitige Figuren hervor, wenn der Druck gleich war. Nahm man ferner an, daß die Basaltlager nach oben zu fast horizontal waren, so konnten sie sich, unter günstigen Umständen, bis ins Unendliche ausdehnen, wenigstens an der

Oberfläche. Das Resultat würden eine Menge gegen einander gedrückter und senkrecht auf der Oberfläche, an welcher die Sphäroide zuerst gebildet wurden, stehender Prismen sein. Watt fand bei seinen Versuchen über die Schmelzung und langsame Abkühlung des Basalts, daß die entstandenen Sphäroide nicht allein excentrisch strahlig, sondern auch in concentrischen Schalen an einander gefügt seien. Er folgerte daher, daß die, zuweilen in Basaltsäulen bemerkbaren Verbindungspunkte von Oberflächen gebildet würden, die mit solchen concentrischen Schalen correspondirten. Diese Theorie wird von Thatfachen unterstützt, besonders durch die horizontale Anordnung der Säulen bei senkrechten Basaltgängen, an denen die Säulen von den Wänden nach dem Innern zu vorschreiten und dort verworren werden, weil sich die beiden Systeme von Säulen dort treffen, wenn die Umstände dazu sonst günstig sind.

Sphärische und sphäroidische concentrische Concretionen sind bei den basaltischen und andern feurigen Gesteinen sehr gewöhnlich. Sie sind oft nur dann bemerkbar, wenn die Felsart bis zu einem gewissen Grade zersetzt ist, wenn der äußere Ueberzug zersetzt ist, und die innern Theile unverändert bleiben; das Gestein scheint alsdann aus sehr vielen Kanonenkugeln und Bomben-Schalen zu bestehen, die durch weichere Substanzen von einander getrennt sind.

Obgleich die in diesen chemischen Felsarten wahrgenommenen Formen in sofern denen ähnlich sind, welche sich in den mechanischen Gesteinen zeigen, daß sie beide die Resultate von Theilchen sind, die nach der Bildung der Felsart vereinigt worden, so sind sie doch wahrscheinlich in anderer Hinsicht verschieden. Wir können kaum einsehen, daß der Druck der Sphäroide gegen einander Veranlassung zu den flachen rhombischen Prismen geben könne, die so gewöhnlich in der Grauwacke sind; eben so wenig dürfen wir erwarten, die langen Linien von Blättchen zu erhalten, welche die Schichtungslinien des Thonschiefers so häufig, unter verschiedenen Winkeln, begleiten. Ohne Zweifel findet in allen diesen Fällen eine Aggregation der Theilchen statt, die Veranlassung zu eigenthümlichen Formen giebt; allein die Art und Weise, auf welche dies geschieht, scheint verschieden gewesen zu sein.

Die ganze Theorie der veränderten Felsarten hängt von dem Vermögen der Gemengtheile ab, sich auf eine Weise an einander zu

flügen, die verschieden von der ist, in welcher sie vorher existirten, und dies in Folge der unaufhörlichen Einwirkung einer Hitze, die unzureichend ist, eine Schmelzung zu veranlassen. Wenn wir Kreide an den beiden Seiten eines Basaltganges (Dyke) in körnigen Kalkstein verwandelt sehen, wie dies auf der Insel Naghlin an der nördlichen Küste von Irland der Fall ist, so müssen die Theilchen des kohlensauren Kalkes offenbar auf eine andere Weise an einander gefügt worden sein. Statt des, in der Kreide so gewöhnlichen, geringen Zusammenhanges finden wir eine krystallinische Structur, und zwar ist die Krystallisation im Verhältniß der Nähe des Basaltganges vollkommener. Ursache und Wirkung sind hier augenscheinlich und sagen uns, daß in diesem Falle die Veränderung der Kreide von der glühenden Basaltmasse hervorgebracht worden ist.

Fand Schmelzung statt, so mußte die Schichtung bei den Felsarten, welche dieselbe erlitten, verschwinden; allein das neue Gefüge der Theilchen ist ohne eine Flüssigkeit derselben herbeigeführt worden. Daß Flüssigkeit nicht nothwendig zu solchen Veränderungen sei, haben Prof. Mitscherlich's Untersuchungen über die Veränderungen der Structur verschiedener krystallisirter Substanzen mittelst verschiedener Temperaturgrade, bewiesen. Die am schwefelsauren Nickel hervorgebrachten Veränderungen haben wir bereits angeführt. Krystalle von schwefelsaurem Zink und von schwefelsaurer Magnesia, die nach und nach im Alkohol erhitzt worden waren, verloren ihre Durchsichtigkeit und fanden sich aus sehr vielen kleinen Krystallen zusammengesetzt, deren Form von der verschieden war, welche dem Versuch unterworfen wurde. Prismatisches Zinkseleniat auf Papier der Sonne ausgesetzt, verwandelt sich schnell in Quadratoctaëder. Derselbe berühmte Chemiker bemerkte, daß die optischen Eigenschaften von Tafeln von schwefelsaurem Kalk und von andern Substanzen, durch Temperaturveränderungen verändert wurden, welches eine Veränderung in der innern Structur beweist, während das Außere der Platten keine merkliche Modification erlitt. Die verschiedenen Härten des Stahls und das Einbrennen von Farben auf das Glas, müssen auch durch eine neue Aneinanderfügung der Stahl- und Glastheilchen, veranlaßt durch eine zur Schmelzung unzureichende Hitze, entstehen.

Wenn wir ein Stück gewöhnliches grünes Bouteillenglas einer lang anhaltenden Hitze unterwerfen, die unzureichend ist, um Schmelzung zu verursachen, so erhalten wir eine krystallinische Substanz, bestehend aus sehr vielen Prismen, die unter rechten Winkeln auf der Oberfläche an einander gereiht sind; die äußere Form des Glases bleibt unverändert.

Diese Veränderungen, die sehr leicht durch Versuche dargestellt werden können, bereiten uns zu den größern Veränderungen vor, die durch ähnliche Mittel, jedoch nach einem weit verschiedenen Maßstabe in der Natur hervorgebracht worden sind. Während wir nun aber einsehen, daß auf diese Weise Felsarten nach einem großen Maßstabe verändert worden sind, wenn sie in Berührung mit glühenden Materien stehen, die durch lange Zeiträume Hitze entwickelt haben, so dürfen wir doch auch nicht vergessen, daß die Felsarten sehr schlechte Wärmeleiter sind und wir daher einer Wirkung dieser Art eine gewisse Grenze setzen müssen. Die wohlbekannte Thatsache, daß man über Lavenströme weggehen kann, während dieselben im Innern noch flüssig sind, ist hinreichend, die schlechte Wärmeleitbarkeit, wenigstens der Lava, zu beweisen; und da es unwahrscheinlich ist, wenn diese eine Ausnahme machen sollte, so ist es mit allen Felsarten der Fall. Wäre dies nicht und die Centralwärme der Erde beruhete auf Wahrscheinlichkeit, so würde die Oberfläche unseres Planeten für Alles, was jetzt darauf existirt, unbewohnbar sein.

Die wahrscheinliche Grenze, welche wir der Veränderung der Felsarten durch lang einwirkende Hitze zuschreiben können, ist natürlich sehr schwer zu bestimmen. Versuche können darüber nicht angestellt werden, schon deßhalb nicht, weil wir keinen langen Zeitraum übersehen können, der nothwendig zu solchen Wirkungen erforderlich ist, so wie das große Element der Zeit überhaupt die nothwendige Verbindungsursache von so Vielem ist, was wir an der Oberfläche unseres Planeten finden.

Da alle Felsarten mit sehr geringen Veränderungen solche schlechte Wärmeleiter sind, so folgt, daß wenn eine große Masse von Granit oder Trapp zwischen mechanische Felsarten, wie Sandstein, Schieferthon u. emporgehoben wird, viel von der Leichtigkeit abhängt, mit welcher die Wärme aufsteigt. Wenn ein Theil von

der feurig-flüssigen Felsart an die Atmosphäre gelangt, so findet eine schnellere Strahlung statt, als wenn sie gänzlich von andern Gesteinen umgeben sind, und daher wird die Veränderung rings um dieselben im letztern Falle vollkommener als im erstern sein. Je tiefer unter der Oberfläche daher die feurig flüssigen Massen in die Schichten eingebracht sind, um so größer werden, bei übrigens gleichen Umständen, die Veränderungen der umgebenden Schichten sein. Je länger ferner eine gegebene Hitze durch eine Gesteinsmasse zu dringen fortfährt, je vollständiger wird das neue krystallinische Gefüge der Theile sein.

Wir müssen vorsichtig sein, die Veränderung der Felsarten auf mäßige Entfernungen, von der Masse der feurig-flüssigen Felsart abgemessen, zu begrenzen. Die letztere kann nur dann die, zur Hervorbringung der Wirkungen erforderliche Hitze behalten, wenn sie dieselbe nur mit Schwierigkeit mitgetheilt. In einer gewissen Entfernung von der feurig-flüssigen Masse wird die Hitze aber zu gering, um eine bemerkbare Veränderung hervorzubringen. Daher hängt die Größe der Veränderung von der Masse der glühenden Felsarten, den Umständen ihres Vorkommens und von dem Wärmeleitungsvermögen der umgebenden Gesteine ab.

Wir wollen dies Capitel mit einigen Beobachtungen über das Festwerden der Felsarten beschließen. Auf den ersten Blick erscheint es schwierig zu erklären, wie gewisse Sandsteine fest geworden sein mögen. Es muß hier zuvörderst eine sonderbare Thatsache erwähnt werden. Wenn man Spiegelgläser, nachdem sie die letzte Politur erhalten haben, dicht über einander stellt, etwa wie die Bücher in einer Bibliothek, wenn sie sich etwas auf die Seite geneigt haben, und man läßt sie lange ruhig stehen, so hängen sie so fest an einander, daß es schwer hält, sie, ohne sie zu zerbrechen, von einander zu trennen; ja es sollen drei bis vier zusammen bearbeitet und mit dem Diamant beschnitten werden können, als wenn sie aus einem Stücke bestanden. Es gehört selbst bedeutende Kraft dazu, um sie über einander zu schieben.

Wie dürfen vielleicht aus der obigen Thatsache folgern, daß die Quarzkörner, aus denen gewöhnlich der Sandstein besteht, unter günstigen Umständen, durch lange fortdauernden Druck unter großen Gebirgsmassen, permanent cohärent gemacht worden seien.

Der Druck, dem manche sandsteinartige Gebirgsarten unterworfen gewesen, muß ungeheuer sein; und es ist bemerkenswerth, daß wenig zusammenhängende Sandsteine, mehr unter den neuern, als unter den ältern Schichten vorkommen. Es erleidet gar keinen Zweifel, daß ein chemisch gebildetes Bindemittel die Vereinigung der losen Theile sehr befördert hat, obwohl lang dauerndes Nebeneinanderliegen unter Druck große Einwirkung auf den Prozeß gehabt haben muß. Wir finden freilich losen Sand zwischen Schichten, allein doch sehr selten zwischen den ältern.

Daß sandsteinartige Gesteine, die lange dem Durchdringen des, fremdartige Materien aufgelöst enthaltenden, Wassers ausgesetzt gewesen, die Tendenz haben würden, durch den Absatz solcher Materien zwischen die Gemengtheile, fest zu werden, ist leicht einzusehen. Daß aufgelöster Kiesel solche Gesteine durchdringt, beweisen die in dem Sandstein vorkommenden, oft in Chalzedon verwandelten Muscheln, deren kalkige Materie entfernt ist, und wogegen die, in den Sandstein entstandenen Eindrücke Kiesel aufgenommen haben. Daß Kiesel, kohlensaurer Kalk und andere Substanzen durch Felsarten von noch feinerer Textur, als der Sandstein hat, dringen, ist durch die Bildung des Agates und anderer Mineralien in den Höhlungen der Basalt- und Trappgesteine bewiesen, indem solche Räume durch Gasblasen entstanden sind, als die Felsart noch geschmolzen war.

Sechstes Capitel.

Wir haben schon weiter oben bemerkt, daß die Oberfläche des festen Landes erschüttert und zerrissen worden sei und daß man selten eine Oberfläche von wenigen Quadratmeilen findet, die nicht Zeichen an sich trägt, daß eine zerbrechende Kraft auf sie eingewirkt habe. Da wir nun sehen, daß dies der Fall mit solchen Theilen der Erdrinde ist, die über den Ocean emporgestiegen sind, so dürfen wir auch folgern, daß die festen Massen unter dem Ocean durchaus nicht frei von solchen Brüchen seien, da wir nicht annehmen können, daß die Verwerfungen der Erdoberfläche auf diejenigen Theile beschränkt seien, die unsern Beobachtungen zugänglich sind. Wir dürfen im Gegentheil die ganze Erdrinde als in Bruchstücke von verschiedener Größe zerbrochen, ansehen, die durch die Gravitation nach dem Mittelpunkte der Erde zusammengehalten werden. Die neuern Felsarten müssen nothwendig weniger zerbrochen sein, als die ältern; denn da jene auf diesen ruhen, so mußten von unten nach oben bewirkte Verwerfungen beide treffen, während die ältern bereits vor dem Absatz der neuern zerbrochen sein mußten. Es folgt daraus, daß in einer aus mehr neuern Felsarten bestehenden Gegend die sichtbaren Brüche keinen richtigen Maßstab für die Verwerfungen geben, welche jener Theil der festen Erdrinde erlitten hat; denn die untern Schichten können starke Brüche erhalten haben, ehe die in der Gegend beobachtbaren Felsarten existirten. Wenn wir daher Verwerfungslinien verfolgen, so müssen wir sorgfältig untersuchen, ob sie in Felsarten endigen, die neuer als die sind, in welchen sie eigentlich verfolgt worden und ob sie in eine ältere Felsart fortsetzen, oder in jener aufhören. Im erstern Falle sind wir überzeugt, daß die Verwerfungslinie vor der Bildung der neuern Felsarten entstanden

seien, im zweiten ist der relative Zeitpunkt der Entstehung ungewiß.

Daß störende Kräfte auf die Felsarten nach ihrer Bildung eingewirkt haben, wird eben so gut durch gewundene und überstürzte Schichten, als durch verworfene bewiesen. In ausgedehnten Gegenden sind die Lager der Gebirgsgesteine nach gewissen Richtungen aufgerichtet; dies ist besonders in Gebirgen wahrnehmbar, obwohl die Erscheinung durchaus nicht auf dieselben beschränkt ist. In Beziehung auf unsere gewöhnlichen Begriffe von Entfernung, erscheinen solche Linien beträchtlich lang; betrachten wir sie aber, wie es geschehen muß, in Beziehung auf die ganze Erdoberfläche, so ist ein großer Theil von ihnen unbedeutend. Die Brüche oder Hebungen der Schichten, durch welche manche bezeichnet worden, können daher nur von verhältnißmäßig geringen Kraftentwickelungen bewirkt worden sein. Vielleicht rührt es von einem Mangel an gehöriger Aufmerksamkeit auf die relativen Verhältnisse des Erdhalbmessers zu den Höhen der Gebirge und der Länge der Gebirgsketten zu der Erdoberfläche her, daß Diejenigen, welche solche Linien von aufgerichteten oder verworfenen Straten untersucht, sie als die Resultate weniger, statt sehr zahlreicher Emporhebungen betrachtet und ungeheure Kräfte dazu hervorgerufen haben, die mit den wirklich existirenden in gar keinem Verhältniß stehen, sondern gegen welche die letztern unbedeutend erscheinen.

Fig. 21. giebt uns einen Begriff von dem Verhältniß der Erdrinde zu ihrem Durchmesser. Betrachten wir den ganzen Kreis als einen Durchschnitt unseres Planeten, so wird die schwarze Linie hundert englische (fast 22 deutsche) Meilen stark sein, d. h. die Stärke jener Linie hat dasselbe Verhältniß zu der Oberfläche und dem Durchmesser des Kreises in der Fig. 21. als die 100 englische Meilen tiefe Rinde zu einem wirklichen, durch den Mittelpunkt der Erde gehenden Durchschnitt derselben. Wir dürfen nur bemerken, daß die höchsten Gebirge auf der Erdoberfläche keine Höhe von 6 englischen ($1\frac{1}{4}$ deutsche) Meilen erreichen, um einzusehen, daß Unebenheiten von solchem Belang, selbst wenn sie, wie es nicht der Fall ist, gewöhnlich wären, entweder durch Zusammenziehungen oder Ausdehnungen der Masse der Erde selbst, ent-

stehen können und daß die nothwendigen Brüche und Verwerfungen verhältnismäßig gering seien.

Wenn die Theorie von der Centralwärme, so wie wir es wohl thun dürfen, als auf die Wahrscheinlichkeit begründet ansetzen, so läßt sich das sehr allgemeine Vorkommen der aufgerichteten und zerbrochenen Felsarten sehr leicht erklären. Es ist eine sehr allgemeine Ursach für die Hervorbringung einer so allgemeinen Wirkung erforderlich. Wenn wir mit Hrn. von Beaumont annehmen, daß der Zustand unserer Erde ein solcher sei, daß in einer gegebenen Zeit die Temperatur ihres Innern weit bedeutender vermindert als die ihrer Oberfläche, so mußte die feste Oberfläche ausbrechen, um sich der innern Masse anzupassen; fast unmerklich, wenn die Zeit und die Masse der Erde berücksichtigt werden, aber durch bedeutende Verrückungen nach unsern gewöhnlichen Begriffen von solchen Gegenständen. Wir müssen alsdann erwarten, unzählige Linien von Brüchen zu finden, so wie es wirklich der Fall ist. Wir würden auch zu der Annahme geführt werden, daß neue Verwerfungen leichter durch alte Linien von Brüchen bewirkt worden sein möchten und daß unter günstigen Umständen gebrochene und aufgerichtete Massen in Gebirgsketten emporgehoben werden mußten. Wenn in der vergrößerten Abbildung Fig. 22. der äußere Kreis die Erdrinde zu einer gewissen Zeit dargestellt wird und wenn wir annehmen, daß eine spätere Zusammenziehung der innern Masse, welches keine verhältnismäßige Einwirkung auf die vorher existirende Rinde hervorbringen konnte, ein Sinken derselben bis zu dem innern Kreis veranlaßte, so mußten Verwerfungen und Verdrehungen der Schichten veranlaßt und es mußten Massen gegen einander gequetscht werden, um die alte Oberfläche dem neuen Zustande anzuzeigen. Es würde eine Durchschnittslinie entstehen, ähnlich der in Fig. 22. zwischen den beiden Kreisen dargestellten, obgleich von keinem solchen Verhältniß zu dem Durchmesser des innern Kreises; denn um solche Unebenheiten deutlich und verhältnismäßig darzustellen, wäre ein Kreis von mehren Zollen Durchmesser erforderlich.

Wenn das Ausgehende oder die Ränder einer bedeutenden Spalte auf die angegebene Weise eine Einwirkung erleiden, so müssen sie dem Anscheine nach, durch Seitendruck, mit Beziehung

auf das Meeresniveau, welches, die neuen Höhlungen ausfüllend, sinken muß, emporgehoben werden. Wenn wir die feste Masse schätzen, welche dazu erforderlich ist, um eine Gebirgskette bedeutend zu vergrößern, so werden wir einsehen, daß ein gleiches Volumen Wasser, welches in eine correspondirende Senkung der Oberfläche aufgenommen worden, wenn es über die Masse des Oceans verbreitet, eine weit weniger allgemeine Senkung des Meeresspiegels veranlassen würde, als wir annehmen dürften.

Einige Geologen, verleitet von der Idee, daß viele kleine Kraftäußerungen stets dieselbe Wirkung hervorbringen würden, als die plötzliche Aeußerung einer großen Kraft, die gleiche Stärke mit der Summe der geringen Kräfte hat, verspotten Diejenigen, welche annehmen, daß die Gebirge durch bedeutendere Kräfte emporgehoben worden, als die bei einem Erdbeben der jetzigen Zeit wahrnehmbar sind. Dieß verhält sich eben so, als wenn wir Pfähle einzurammen hätten, wozu eine starke Ramme erforderlich wäre und wir würden verlacht, eine solche anzuwenden und es würde behauptet, die Pfähle ließen sich eben so gut und mit wenigern Kosten mittelst wiederholter Hammerschläge eintreiben.

Es ist durchaus nicht zweckmäßig, stets zu verhältnißmäßig starken Kräften zur Erklärung der geologischen Erscheinungen seine Zuflucht zu nehmen, wenn die Aeußerung einer geringen, oder die Zusammenwirkung mehrerer geringen Kräfte, eine hinlängliche Erläuterung der beobachteten Thatsachen gewährt. Wir müssen uns hüten, keine vorgefaßten Meinungen auszusprechen, um uns bei unsern Ansichten dabei leiten zu lassen. Unsere Versuche, die zur Hervorbringung der Gebirge, der Brüche und großen Störungen der Felsarten, besondern Ursachen zuzuschreiben, mögen falsch sein, allein die wahrscheinliche Intensität der Kräfte selbst muß sorgfältig erwogen werden, so daß, wenn wir auch in dem ersten Falle fehlen, wir uns doch in dem zweiten der Wahrheit nähern und unsere Untersuchungen irgend nützlich für die Fortschritte der Wissenschaft machen.

Bei unsern Versuchen, die Gebirgsketten durch Beziehung auf die Verwerfungen und Störungen der Felsarten, die sich so häufig in ihnen zeigen, zu erklären, sind stets die unter ihnen vorhandenen Verhältnisse als die Ursach ihrer Existenz angesehen wor-

den. Selbst bei Hrn. Lyell's sehr sinnreicher Theorie von den, durch die Verschiedenheit in der Erhebung und in der relativen Lage des Landes veranlaßten Veränderungen des Klima's, sind die angenommenen Veränderungen in der relativen Lage der festen Oberfläche nothwendig durch ein unter denselben wirkendes Agens verursacht. Folglich müssen die auf diese Weise entstandenen Klimate secundär sein und ihre Existenz muß von vorhergegangenen Bewegungen der festen Erdoberfläche abhängen. Da nun gleiche Wirkungen von gleichen Ursachen hervorgebracht sein müssen und Gebirge nicht local, sondern über die ganze Erde verbreitet sind, (denn wir dürfen annehmen, daß sie so gut auf dem Meeresboden als auf dem trocknen Lande existiren, da Inseln wirklich oft weiter nichts als die entblößten Gipfel untermeerischer Gebirge sind,) so folgt daraus, daß die sie hervorbringende Ursach, sammt den auf dem Festlande wahrnehmbaren großen Verwerfungen und Störungen der Felsarten der Oberfläche gemeinschaftlich sei, wenigstens der, welche unmittelbar unter der Erdrinde liegt. Worin diese Ursache bestehe, ist eine Frage für sich, auf welche wir jetzt die Aufmerksamkeit des Lesers lenken wollen.

Daß das relative Niveau des Meeres und des Landes durch Erdbeben verändert werden könne, scheint eine wohl bewiesene Thatsache zu sein; besonders verdanken wir den Arbeiten des Hrn. Lyell die Menge von überzeugenden Beweisen über diesen Gegenstand. Nur indem Hr. Lyell die Intensität dieser Wirkung auf die gewöhnlichen Kräfte beschränkt, so wie sie die neuern Erdbeben entwickeln, bin ich geneigt, eine andere Meinung zu hegen. Erdbeben sind dann und wann, jedoch in verschiedenen Graden der Intensität, an allen bekannten Punkten der Erde wahrgenommen worden. Gleich den Vulkanen können sie als die Resultate allgemeiner, unter der Oberfläche der festen Erdrinde existirender Ursachen, angesehen werden. Nun veranlassen Erdbeben lange Spalten und Verrückungen der Schichten, die den Rücken vollkommen analog sind. Die merkwürdigste Erscheinung dieser Art, die von einem Erdbeben hervorgebracht worden, ist auf dem Indus-Delta vorhanden und durchschneidet in westöstlicher Richtung auf eine Länge von 50 englischen Meilen, mit einer Breite, die an manchen Stellen 16 englische Meilen beträgt und mit einer

Erhebung von ungefähr zehn Fuß über dem Meeresniveau. Diese Wirkung wurde durch das sogenannte Erdbeben von Cutch im Jahre 1819 veranlaßt. Hier haben wir eine Miniatur-Darstellung einer Gebirgskette, in sofern darunter die Emporhebung von Land längs einer gegebenen Linie verstanden wird. Brüche sind nicht bemerkt worden, allein man wird leicht einsehen, daß sie bei der wiederholten Aeußerung solcher Kräfte hervorgebracht werden würden. Eine Wiederholung derselben Intensität der Kraft, die längs derselben Linie wirkt, würde, wenn die darunter liegenden Schichten hinlänglich fest und spröde wären, Verwerfungen veranlassen und wären sie weich und biegsam, Biegungen und Verdrehungen.

Wenn einst Brüche in der Erdrinde entstanden und entweder Hebungen veranlaßt, indem die Kanten der Brüche gegen einander gequetscht wurden, oder indem die Materie sich von selbst einen Weg bahnte, so mußte die Erdrinde auch in diesen Linien früherer Brüche leichter angegriffen werden als an andern Punkten, indem längs denselben der Widerstand am geringsten war. Es darf uns daher nicht überraschen, daß manche auf einander folgende Erdbeben, wie wir sie nennen können, alle nach einer Richtung wirken. Wenn nun Gebirgsketten keine Zeichen von der Entwicklung größerer Kräfte zeigen, als sie die neuern Erdbeben darlegen, so konnte die bloße Emporhebung ihrer Massen zu verhältnißmäßig bedeutenden Höhen über dem Meeresniveau, dem Anschein nach eben so gut durch eine Vereinigung der Wirkungen solcher Kräfte, als durch jedes andere Mittel, hervorgebracht werden. Die Untersuchung von Gebirgen zeigt uns aber, daß wir bedeutendere Kräfte zur Erklärung der hervorgebrachten Wirkungen in Anspruch nehmen müssen.

Man wird es leicht zugestehen, daß bei manchen Rücken oder Verwerfungen der Schichten es außerordentlich schwierig ist, zu sagen, ob die Stärke der Verwerfung (und sie kann bedeutend sein), durch wiederholte Stöße oder durch einen sehr starken, veranlaßt worden sei.

Wenn f. Fig. 23. ein solcher Rücken (Verwerfung, Verschiebung, Sprung) ist, der Schichten durchschneidet und die Schicht a auf der einen Seite entweder durch Hebung oder Senkung von

a auf der andern Seite entfernt wird, so hält es schwer, aus diesem Durchschnitt allein einzusehen, ob die Verschiedenheit des Niveaus des einst zusammenhängenden Lagers a durch mehre Stöße oder durch einen veranlaßt wurde. Die bei Rücken so gewöhnliche Politur der Oberfläche kann diese Bestimmung nicht erleichtern, da eine mächtige Quetschung dieselbe Art der Politur hervorbringen würde als manche kleinere Bewegung.

Wir wollen jetzt manche Verwerfungen unberücksichtigt lassen, von denen es sehr schwer hält, sie anders als durch einen Krach oder Bruch entstanden anzusehen, und dagegen diejenigen Biegungen der Schichten betrachten, die so gewöhnlich in Gebirgen und überall nicht selten sind. Dieselben zeigen nicht allein die Wirkungen der Kraft, sondern geben uns auch einige Fingerzeige über deren Intensität. Die Biegungen setzen voraus, daß die Felsarten, an denen wir sie beobachten, im weichen Zustande befindlich gewesen und daß die Theilchen einer gewissen Bewegung unter einander fähig waren, so daß, wenn eine Kraft auf sie einwirkte, nicht durchaus Brüche veranlaßt wurden. Sir James Hall hat schon seit lange gezeigt, daß, um Windungen durch Seitendruck hervorzubringen, von oben und unten ein Widerstand stattfinden, oder jener wenigstens in einem geringern Grade nachgeben müsse. Er erläuterte diese Thatsache durch ein Experiment, von welchem Fig. 24. eine Abbildung giebt und bewies dadurch, daß diese Bedingungen nothwendig zur Hervorbringung von Biegungen durch Seitendruck seien. Hall nahm verschiedene Stücke von Zeug, einige leinene und einige wollene, und legt sie horizontal auf einen Tisch (c), bedeckte sie mit einem Brett und legte ein Gewicht (a) darauf, welches einen horizontalen Druck auf die Zeugstücke ausübte. Er wendete alsdann seitwärts wirkende Kräfte (b) (b) an und fand, daß während das ausliegende Gewicht (a) bis zu einer gewissen Ausdehnung gehoben, das Zeug gefaltet und gebogen wurde, und zwar auf eine Art, die vollkommen analog ist.

Es ist einleuchtend, daß wenn der Widerstand bloß von einer Seite kommt und hinreichender Druck darüber vorhanden ist, Biegungen entstehen müssen. Es folgt auch daraus, daß wenn eine Masse von festen Materien zwischen weiche Schichten gedrängt wird und sie sich nicht gehörig aufwärts bewegen können, sie ge-

querscht und gebogen werden, damit die eingebrängte Materie Platz hat. Nun ist es der Beachtung werth, daß gebogene Schichten an den Rändern oder Abhängen mancher Gebirgsketten sehr gewöhnlich sind, welches zu beweisen scheint, daß, ehe die letztern ihre jetzigen Formen erlangten, ein Druck von den Centralthellen nach auswärts stattfand und die Seitenbiegungen, die wir wahrnehmen, veranlaßte.

Fig. 25. giebt einen Durchschnitt der Alpen vom Rigi bis zum Hospiz des St. Gotthards; g ist Gneis; ll, Kalkstein; u, Nagelfluhe und Conglomerat. Dieser mit ziemlich richtigen Verhältnissen dargestellte Durchschnitt zeigt die Art und Weise, wie die Kalkalpen am Abhange der Centralkette gebogen sind. Um diese Wirkung hervorzubringen, müssen wir annehmen, daß die ganzen Kalkalpen (eine Reihe von Kalkstein-, Thonschiefer-, Schieferthon- und Sandsteinschichten, von denen die erstern vorherrschen), in einem verhältnißmäßig weichen und biegsamen Zustande befindlich gewesen. Wir können kaum mit irgend einiger Wahrscheinlichkeit annehmen, daß der weiche biegsame Zustand dieser Masse lange genug gedauert habe, um eine Reihe von kleinern Stößen, von nicht größerer Kraft als der eines neuern Erdbebens, in den Stand zu setzen, auf dieselben einzuwirken. Das Ganze dringt uns die Idee auf, daß eine mächtige Kraftäußerung stattgefunden habe, welche den Kalkstein und die mit ihm verbundenen Schichten nach auswärts drängte. Zur Unterstüzung dieser Ansicht ist die Nagelfluhe oder das Rigi-Conglomerat, eine wirklich jüngere Felsart als der Kalkstein, übergestürzt, so daß es unter denselben einfällt und die Schichten zu tragen scheint, welche wirklich trugen, ehe die Störungen hervorgebracht wurden. Dieser Durchschnitt ist so überzeugend, daß man annehmen könnte, er sei aus einer Menge von andern ausgewählt, auf die eine entgegengesetzte Meinung begründet werden dürfte. Er giebt wirklich ein gutes Beispiel von gebogenen und gewundenen Schichten nach einem großen Maßstabe, allein man könnte auch eben so leicht eine Menge anderer eben so guter anführen. In den Alpen mögen sich auch noch bessere Durchschnitte von ungeheuren Massen, die ganze Gebirge bilden, auffinden lassen, die auf solche Weise gebrochen und übergestürzt sind, daß es unmöglich erscheint, sie anders als ge-

brochen und aus ihren ursprünglichen Lagen durch ungeheure Kräfte, durch Kräfte, welche die der jetzigen Erdbeben unendlich übertreffen, emporgehoben zu betrachten. Es kann hieraus nicht gefolgert werden, daß wir die mächtige Aeußerung ähnlicher Kräfte jetzt für unmöglich halten, sondern wir behaupten nur, daß die bei einem neuern Erdbeben dargelegte Kraftintensität unbedeutend im Vergleich zu der ist, die früher Gebirgsketten hervorgebracht hat und sie später noch hervorbringen mag.

Die Stärke des Seitendruckes und der Widerstand gegen denselben, sind nicht die einzigen Umstände, auf welche wir unsere Aufmerksamkeit richten müssen; wir haben auch den nothwendigen weichen Zustand der Felsarten, auf welche die Kraft gewirkt hat, und das ausliegende Gewicht, welches sie emporzusteigen hindert, zu erklären. Wenn aa Fig. 26. zwei Felsarten oder gebrochene Theile einer Felsart darstellt, die in Folge der Senkungen bei a und a zusammengequetscht sind, so werden sie bei b in die Höhe getrieben und dabei vielleicht die weichern Schichten bei c, wenn es deren in den untern Theilen giebt und sie nicht allein dem Seitendruck, sondern auch dem von den ausliegenden Felsmassen herrührenden ausgesetzt ist, etwas gebogen worden sind. Wenn die Felsarten aa, anstatt durch Senkungen zu beiden Seiten zusammengequetscht zu werden, durch das Eindringen von einer Felsart b, nur aufgerichtet worden sind, so entsteht das in dem Durchschnitt Fig. 27. dargestellte Verhältniß.

Keiner von diesen beiden hypothetischen Durchschnitten stimmt mit dem aus den Alpen (Fig. 25.) überein. Die dort beobachteten Biegungen und Windungen können nur unter einem außerordentlichen Druck entstanden sein. Wir mögen an den Centraltheilen in diesen Durchschnitten Biegungen finden, wenn das Gewicht der ausliegenden Massen groß genug war; damit aber eine solche Wirkung in den Alpen hervorgebracht werden konnte, müssen wir die spätere Entfernung von solch einer ungeheuren Masse von ausliegenden Materien, welche zur Hervorbringung der beobachteten Wirkungen nöthig waren, annehmen, so daß wir nicht gut eingesehen, wie dies hat geschehen können. Es ist freilich ein ungeheures Volum von Materien weggeführt, wie die großen Conglomerate und Sandsteinmassen an den Abhängen der Kette, die offen-

bar von derselben entnommen worden sind, hinlänglich beweisen; allein in wiefern die Größe dieser Masse hinreichend gewesen sein mag, um die erforderlichen Wirkungen hervorzubringen, ist nicht augenscheinlich.

Die Frage, ob solch ein Volum von Materien, als das ist, welches die gebogenen und gewundenen Schichten der Kalkalpen bildet, hinlänglich erweicht war, wenn es vorher schon erhärtet oder weich erhalten wurde, wenn es nie erhärtet worden, wie es die Felsarten gewöhnlich sind, ehe die biegende Kraft darauf einwirkte, scheint nicht wenig schwierig zu sein; und diese Schwierigkeit bezieht sich nicht bloß auf diesen Fall, sondern auf eine Menge anderer. So wie wir erwarten dürfen, sind Schiefer und Thon in einem Gebirge, das Störungen erlitten hat, oft gebogen, während die mit ihnen vorkommenden Kalk- und Sandsteine gebrochen sind; bei solchen Erscheinungen ist nichts, was sich nicht leicht erklären ließe. Wenn wir aber finden, daß harte kieselige und andere Sandsteine, dichte Kalksteine und selbst spröde Substanzen in jeder möglichen Form gebogen und gewunden sind, wozu ein sehr weicher und zäher Zustand der Materie erforderlich ist, so ist der Gegenstand nicht leicht zu begreifen. Nehmen wir unsere Zuflucht zu der Hitze, so müssen wir bedenken, daß die Felsarten schlechte Wärmeleiter sind und daß sie folglich auf keine große Mächtigkeit erweicht und dadurch gebogen werden können, ohne daß die untern Theile schmelzen.

Wenn wir annehmen, daß gewundene Felsarten nicht eher fest wurden, als bis sie die jetzt wahrnehmbaren Formen erlangten, so kommen wir wieder auf Schwierigkeiten, besonders wenn wir bedenken, daß Felsarten von verschiedenem Alter zuweilen mit einander gebogen sind. Der so häufig gewundene dichte Kalkstein würde kaum lange weich bleiben, wenn er durch einen chemischen Niederschlag von kohlensaurem Kalk, entweder allein oder zwischen organischen Resten hervorgebracht wurde. Neue Niederschläge des kohlensauren Kalkes, entweder in der Atmosphäre oder unter dem Wasser, entweder in süßem oder in Meerwasser gebildet, werden fast vom Anfang des Niederschlags an erhärtet. Wurde nun der Kalkstein der frühern Perioden auf eine irgend analoge Weise gebildet, so mußte mancher erhärten, ehe er gebogen werden

konnte. Kohlenkalkstein und die Glieder des Steinkohlengebirges sind an mehreren Punkten mit einander und durch dieselbe störende Ursach gebogen. Nun können wir in diesem Falle kaum begreifen, daß der Kohlenkalkstein vor den Störungen nicht fest geworden sein sollte, denn das Steinkohlengebirge, welches offenbar einen langen Zeitraum zu seiner Bildung erforderte, war schon abgesezt, ehe beide Formationen zusammen von derselben störenden Bildung litten.

Ein Ding, mit welchem wir sicher nicht bekannt sind, und welches uns bei der Erklärung dieser und ähnlicher Thatsachen Hülfe leistet, besteht in der Ausdehnung, bis zu welcher die Theilchen der verschiedenen Felsarten, besonders wenn sie Wasser enthalten, sich unter einander bewegen können, wenn ein starker Seitendruck auf sie einwirkt, und wenn ein so ungeheures Gewicht auf ihnen lastet, daß sie sich nicht von einander zu trennen vermögen. Der Widerstand würde ohne Zweifel groß, so groß sein, daß wir erwarten dürften, der Druck müsse die Masse eher zerpulvern als biegen, wenn feste Körper gegen feste Körper getrieben werden. Sie würde übrigens nicht trocken, sie würde, je nach den Felsarten, eine verschiedenartige Menge von Wasser enthalten, denn dies ist mehr in den Schichten enthalten, als wir im Allgemeinen annehmen, wie man leicht beweisen kann, wenn man mit Bruchstücken der Felsarten, die aus einer bedeutenden Tiefe genommen worden sind, Versuche anstellt. Wasser ist selbst im Kalkstein vorhanden; in der Masse des minder dichten muß es in bedeutender Menge existiren, denn wenn man trockne Stücke davon mit Wasser in Berührung bringt, so wird es so begierig angesogen als vom Zucker; dies ist z. B. mit dem trocknen Dolith der Fall. Es ist außerordentlich schwer, die Feuchtigkeit aus Felsarten zu vertreiben, besonders wenn die angewendeten Stücke groß sind; werden aber mäßig große Stücke von ungleichartigen Felsarten, besonders von den obern geschichteten oder versteinierungsführenden Straten einer beträchtlichen Hitze ausgesetzt, die wenigstens im Stande ist, einen bedeutenden Theil des Wassergehaltes zu vertreiben, man wägt sie, läßt sie ganz voll Wasser saugen und wägt sie wieder, so wird die gefundene Gewichtsverschiedenheit größer sein, als man anfänglich glauben sollte.

Geologie.

Obwohl nun in den Felsarten im Allgemeinen viel Wasser enthalten ist, so ist es doch allein nicht im Stande, den Gesteinen solche Weichheit zu geben, daß sie nach jeder Richtung gebogen und gewunden werden können. Wäre es der Fall, so würden Felsarten, die ziemlich viel Feuchtigkeit enthalten, im Allgemeinen gebogen, nicht gebrochen werden, wenn mächtige Kräfte darauf einwirkten. Die Biegungen mögen übrigens dadurch befördert werden, wenn sich die Theilchen der Gesteine neben einander bewegen können und es mag dadurch der Masse eine gewisse Dehnbarkeit mitgetheilt werden. Daß die Theilchen fester Materie sich freier um einander bewegen können, als einst für möglich gehalten wurde und ohne daß solche Materien Flüssigkeit erlangen, wird durch die im vorigen Capitel näher besprochene Veränderung der Krystallwinkel durch Temperaturveränderung und durch die gänzliche Veränderung der Form, mittelst bloßer Aussetzung der Substanzen in den Sonnenstrahlen, bewiesen. Das fast constante Vorhandensein von Wasser in den Felsarten, unter gewöhnlichen Umständen, ist hier nur in der Absicht erwähnt, um weitere Versuche darüber anzustellen und als eins von den Elementen, welche berücksichtigt werden müssen, wenn wir die Ursache der gewundenen Schichten studiren. Wir müssen hier auch noch eine andere Bemerkung machen. Zahlreiche Biegungen sind auch da bei den geschichteten Felsarten beobachtbar, in denen feurige Gesteine häufig vorkommen, und wo die letztern offenbar zu derselben Zeit in jene eingezwängt worden zu sein scheinen, in welcher auch die Biegungen bewirkt worden sind. Der bloße Seitendruck feurig-flüssiger Felsarten gegen feste geschichtete Massen konnte letztere durchaus nicht bedeutend biegen, wenn die Flüssigkeit frei aufwärts in die Luft oder in das Wasser emporstieg, indem sie in dieser Richtung wenig Widerstand fanden. Sie würden auch zwischen die Schichten eindringen, allein dies würde eine gänzlich verschiedene Operation von der sein, bei welcher ganze Gebirgsmassen in große Biegungen und Windungen gezwängt wurden.

Nun ist aber das Zusammenvorkommen der feurigen und der gebogen geschichteten Felsarten so gewöhnlich, daß mit jenen etwas verbunden sein mußte, welches einen Einfluß auf die letztern hatte. Eine feurig-flüssige Felsmasse kann nicht von unten durch feste

geschichtete Massen gezwängt werden, ohne daß die letztern zuvor-
derst gebrochen sind, entweder durch die Kraft, mit welcher die
flüssige Materie aufwärts getrieben wird, oder durch das Entwei-
chen von Dämpfen oder Gasen mit hoher Pressung, oder durch das
Sinken der beiden Enden einer großen tafelförmigen Felsmasse,
wodurch eine Spalte oder Verwerfung der mittlern Theile veran-
laßt wird, oder endlich durch verschiedene Verbindungen dieser zer-
reißenden Kräfte. Wenn übrigens eine Masse von flüssigen Ge-
steinen nicht durch bloßen Seitendruck die großen Biegungen ver-
anlassen konnte, die wir beobachten, so mußte ihre Hitze die Feuch-
tigkeit auf eine größere Entfernung von der geschmolzenen Masse
in die geschichteten Felsarten eintreiben. Die heißen Wasserdämpfe
mußten ganz natürlich leichter zwischen die Blätter und in die
Schichtungs- und Theilungsklüfte eindringen, als in jede andere
Richtung, da in derselben der geringste Widerstand stattfinden mußte.
Daher mag eine Felsart unter solchen Bedingungen an einem an-
dern Punkte erhitzt worden sein, als der ist, an welchem die Ein-
wirkung stattfindet, wenn er trocken war und eine außerordentliche
Masse von Feuchtigkeit in diejenigen Theile getrieben werden, die
eine verhältnißmäßig niedrige Temperatur beibehielten. Es mußte
ein Zustand der Dinge herbeigeführt werden, der für die Biegun-
gen sehr günstig war, und durchaus nicht ohne Einfluß auf die
chemische Veränderung der Felsarten, in Fällen, wo feurige Ma-
terien in dieselben eindringen, oder sie durchdringen⁸⁾.

⁸⁾ Bei der Betrachtung der Wassermenge, die in kurzer Zeit Felsarten durch-
dringen kann, dürfen wir die Thatfache nicht unerwähnt lassen, daß die Grund-
wasser in den Bergwerken in Regenzeiten außerordentlich zunehmen, in trocknen
Zeiten sich dagegen wieder vermindern. Die Zeit, welche dazu erforderlich ist, daß
sich die Wirkung in den Gruben zeigt, ist sehr verschieden und hängt von dem
geologischen und physikalischen Charakter des Gebirgs, in welchem die Bergwerke
vorkommen, und selbst von den besondern geologischen Umständen in jeder Grube,
ab. So läßt der Kohlenkalkstein das Regenwasser sehr leicht durchsickern, so daß
oft die Wasserhebungsmaschinen nach heftigen Regengüssen die Grundwasser nicht
gewältigen können. In einzelnen Fällen zeigen sich die Folgen heftiger Regen-
güsse durch einen starken Andrang des Wassers in tiefen Schächten. So scheinen
die Quergänge und Rücken den Grubenbauen viel Regenwasser zuzuführen.

Der allgemeine Belang des die Rücken und Spalten durchdringenden Wassers
muß ungeheuer sein und im Verein mit dem in den Felsarten selbst enthaltenen,
zeigt sie uns das Volum von dem, was niederwärts bringt. Wahrscheinlich fin-
det bis zu einem gewissen Belang ein Ersatz in dem Verhältniß des auf die Ober-
fläche fallenden Wassers und dem, welches bis zu einer gewissen Tiefe bringt,
statt.

Die günstigste Bedingung zur Biegung scheint Druck fester Materien auf weiche geschichtete Substanzen zu sein, die, während sie sich biegen, auch auf den Schichtungsebenen gleiten. Geschichtete Felsarten bilden keine gleichartige feste Masse, selbst in den nothwendig seltenen Fällen, in denen die Schichten in jeder Hinsicht einander ähnlich sind; sie bestehen aus Massen, die aus zahlreichen festen Körpern zusammengesetzt sind, welche sich in den Schichtungslinien leicht von einander trennen lassen. Wenn sich die, die Schichten zusammensetzenden Theilchen bis zu einer gewissen Ausdehnung neben einander bewegen können, d. h. wenn die Felsart hinlänglich erweicht und Seitendruck angewendet wird, so müssen sie, unter einem hinlänglich starken Gewicht, gebogen und gewunden werden. Wir können aus dem Durchschnitt Fig. 25. leicht einsehen, daß die Masse der Kalkalpen durch den Druck des Gneiß und anderer Felsarten der Centrakette, zur Seite gequetscht worden ist. Dies würde eben so der Fall sein, wenn die Centralalpen durch den Druck, der aus Senkungen zu beiden Seiten verursacht wurde, oder mittelst eines von unten nach oben wirkenden Drucks, der den oben vorhandenen Widerstand überwand, gehoben wurden. In manchen Fällen dürfen wir annehmen, daß die Schichten vor den Biegungen nicht fest geworden, in andern scheinen sie nach dem Festwerden erweicht worden zu sein. Hitze und Feuchtigkeit mögen großen Einfluß auf den Zustand der auf diese Weise erweichten und geschichteten Massen gehabt haben. Windungen durch Seitendruck können nicht ohne ein aufliegendes Gewicht, welches, obgleich es nachgiebt, dennoch hinreichend genug ist, um ein bloßes Emporheben der Masse zu verhindern, hervorgebracht werden. Wenn wir daher gebundene Schichten an der Oberfläche des trocknen Landes finden, so wissen wir, daß sie jetzt nicht in derselben relativen Stellung sind, in welcher sie gebogen wurden. Der Druck der Atmosphäre war unzulänglich zur Hervorbringung der erforderlichen Wirkung, das wesentliche aufliegende Gewicht, ohne zu berücksichtigen, worin dasselbe bestanden haben mag, ist entfernt.

Siebentes Capitel.

Wir sahen, daß aufgerichtete Schichten, welche Gebirgsketten bilden und manche andere Unebenheiten der Erdoberfläche zwei Ursachen zugeschrieben werden müssen. Sie mögen entweder hervorgebracht worden sein durch den aufwärts strebenden Druck der Seiten einer Spalte gegen einander, der durch das ungleiche Sinken großer Massen veranlaßt worden ist, oder durch das Eindringen von Materien, die mittelst von unten wirkender elastischer Flüssigkeiten gehoben worden sind. Ausstrahlung der Wärme aus der Masse der Erde mußte natürlich, wegen der dadurch folgenden Annäherung der Theilchen, ihr Volum vermindern, wogegen, wenn wir die Drydation eines metallischen Kerns mit derselben Temperatur als die umgebenden planetarischen Räume, annehmen, das Volum eines solchen Kerns zunehmen mußte. Er würde in dem letztern Fall Sauerstoff von seiner flüssigen oder gasigen Umgebung nehmen und derselben folglich Materie entziehen. Die Oberfläche des metallischen Kerns mußte durch die Verbindung des Sauerstoffes mit gewissen metallischen Basen erhitzt werden, allein die auf diese Weise veranlaßte Ausdehnung mußte nach und nach nachlassen und nur das vermehrte Volum der, aus der neuen Verbindung entstehenden, festen Materie zurücklassen.

Ein kalter metallischer Kern, besonders wenn Natrium, Kalium und andere Körper der Art an seiner Oberfläche häufig waren, mußte schnell oxydirt werden, er mochte nun von Wasser oder von der Atmosphäre, die Sauerstoff enthielten, bedeckt sein. Wenn aber die Drydation der Oberfläche vollendet war, und wenn wir annehmen, daß zahlreiche Sprünge und Risse in der ersten Rinde durch das Durchsickern des Wassers durch dieselbe entstanden, so mußten der sich mit metallischen Basen verbindende Sauerstoff und

die elastische Kraft des frei gemachten Wasserstoffs, die Rinde in die Höhe treiben. Man sieht nicht genau ein, wie jene langen Höhenzüge entstanden, die so gewöhnlich auf der Erdoberfläche erscheinen und von denen die merkwürdigsten die Gebirgsketten von Nord- und Südamerika zu sein scheinen. Die durch die Verbindung von Sauerstoff mit solchen Substanzen, wie Kalium und Natrium, hervorgebrachte Hitze würde nicht allein bei der Entstehung von Brüchen Beistand leisten, indem dadurch die Expansivkraft des Wasserstoffgases vermehrt würde, vorausgesetzt, daß Wasser solche Körper durchdrang, sondern sie würde auch oft die Schmelzung des innern Theils von der vorher oxydirten Rinde verursachen, welche alsdann durch die Brüche in die Höhe getrieben werden würde.

Nun werden aber an so manchen Punkten der Erdoberfläche gasige Materien entwickelt und feurig flüssige Felsarten in die Höhe getrieben und zwar unter Umständen, welche die Theorie von dem Durchdringen des Wassers bis zu den metallischen Basen gewisser Substanzen so wahrscheinlich machen, daß wir sie nicht vernachlässigen dürfen. Eben so wenig dürfen wir sie deshalb verwerfen, weil sie keine gute Erklärung von manchen Erscheinungen giebt, welche Verbindungen dieser Art zugeschrieben worden sind. Wir müssen vielmehr die Ausdehnung aufzufinden suchen, bis zu welcher sie, in Verbindung mit der Theorie von der Centralwärme, wahrgenommene Erscheinungen erklären.

Es ist schon weiter oben bemerkt worden, daß die gasige Beschaffenheit unseres Planeten, welche durch hinlängliche Hitze hervorgebracht worden, eine innere metallische Rinde veranlassen mochte, über welcher das größere Verhältniß des Sauerstoffes und gewisse andere einfache, nicht metallische Substanzen geführt worden, so daß die Metalle, größtentheils unverbunden mit andern Substanzen, in dem untern Theile der Rinde zurückbleiben. Wir wollen nicht noch einmal wiederholen, was als die wahrscheinlichen Wirkungen der ausgestrahlten Wärme, sowohl von der Masse als von der Oberfläche der Erde, angesehen werden kann. Es ist nur zu bemerken nothwendig, daß die auf diese Weise hervorgebrachten Spalten und Verwerfungen der Zuführung von Wasser zu den metallischen Basen gewisser Erden und Alkalien sehr günstig sein

würden. Indem wir die Wirkungen verbinden, welche durch die Ausstrahlung der Centralwärme und mittelst des Durchsickerns des Wassers zu den metallischen Basen gewisser Erden und Alkalien, in einer gegebenen Tiefe der oxydirten Erdrinde hervorgebracht sein möchten, so scheinen wir zu mehr oder minder wahrscheinlichen Erklärungen zu gelangen, die nicht so leicht mittelst jeder Theorie an und für sich, erlangt worden wären. Die großen, auf unserm Festlande und Inseln wahrnehmbaren Haupterhebungen, so wie die hauptsächlichsten Linien der gestörten Schichten, scheinen durch die stufenweise Abkühlung der, unsern Erdkörper bildenden Masse, am besten erklärt zu werden, während sehr viele, bei vulkanischen Ausbrüchen wahrnehmbare Erscheinungen am besten mit der Theorie von dem Durchsickern des, gewisse Substanzen aufgelöst enthaltenden Wassers, bis zu den metallischen Basen der Erden und Alkalien, übereinzustimmen scheinen. Wir müssen in diesem, so wie in manchen andern Fällen uns bemühen, eher gute Erklärungen von Erscheinungen zu combiniren, obgleich sie auf den ersten Blick etwas abweichen, als eine leitende Theorie mit der Bestimmung anzunehmen, nur Alles durch dieselbe zu sehen und daher oft unabsichtlich und um sie zu unterstützen, Thatfachen zu entstellen und selbst zu vergessen.

Warme Quellen kommen sehr häufig, sowohl in Gebirgsketten als auch in flachen Gegenden aus gebrochenen und gestörten Schichten hervor. Sehr merkwürdig ist die Beständigkeit ihrer Temperatur, denn die Fälle, in denen eine Veränderung derselben wahrgenommen worden, sind sehr selten. Solche Wirkungen können nur durch allgemeine Ursachen veranlaßt worden sein. Allgemeine Wärme unter der Oberfläche, die entweder von der Centralwärme herrührt, oder von einer theilweisen Zersetzung des Wassers, welches bis zu gewissen metallischen Basen bringt, vorausgesetzt, daß diese allgemein unter der oxydirten Erdrinde verbreitet sind, würde leicht erlangt werden. Es giebt übrigens folgende Verschiedenheit zwischen den beiden Ursachen; bei der erstern würde das Wasser wenig mehr als erhitzt, bei der letztern würde aber wenigstens ein Theil davon zersetzt, und es würde eine Wasserstoffmasse frei gemacht werden, die sich entweder mit Substanzen in der Erdrinde verbinden oder in die Atmosphäre entweichen würde. Ge-

schwefeltes Wasserstoffgas, eine vom Wasser sehr leicht absorbirte Verbindung, ist wirklich in einigen, jedoch nicht in allen warmen Quellen vorhanden. Manche derselben enthalten das Wasserstoffgas weder ungebunden, noch gebunden, und nur als Bestandtheil des Wasserstoffs selbst. Wenn daher solche Quellen durch die Zersetzung eines Theils von dem Wasser, welches zu gewissen metallischen Basen gedrungen, erhitzt worden sind, so müßte das Wasserstoffgas des zersetzten Gases entweder mit irgend einer Substanz verbunden, zurückbleiben, oder frei gemacht werden. Wir können das letztere kaum für wahrscheinlich halten, denn der Canal, durch welchen das unzersezte Wasser an die Oberfläche steigt, würde auch dem Gase einen Durchgang gestatten; das erstere hat manche Schwierigkeiten.

Könnte Wasser bis zu den so oft erwähnten metallischen Basen dringen, so dürfen wir annehmen, daß die erfolgende Wirkung heftiger war, als die allgemeinen Erscheinungen der warmen Quellen beweisen; sie würden etwas mehr vulkanischen Wirkungen gleichen. Die Wirkungen, welche warme Quellen hervorbringen, mögen wirklich secundär sein, d. h. das heiße Wasser und die darin enthaltenen Substanzen mancher Quellen mögen als Dämpfe und Gase in die Höhe getrieben, die Wasserdämpfe verdichtet werden und gewisse gasige Substanzen, wie z. B. geschwefeltes Wasserstoffgas und Kohlensäure absorbirt sein, während die Felspalten, welche jene durchdrangen, kühl genug waren, um ihre Verdichtung zu veranlassen. Dies scheint jetzt der Fall zu sein, wo verdichtete Wasserdämpfe, welche absorbirte Gase enthalten, aus vulkanischen Klüften in der Gestalt von heißen Quellen entweichen. Die aus der Solfatara bei Neapel hervorkommenden Dämpfe enthalten geschwefeltes Wasserstoffgas und Salzsäure. Nun ist es einleuchtend, daß wenn diese Dämpfe durch eine Felspalte strömten, die hinlänglich kalt wäre, um sie zu verdichten, das Resultat eine warme Quelle sein würde. Wenn die Elasticität der Dämpfe unter dem Wasser hinlänglich stark ist, um dasselbe in die Höhe zu treiben und sein Ausströmen zu veranlassen, so würde die fortwährende Verdichtung der unaufhörlich ausströmenden Dämpfe die Quelle stets speisen. Sie würde eine Mineralquelle genannt werden, wenn die Salzsäure mit irgend

einer Substanz, wie Kalk- oder Talkerde, verbunden vorkäme und eine im Wasser auflösliche Verbindung bildete, wie leicht entstehen können, wenn Wasser durch Kalkstein oder Dolomit dringt.

Es muß einleuchtend sein, daß außer den genannten, manche andere Substanzen mit den aus der Solfatara bei Neapel strömenden Dämpfen vermischt sein und wahrscheinlich die aus manchen andern Solfataren hervorkommenden Wasserdämpfe begleiten mögen. Die Resultate solcher Ursachen würde die Entstehung einer Menge von Mineral- und heißen Quellen sein, wenn die Dämpfe in hinlänglich kalten Felsklüften und Spalten abgekühlt wurden. So lange als die darunter stattfindende Dämpfeentwicklung fortbauerte, mochte auch deren Elasticität das Ausströmen von Wasser verursachen; diese Ursach mag auch die constante Temperatur der warmen Quellen erklären. So lange als die Dämpfe in einer Kluft bis zu einer gewissen Höhe steigen, würde die Temperatur des zur Oberfläche getriebenen Wassers, unter übrigens gleichen Umständen, dieselbe bleiben. Wegen der schlechten Leitungskraft der Felsarten würden die Wände der Klüfte bald ihre eigene Temperatur annehmen und dieselbe Jahrhunderte hindurch behalten.

Dr. Daubeny hat sich in seinen Bemerkungen über die warmen Quellen bei dem sehr gewöhnlichen Vorkommen des Stickstoffgases in denselben, als einem Beweis aufgehalten, daß das Wasser ursprünglich von der Erdoberfläche entlehnt worden, daß es atmosphärische Luft enthielt, die im Innern der Erde durch irgend einen Verbrennungsprozeß das Sauerstoffgas verlor. Wir sahen im ersten Capitel, daß der Stickstoff nicht gänzlich in den Felsarten fehlt, da er in ziemlich bedeutender Menge in den Steinkohlen enthalten ist. In diesem Falle muß er übrigens als in einem secundären Zustande vorkommend, und von der Atmosphäre entlehnt angesehen werden. Stickstoff ist in versteinungsleeren Felsarten nicht gefunden worden; es darf aber daraus nicht folgen, daß diese Substanz nicht eben so gut unter der Erdrinde als in der Atmosphäre existiren möge. Nehmen wir aber unsere jetzigen Kenntnisse zum Führer, so sprechen die Wahrscheinlichkeiten zu Gunsten der Ansicht, daß er auf die Atmosphäre oder auf Körper beschränkt sei, welche ihn zuerst aus der Atmosphäre ent-

lehnt haben. Wären warme Quellen auf das Steinkohlengebirge oder auf andere Felsarten beschränkt, in denen Stickstoff vorkommt, oder auf solche Gegenden, in denen jene Gesteine unter solchen Schichten liegen, aus denen die Quellen jetzt auf die Oberfläche ausströmen; so müßte das Vorhandensein dieser Substanz ihrem Entweichen aus den Felsarten, die das Wasser bei seinem Emporsteigen durchströmt, zugeschrieben werden. Das Vorkommen von Stickstoff in den warmen Quellen vieler Gegenden, in denen wir das Vorhandensein von Felsarten, die Stickstoff enthalten, nicht erwarten dürfen, veranlassen uns zu der Meinung, daß er ein Bestandtheil des Wassers ist, welches zu den Punkten dringt, von woher warme Quellen ihre Hitze entlehnen.

Wenn die im Wasser enthaltene atmosphärische Luft bis unter die Erdoberfläche hinabgeht, wo das Ganze erhitzt wird, so muß der Sauerstoff der Luft abgeschieden und der Stickstoff freigemacht werden. Nehmen wir an, daß das Wasser mit der darin eingeschlossenen Luft mit Substanzen wie Natrium und Kalium in Berührung kommen, so dürfen wir erwarten, daß wenigstens ein Theil des Wassers zersetzt werde und der Wasserstoff darauf entwickelt worden sei. Da aber Wasserstoffgas weder frei noch in Verbindung mit Substanzen, außer dem Sauerstoff und dann das Wasser selbst bildend, nicht in allen warmen Quellen gefunden worden ist, obwohl er in einigen vorkommt, so müssen wir folgern, daß die Verbindung des Sauerstoffes mit einer metallischen Base, wodurch große Hitze entsteht, zu der Existenz der heißen Wasser nicht nöthig sei. Die oben angeführten vulkanischen Zustände können ohne Zweifel, und werden es auch wahrscheinlich, zahlreiche warme Quellen veranlassen. Die Verdichtung der mit den, von den Vulkanen ausgeworfenen, gasigen und dampfförmigen Materien vermengten Wasserdämpfe, würde Resultate liefern, deren Bestandtheile denen gewisser warmer Quellen sehr ähnlich sind, besonders wenn wir die Wirkungen betrachten, welche von dem Durchsickern des auf diese Weise imprägnirten Wassers durch manche Felsarten, veranlaßt sein mögen, so daß es schwer hält, der Folgerung zu widerstehen, daß wenigstens einige von ähnlichen Ursachen herrühren.

Um die Entstehung mancher warmen Quellen zu erklären,

selbst wenn Stickstoff in denselben vorhanden ist und wenn geschwefeltes Wasserstoffgas und andere dergleichen Verbindungen fehlen, sind andere Zustände hinreichend. Das Durchsickern des mit atmosphärischer Luft imprägnirten Wassers zu Tiefen, in denen es durch die Wirkungen der Centralwärme eine hohe Temperatur annehmen würde und die ruhige Drydation der Substanzen durch den Sauerstoff der dem Wasser eingemengten Luft, würde uns Wirkungen liefern, die im Stande sind, die in manchen warmen Quellen wahrgenommenen zu erklären. In allen Fällen scheint die Elasticität der Dämpfe nothwendig zu sein, um das Wasser durch die Klüfte und Spalten der Erdrinde aufwärts zu treiben, es sei nun in Gebirgen oder im flachen Lande. Die Theorie von der Centralwärme würde uns die nöthige Temperatur in beträchtlichen Tiefen geben und die Zersetzung des Wassers durch gewisse metallische Basen würde dieselben Wirkungen hervorbringen. Wir scheinen einer Erklärung der Erscheinungen der warmen Quellen näher zu kommen, wenn wir die Centralwärme mit der Zersetzung des Wassers durch gewisse metallische Basen verbinden, indem solches Wasser mit verschiedenen fremdartigen Materien imprägnirt ist. Die gleichmäßige Temperatur der warmen Quellen würde durch die Centralwärme erklärt werden; denn obgleich sie nur aus verdichteten Wasserdämpfen bestehen, so muß doch die Kraft der letzteren, bis zu einer constanten Höhe in der Spalte empor zu steigen, aus welcher das Wasser ausströmt, von der Regelmäßigkeit der darunter vorhandenen Wärme abhängen. Diese Wirkung könnte aber kaum durch die bloße Drydation einer metallischen Base veranlaßt werden, weil, je geringer die Stärke des entstehenden Dryds, um so größer die Hitze, wegen der verhältnißmäßigen Leichtigkeit der Verbindung ist. Folglich würde nach einer gewissen Zeit die auf diese Weise veranlaßte Hitze abnehmen, wenigstens bis die metallische Base durch einen Bruch der oxydirten Rinde, oder auf irgend eine andere Weise, von Neuem entblößt worden wäre.

In Vulkanen verlangen wir nicht allein große Hitze, sondern auch chemische Verbindungen und Veränderungen, welche die gasigen und flüssigen Substanzen hervorbringen müssen, die von den in Thätigkeit befindlichen Vulkanen entwickelt und ausgeworfen

werden. Wasserdämpfe sind im Allgemeinen sehr häufig. Die Gase bestehen hauptsächlich aus salzsaurem Gas, aus Schwefel in Verbindung mit Sauerstoff und Wasserstoff, aus kohlen-sau-rem Gas und aus Stickstoff. Die Sublimationen des Vesuvus sind Eisenchlorid, schwefelsaures Natron, salz- und schwefelsaures Kali und eine geringe Quantität Kupferoxyd. Herr Boussingault, welcher die von den Vulkanen des Aequinoctialtheils von Amerika, Tolima, Purace, Pasto, Tuqueres und Cubal entwickelten Gase und Dämpfe untersuchte, ist der Meinung, daß sie größtentheils aus Wasserdämpfen, Kohlensäure, geschwefeltem Wasserstoffgas und zuweilen aus Schwefeldämpfen bestehen. Er bemerkt, daß die in diesen Kratern gefundene schweflige Säure und der Stickstoff nur zufällig vorkommen und daß salzsaures Gas, reines Wasserstoff- und Stickstoffgas gar nicht von diesen Vulkanen entwickelt werden. Die aus Vulkanen entwickelten sind nur der Nachbarschaft derselben gefundenen Sublimationen sind nur von wenigen tüchtigen Chemikern untersucht worden und diese haben ihre Aufmerksamkeit auf die wenigen vulkanischen Krater von Italien, Sicilien, anderer Inseln des Mittelmeeres und Südamerikas beschränkt. Man sieht daher, daß bei weitem die meisten Vulkane der Erde dabei unberücksichtigt gelassen worden sind.

Es wird einleuchtend sein, daß außer den eben genannten noch manche andere Producte in den Vulkanen vorhanden sein mögen. Wirklich können wir kaum annehmen, daß sehr viel verschiedene, eine große Hitze ausgesetzte Substanzen, nicht Producte liefern müssen, die nach den Zuständen, unter denen die Vulkane selbst existiren, verschieden sind. Wie ähnlich die allgemeinen Producte der Vulkane einander auch sein mögen, so müssen doch manche dem Einflusse solcher Umstände unterworfen sein. Gesteinbruchstücke, die von den Rändern und Seitenwänden der Krater abgerissen worden, werden oft mit geringen Veränderungen ausgeworfen, indem die Schnelligkeit des Auswurfs jede Einwirkung der Hitze oder der vulkanischen Substanzen auf die Gesteinstücke hinderte. Sehr häufig mußten sie jedoch in die glühende Masse fallen und daher zur Bildung von neuen Verbindungen beitragen. Die erfolgenden Producte müssen sich daher nach der Beschaffenheit und der Menge der zerrissenen Gesteine richten. Auch

ist es eine anerkannte Thatsache, daß die vulkanischen Gegenden reiche Fundgruben für den Mineralogen sind.

Wenn wir glühend die flüssige Lava in einem vulkanischen Krater beobachten, so finden wir im Allgemeinen, daß sie durch den Durchgang von Gasen oder Dämpfen sehr beengt wird. Zu Zeiten ist das Volum der Dämpfe und Gase größer als zu andern und wird mit einer verhältnismäßigen Kraft entladen, die oft so groß ist, daß sie eine Masse von der glühend flüssigen Felsart in die Höhe wirft und sie nach allen Seiten verbreitet. Die Lavensäule erscheint oft so, als wenn sie von darunter befindlichen zusammengepreßten gasigen Materien getragen würde, welche, wenn sie hinlängliche Kraft erhalten haben, die zähe Masse heben und entweichen. Der Druck der Lava auf die Gase und Dämpfe muß oft sehr bedeutend sein; auch muß stets ein Streit zwischen der zusammendrückenden Kraft der Lava und der Expansion der Wärme stattfinden, welcher Wirkungen hervorbringt, die von der relativen Intensität einer jeden abhängen. Wir haben gesehen, daß manche Gase durch einen verhältnismäßig geringen Druck flüssig gemacht werden, so daß wenn bei irgend einem Zufalle, z. B. bei einer Ruhe des Vulkans, einige derselben flüssig werden, ihre Rückkehr zu der Gasform, veranlaßt durch die Anordnung des erforderlichen Hitzgrades, nicht allein plötzliche, sondern auch sehr heftige Explosionen veranlassen würde.

Die häufige Entwicklung von Wasserdämpfen und das gewöhnliche Vorkommen von Vulkanen in und an dem Meere veranlaßt die Idee, daß das Meerwasser zu gewissen metallischen Basen von Alkalien und Erden durchdrungen sei. Man hat angenommen, daß die sublimirten Salze und das entwickelte salzsaure Gas der Hypothese große Wahrscheinlichkeit geben; allein das Durchsickern des Meerwassers zu glühenden Materien, wie Lava, würde unter gewissen Umständen ähnliche Resultate hervorbringen. Wenn wir sehr viel Wasserstoffgas erhalten, so scheint die Zersetzung von wenigstens einem Theil des Wassers erforderlich zu sein. Ob der zur Erzeugung des oft beobachteten, geschwefelten Wasserstoffgases erforderliche Schwefel unmittelbar von dem Sitz der vulkanischen Wirksamkeit, oder von dem im Meerwasser enthaltenen schwefelsauren Natron entlehnt werden mag, ist eine interes-

sante Frage, weil sie, unter dieser Theorie zu einer Schätzung der unten und in den Herden der vulkanischen Wirksamkeit vorhandenen Substanzen führt, deren Zutritt zu den Bestandtheilen des Meerwassers nöthig zu sein scheint, um die entwickelten Dämpfe und gasigen Materien zu erklären.

Wir wissen jetzt, daß Vulkane in beträchtlicher Entfernung von dem Meere existiren. In Mittelasien liegt eine vulkanische Region von 2500 geographischen Quadratmeilen 3 bis 400 Lieues vom Ocean entfernt. In der Centralkette der Andes ist der Peak von Tolima mehrmals innerhalb der historischen Zeit im Ausbruch gewesen. Nun würde es sehr interessant sein, zu untersuchen, in wiefern die aus diesen von dem Meere so entfernt liegenden Kratern entwickelten gasigen Materien von denen verschieden sind, welche aus Kratern hervorgekommen sind, welche in der Nähe des Oceans liegen. Wo salzige Landseen und Binnenmeere vorhanden sind, wie es in einigen Theilen Asiens der Fall ist, würde der Erfolg gleich sein. Das Durchsickern des Wassers durch Felsarten, die mit salzigen Materien imprägnirt sind, würde die Beobachtungen auch unsicher machen. Dennoch würde es sehr werthvoll sein, wenn wir im Besitz von Beobachtungen erfahrener Chemiker über die Producte der Vulkane, die mehr oder weniger nahe bei dem Meere liegen, wären. Durch solche Mittel würden wir nähere Kenntniß von den Ursachen der vulkanischen Wirksamkeit erlangen.

Die bemerkenswerthe Substanz, von der wir nicht annehmen können, daß sie das Meer aus seinen bekannten Bestandtheilen den vulkanischen Herden zuführe, ist die Kohlensäure, ein oft in großer Menge entwickeltes Gas, besonders am Ende der Ausbrüche, als wenn es entwiche, nachdem die große Masse der Materien ausgeworfen worden ist. Nun ist dies eine, von den kalten und warmen Quellen frei auf die Erdoberfläche gebrachten Substanzen. Ihr Vorhandensein in der letzteren ist interessant, da sie mit den Vulkanen in Verbindung stehen; wirklich aber kann die kalte Beschaffenheit der andern Wasser, welche Kohlensäure enthalten, kein Beweis sein, daß sie nicht früher warm gewesen sein können und auf ihrem Wege zur Erdoberfläche abgekühlt sind. Das Gewicht einer Wassersäule von oben und der Druck der Dämpfe von unten dürfte das Quellwasser nöthigen, unter diesen Umständen

den mehr Kohlensäure aufzunehmen, als es sonst der Fall sein dürfte; denn die künstlichen, Kohlensäure haltigen Wasser werden auch unter Druck dargestellt. Je wärmer das Wasser bei übrigen gleichen Umständen ist, je geringer würde nothwendig die Kohlensäure-Menge sein; und wir sehen, daß das Karlsbader-Wasser mit einer Temperatur von 59° R. fünf Kubitzoll von diesem Gase in einem Maß enthält, während in demselben Volum des nicht warmen Pyrmonter-Wassers 26 Kubitzoll Kohlensäure enthalten sind.

Eine von den großen charakteristischen vulkanischen Wirkungen ist die heftige Entwicklung von Gasen und Wasserdämpfen. Es ist möglich, daß einige von den letzteren durch eine Verbindung des freien Wasserstoffs mit dem Sauerstoff der Atmosphäre entstanden sind und im Allgemeinen ist kein Mangel an Entwicklungen der Elektrizität zur Hervorbringung der Verbindung vorhanden, denn sie sind die gewöhnlichen Begleiter der Ausbrüche; die große Masse der Wasserdämpfe scheinen aber wirklich aus der Verdampfung des Wassers entstanden und mit nicht gewöhnlicher Kraft in die Höhe getrieben zu sein. Wasserdämpfe müssen wir in Menge erhalten, wenn Wasser zu glühenden Materien gelangt; allein die Entstehung von einigen der Gase, die sich durch bloße Zersetzung der im Meerwasser enthaltenen Salze entwickeln, läßt sich nur schwer auf dieselbe Weise nachweisen. Chlornatrium ist gewöhnlich als Sublimation der Vulkane und Eisenchlorid ist unter den Producten des Vesuv gefunden worden. Chlornatrium ist übrigens weiter nichts als trockenes Kochsalz, welches durch Verdampfung und Einwirkung der Hitze auf das Meerwasser erlangt worden ist. Salzsaures Gas ist häufig bei vulkanischen Ausbrüchen beobachtet worden; über seine relative Wichtigkeit ist aber noch nichts bekannt und es bleibt immer noch zweifelhaft, ob es in dem Vulkan selbst durch eine Verbindung von Wasserstoff und Chlor dargestellt oder unmittelbar aus dem Meerwasser erhalten ist.

Die relative Menge des entweder mit Schwefel verbundenen, als geschwefelter Wasserstoff, oder frei entwickelten Gases ist wichtig, weil daraus einige Schätzung von der Nothwendigkeit oder angenommenen Nothwendigkeit der Zersetzung des Wassers zur Erklärung der beobachtenden Erscheinungen, zu entnehmen. Wenn

vulkanische Wirksamkeit von der Zersetzung des Wassers abhängt, und der Sauerstoff verbände sich mit den metallischen Basen gewisser Erden und Alkalien, so würde sich im Allgemeinen ein ungeheures Volum von Wasserstoffgas entwickeln. Dr. Daubeny hat behauptet, daß der auf diese Weise in die Atmosphäre gelangende Wasserstoff sich mit dem Sauerstoff verbinden und Wasser bilden und wieder zu den abermals frei gemachten metallischen Basen gelangen würde; so daß eine gewisse Masse des Wasserstoffs nur als ein Träger wirkt und keine bedeutende Anhäufung dieser Substanz in der Atmosphäre stattfinden würde. Ein merkwürdiges Resultat würde übrigens veranlaßt werden, wenn durch dieses oder irgend ähnliche Mittel der Sauerstoff aus der Atmosphäre abgeschieden würde; es müßte alsdann das Verhältniß des Sauerstoffs in derselben in einem Verhältniß zu der Anzahl und Intensität der vulkanischen Ausbrüche abnehmen.

Unsere Kenntnisse von den vulkanischen Dämpfen, Gasen und Sublimationen sind noch sehr beschränkt und nicht so, wie wir sie zu einer vollständigen Betrachtung des Gegenstandes bedürfen; jedoch scheint, so weit sie reichen, ein dringendes Wasser zu dem vulkanischen Herd zu den beobachteten Erscheinungen erforderlich zu sein. Ob wir annehmen dürfen, daß das Wasser zersetzt werde, wenigstens zum Theil, um Hitze hervorzubringen, oder ob es bloß auf die glühende Materie fällt, ist eine Frage für sich. Elastische Dämpfe oder Gase scheinen zum Forttreiben der ausgeworfenen festen und flüssigen Materien nöthig zu sein. Ihre Entwicklung begleitet immer einen großen Ausbruch und ihr Forttreiben von flüssiger und fester Materie in die Atmosphäre ist eine von den ausgezeichnetsten und imposantesten Zügen der vulkanischen Ausbrüche. Nun scheint aber das bloße Aufbrechen der Erdrinde selbst durch feurig-flüssige Materien nicht an und für sich hinreichend zu sein, um die Erscheinungen hervorzubringen, die wir an thätigen Vulkanen wahrnehmen, wenn wir nicht annehmen, daß die so gewöhnlich entwickelten elastischen Dämpfe und Gase beständig unter der festen Erdrinde, an allen Punkten der Erde, vorhanden seien. Diese Annahme erfordert einen Zustand der Dinge, der schwer zu fassen ist, besonders wenn wir die Art der entwickelten Dämpfe und Gase betrachten. Jedenfalls ist diese Annahme nicht

so einfach als die Hypothese von dem Eindringen des Wassers aus dem Meere und von andern Punkten, durch die gebrochenen Schichten zu dem vulkanischen Herde, wo es Veränderungen erleidet und eine Menge von elastischen Dämpfen und Gasen hervorbringt, die bei allen vulkanischen Ausbrüchen so wichtig sind.

Wir wollen hier bemerken, daß untermeerische Vulkane in so weit von den auf dem Lande liegenden verschieden sein müssen, daß die aus den Kratern entwickelten Dämpfe und Gase, in dem ersten Falle größtentheils absorbirt werden und nicht in die Atmosphäre entweichen würden, oder der Krater müßte denn der Oberfläche des Meeres sehr nahe sein, so daß die Kraft, mit welcher die Dämpfe und Gase hervorgetrieben werden, hinreichend ist, den Widerstand des aufliegenden Gewichts zu überwinden. In mäßigen Tiefen würde übrigens dieser Widerstand hinreichend sein, um so eher, da sie die Dämpfe und Gase so leicht mit dem Wasser verbinden. Wasserdämpfe würden leicht verschwinden und nur dann hoch über den Krater, aus welchem sie hervorgekommen, geführt werden, wenn derselbe nahe unter der Oberfläche des Wassers liegt, wie es der Fall während der Bildung der Insel Sciacca, zwischen Sicilien und Pantellaria, im Jahre 1831 war. Verdichtet bestehen solche Wasserdämpfe aus Wasser, aus welchem die Luft durch Sieden vertrieben worden ist; es ist in der That destillirtes Wasser. Seine Temperatur würde bald von der umgebenden Masse des Meeres reducirt werden und es würde bald, obwohl etwas mit dem letztern vermischt, im Stande sein, Salzsäure, schweflichte Säure, geschwefeltes Wasserstoffgas und Kohlensäure, ohne Berücksichtigung der von dem Meerwasser selbst bewirkten Absorption, zu absorbiren. Freier Stickstoff würde nur wenig, aber wäre er mit Wasserstoff in der Form von Ammoniakgas verbunden, so würde er schnell absorbirt werden. In tiefem Wasser mußte nothwendig ein starker Druck stattfinden, und dies allein würde die gasigen Producte in das Wasser zwingen. Wirklich würde durch den Druck schweflichtsaures Gas in einer Tiefe von 68 Fuß und geschwefeltes Wasserstoffgas in der von 578 Fuß unter dem Wasser und bei den respectiven Temperaturen von 6 und 8° R. flüssig werden. Diese Temperaturen sind aber im tiefen Wasser gewöhnlich, besonders in der Nähe thätiger Vulkane. Es ist ganz nutzlos, die Wirkung des Wasserdrucks auf solche Sub-

stanzen, wie salzsaures oder Ammoniakgas anzuführen, denn sie würden sehr bald von dem Wasser absorbirt werden; jedoch würden sie beide in den nicht sehr bedeutenden Tiefen von 1360 und 221 Fuß flüssig werden.

Betrachten wir den Gegenstand nur in Beziehung auf den Druck, so würden für die Kohlensäure mehr Schwierigkeiten stattfinden; denn sie erfordert zu ihrer Verdichtung eine Temperatur von 0° und einen Druck von 36 Atmosphären. Der Druck würde in einer mäßigen Tiefe des Meeres bald erlangt werden können, allein die niedrige Temperatur würde nur unter gewissen Bedingungen in den Polarbreiten zu finden sein. Berücksichtigen wir aber, daß ein bedeutend vermehrter Druck dieselbe Wirkung hervorbringen würde, so dürfen wir annehmen, daß in einer Tiefe von 5 bis 600 Klafter unter dem Wasser diese gasige Substanz flüssig wird. Diese Tiefe ist aber gar nicht außerordentlich, sondern in den meisten Meeren sehr gewöhnlich. So fand z. B. Hr. Berard zwischen den Balearischen Inseln und Algier im mittelländischen Meer, bei seinen Untersuchungen über die Temperaturen in verschiedenen Tiefen, mit einer Linie von 1200 Klafter Länge noch keinen Boden. Da Stickstoff noch nie durch Experimente tropfbar flüssig gemacht worden ist, so wissen wir nicht, ob er es unter dem Wasser, in irgend einem Punkte des Oceans werden kann. Jedoch muß es unter dem Druck so dicht werden, daß es denjenigen Wirkungen unterworfen ist, die der atmosphärischen Luft unter ähnlichen Umständen zugeschrieben werden.

Von nicht minderer Wichtigkeit als die Entstehung der gasigen Substanzen ist die der ausgeworfenen festen und flüssigen Materien. Lavenströme werden kaum zu einer andern Zeit als während der heftigern vulkanischen Wirksamkeit, den sogenannten Ausbrüchen, hervorgebracht, und man nimmt an, daß diese feurig-flüssigen Gesteinmassen aus einer beträchtlichen Tiefe unter der Erdoberfläche herrühren. Vor den großen Ausbrüchen ist der Krater mit fester Lava und mit hineingefallenen Schlacken bedeckt, so daß das freie Emporsteigen von Gasen, Dämpfen und feurig-flüssigen Gesteinen durch Festigkeit und Gewicht gehindert ist. Wir können kaum annehmen, daß der Schlund oder Krater von seiner Oeffnung bis zu der Tiefe, woher Lava, Dämpfe und Gase ursprünglich ent-

nommen sein sollen, von flüssiger oder fester Materie leer sei. Wir müssen im Gegentheil folgern, daß die Röhre mit Lava, im Gemenge mit Gasen und Dämpfen ausgefüllt ist, die entweder die im Krater angehäuften Materie durchbrechen oder nicht.

Daß die Lava oft sehr lange im glühenden Zustande bleibt und die Hitze sehr lange an sich hält, wissen wir aus mehrfachen Beobachtungen, selbst wenn sie ausgeworfen ist und die Wärme frei ausstrahlen kann. Es läßt sich also erwarten, daß sie in der vulkanischen Röhre sehr lange glühend bleibt, da sie dort von allen Seiten mit Massen von sehr hoher Temperatur umgeben ist, die, wie sie selbst, schlechte Wärmeleiter sind. Selbst wenn Jahrhunderte zwischen den großen Ausbrüchen irgend eines Vulkans liegen, so ist die Lava wahrscheinlich in keiner sehr bedeutenden Tiefe noch flüssig. Die Theilchen der obern Masse sind wahrscheinlich so fest mit einander verbunden, selbst wenn sie rothglühend sind, daß eine sehr bedeutende Kraft zu ihrer Trennung erforderlich sein mag, und dies ist vielleicht einer von den Gründen, warum Explosionen in den erstern Stationen einer Explosion so heftig sind, indem ein mächtiger Widerstand plötzlich überwunden ist, nicht allein durch den starken Druck der Lava, sondern auch durch die elastischen Dämpfe.

Wenn der Regel oder der erhöhte Theil des Vulkans, wie man gewöhnlich annimmt, hinsichtlich seiner Höhe nur in einem geringen Verhältniß zu der Tiefe steht, aus welcher die Lava entnommen worden, so muß die Säule von flüssigem Gestein in allen Fällen beträchtlich sein, obgleich ihre Höhe bei verschiedenen Vulkanen wesentlich verschieden ist und von der emporhebenden Kraft darunter abhängt. Wenn nun die Erdrinde überall eine gleiche Stärke hätte und das Innere der Erde flüssig wäre, so würde irgend eine gleichförmig auf die letztere wirkende Ursach, so daß sie erstere in Spalten durchdringen könnte, bei übrigens gleichen Umständen, Säulen von ähnlicher flüssiger Materie in gleichen Höhen erhalten, so daß wir erwarten dürften, die Vulkane auf der Erdoberfläche hätten fast gleiche Höhen, wenn sie lediglich durch die Versuche der innern feurig-flüssigen Masse, durch Spalten und Klüfte auf die Oberfläche zu dringen, entstanden wären. Solch ein Zustand der Dinge setzt Expansivkräfte in dem Innern der Masse und folglich

eine Ursach voraus, wodurch ihr Volum vermehrt wird. Ausstrahlung der Wärme kann diese Ursach nicht sein, indem dies die entgegengesetzte Wirkung hervorbringen würde; es müßte irgend etwas sein, was eine verhältnißmäßig weite Trennung der Theilchen der Materie wenigstens von dem äußern Theil der flüssigen innern Masse verursacht.

Wenn die feste Oberfläche beim Abkühlen in zahlreiche Bruchstücke zersplitterte, so würden dieselben in der unter ihnen befindlichen flüssigen Materie, nach ihrem relativen specifischen Gewicht, entweder auf derselben schwimmen, oder in dieselbe einsinken. Nehmen wir die mittlere Dichtigkeit der Erdrinde zu 2,6 an, so würden Bruchstücke von derselben in felspathiger oder trachytischer Lave untersinken, in basaltischer aber schwimmen. Berücksichtigen wir aber, daß jede Lava durch die Hitze viel leichter gemacht werden würde (wie es wirklich bis auf eine gewisse Ausdehnung der Fall sein muß), so daß kalte Massen von 2,6facher Dichtigkeit in dieselbe einsanken, so würden diese Massen in Folge der Schwere sämmtlich zusammen zu kommen sich bestreben, und wir sehen daher nicht ein, daß diese Bruchstücke überall getrennt werden könnten, wenn dies nicht durch eine von unten wirkende Expansivkraft geschähe, denn sie würden zusammengequetscht werden.

Eine Expansivkraft dieser Art, welche eine allgemeine Wirkung unter der Erdrinde hat, könnte kaum, bei dem zertrümmerten Zustande der letztern, der auf dieselbe in jeder Richtung ausgeübten Kraft widerstehen. Wir werden einsehen, daß sie einer so allgemeinen Anwendung der Kraft nicht widerstehen kann, indem flüssige Materie nach allen Richtungen in die Spalten eindringen würde; das Resultat wäre ein Zustand der Ruhe, veranlaßt durch die Expansion, welche ihre Grenzen erreicht hat. Diese Theorie scheint gerade der entgegen zu sein, welche den jetzigen Zustand der Erde, als aus der Strahlung der Wärme hervorgegangen, ansieht und eine daraus folgende Verminderung des Volums des Körpers annimmt; denn nach jener muß ihr Volum zunehmen und alle Folgen einer solchen Zunahme veranlassen. Nehmen wir nun an, daß nach gewissen Zeiten sich ähnliche Wirkungen wiederholen, so würde das Volum der Erde nach und nach zunehmen. Vielleicht ist es zu berücksichtigen, daß das Durchdringen des Wassers zu

den metallischen Basen der Erden, die unter der oxydirten Rinde befindlich sein sollen, Ausdehnungen sowohl wegen der entwickelten Wärme, als wegen der Verbindung von Metallen mit Sauerstoff, veranlassen würden. Die ungleichen Hindernisse, welche dem Durchgange des Wassers entgegenwirken, bringen Wirkungen hervor, die den beobachteten ähnlicher sind. Die auf diese Weise verursachte Wärmestrahlung würde gewiß Zusammenziehung veranlassen, und auf diese Weise dürften wir eine wahrscheinliche Erklärung von einigen der abwechselnden Erhebungen und Senkungen des Festlandes und der Inseln, die, wie uns die Geologie lehrt, auf der Oberfläche unseres Planeten stattgefunden, haben; denn während durch die Verbindung des Sauerstoffs einer Wassermasse mit der metallischen Base eine intensive Hitze hervorgebracht wurde, konnte sich dem untern Körper von oben nicht mehr Wasser nähern, als bis die Hitze gehörig ausgestrahlt oder weggeschafft war, und deshalb würde keine stufenweise und fortwährende Ausdehnung ungestört durch Zusammenziehung stattfinden. Dies würde auch zur Erklärung der ungleichen Erhebung und Senkung der Ländermassen dienen. Es würde übrigens eine Zunahme der festen Materie auf Kosten der Atmosphäre auf die weiter oben bemerkte Weise veranlassen, indem der letztern eine ungeheure Masse von Sauerstoff entzogen wurde. Es scheint ein bedeutender Einwurf gegen diese Ansicht zu sein, daß wir kaum die großen Unebenheiten, welche wir an der Erdoberfläche wahrnehmen, erhalten würden. Wir haben schon die Schwierigkeiten nachgewiesen, um Gebirgsketten und merkwürdige Linien emporgehobener Schichten durch diese Mittel zu erklären. Auch findet sich eine Schwierigkeit in Beziehung auf das Meeresbett; denn das Wasser konnte, bei übrigens gleichen Umständen, leichter zu den metallischen Basen unter tiefen Meeren dringen, wenn man eine gleiche Stärke der oxydirten Erdrinde annahm, als durch Festland und Inseln.

Könnte diese Ursach die Emporhebung großer Ländermassen veranlassen, so dürfen wir erwarten, daß die letztere zu gleicher Zeit Zeichen vulkanischer Wirksamkeit an sich trägt, d. h., wir dürfen erwarten, daß der entwickelte Wasserstoff durch Spalten, in Begleitung von geschmolzenen Felsarten und von verschiedenen Gasen und Dämpfen, entweiche. Solch eine Hypothese mag die Empor-

hebung einiger Theile von Italien auf eine wahrscheinliche Weise erklären, scheint aber unadequat zur Erklärung der merkwürdigen Hebung von Land innerhalb der historischen Zeit, so wie sie bei Norwegen und Schweden wahrgenommen worden ist ⁹⁾, zu sein, da dieselbe nicht von der Entwicklung oder dem Auswurf von Gasen und andern Substanzen begleitet ist, die uns zu der Annahme führen, daß die Persezung von darunter befindlichem Wasser, aus den oben bemerkten Ursachen, Hitze erzeugt und die Hitze die erforderliche Ausdehnung.

Daß Veränderungen in der relativen Lage und in dem relativen Niveau des Meeres und des Landes auf der Oberfläche unseres Planeten stattgefunden haben, beweisen unsere Festlande und die meisten Inseln. Bei weitem der größte Theil des trocknen Landes muß unter den Gewässern des Oceans gebildet worden sein; nicht allein die vielen Reste von Meeresgeschöpfen, sondern auch die Struktur der Felsarten selbst beweisen dieß, und wirklich ist der Oberflächenraum, der von Felsarten eingenommen wird, die über dem Meerespiegel gebildet sein können, außerordentlich gering. Sie müssen nothwendig aus vulkanischen Producten, aus Niederschlägen von Seen und andern Süßwassermassen, die verschwunden sind und sie entblößt zurückgelassen haben, und aus einigen wenigen Inkrustationen bestehen, die durch Verdunstung von einigen Gewässern, welche fremdartige Bestandtheile, wie z. B. kohlensauren Kalk enthalten, gebildet worden sind. Die Felsarten, welche unverkennbar entweder durch chemischen oder mechanischen Niederschlag unter dem Meere gebildet worden, sind geschichtet, und wenn wir dieselben mit denjenigen geschichteten Massen vergleichen, die außer dem Meere gebildet worden sind, so ist die Verschiedenheit in dem Volum der beiden Producte ungeheuer.

Wir haben schon früher bemerkt, daß eine sehr geringe und ungleiche Ausdehnung an der Oberfläche der Erde große Continente hervorbringen könnte, und Prof. Babbage hat kürzlich ebenfalls sehr interessante Ansichten über die Hebung und Senkung

⁹⁾ Diese Hebung wird als ungleich angesehen, soll am nördlichen Theil des Bothnischen Meerbusens 4 Fuß in einem Jahrhundert betragen haben, und soll sich nach Süden zu vermindern, so daß sie an der Küste bei Kalmar nur 2 Fuß in derselben Zeit betragen hat, und an den Inseln Deland und Gotthland gar nicht zu bemerken ist.

des Landes mittelst verschiedener Ausdehnung und Zusammenziehung der Felsarten entwickelt, Veränderungen, welche von den verschiedenen Bedingungen abhängen, unter denen die Felsarten unter den Oberflächen vorhanden sind, welche ein verschiedenartiges Strahlungsvermögen haben. Wenn wir uns zu der Fig. 21. wenden, so werden wir begreifen, daß die Bildung von Continenten auf diese Weise leicht ausgeführt werden kann. Die Stärke des Kreises bezeichnet eine verhältnißmäßige Tiefe von 100 englischen (22 deutschen) Meilen. Nun ist es klar, daß wenn irgend ein Umstand eine vermehrte Stärke von $\frac{1}{50}$ dieser Tiefe veranlassen könnte, so daß das Aeußere um $\frac{1}{50}$ gehoben würde, wir eine Emporhebung von 2 englischen Meilen = 10560 englische Fuß erlangen würden, hinreichend, um große, unter verschiedenen Theilen des Meeres liegende Massen über deren Niveau empor zu heben. Diese Dicke, so bedeutend sie uns aber auch erscheinen mag, ist gering im Verhältniß zu dem Durchmesser der Erde, so daß die unvermeidlichen Rauheiten an der, den Kreis Fig. 21. umschließenden Linie viel bedeutendere Unebenheiten bezeichnen.

Die ungleiche Zusammenziehung der Erdrinde (wirklich im Vergleich zu dem Volum der Erde sehr unbedeutend) würde nicht allein durch Veranlassung großer Senkungen große Massen über das Meer emporheben, sondern auch die vorzüglichsten Oberflächenbrüche zu Gebirgsketten empordrängen. Die allgemeine Bewegung würde so unmerklich sein, daß wir Mühe haben würden, sie mit unsern Begriffen von Zeit zu messen, während hin und wieder der Druck der Wände von den großen Spalten gegen einander mehr plötzliche Bewegungen veranlassen würde, indem die angewendete Kraft, mögte sie auch immerhin von allgemeiner Beschaffenheit sein, den ihr entgegenwirkenden Widerstand in ungleichen Zwischenräumen überwinden würde. Auf diese Weise entstehen die plötzlichen Verwerfungen. Diese Ursach wirkt an und für sich nach einem zu bedeutenden Maßstab, um Vulkane hervorzubringen; diese scheinen vielmehr die Wirkung als die Ursach großer Bewegungen der Erdrinde zu sein, indem die Bedingungen ihres Daseins dem Anschein nach durch Wirkungen hervorgebracht worden sind, die von einer weit allgemeineren und größern Kraftäußerung herrühren. Während übrigens die wichtigern Wirkungen den größern, müssen

die geringern zerreißen den kleinern Ursachen zugeschrieben werden und wahrscheinlich rührt kein geringer Theil von den an der Oberfläche des Landes herrührenden Erhebungen, Senkungen und Brüchen, von der verbundenen Einwirkung beider her. Wir dürfen dabei nicht vergessen, daß die Verwerfungen und Bewegungen der aufgelagerten Felsarten so fein mögen, daß sie das Eindringen von feurigen Materien zwischen dieselben leicht gestatten.

Achtes Capitel.

Wenn wir eine gute und genaue Karte von einer Gebirgsgegend, z. B. von den Alpen betrachten, so erstaunen wir über die große Aehnlichkeit, welche die Hauptthäler mit Spalten haben. Gewöhnlich zeigen einige Thäler eine gleiche Richtung mit der Längenerstreckung der Gebirgskette, während andere fast einen rechten Winkel mit derselben bilden. Specieell betrachtet, sind diese Linien nicht ganz gerade, allein im Allgemeinen betrachtet, ist die Tendenz der Hauptthäler, Längen- oder Querrichtungen anzunehmen, sehr merkwürdig, so daß sie in der physikalischen Geographie, ohne Rücksicht auf ihren Ursprung, Längen- und Querthäler genannt worden sind. Wenn wir die Ursach dieser Erscheinungen aufmerksam studiren, so sind wir häufig zu erkennen im Stande, daß die Linien der Verwerfungen oder starken Biegungen mit denen der Thäler zusammenfallen. Die Linien der Hauptthäler sind daher in solchen Fällen auch die der Hauptbrüche und zwar laufen letztere, wie man auch erwarten darf, parallel mit den Längenthälern, d. h. die Spalten, welche aus der stärksten Vertikalbewegung hervorgingen, haben die Ebenen von einst zusammenhängenden Schichten entweder emporgehoben, oder niedergeworfen. Die Querthäler sind, wenn die Gebirgskette nicht von Systemen von Querbrüchen zu verschiedenen geologischen Epochen durchschnitten worden ist, nicht so allgemein bemerkenswerth wegen der senkrechten als wegen der horizontalen Bewegungen. Die Schichten zu beiden Seiten correspondiren einander genau und die Thäler haben mehr Aehnlichkeit mit einer secundären Spalte, d. h. mit einer solchen, die durch Zerreißung der Länge nach getrennten Massen entstanden ist.

Denken wir uns die verworfenen Felsarten, welche die Gebirgsketten bilden, in eine solche Lage zurück versetzt, so daß die Schichten wieder zusammenhängende Ebenen bilden, so werden wir bald einsehen, daß eine große Masse von Materien fortgeschafft ist, und daß wir nicht im Stande sind, eine große zusammenhängende Masse von den, eine Gebirgskette zusammensetzenden Felsarten zu bilden.

Es sei a Fig. 28. ein Gebirgsthal, in welchem auf dem Boden ein Rücken oder eine Verwerfung *f* entlang läuft und in Folge dieser Verwerfung kommen zu beiden Seiten des Thales ein wohl bekanntes Lager *b* in einem verschiedenen Niveau vor. Nun ist es klar, daß wenn wir den Versuch machen, das Lager *b* auf der einen Seite mit dem Lager *b* auf der andern, entweder durch Hebung der einen, oder durch Senkung der andern, in eine Linie zu bringen, kein Zusammenhang der ganzen Schichtenmasse stattfinden, sondern ein bedeutender Theil der Masse fehlen würde.

In Fig. 29. sind die beiden Theile des Lagers *b* in einer Linie dargestellt, so wie es vor der Verwerfung der Fall war, und der Raum *a* giebt einen Begriff von der Menge der fortgeschafften Materie. Wenn wir annehmen, daß anstatt eines Bruches, der ein plötzliches Steigen und Fallen einer großen Felsmasse zu jeder Seite veranlaßt, eine Deffnung durch eine starke Biegung der geschichteten Materien veranlaßt, wodurch der obere Theil aufgebrochen und getrennt worden (so wie es in Gebirgsketten häufig der Fall ist), so finden wir doch noch, daß Materie fortgeschafft ist, wenn wir die von *e* ab aufwärts gebogenen Schichten *b* e Fig. 28. uns in eine horizontale Lage zurück denken.

Wenn wir eine annähernde Schätzung des kubischen Inhalts von der, in einer Gebirgskette, z. B. in den Alpen, über einem gewissen Niveau enthaltenen Materie anstellen und die vollständige Masse oberflächlich berechnen, so werden wir einsehen, daß der fortgeschaffte Theil von derselben sehr beträchtlich ist. Solche Berechnung kann natürlich, wegen der Beschaffenheit ihrer Elemente und wegen der nothwendig durch die Biegungen und Verwerfungen veranlaßten Verwickelungen, nur sehr oberflächlich sein.

Fließendes Wasser ist das einzige uns bekannte Agens, welches im Stande ist, diese große Masse von Materien fortzuschaffen.

Um uns daher einen richtigen Begriff von der Zeit und von den Bedingungen zu verschaffen, die zur Hervorbringung der beobachteten Wirkungen erforderlich sind, müssen wir die letztern sorgfältig untersuchen und die fortschaffenden Kräfte derjenigen fließenden Gewässer, die jetzt in den Gebirgen vorhanden sind, schätzen, und welche die Gerölle von den Centraltheilen nach auswärts führen.

Unter den Schneedecken, welche gewöhnlich ewige genannt werden, weil sie unter den gewöhnlichen Umständen, unter denen sie entstanden, nicht schmelzen, werden die Oberflächen der Felsmassen, wenn auch nicht vor der Zersetzung, wenigstens gegen die Fortschaffung geschützt, ausgenommen wenn eine Lavine tiefer als gewöhnlich schneidet, oder eine mit Schnee bedeckte Felsmasse in das darunter befindliche Thal stürzt. So lange als die gewöhnlichen Umstände herrschen, wird der Gipfel des Mont Blanc mit Schnee bedeckt bleiben, welcher sich anzuheufen begann, seitdem die mittlere Temperatur des Klimas und die Höhe des Gebirgs dieselbe waren, als sie es jetzt sind. Solcher Schnee würde die ihn tragenden Gesteinmassen gegen Zerstörung und Fortschaffung der Bruchstücke schützen, wenn er nicht die Tendenz hätte, in der Form von Gletschern in die Thäler herabzugehen und daher durch Reibung an manchen Punkten der darunter befindlichen Oberfläche, Theile einem niedrigeren Niveau zuzuführen. Betrachten wir den Gegenstand in diesem Lichte, so dürfen wir kaum annehmen, daß irgend eine bedeutende, unter ewigem Schnee begrabene Felsart gänzlich frei von Zerstörung sei, obgleich ihr Belang im Allgemeinen unbedeutend ist.

Hohe Peaks oder Nadeln, auf denen der Schnee nicht liegen bleiben kann, sondern bloß in die senkrechten oder stark geneigten Spalten eindringt, und eine Zone zwischen der Linie des ewigen Schnees und einer niedrigeren Gegend, eine Zone, in welcher ein sehr schneller Wechsel von Frost und Wärme stattfindet, sind diejenigen Gegenden eines Hochgebirges, in der, bei übrigens gleichen Umständen, die meisten größern und kleinern Gerölle entstehen. Sind die Abfälle eines Gebirges sehr steil, so findet man die Gerölle besonders an den Punkten, an denen sie für den Augenblick zur Ruhe gekommen sind. Während der Jahreszeiten, in denen der Schnee an den höhern Punkten schmilzt und als Wasser, sowohl über der

allgemeinen Oberfläche als mittelst den gewöhnlichen Entwässerungskanälen einem niedern Niveau zugeführt wird, bringt das Wasser am Tage in die Spalten an der Oberfläche der Felsmassen und friert häufig des Nachts. Das gefrierende Wasser dehnt sich bekanntlich aus, drängt die Gesteine auseinander, und wenn die Wärme des folgenden Tages das Eis schmilzt, so fallen die Felsstücke entweder herab, oder wenn dies ihre Lage nicht erlaubt, so werden sie durch wiederholte ähnliche Wirkungen zerstückelt und durch heftige Winde, durch über und auf dieselben herabfallende andere Bruchstücke, oder durch den Verlust von einem Theile der Stützpunkte herabgestürzt.

Wo die Temperatur und andere Umstände das Wachsen der Pflanzen gestatten, wird das Herabfallen der Gesteinbruchstücke aus der oben angeführten Ursach verhindert. Die Wurzeln wirken freilich sehr kräftig, um die Felsbruchstücke aus einander zu spalten, zu gleicher Zeit verbinden sie aber auch die Massen mit einander, die außerdem nicht leicht und nur unter außerordentlichen Umständen, wie z. B. bei heftigen Stürmen u. s. w. von ihrer Stelle geschafft werden. Je geringer der Abfallwinkel der Berge ist, um so größer ist die Stabilität der Vegetation auf derselben und um so größer ist folglich auch der Schutz, den die darunter befindlichen Felsarten dadurch erhalten, um so geringer ist die Masse der fortgeführten Gerölle. Zerbröckelte und entblößte Gesteine, die zwischen den Linien des ewigen Schnees und einer geringen Pflanzendecke liegen, sind, bei übrigens gleichen Umständen diejenigen Theile eines Hochgebirges, an denen die meiste Zerstörung stattfindet. Die Größe der abgelösten Massen hängt nothwendig von dem steilen Charakter der Gebirge, von der relativen Höhe der Gipfel und Klippen, von der Beschaffenheit der Felsarten, aus denen sie bestehen und von der Art des Klimas, in denen ein Gebirge liegt, ab.

Atmosphärische Ursachen bestreben sich daher fortwährend, solche Theile von den Felsmassen, die hoch genug in der Luft liegen, und besonders wenn der Wechsel des Frostes und des Aufthauens auf dieselben einwirkt, zu zerstören und einem niedrigeren Niveau zuzuführen. In der That haben alle Theile einer Gebirgskette eine Tendenz, durch die atmosphärischen Einflüsse mehr oder weniger zerstört zu werden; und selbst die durch die Vegetation geschützten

Theile mögen jedenfalls untergraben werden, so daß die durch die Baumwurzeln mit einander verbundenen Gesteinbruchstücke in Masse bewegt werden, wenn die Bäume ausgegraben oder durch herabfließendes Wasser weggewaschen worden. Es muß auch bemerkt werden, daß in Gebirgsgegenden die Abhänge, selbst die mit einer Vegetation versehenen, größtentheils ein starkes Fallen haben, so daß fein getheilte mineralische und vegetabilische Materien, die mechanisch in Myriaden von Wasserfäden aufgelöst sind, welche fast unmerklich zwischen den Vegetabilien selbst durchgehen, sehr leicht niederwärts geführt werden können.

Wir haben bis jetzt nur die mechanische Wirksamkeit der atmosphärischen Ursachen betrachtet; die chemischen Veränderungen sind aber keineswegs minder wichtig. Wir sahen weiter oben im fünften Capitel, daß durch das Durchsickern des Wassers sehr viele Felsarten fortwährend eine Veränderung ihrer Bestandtheile erleiden. Manche von diesen Veränderungen veranlassen leicht Zersetzungen, so daß Substanzen, die anscheinend sehr zähe und fest sind, von den fließenden Gewässern aufgelöst werden, deren mechanischer Wirkung sie sonst lange widerstanden haben würden. Die Menge des in der Luft enthaltenen Sauerstoffes, welche das Regenwasser bei seinem Fall aus der Atmosphäre absorbiert hat, wird bei der Bildung chemischer Verbindungen mit gewissen Bestandtheilen der Felsarten sehr viel Hülfe leisten, die daher leichter zersetzt werden, als es sonst der Fall sein würde. Auch die von dem Regenwasser aus der Atmosphäre absorbierte Kohlensäure muß ebenfalls zur Zersetzung mancher Felsarten beitragen, und da Schneewasser mehr Sauerstoff enthält als Regenwasser, so dürfen wir erwarten, daß alle solche zersetzenden Wirkungen, die durch Sauerstoff hervorgerufen werden können, am größten bei solchen Felsarten sind, die von Schneewasser durchdrungen, und folglich in denjenigen hoch liegenden Theilen der Gebirgskette, die mit geschmolzenem Schnee gesättigt werden.

Wir sehen daher, daß wenn eine Masse von gebrochenen Felsarten in die Atmosphäre emporgehoben worden ist, sie unmittelbar von der letztern angegriffen werden wird; und solche Ursachen der Zerstörung, wie wir jetzt wahrnehmen, werden, wenn es die Zeit gestattet, hinreichend sein, die ausgesetzten Theile in Bruchstücke

von verschiedener Größe zu verwandeln, die entweder durch die Schwere, oder durch fließende Gewässer, oder durch die Vereinigung beider Ursachen, niedrigeren Niveaus zugeführt werden. Je plötzlich daher die relative Erhebung der Gebirgskette ist, um so bedeutender ist auch die gesammte Oberfläche der frisch gebrochenen Theile, die den Wirkungen der Atmosphäre ausgesetzt sind; angenommen, daß die Masse wirklich nicht ohne Brüche und Spalten emporgehoben worden ist, und daß auch zerstörende Kräfte in verschiedenen Richtungen auf dieselbe eingewirkt haben. Bei solchem Zustande der Dinge und ehe noch die Vegetation die kürzlich gebrochenen Theile schützen konnte, mußte die durch meteorische Einflüsse veranlaßte Zerstörung bedeutend sein, indem die gebrochenen Massen und die kleineren Bruchstücke den Thälern zugeführt wurden.

Daß ein, auf die oben angegebene Weise hervorgebrachtes System von Brüchen und Spalten eine so vollständige Entwässerung darbietet, daß Massen von stehenden Gewässern in den Flussbetten gar nicht vorhanden sein sollten, ist kaum anzunehmen. Seen von größerm oder geringerm Umfange müssen in vielen Thälern gebildet werden und ihr Boden muß die Gerölle aufnehmen, welche die fließenden Gewässer auf ihrem Laufe von höhern zu niedrigeren Niveaus herabführen. Solche Seen müssen aber, indem sie ihre Dämme durchbrechen, oder indem sie von den Geröllen und Schlamm nach und nach ausgefüllt werden, endlich verschwinden. Im erstern Falle würden wir den Beweis von ihrer frühern Existenz durch verschiedene Zeichen an den Seiten des Gebirgsthals, oder durch die durchschnittenen Geröllemassen erhalten; im zweiten würden wir eine Ebene haben, aus welcher die Gebirge zu beiden Seiten plötzlich emporstiegen, und durch welche der Fluß ging. Es würde wahrscheinlich aber noch eine andere Ursach ihres Verschwindens geben, die Wirkungen veranlaßt, welche einen bedeutenden Einfluß auf den Zustand des Landes in niedrigen Gegenden haben würde. Die plötzliche Entfernung von dem untern Damme eines Sees durch zerreißende Kräfte, welche in der Richtung der Thallinie wirkt (in einer Linie, in welcher wir eine Einwirkung unterirdischer Kräfte erwarten dürfen, da sie die des geringsten Widerstandes ist), würde nicht allein das Verschwinden des Sees veranlassen, sondern würde auch eine Wassermasse auf die niedri-

gern Gegenden werfen. Die hervorgebrachten Wirkungen würden nothwendig von dem Volum und von der Geschwindigkeit des abgelassenen Wassers entstehen; beide würden den Umständen nach verschieden sein. Jedoch dürfen wir folgern, daß sie unter den angenommenen Umständen hinreichend sein würden, um bedeutende Veränderungen zu veranlassen. Sie würden die Massen niedrigerer, gänzlich ausgefüllter Seen und große Massen von Geröllen einem tiefern Niveau zuführen und würden Felsblöcke transportiren, welche durch die Kraft der Flüsse, selbst zu Fluthzeiten, nicht bewegt werden konnten.

Es seien a, b, c, Fig. 30. Seen, welche durch die Unebenheiten des Bodens eines Gebirgsthales entstanden sind und es ist klar, daß sie alle gleichzeitig (d. h. geologisch gesprochen) mit Geröllen, welche mit den Schalen von den in der Nachbarschaft wohnenden Land- und Süßwasserthierien vermengt sind, ausgefüllt werden. Da es aber häufig der Fall ist, daß den Seen von den Gebirgsabhängen von beiden Seiten viel Gerölle zugeführt werden, so müssen sich die höher liegenden Seen früher als die tiefer liegenden ausfüllen, da sie die, dem Thale zugeführten Gerölle zuerst aufnehmen müssen.

Die auf diese Weise angenommenen Wirkungen, veranlaßt durch das Ausbrechen und Emporheben großer Felsmassen zu Gebirgsketten, haben so große Aehnlichkeit mit den in den Alpen und in andern Hochgebirgen gemachten Beobachtungen, daß wir nicht umhin können, dieselben als das Resultat ähnlicher Ursachen zu betrachten. Eine große Masse von Materien mag daher von den Gebirgen abgelöst, besonders wenn die Brüche neu sind und durch den steten Einfluß der fortwährend auf der Erdoberfläche und hauptsächlich in hohen Gebirgen einwirkenden Ursachen, von denselben fortgeschafft werden. Ob der ganze Belang der festen Materien, die erforderlich sind, um das, was fortgeschafft worden, zu ersetzen, durch solche Mittel von dem Gebirge entfernt werden kann, ist eine andere Frage.

Wir haben bis jetzt diesen Gegenstand lediglich in Beziehung auf das Emporheben einer Gebirgsmasse in die Atmosphäre betrachtet. Wenn eine Gebirgskette jetzt gebildet werden sollte, so würde der Zufall bei dem großen relativen Verhältniß der Ober-

fläche des Wassers zu der des Landes, gegen ihre Emporhebung in die Atmosphäre sein. Wenn eine lange Linie von Längenbrüchen, begleitet von Quer-Verwerfungen, unter dem Meerespiegel entstande, so würden dadurch die Gewässer, in dem Verhältniß der plötzlichen Hebung, des Volums und der Höhe der gehobenen und verworfenen Masse, mehr oder weniger stark bewegt werden. Alle losen Bruchstücke würden zu einem niedern Niveau gewaschen und die Thäler würden mit Geröllen angefüllt und viel nach den niedern Punkten zu beiden Seiten der untermeerischen Gebirgskette geführt werden. Je dichter das Wasser war und je mehr es Materialien mechanisch eingemengt enthielt, um so leichter konnten größere Gesteinsstücke durch Strömungen fortgeschafft werden, indem alsdann die Differenzen des specifischen Gewichts geringer waren. Auf der Oberfläche waren freilich bedeutende Unebenheiten vorhanden, allein bei hinreichender Tiefe würden sich die mechanisch eingemengten Materialien nach und nach absetzen und die feinem nach oben zu liegen.

Wenn eine auf diese Weise entstandene Gebirgskette nach und nach in die Atmosphäre emporgehoben würde, so würden zuvörderst die Fluth, die Strömungen und die Wogen zerstörend darauf einwirken und es würden nicht wenig Materialien auf diese Weise fortgeschafft werden, besonders die noch nicht fest gewordenen Theile. Erfolgte die Emporhebung plötzlich, so mußten die zerstörenden Wirkungen auch bedeutender sein; allein in beiden Fällen würden die meteorischen Einflüsse darauf einwirken, sobald die Kette über das Meeresniveau emportrat. Unebenheiten in den großen Thälern mußten Seen veranlassen, in dieselben wurden Gerölle geführt, die Gebirgsabhänge erlitten Zersetzungen und nach einem hinlänglichen Zeitverlauf würden die entstandenen Wirkungen den vorhin erwähnten so genau gleichen, daß es schwer zu entscheiden sein mögte, ob die ursprünglichen Dislocationen in der Atmosphäre oder unter dem Wasser erfolgten. Waren aber Felsarten unter dem Wasser gebildet und sie waren in den großen Thallinien von Meeresresten begleitet, so leidet es keinen Zweifel, daß solche Theile wenigstens einst zu einer untermeerischen Gebirgskette gehörten und in diesem Zustande hinlänglich lange beharrten, um einen ruhigen Absatz von Gebirgsarten zu gestatten.

Wir sehen daher, daß von den Gebirgen, mögen sie im Meere oder auf dem trockenen Lande entstanden sein, viel feste Materien weggespült sein müssen; wahrscheinlich würde aber dann die größte Geröllmasse plötzlich durch solche Veränderung des relativen Niveaus von Land und Wasser fortgeschafft worden sein, wenn die großen Dislocationen zum Theil über und zum Theil unter dem Wasser erfolgen konnten, so daß mächtige zerstörende Wogen durch die neu gebildeten Spalten strömen und eine Masse von Geröllern mit fortführen mußten. In allen Fällen aber muß das Wasser, welches zur Hervorbringung der in Gebirgen wachzunehmenden Wirkungen erforderlich ist, atmosphärischen Ursachen zugeschrieben werden, indem die Auswaschung von der Art ist, wie sie durch die lang fortgesetzte Wirkung kleiner Ströme hervorgebracht, die sich mit großer Geschwindigkeit bewegen und weil die in den Gebirgen gefundenen fortgeschafften Materien auf eine Art und Weise vorkommen, wie sie von Strömen abgesetzt werden. Man könnte daher folgern, ein Zeitmaß zu haben, in welcher jede gegebene Gebirgskette trockenes Land geworden ist, wenn man den Zeitraum durch die Menge der in jeder Lage angehäuften Gerölle mißt. Jedoch werden wir leicht einsehen, daß die Resultate zu verwickelt sind, um eine andere Folgerung als die machen zu können, daß ein langer, nur sehr allgemein abzuschätzender Zeitraum erforderlich ist, um eine große Geröllmasse durch die verhältnißmäßig langsame Wirkung eines Gebirgsstromes erforderlich sein muß. Die Leichtigkeit, mit der an einem Punkte Gerölle hervorgebracht werden können, würde eine Anhäufung derselben durch eine gegebene Wasferkraft veranlassen, weit größer als die, welche eine gleiche Kraft unter Umständen hervorbringt, unter denen die Geröllebildung weit schwieriger ist.

In manchen Gebirgsketten und Thälern sind Thatfachen vorhanden, welche die Kraft einer plötzlichen hervorgebrochenen und bedeutenden Wassermasse zu ihrer Erklärung erfordern, von den Geologen, welche alle geologischen Erscheinungen durch solche Kräfte und unter solchen Umständen erklären wollen, wie wir sie täglich wahrnehmen, ist deshalb das Ausbrechen von Seen in Anspruch genommen worden. Es ist damit die Idee verbunden, daß in der Wassermasse des Sees selbst eine sehr große Kraft vorhanden

sei, die im Stande ist, die festen Dämme zu durchbrechen. Fast alle Seen sind, wenn man sie nach einem großen Maßstabe betrachtet, flache Wasserbecken, die unter einem schwachen Winkel vertieft sind, wie Fig. 31. zeigt, und man sieht daher leicht, daß der Druck des in denselben vorhandenen Wassers auf die Seiten so gering ist, daß Durchbrüche dadurch gar nicht veranlaßt werden können. Selbst wenn wir annehmen, daß die Seiten, nicht wie es in der gedachten Figur gewöhnlich und in der Natur der Fall ist, fast horizontal, sondern senkrecht wären, wie *ad* und *be* und die Wassermasse die Form *adceb* hätte, würden die Dämme, wenn das ganze Felsbecken hinlänglich fest wäre, dem Druck noch widerstehen können. Nur unter ganz außerordentlichen Umständen kann daher der Durchbruch eines Sees stattfinden. Wenn der Durchbruch des Eisdammes, der in dem Bagnesthal in der Schweiz entstand und wodurch ein Flüsschen in einen See verwandelt wurde, der plötzliche Abfluß einer Wassermasse von 530 Millionen Kubikfuß Wasser durch ein enges Gebirgsthäl in einer halben Stunde, d. h. mit einer ungefähren Geschwindigkeit von 33 Fuß in der Secunde, herbeiführte und unter diesen Umständen große Felsmassen mit fortgeführt wurden, so sehen wir doch nicht ein, wie ein solches Ereigniß, wie es geschehen ist, den Durchbruch von dem Felsdamm eines Sees erklären kann. Seen, die durch den Sturz großer Massen von Gestein von Gebirgen in Thäler und durch Aufstauen von den Flüssen in denselben, oder durch die aus einem Seitenthal in ein Hauptthal herbeigeführten Gerölle gebildet worden sind, können plötzlich entleert werden, wenn der Druck die Dämme durchbricht; allein diese Fälle sind gänzlich verschieden von einer plötzlichen Entleerung solcher Seen, wie die in Nordamerika und in den Alpen sind.

Dagegen können durch Erdbeben veranlaßte Spalten in dem unterm Damme eines Sees dessen Entwässerung in einer kurzen Zeit herbeiführen. Wenn wir die Gebirgsketten aufmerksam untersuchen, so finden wir Zeichen von mehr als einer Wirkung der emporhebenden Kräfte, wodurch sie ihre jetzige relative Höhe erlangt haben. Wir beurtheilen die geologischen Perioden, zu welchen solche Kräfte gewirkt haben, durch die Art von Felsarten, welche das gestörte Ausgehende vorher vorhandener Schichten ho-

horizontal bedecken. Da nun die Felsarten oder ihre Aequivalente in der geologischen Reihenfolge bekannt sind, so sind wir überzeugt, daß die Emporhebung nach dem Festwerden der untern und vor der Bildung der auf dem gebrochenen und emporgehobenen Ausgehenden liegenden Felsart, stattfand; auch sind wir ferner überzeugt, daß nachdem die ältern Felsarten emporgehoben worden waren, sie lange genug in diesem Zustande blieben, um den Absatz der ausliegenden Schichten zu gestatten.

Findet man aber an den Abhängen einer Gebirgskette Schichten auf den gestörten Schichtenköpfen einer andern Felsart ruhen, so zeigt dies nur, daß irgend eine Kraft die eine Schichtenreihe vor der Bildung der andern emporhob und nicht, daß die ältere schon eine Gebirgskette bildete, ehe die neue vorhanden war. Nichts ist aber gewöhnlicher, als zwei Gebirgsarten in einer verhältnißmäßig niedrigen Lage in ungleichförmiger Lagerung zu treffen. Wenn solch eine Gegend plötzlich in eine Gebirgskette emporgehoben wird und die unten liegende Materie in die Linie des Hauptlängenbruchs gebracht, oder die Ranten desselben Bruchs bloß gegen einander in die Höhe gequetscht worden wäre, so würden wir irren, wenn wir annähmen, daß solche Hebungen zu zweien statt zu einer Periode hervorgebracht worden seien, lediglich weil wir Felsarten von ungleichförmiger Lagerung an den Abhängen finden.

Es sei a Fig. 32. eine, ungleichförmig auf die vorher aufgerichteten Schichten b ruhende Schicht und das Ganze bilde den Boden eines verhältnißmäßig niedrigen Landstrichs. a b Fig. 33. seien dieselben Felsarten aufgerichtet durch das Emporsteigen der Felsart c; so haben wir Erscheinungen, die als das Resultat zweier emporhebender Kräfte an demselben Gebirgssystem angesehen werden müssen. Sie würden in diesem Fall die Folgen zweier zerreißender Kräfte sein, obwohl nur die letzten allein die Gebirgskette hervorgebracht haben. Wenn aber die aufgerichteten Schichten auf eine ähnliche Weise wie die in Fig. 3. dargestellte hervorgebracht worden sind, so würde nur eine störende und emporhebende Kraft vorhanden gewesen sein.

Wenn aber die Gebirge mehr als einer emporhebenden Bewegung unterworfen und die zerreißenden Kräfte hinlänglich stark

waren, so erfolgte die Trennung der Massen am leichtesten in den großen Thallinien, und es würden die zu irgend einer Periode gebildeten Seen ausgebrochen seyn und eine große Menge von Geröllen mit sich geführt und sie in dem Meere oder über das Festland verbreitet haben.

Wenn wir die ungeheuren Conglomeratmassen betrachten, die so gewöhnlich an den Abhängen und Rändern der Gebirgsketten vorkommen, es sei übrigens ihr Alter welches es wolle, so finden wir dieselben zusammengesetzt aus Geschieben und Bruchstücken von den Gebirgen selbst. Nach der Continuität und Länge besonderer Lager, müssen wir die Beschaffenheit der Ursachen, denen sie zuzuschreiben sind, beurtheilen können. Haben sie auf bedeutende Strecken denselben Charakter, so können wir auf eine allgemeine Kraft schließen, als wenn die Conglomeratlager unterbrochen und von geringer Mächtigkeit sind. Je entfernter sie von dem Gebirge, von dem sie ihre Materialien entlehnt haben, vorkommen, um so größer müssen wir die Kraft annehmen, die zum Transport der Geschiebe und Bruchstücke erforderlich war. Wenn Sandstein und Conglomerat wechsellagern, so folgern wir auf ungleiche und unregelmäßig wirkende, fortschaffende Kräfte. Das Volum, die Form und das spezifische Gewicht gaben uns ein Maß von den relativen fortschaffenden Kräften, wenn wir überzeugt wären, daß der Boden, über welchen das Ganze geführt wurde, vor dem Absatz ähnlich war. Große Unregelmäßigkeiten in dem Volum und der Gestalt der Gerölle mußten nothwendig in Ablagerungen an den Mündungen der Ströme gefunden werden und nach einiger Zeit, wenn Ebenen von ziemlicher Ausdehnung hervorgebracht worden waren, mußte es schwer sein, größere Geschiebe auf weitere Entfernungen fortzuschaffen. Wenn wir daher ausgedehnte Conglomeratlager in mäßiger Entfernung von den Gebirgen, von denen sie ihre Materialien entlehnt haben, finden, so dürfen wir folgern, daß irgend eine allgemeinere Kraft, als die von den Gebirgsflüssen ausgeübte, dieselben hervorgebracht habe, oder daß die von den Flüssen von dem Gebirge herabgeführten Gerölle, von irgend einer allgemeinen Kraft regelmäßiger vertheilt worden sei, als dies von den Flüssen selbst geschehen konnte.

Wenn Gerölle von zahlreichen Gebirgsflüssen dem Meere zu-

geführt werden, so werden sie von den Wogen längs der Küste gleichförmig vertheilt werden, und wir dürfen annehmen, daß wenn viel Geschiebe hinzukommen, Conglomeratlager entstehen. Durch diesen Prozeß regelmäßig geschichtete Sandsteinlager zu erhalten, scheint Schwierigkeiten zu haben, obgleich wir an Durchschnitten von Gestaden zuweilen Einlagerungen von Sand und Geschieben finden.

Wenn wir die verschiedenen Ursachen betrachten, welche die Fortschaffung der Gerölle aus den Gebirgen bewirken mögen, so scheint es etwas voreilig, a priori bestimmen zu wollen, daß nur eine Ursach wirksam gewesen sei. Wir müssen vielmehr die verschiedenen, mit den Ablagerungen, die offenbar von den benachbarten Gebirgen entlehnt worden sind, verbundenen Umstände genau untersuchen und dann erst zu den wahrscheinlichen Ursachen übergehen, diese aber nicht vorher bestimmen wollen, ehe wir noch die Wirkungen gehörig kennen.

Neuntes Capitel.

Verwerfungen von Felsarten, oder Rücken, welche Thallinen bilden, sind durchaus nicht auf Gebirge beschränkt, obwohl sie in denselben mehr beobachtet werden können; sie finden sich auch häufig in dem hügeligen Lande. Die Größe der Verwerfungen ist sehr verschieden, je nachdem die Schichten von dem Ausgangspunkte der Störungen mehr oder weniger entfernt sind, oder nach der Stärke der einwirkenden Kräfte. Zuweilen sind die Verwerfungen so großartig, daß man sie gar nicht übersehen kann; an andern Punkten sind sie dagegen sehr gering oder durch Vegetation und Dammerde bedeckt, daß es einer sorgfältigen Untersuchung bedarf, wenn man sie beobachten will. Die günstigsten Umstände der Beobachtung sind die, wenn die Gebirgsarten horizontal liegen oder nur ein geringes Fallen haben, wenn die Gegend von Flüssen durchschnitten, oder ein Rüste hat, und wenn die Gebirgsarten so genaue Kennzeichen haben, daß jede Veränderung in ihrer Lage leicht zu bestimmen ist.

In manchem Hügellande bedeckt eine neuere Felsart eine ältere und die Thäler durchschneiden beide, so daß der ungelübte Beobachter die Entblößung auch der ältern, nur der auswaschenden Kraft des Wassers zuschreibt. Das Ganze hat oft das Ansehen von ungeföhrten neuern Gebirgsschichten, die horizontal oder fast so auf ältern Schichten ruhet, welche letztere durch die nach gewissen Linien wirkenden entblößenden Kräfte ans Licht gebracht worden sind. Die Black-Down-Hügel an der Grenze der englischen Grafschaften Devon und Somerset erläutern solche trügerischen Erscheinungen sehr gut. Oberflächlich betrachtet schei-

nen sie aus horizontalen oder wenig abfallenden Schichten von Grünsand zu bestehen, die auf dem untern Dolith, Lias oder bunten Sandstein liegen und an einzelnen Punkten von Kreide bedeckt sind. Das Hervortreten der untern Schichten scheint bloß von der relativen Tiefe der verschiedenen Thäler herzurühren, welche das Wasser ausgehöhlt hat. Die Durchschnitte Fig. 34. zeigen aber, daß die Schichten, aus denen diese Hügel bestehen, nach ihrer Bildung gebrochen worden sind und daß die Thäler Verwerfungs-
linien sind. Obgleich die letztern im kleinern Maßstabe unregelmäßig sind, so haben sie doch im Allgemeinen eine nördliche Richtung.

Die Durchschnitte Fig. 34. sind nach einer Linie gemacht, die sich von Südwesten nach Nordosten ausdehnt und die mit den Thälern fast einen rechten Winkel macht. Das Widworthy-Thal scheint die letzte Verwerfung zu sein und nur durch eine sehr sorgfältige Schätzung der relativen Höhen des Grünsandes sowie durch das Abfallen der Schichten an den benachbarten Hügeln, können wir uns von dem Vorhandensein eines Rückens überzeugen. Das Uebrige bedarf keiner Erklärung mit Ausnahme des Rückens in dem Wambrookthale, wo der Grünsand an den Lias grenzt, und der letztere, in der Nähe der Verwerfungslinie, weit mehr gebogen und verdreht worden ist, als die Figur darstellen kann. Uebrigens sind an den Durchschnitten die senkrechten Höhen und die horizontalen Entfernungen nach einem Maßstabe gemacht, so daß sie einen richtigen Begriff von der Gegend geben, deren höchste Punkte sich 5 bis 600 Fuß über das Meeresniveau erheben.

Daß nicht alle Rücken Thallinien sind, weiß jeder praktische Geolog. Auf dem Durchschnitt ist dies z. B. bei dem Rücken in der Nähe von Widworthy der Fall, wo die Kreide an den Grünsand grenzt. Die Steinkohlenbergleute, denen Rücken sehr gewöhnlich vorkommen, wissen auch recht gut, daß die Thäler nicht immer in einer Linie mit ihnen laufen, und selbst solche Verwerfungen, die durch die Grubenbaue als sehr bedeutend erkannt worden sind, zeigen sich häufig nicht an der Erdoberfläche durch Senkungen derselben.

Wenn wir daher zu zeigen suchen, daß Spalten oder Verwerfungen der Schichten häufig mit den Thallinien zusammen-

halten, so beabsichtigen wir, nur die Aufmerksamkeit auf die zahlreichen Brüche zu richten, die in hügeligen Gegenden zugleich Thallinien bilden, ohne jedoch zu folgern, daß Thäler nicht auch durch das Wasser in Schichten ausgehöhlt worden sind, an denen sich keine Störung zeigt. Es möge die Bewegung des Wassers, welches die festen Materien der Erdoberfläche zu Thälern ausgehöhlt und die dabei erfolgenden Gerölle an Punkte geführt, wo sie, geologisch gesprochen, neue Felsarten gebildet hat, die Wirkung einer sich mehr oder weniger wirkenden Kraft sein, oder von irgend einer besondern Ursache herrühren, so waren die Linien der Spalten und Brüche, besonders so lange sie neu, diejenigen, in welchen das Wasser den geringsten Widerstand fand. Deshalb ist es auch ganz natürlich, daß Verwerfungslinien und Thäler häufig zusammenfallen.

Wenn wir richtige proportionale Durchschnitte von hügeligem Lande betrachten, so finden wir, daß die Senkungen und Erhöhungen sehr geringfügig sind und durchaus nicht mit unsern Begriffen von dem Relief eines solchen Landes übereinstimmen. Gewöhnlich sehen wir die Abhänge der Hügel weit steiler an als sie wirklich sind und es ist durchaus schwierig, die Unebenheiten einer hügeligen Gegend gehörig zu schätzen.

Es ist hin und wieder angenommen worden, daß Meeresströmungen und die Meeresfluth hinlänglich zur Aushöhlung von ähnlichen Thälern seien. Wenn wir aber unsere Aufmerksamkeit auf solche Punkte richten, die für die aushöhlende Kraft der Fluthen und der Strömungen am günstigsten sind, d. h. auf die Nähe der Küsten, wo ihre Geschwindigkeit am größten ist, so finden wir durchaus nichts, was uns zu solchen Folgerungen berechtigt; auch scheint die Kraft keiner Meeresströmung hinreichend zu sein, um solche Wirkungen hervorzubringen. Die Sondirungen rings um die Küsten machen uns mit keinen Linien bekannt, welche wir als Thäler ansehen könnten, sondern wir finden ausgedehnte Strecken, die wenn sie über das Meeresniveau emporgehoben sein, große Ebenen bilden würden, hin und wieder mit irgend einer geringern Erhöhung und mit etwas bedeutendern Vertiefungen, die letztern gewöhnlich in der Gestalt von Becken. In der Nordsee sind mehre solche Vertiefungen vorhanden, die den

sogenannten Erhebungsthälern gleichen. Der Boden erhebt sich nämlich zu beiden Seiten bis zu den Rändern des Thals, dessen Abhänge sehr steil und 40 bis 50 Klafter hoch sind. Wenn die britischen Inseln 100 Klafter über die Meeresfläche erhöht und daher mit dem Festlande von Europa verbunden wären, so würden sie von einem ausgedehnten flachen Lande umgeben sein, denn der Abfall von der jetzigen bis zu der neuen Küste würde so gering sein, daß er für das Auge kaum wahrnehmbar sein dürfte.

Die Karte Fig. 35. zeigt die verhältnißmäßige Größe der Oberfläche, welche durch solch eine eigentlich geringe Veränderung des Niveaus von Meer und Land trocken gelegt werden würde. Die unschattirten Theile der Karte stellen das jetzige trockene Land, die hell schattirten Theile die Oberfläche dar, welche von dem Boden des jetzigen Meeres in die Atmosphäre erhoben, und die dunklern Partien den Theil, welcher auch dann noch von dem Ocean bedeckt sein würde. Die Ausdehnung des auf diese Weise über das Meeresniveau emporgehobenen Landes kann man ungefähr schätzen, wenn man sieht, daß das kleine Quadrat Fig. 36. 1000 engl. (oder ungefähr 50 deutsche) Quadratmeilen von demselben Maßstabe umfaßt. Auf der ganzen Oberfläche, die bis jetzt sonder worden ist, finden wir keine Hügel und Thäler, die den auf dem Lande vorhandenen gleichen. Es giebt Höhen und Vertiefungen, allein sie sind im Allgemeinen unbedeutend. Ueber den hell schraffirten Theil auf dem Kärtchen hinaus, z. B. an der Westküste Norwegens, ist das Meer sehr tief und eine Hebung von 200 Klaftern würde die Oberfläche des Landes über die angegebene hinaus nicht bedeutend vergrößern.

Die ganze ange deutete Oberfläche, die bei einer Erhebung von hundert Klaftern, trockenes Land bilden würde, ist unter Umständen vorhanden, die sehr günstig für die Bildung von Thälern durch die aushöhlende Einwirkung der Fluth und der Strömungen sind, wenn dieselben solche Wirkungen hervorbringen könnten. Denn da die Tiefe unbedeutend ist, so könnten sie leicht auf den Boden einwirken, auch ist ihre Geschwindigkeit durch die Nähe von Sandbänken und Küsten vermehrt. Die Wogen werden dagegen die gestörten Materien auszugleichen suchen, besonders in mäßigen Tiefen und würden daher eine entgegenwirkende Kraft

von der auswaschenden Wirkung der Fluth und der Strömungen bilden. Dieß allein zeigt schon, daß die Umstände der Thalbildung, durch solche Mittel ungünstig sind. In tiefem Wasser ist die Wirkung auf den Boden noch geringer, und es dürfte daher schwierig sein zu folgern, daß auf dem Meeresboden, sei es bei leichtem, oder tiefem Wasserstande, Thäler hervorgebracht werden können, die denen in hügeligem Lande gleichen.

Sondirungen an den Küsten zeigen uns, daß die Thäler auf dem Lande nur selten auch unter dem Meere fortsetzen, wenn es nicht da ist, wo Gebirge plötzlich in dasselbe abfallen. Im Allgemeinen haben die Thäler an der Meeresküste plötzlich ein Ende, wie es der Fall ist, wenn Küsten abgeschnitten sind; denn die Bogen, Strömungen, die Ebbe und Fluth, haben die Tendenz, die Unebenheiten auszugleichen und eine schwach abfallende Ebene zu bilden. Da wo sich die Küste nach und nach dem Meere zu verflacht und wo die Thäler in das Meer fortsetzen, werden dieselben hier nicht wahrzunehmen sein, weil sie im Verlauf der Zeiten ausgefüllt sein werden.

Die Insel Corsika kann zur Erläuterung sowohl der untermeerischen Thäler als auch des flachen Bodens in der Nähe der Küste dienen und ist dies Beispiel um so auffallender, da die große vertheilende Kraft der Ebbe und Fluth fehlt. An der Westküste fällt das Land plötzlich in das Meer, die Thäler setzen unter demselben fort und bilden zahlreiche Buchten, in denen der Meerespiegel den geneigten Thalboden trifft. Sondirungen scheinen zu zeigen, daß die Gerölle, welche in diesen Thälern abwärts geführt werden, oder die von der Küste selbst durch die Wirkung der Bogen entlehnt worden sind, sich unten anhäufen und daß die untermeerischen Thäler auf diese Weise von den herbeigeführten Materien ausgefüllt werden. Läge Corsika in einem Meere, in welchem Ebbe und Fluth stattfindet und in welchem Strömungen die Inseln umgeben, so würde die Ausfüllung der untermeerischen Thäler schon weiter gediehen und die erfolgten Schichten würden mehr horizontal sein. An der Ostküste derselben Insel findet eine stufenweise Verflachung statt und der Meeresboden ist mehr eine Ebene, während die Küstenlinie selbst nicht solche unregelmäßigen Umrisse zeigt, wie an der Westseite. Es werden vielmehr Gerölle und Sand

an diese Küste durch die Wirkung der Wellen angetrieben, die eine Linie von Dünen bilden, hinter denen Seen entstehen. An dieser Seite sind keine untermeerischen Thäler vorhanden. Man wird leicht einsehen, daß diese nur Fortsetzungen von denen des benachbarten Landes und nicht von dem Meere hervorgebracht worden sind; denn dieses hat überall das Bestreben, Unebenheiten auszufüllen. Eben so ist es einleuchtend, daß die Gewässer in den Thälern auf der Westseite der Insel, beim Eintritt in das Meer ihre Geschwindigkeit und folglich auch ihre fortschaffende Kraft verlieren, so daß sie durchaus keine aushöhlenden Wirkungen hervorzubringen im Stande sind, sondern im Gegentheil die untermeerischen Thäler auszufüllen suchen.

Die an den steilen Küsten eines Meeres ohne Ebbe und Fluth, wie das Mittelmeer, vorhandenen untermeerischen Thäler können daher nicht in dem Meere selbst, sondern sie müssen durch dieselben Ursachen wie ihre über dem Meere liegenden Fortsetzungen gebildet und dann unter das Meeresniveau hinabgesunken sein. Wenn nun untermeerische Thäler an der Küste eines Meeres mit Ebbe und Fluth auf der einen Seite eine günstigere Lage zur Aushöhlung haben, als die in einem Meere ohne jene Bewegungen vorhandenen, so können sie doch auf der andern Seite in jenen eher ausgefüllt werden, weil die fortschaffende Kraft der Fluth und der Strömungen bedeutend ist.

Wenn Ebbe und Fluth und Meeresströmungen hinreichende aushöhlende Kraft und folglich hinreichende Geschwindigkeit haben, um Thäler hervorzubringen, so wie wir sie in dem Hügellande wahrnehmen, so sehen wir nicht ein, wie die Fische, welche rings um die meisten Küsten gefunden werden, existiren würden. Das Wasser müßte Gerölle und Sand mechanisch aufgelöst enthalten, zwischen denen sie nicht zu leben im Stande wären. Ihre jetzigen Gewohnheiten sind daher weit verschieden von denen, wenn sie unter den obigen Umständen leben sollten. Eben so können wir nicht begreifen, wie unter solchen Umständen Mollusken zu leben im Stande waren; denn die Geschwindigkeit, die zur Fortschaffung harter und fester Felsarten erforderlich ist, konnte das Bleiben von Schlamm, Sand und Grus den Aufenthalt mancher von diesen Creaturen nicht gestatten; sie konnten nur an wenigen günstig ge-

legenden Orten existiren. Die Bildung von solchen Thälern, wie wir sie im Hügellande finden, durch die aushöhlende Kraft der jetzigen Strömungen oder der Ebbe und Fluth, ist daher allen beobachteten Thatsachen entgegen und wir sehen gar nicht ein, wie eine solche Hypothese aufgestellt werden konnte.

Wollen wir daher die Entstehung der Thäler in hügeligem Lande erklären, so müssen wir dazu entweder die lang fortgesetzte aushöhlende Wirkung der Ströme, Flüsse und Bäche, oder die heftige Wirkung großer, sich mit Schnelligkeit bewegendender Wassermassen in Anspruch nehmen. Wenn wir die Thalsysteme im hügeligen Lande, in denen hin und wieder mehr verschiedene Gebirgsarten vorkommen, aufmerksam beobachten, so finden wir, wenn wir den Gegenstand im Allgemeinen ins Auge fassen, daß die harten Felsarten so gut als diejenigen abgerundet sind, welche wir als leichter zerseht ansehen dürfen. Wir sind daher zu der Annahme genöthigt, daß auf die Felsarten irgend eine zersezende Kraft gewirkt, die sie alle gleich geeignet zur Fortschaffung durch fließendes Wasser gemacht habe. So weit unsere Kenntnisse reichen, sind die unter dem Meere liegenden Felsarten nicht in dem Maße der Zersekung unterworfen, als die der Einwirkung der Atmosphäre ausgesetzten.

Es giebt wenige meteorischen Einflüssen unterworfenene Felsarten, die nicht auf größere oder geringere Tiefen Zersekungen erlitten haben. Bei einigen geht dies so weit, daß es schwer hält, frische Stücke zu gewerblichen Zwecken anders als in bedeutender Tiefe zu erlangen, da die von der Oberfläche bröcklig sind. Beim Straßenbau, wenn Hügel oder Berge durchschnitten werden, hat man vortreffliche Gelegenheiten, diese Zersekung zu studiren, die häufig sehr unregelmäßig ist, wie in dem Durchschnitt Fig. 37. eines Thonschieferberges in Devonshire dargestellt worden. Die dunkler schraffirten Theile a a sind von dem stärker oxydirten Eisen ganz röthlichbraun gefärbt, wogegen der untere, leichter schraffirte Theil b b seine ursprüngliche graue Farbe behalten hat.

Wenn wir die Art und Weise, wie Ströme und Flüsse auf die Oberfläche einer Gebirgsgegend einwirken, genau betrachten, so finden wir, daß während viel Materien von denselben fortgeschafft, die erfolgende Oberfläche doch nicht abgerundet wird, obgleich

kleine, oft sehr zerstörende Bäche mehr oder minder tief einschneiden können und daher durch ihre zahlreiche und vereinigte Wirkung eine glattere allgemeine Oberfläche hervorzubringen im Stande sind, als es die auswuschende Wirkung der Ströme und Flüsse allein vermag. Man wird sehen, daß diese Linien von fließendem Wasser, mit welchem Namen sie auch immer bezeichnet werden mögen, das Bestreben haben, senkrecht einzuschneiden und an jeder Seite steile oder senkrechte Mauern zu hinterlassen. Wenn *b b* Fig. 38. die zusammenhängende Oberfläche des Landes darstellt, so würde die Wirkung eines in die Gebirgsart einschneidenden Flusses eine Schlucht mit steilen Wänden hervorgebracht haben. Da diese Wirkungen der wellenförmigen Oberfläche eines hügeligen Landes nicht gleichen und da der Fluß, wenn das Niveau es begünstigt, immer mehr senkrecht einzuschneiden suchen würde, so haben wir zuvörderst zu untersuchen, in wiefern die zerstörende Wirkung der Atmosphäre die Hervorbringung der erforderlichen Formen unterstützt. Ohne Zweifel haben die Ränder *dd* des Thales das Bestreben, loszubröckeln und in die Schlucht *a* zu fallen, von wo aus die Bruchstücke von dem Fluß mehr oder weniger weggeführt werden würden, welches von seiner Geschwindigkeit abhängt. In beiden Fällen würden aber im Verlauf der Zeit durch die vereinigte Wirkung der Schwere und der Atmosphärischen Abdachungen zu beiden Seiten entstehen, wie *c b*, *c b* Fig. 37., da der Fluß, der seine Kraft auf das Fortschaffen der hineingefallenen Bruchstücke verwenden muß, nicht weiter senkrecht einschneiden kann. Nimmt man an, daß der auf diese Weise erlangte Abfall so eben ist, daß, wenn er eine vegetabilische Decke hat, sich keine anscheinenden Unebenheiten mehr zeigen, so hat man nun zunächst zu untersuchen, wie weit dieses Verflachen der Abhänge geführt werden kann, damit die Formen entstehen, wie wir sie gewöhnlich im hügeligen Lande wahrnehmen. Hatte der Böschungswinkel 45° erreicht, so mußten die Bruchstücke von selbst liegen bleiben und konnten nur durch die Wirkung des Wassers weiter fortgeschafft werden. Es mußten durch das Einschneiden des von den Abhängen herabfließenden Wassers Furchen und andere Unebenheiten entstehen, um so mehr, wenn jene nicht mit Vegetation bedeckt waren, die jedoch im Verlauf der Zeit und durch

dies wiederholte Niederströmen von Bächen u. wieder ausgeglichen wurden.

Schwierig ist es aber einzusehen, wie die Abhänge der Hügel durch eine Wiederholung solcher Ursachen so flach geworden sind, wie sie sich uns jetzt darstellen. An den Abhängen liegt im Allgemeinen eine geringe Gerölldecke über dem anstehenden Gestein, am Boden ist sie aber mächtiger. Allein diese Gerölldecke erhält gar keinen Zuwachs durch die jetzige Einwirkung atmosphärischer Ursachen, die nach dieser Hypothese nur eine Wiederholung von denen sein könnten, denen das Thal selbst seine Entstehung verdankt, so daß die Flüsse und Bäche auf dem Boden Kanäle mit steilen Wänden in die Gerölle eingeschnitten haben. Wir scheinen daher zu der Folgerung zu gelangen, daß, obgleich die Thäler im Verlauf der Jahrhunderte durch die Einwirkung der fließenden Gewässer auf den Linien von Spalten oder Senkungen entstanden sein mögen, wird dadurch doch nicht die sich sanft verflächenden Abhänge erhalten, wie wir sie in hügeligen Gegenden gewöhnlich finden.

Wir dürfen hier nicht die Thatsache vernachlässigen, daß die Windungen der Flüsse in den Thälern und ihre häufige Veränderung des Laufs, gleich machende Ursachen veranlassen würde. Je flacher die Oberfläche, um so unregelmäßiger sind die Windungen der Flüsse, bei übrigens gleichen Umständen. Man könnte daher auch sagen, daß die Schlangenwindungen geringer werden würden, je tiefer der Fluß in das Thal schneidet; so daß die Annahme, daß die Flüsse bei ihrem ersten Einwirken auf das Thal, größer gewesen seien als sie jetzt sind, unnöthig ist. Denn sonst müßten wir nicht allein sehr große Wassermassen zur Auswaschung der Thäler, sondern auch Regengüsse voraussetzen, gegen welche die tropischen geringfügig sind. Die Windungen der Flüsse mögen einen Einfluß gehabt haben, der wenn auch nicht von der supponirten Ausdehnung, doch zur Erklärung gewisser Erscheinungen in breiten flachen Thälern größtentheils hinreichend war.

Wir dürfen aber nur irgend eine Hügelgegend durchwandern, um uns zu überzeugen, daß die in denselben vorhandenen Gewässer selbst bei Fluthen nicht hinlänglich groß und schnell sind, um tief in das Land zu schneiden und Schluchten hervorzubringen.

deren Wände sich dann nach und nach verflächen. In manchen Thälern finden sich nur ganz kleine Bäche, die selbst in Fluthzeiten unbedeutend sind; in andern werden diese Gewässer von dem porösen Boden oder von den Schichtungsklüften der steil stehenden Gebirgsmassen eingesogen.

Wenn man von einem hohen Standpunkt aus eine solche Gegend überblickt, oder ein Relief, oder selbst einen guten Plan derselben übersieht, so muß man einsehen, daß die Unebenheiten die Wirkungen verschiedener Ursachen sind. Die atmosphärischen Wässer finden ihren Weg durch sehr viele Kanäle zu den Hauptflüssen, indem sie sich zu verschiedenen kleinen Systemen von Flüsschen vereinigen, ehe sie dies Ende erreichen. Hin und wieder zeigen kleine Niederungen, daß das Wasser hinter Dämmen in denselben aufgehalten ist, und daß die auf diese Weise entstandenen Seen die Geschwindigkeit des fließenden Wassers unterbrochen, so daß sich Gerölle in dem Becken absetzten und es ausfüllten ¹⁰⁾.

Wenn wir nun bedenken, daß aller Wahrscheinlichkeit nach das betrachtete Land in verschiedenen Richtungen von Spalten durchschnitten ist, von denen einige vor den übrigen herrschend sind, so müssen wir fragen, ob alle diese Verwerfungen der Schichten nicht eine Bewegung in den Gewässern des Meeres hervorbringen mußten, wenn die Felsarten unter demselben aufgebrochen wurden. Wenn neuere Erdbeben heftig sind, so werden heftige Wogen an das Land getrieben, wo sie oft Alles überschwemmen. Wir dürfen daher ferner annehmen, daß größere Kraftäußerungen auch größere Wogen hervorbringen mußten, während die in den Gewässern über den Verwerfungen verursachte Bewegung die entstandenen Bruchstücke fortzuschaffen streben würde. Ohne allen Zweifel mußten die Wogen sehr stark da wirken, wo sie einbrachen und die gebrochenen Theile der Rücken und Spalten auszuwaschen streben; allein wir können auf diese Weise, oder durch die Wirkung heftig bewegten Wassers über den Verwerfungslinien solche Thäler erhalten, wie wir sie in hügeligen Gegenden wahr-

¹⁰⁾ In solch einer Gegend ist die Entwässerung im Allgemeinen vollkommen; man findet sie gewöhnlich in oder an den Rändern der Gebirgsketten, oder in ausgebehten Ebenen, so daß eine sehr lange Zeit endlich eine von den Ursachen ist, welche die Wirkungen hervorgebracht hat, die wir in diesem Falle vor uns sehen.

nehmen. Wenn wir aber große Wassermassen zu Hülfe nehmen, die sich mit großer Geschwindigkeit über auf verschiedene Weise aufgebrochene und aufgerichtete Felsarten bewegen, so scheinen wir eine Kraft zu erhalten, die im Stande ist, den allgemeinen abgerundeten Charakter des hügeligen Landes hervorzu- bringen. Je plötzlich die Wasserfluth ist und je größer das Vo- lum des Wassers, um so bedeutender mußte sie auch hervorstehende Punkte wegnehmen und abrunden.

Nehmen wir an, daß sich solch eine Wassermasse über Land bewege, welches schon früher mit Thälern durchfurcht ist und welches lange den zerstörenden Einwirkungen der Atmosphäre aus- gesetzt gewesen ist, so scheinen wir auch Wirkungen zu erhalten, die mehr mit den beobachteten Thatfachen übereinstimmen, als wenn sie unter andern Umständen das Land überströmte. Es ist weiter oben bemerkt worden, daß sanft abgerundete Hügel und Thäler so gut unter härtern als weichern Felsarten angetroffen werden. Nun scheint es Schwierigkeiten zu haben, ähnliche Thä- ler in Felsarten zu erhalten, die fließendem Wasser einen so ver- schiedenartigen Widerstand leisten. Nehmen wir dazu aber die Zersetzung und Zerstörung der Felsarten durch meteorische Ein- flüsse, so scheinen die Schwierigkeiten in einem hohen Grade zu schwinden; denn manche Felsarten, wie gewisse Granite, Trappge- steine und Kalksteine, die im frischen Zustande den Wirkungen des fließenden Wassers sehr widerstehen, geben im zersetzten Zu- stande sehr leicht nach und können dann am leichtesten durch große fließende Massen weggeführt werden.

Die Schichten im Hügellande sind oft gebrochen, und von ihrem Platz entfernt, obwohl nicht so bedeutend wie in Gebirgs- ketten. Die scharfkantigen Umrisse einer solchen sind aber auch sehr verschieden von der wellenförmigen einer hügeligen Gegend, so daß wir irgend eine Ursach annehmen müssen, die an der einen, aber nicht an der andern eingewirkt, oder die wenigstens verschie- dene abrundende Wirkungen gehabt hat. Es könnte scheinen als nehme man, wenn man von großen Wassermassen redet, die sich über das Land gestürzt haben, seine Zuflucht zu übernatürlichen kräf- ten, zu fürchterlichen, schwer zu begreifenden Katastrophen. Wenn wir übrigens die Ursachen betrachten, welche große Fluthen veran-

lassen, so werden wir einsehen, daß solche Wirkungen nicht sehr schwer zu begreifen sind.

Erdbeben, die wegen der großen Ausdehnung, auf welcher die Oberfläche von denselben auf einmal erschüttert wird, nur eine Modification oder geringere Wirkung derselben Kraft zu sein scheinen, welche Gebirgsarten in Bruchstücke aufgebrochen hat, verursachen, durch die den Gewässern des Meeres mitgetheilte Bewegung mehr oder minder hohe Ueberschwemmungen des Landes durch Wellen. Das Schwancken des Meeres bei dem großen Lissabonner Erdbeben im Jahre 1755 warf eine 60 Fuß hohe Welle auf die Küste bei Cadix und eine von 18 Fuß Höhe auf die Insel Madera. Dieses Erdbeben erschütterte einen großen Theil von der nördlichen Hemisphäre, obgleich keine bedeutenden verwerfenden Wirkungen wahrgenommen wurden, wenigstens nichts, was der Entstehung einer Linie von emporgehobenem Lande ähnlich ist. Wir können uns daher einen Begriff von den Wirkungen machen, die hervorgebracht werden würden, wenn eine 100 engl. Meilen lange Gebirgskette 2 bis 3000 Fuß plötzlich über die Gewässer des Meeres emporgehoben würde. Die in der darüber befindlichen Flüssigkeit veranlaßten Schwankungen würden verhältnißmäßig groß sein und die sich über Untiefen und flaches Land ergießenden Wellen verhältnißmäßig bedeutend. Wenn diejenigen, welche solch eine Emporhebung von Gebirgen als eine große, schwierig zu begreifende Kraftäußerung ansehen, einen Globus von einem Fuß Durchmesser zur Hand nehmen und dann die verhältnißmäßige Länge des Bruchs und die relative Emporhebung, die zur Hervorbringung dieses und ähnlicher größerer Wirkungen erforderlich sind, schätzen, so werden sie wahrscheinlich aufhören, dieselben als wunderbar anzusehen. Wir mögen nun entweder annehmen, daß die Gebirgsketten durch das Zusammendrängen der Seiten der Spalten, oder durch das Eindringen feuriger Materien hervorgebracht sein, so würde solch eine Erhebung wie die oben erwähnte, im Verhältniß zu der Masse oder Oberfläche der Erde, unbedeutend sein.

Zehntes Capitel.

Rücken, wie die Verwerfungsklüfte der Schichten gewöhnlich genannt werden, sind bloße Spalten, deren Seiten mehr oder weniger bewegt worden sind, und haben nothwendig ein sehr verschiedenes Ansehen. Die Mauern oder Seiten eines Rückens stehen einander oft so nahe, daß es schwer fällt, einen kleinen Keil in die Spalte zu bringen, während sie an andern breit und mit Geröllen, im Allgemeinen Bruchstücke des Gebirgssteins zu beiden Seiten, ausgefüllt ist. Besteht dies aus mehreren Lagern, so enthält die Kluft abgebrochene Theile derselben. Wir können keinen vollkommen glatten Bruch von Felsarten begreifen, wir müssen im Gegentheil annehmen, daß er uneben sei; und wenn daher die Seiten eines Rückens im Allgemeinen glatt sind, so müssen wir folgern, daß die Reibung der Wände gegen einander solche Erscheinungen veranlaßt habe. Wenn wir nun die Wände solcher Klüfte aufmerksam untersuchen, so finden wir eine Politur und Streifen, die auf Druck und Bewegung hinweisen, dasselbe, was wir erwarten dürfen, wenn sie mit großer Gewalt gegen einander gerieben hätten. Man beobachtet diese Erscheinungen oft an Erzgängen und nennt sie Spiegel. Uebrigens scheint nur ein geringer wesentlicher Unterschied zwischen den Spiegeln, welche entweder glatte metallische Ueberzüge oder die polirten Oberflächen einer Metallmasse sind, und den polirten Wänden eine Verwerfungskluft stattzufinden. Gestreifte Theile haben beide und es ist nicht selten der Fall, daß in gewissen Erzgängen und in gewöhnlichen Rücken Gesteinbruchstücke zwischen die Wände des Ganges oder der Kluft geklemmt sind, die dort gequetscht und polirt worden zu sein scheinen.

Aus dem ungleichen Bruch der Gebirgsarten, welche einen Rücken hervorbringen, muß nothwendig hervorgehen, daß die Bewegung der Wände einige Theile in Berührung bringt, während zwischen andern ein Raum bleib. Es sei Fig. 39. der horizontale Durchschnitt eines Rückens, dessen Wand a nach der linken Seite bewegt, während b unbeweglich geblieben ist. Man findet Theile, die sich berühren, während andere von einander entfernt sind. Solche Erscheinungen sind gewöhnlich und die Analogie zwischen denselben und den Erzgängen ist sehr interessant. Das mächtiger und schmaler werden solcher Gänge läßt sich auch leicht erklären, wenn man ein Stück Papier durch eine wellenförmige Linie zerschneidet, es auf ein Stück Goldpapier legt und einen Theil des zerschnittenen an dem andern hinschiebt, so daß die Wellenlinien nicht zusammenfallen. Man wird alsdann das Goldpapier in den Zwischenräumen wahrnehmen, welches einem Erzgange gleicht, der mit ungleicher Mächtigkeit zwischen dem obern Papier durchläuft. Es wird einleuchten, daß eine sehr mäßige, entweder Seiten- oder senkrechte oder aus beiden verbundene Bewegung solche Erscheinungen wie die hervorbringen muß, welche man gewöhnlich an den Erzgängen und an solchen Rücken wahrnimmt, welche durch Grubenarbeiten deutlicher gemacht sind, als es bei natürlichen Durchschnitten der Fall sein kann.

Wenn wir die unebene Beschaffenheit der Wände von den Rücken zu erklären suchen, so müssen wir nicht annehmen, daß wenn sie in ihre ursprüngliche Lage zurückgebracht würden, sie genau auf einander passen würden. Je bedeutender die durch den Seitendruck oder die Größe der horizontalen und vertikalen Bewegung hervorgebrachte Reibung ist, je mehr können die vorspringenden Theile beider Seiten abgerieben worden sein, so daß wir größere Unregelmäßigkeiten an den Mauern eines Rückens und folglich auch in der zwischen denselben befindlichen Materie erwarten müssen, wenn die verwerfende Bewegung gering oder mäßig gewesen ist.

Gewöhnlich werden die Linien der Verwerfungsflüsse als gerade oder fast gerade beschrieben, und wirklich behalten einige von ihnen auf ganz bedeutende Strecken einen geraden Lauf bei; häufiger aber erstrecken sie sich in einer wellenförmig oder unregelmä-

sig gebrochenen Linie, genau so wie es der Fall bei Brüchen ist. Obgleich manche eine merkwürdig allgemeine Erstreckung haben und oft einander parallel laufen, wenn man sie im Allgemeinen betrachtet, so ist sie doch im Speciellen sehr unregelmäßig. Wir können dies durch Fig. 40. erläutern, welche einen Rücken nördlich von Weymouth in England darstellt, welcher sehr sorgfältig fast 3 deutsche Meile lang verfolgt ist. Im Allgemeinen erstreckt sich der Rücken von Osten nach Westen, allein geringere Theile haben eine sehr abweichende Richtung. Aehnliches läßt sich in Gebirgsketten beobachten, nur mit dem Unterschiede, daß bei den Linien großer Störungen die Länge der kleinern unregelmäßigen Theile oft beträchtlich sein wird, obgleich noch kurz im Verhältniß zu der Länge der ganzen Kette. Statt daß wir daher die Unregelmäßigkeiten des Streichens bei den Gebirgsarten einer Kette als Beweise ansehen, daß keine allgemeine Linie gleichzeitiger Emporhebung vorherrscht, müssen wir das allgemeine Verhalten des Ganzen betrachten, gerade wie es bei dem eines Rückens der Fall ist, indem wir sorgfältig und ohne Vorurtheil für vorgefaßte Meinungen untersuchen, wie viel Verwerfungen in einem Zeitraume erfolgt sein mögen und wie viel in andern.

Rücken theilen sich zuweilen in zwei oder mehrere Linien, so wie wir es bei Brüchen erwarten dürfen, und dann nähern sich die Verwerfungslinien gewöhnlich ihrem Ende. Die Seiten eines Rückens zeigen oft Biegungen, welches den Beweis liefert, daß die Gebirgsarten bis zu einer gewissen Ausdehnung weich waren und daß ein Druck stattfand. Da diese Biegungen nicht immer parallel mit den Verwerfungslinien sind, obwohl das in die Höhe Biegen der Schichten nothwendig am häufigsten in solchen Linien stattfinden muß (wegen der Art und Weise, in welcher der Druck einwirkte), so sind die verschiedenen Biegungen zuweilen durch die allgemeine horizontale Richtung auf solche Weise abgeschnitten worden, daß sie krumme Linien darthun, welche diejenigen größern Krümmungen und kreisförmigen Lagerungsverhältnisse der Schichten erläutern, die als Circus oder kreisförmige Erhebungsthäler beschrieben worden sind. Ein solcher Circus oder solches Amphitheater, in welchem eine Reihe von emporgehobenem Lande, bestehend aus irgend einer Felsart, eine Senkung umgiebt, zuwei-

len mit einer Erhöhung in der Mitte, findet sich zuweilen sehr deutlich an dem Ende eines kleinen Rückens, in fast horizontalen Felsarten, die aus ungleich verhärteten Schichten bestehen, wie z. B. aus Lias und die durch die Meeresfluth oder eine andere Ursache entblößt sind.

Fig. 41. giebt einen Begriff von einer jener kleinen Rücken, a, welche in einer Erhöhung b endigen, die von der Biegung rings um das Ende der Spalte oder Verwerfung herrührt. Wenn nun diese Kümung horizontal entblößt ist, so giebt sie die kreisförmige Linie ccc, nach demselben Princip, nach welchem ein warzenförmiges Stück Malonchit, Tropfstein u., wenn es nach gewissen Ebenen zerschnitten, eine Reihe von concentrischen Kreisen. Wenn nun zwischen dem äußern Theile ccc, und der mittlern Erhöhung b eine weiche Felsart vorhanden ist, wie z. B. Mergel oder Schieferthon zwischen zwei Liaskalksteinschichten, und es wirken auf das Ganze sich bewegende Gewässer ein, so erhalten wir in der Mitte eine Erhebung, eine Art von kreisförmigem Thal, welches außerhalb durch ein Escarpement von harten Gesteinen umgeben ist. Es wird den Geologen auffallend erscheinen, welche jene Circusse oder kreisförmigen Erhebungsthäler nach dem großen Maßstabe der Natur beobachtet haben, daß die Miniaturdarstellung derselben, die sich am Ende eines geringen Rückens zeigt, ganz dieselbe ist. Der Ausgang bildet gewöhnlich eine Schlucht, da wo die Windung oder Biegung einen Bruch erhält. Ein Durchschnitt durch solche kreisförmige Struktur der Lager entweder nach dem großen oder kleinen Maßstabe, ist nur in der Größe verschieden, da die allgemeine Beschaffenheit dieselbe ist. Wenn wir berücksichtigen, wie gänzlich zufällig die Form einer jeden besondern Biegung sein mag, so dürfen wir nicht über die verschiedenen Formen der Erhebungsthäler erstaunt sein, da dies bloße Biegungen oder Brüche sind, abgeschnitten durch die allgemeine horizontale Ebene des trockenen Landes und den verschiedenen entblößenden Veränderungen ausgesetzt, welchen dieser Punkt der Erde nach Entstehung der Brüche oder Biegungen ausgesetzt gewesen.

Diese Amphitheater oder kreisförmigen Erhebungsthäler bedürfen bloß des Ausbruchs vulkanischer Materien durch dieselben,

um die vielbestrittenen Erhebungskrater zu werden. Wenn nach dem in Fig. 41. dargestellten Princip vulkanische Felsarten, wie mächtige horizontale Anhäufungen von Basalt, Trachyt, vulkanische Conglomeraten oder andern Substanzen der Art kreisförmig emporgehoben werden, so haben wir einen Erhebungskrater. Es braucht nur ein Vulkan durch den Centraltheil des Kreises zu brechen, um alles zu erhalten, was zu v. Buch's Theorie von den Erhebungskratern erforderlich ist. Da es sehr schwierig erscheint, eine horizontale Felsmasse emporzuheben, besonders wenn die hebende Kraft auf einen Punkt stärker gewirkt hat als auf andere, ohne daß Punkte von bedeutenderer Höhe entstehen als die umgebenden, oder daß solche Punkte in kraterförmige Vertiefungen gebrochen werden, so muß es überraschen, daß die Erhebungskrater bezweifelt worden sind. Wenn wir kieseligen Sandstein nach jeder möglichen Richtung gebogen und gewunden sehen, so folgern wir, daß die denselben bildenden Theilchen die Kraft gehabt haben, sich an einander zu bewegen, so daß ein verhältnißmäßig weicher und nachgiebiger Zustand hervorgebracht worden ist. Ohne einen solchen konnten die Windungen nicht bewirkt werden. Wir sind daher nicht erstaunt, geringere und größere Krümmungen in Sandstein, Schiefer, Kalkstein und andern geschichteten Felsarten zu finden, die, wenn sie in einer horizontalen Ebene entblößt sind, große gekrümmte oder kreisförmige Schichtenlinien bilden. Warum es nun als außerordentlich angesehen werden soll, daß große plattenförmige Massen von Basalt, Trachyt oder von ähnlichen Felsarten nachgeben, oder weich werden, da sie doch mehr dazu geeignet sind als der Sandstein, scheint nicht recht klar.

Wenn eine emporhebende Kraft gegen eine plattenförmige Masse entweder von einer gewöhnlichen versteinierungsführenden Felsart, oder von Basalt und Trachyt wirkt und entweder ein Theil von der Masse geringern Widerstand leistet als der andere, oder die Kraft wirkt an einem Punkte stärker als an dem andern, so muß das Resultat ein Hervortreten oder ein kreisförmiger Bruch sein. Dies kann kaum als außerordentlich angesehen werden, sondern es würde auffallen, es nicht so zu finden. Unter den Windungen und Brüchen in Gebirgsketten und in gestörten

Gegenden im Allgemeinen finden sich häufig Schichten unter solchen Umständen, daß wenn vulkanische Materien die Centraltheile derselben durchbrächen, sie sofort Erhebungsfrater genannt werden würden. Das schönste Beispiel von Schichten mit solcher Structur, welches bis jetzt auf den britischen Inseln gefunden worden, ist das kürzlich von Herrn Murchison in dem Grauwackengebirge von Herefordshire gefundene.

Zuweilen ist die durch den Druck emporgehobene Seite eines Rückens nicht die, welche man als gehoben erwartet. Der folgende vergrößerte Durchschnitt Fig. 42. des Wambrook-Rückens (Fig. 34.) giebt ein Beispiel dieser Art, obgleich man an der Meeresküste bessere findet, die sich auf einen Blick übersehen lassen. Mittelfst des Rückens *f* in dem Wambrook-Thale *a* ist der Lias *e* an der westlichen Seite in Berührung mit dem Grünsande *c* an der Ostseite, der von Kreide bedeckt ist und einst im Zusammenhange mit dem westwärts liegenden Grünsande *d* stand, in Berührung gebracht. Wenn nun eine bloße verwerfende Kraft das Sinken der östlichen oder die Hebung der westlichen Masse veranlaßte, so mußten die Enden der Liasschichten niedergedrückt statt empor gerichtet werden, wie es der Fall ist, wenn man die nöthige Reibung berücksichtigt. Es hat nun entweder ein großer Seitendruck stattgefunden, der die Enden der Liasschichten in die Höhe trieb, oder die westliche Masse wurde, wenn der Bruch bewirkt worden war, auf solche Weise in die Höhe gehoben, daß sie sich an der östlichen Seite der Verwerfung oder des Rückens senken mußte. Wir sind jedoch nicht im Stande zu sehen, ob der Grünsand Zeichen von außerordentlichem Druck an sich trägt; von Windungen zeigt er am Boden des Thales nichts. Wir können daher hier nicht, wie an manchen andern Punkten, wo zu beiden Seiten des Rückens gleich weiche Felsarten vorkommen und von denen die eine auf die dargestellte Weise emporgehoben worden ist, folgern, daß eine relative Erhebung der einen, größer als die jetzt zu beobachtende, einst stattfand und daß entweder wegen des stufenweisen Sinkens der Seite seit der Zeit, oder wegen eines plötzlichen und heftigen zur Zeit des Bruches, die Reibung so groß war, daß die Enden der relativ gehobenen Felsarten in die Höhe getrieben werden konnten.

Der Inhalt der gewöhnlichen Rücken wirft viel Licht auf die Erzgänge. Manche Gänge, die nicht zu den Erzgängen gerechnet werden dürfen, enthalten sehr viel Schwefelkies, der auch häufig auf Rücken vorkommt, besonders wenn sie Thon, Mergel und Schiefer durchsetzen. Es ist oben bemerkt worden, daß die Rücken oft so schmal sind, daß sich ihre Wände berühren, während andere sehr weit und auf mannichfache Weise ausgefüllt worden sind. Eßige Bruchstücke von verschiedener Größe, von denen einige ohne allen Zweifel zur Zeit der Verwerfung abgebrochen worden, sind häufig; allein es sind auch offenbar hohl Räume, sowohl zwischen den Bruchstücken, als auch zwischen den Wänden des Rückens selbst vorhanden gewesen, die nach und nach mit Substanzen, hauptsächlich von solchen, die aufgelöst waren, ausgefüllt worden sind, die aber in gewissen Fällen den hohlen Raum nicht gänzlich ausgefüllt, sondern Räume, sogenannte Drusen zurückgelassen haben, deren Wände mit Krystallen verschiedener Art ausgefüllt sind. Die Infiltration hat oft auf dieselbe Weise stattgefunden, wie die Höhlungen in gewissen Felsarten ausgefüllt worden sind, die Veranlassung zur Bildung von Agat geben.

Es muß im Allgemeinen bemerkt werden, daß die gedachten hohlen Räume mit Substanzen überzogen oder ausgefüllt sind, wie sie in den Felsarten zu beiden Seiten den Rücken vorherrschen. Ist diese Kalkstein, so besteht die Ausfüllung aus Kalkspath; ist das Gebirgsgestein kieselig, wie z. B. Grauwacke, so bildet Quarz die Ausfüllung; ist es thonig-kalkig, wie der Lias, in welchem Schwefelkies gewöhnlich ist, so sind Kalkspath, Schwefelkies und Gypsspath die hauptsächlichsten Ausfüllungs-Substanzen; letzterer findet sich sehr häufig im bunten Sandstein¹¹⁾. Offenbar findet eine Verbindung zwischen der gewöhnlichen Ausfüllung der Rücken und den Gebirgsgesteinen statt, welche sie durchsetzen, wie auch zu erwarten ist, weil sie leicht Wasser von diesen aufnehmen und folglich auch jede darin aufgelöste Materie.

¹¹⁾ Die diagonalen Feuersteinlinien, welche in Fig. 15. die Kreide durchsetzen und die sehr schmalen Spalten gleichen, welche durch Infiltration mit Kiesel ausgefüllt sind, scheinen auch ein Beispiel von der Ausscheidung der Materie aus der Felsart zu geben, ähnlich der oben aufgeführten.

In einigen Fällen ist die Spalte offenbar längere Zeit offen gewesen, und die stufenweise Ausfüllung ist von den Wänden her erfolgt. Die einleuchtendsten Beispiele dieser Art geben mächtige Kalksteinmassen, wie z. B. der Kohlenkalkstein in England und Wales. Fig. 43. stellt einen Theil von einer solchen Spalte dar, und es sind die gekrümmten und bis zu einer gewissen Ausdehnung parallelen Linien *bb* mit den Seiten *aa* conform. Wenn lange Zeiträume zwischen der Bildung eines jeden Ueberzuges von kalkiger Materie existirt haben, so ist die äußere Fläche einer jeden mit Krystallspitzen besetzt, auf welchen dann der nächste Ueberzug gebildet ist. In den mittlern Theilen solcher Rücken sind Drusenräume sehr gewöhnlich. Aehnliche Umstände sind auch in den Schiefergebirgsarten zu beobachten; die Ueberzüge der Wände sind alsdann quarzig statt kalkig. Manche von den sogenannten Quergängen (*Cross courses*) in Devon und Cornwall gehören hierher.

Die Analogie zwischen der gewöhnlichen Ausfüllung eines Rückens und dem größern Theil der Erzgänge ist so auffallend, daß wir zu der Annahme einer ähnlichen Entstehungsweise beider genöthigt werden. Nur die metallische Ausfüllung zeigt uns eine anscheinende Schwierigkeit. Das Vorkommen von Schwefelmetallen ist jedoch nicht auf die Erzgänge beschränkt, denn der Schwefelkies findet sich auch oft in Rücken und ist offenbar später in dieselben gelangt und bildet zuweilen Drusen in denselben. Der hauptsächlichste Unterschied scheint darin zu bestehen, daß man besondere Metalle an einer Stelle und nicht an einer andern findet. Nun müssen wir aber vielmehr die Umstände untersuchen, welche solchen Unterschied hervorgebracht haben mögen, als *a priori* folgern, daß keine Analogie zwischen den Rücken und den Erzgängen stattfinden könne. Man könnte eben so gut behaupten, daß keine Aehnlichkeit zwischen zwei gewöhnlichen Rücken stattfinde, indem der eine mit Quarz und der andere mit Kalkspath ausgefüllt sei.

Hier kommen uns einige merkwürdige Thatsachen zu Hülfe. Man hat die allgemeine Beobachtung gemacht, daß sich die Beschaffenheit der Erzgänge mit der Structur des Nebengesteins verändere. Es weiß dies jeder tüchtige Bergmann; aus dem Wechsel des Nebengesteins wird oft das Gelingen oder Nichtge-

lingen eines Bergbaues beim Verfolgen eines Ganges vorhergesagt; die Vorhersagungen werden freilich nicht immer erfüllt, allein dieser Umstand giebt doch immer ein Anhalten. Es ist keine absolute geologische Verschiedenheit den Felsarten erforderlich, wie z. B. die zwischen Schiefer und Granit herrschende; eine Veränderung in der Härte und in der allgemeinen geologischen Structur desselben Felsartensystems wird oft hinlänglich bemerkenswerthe Veränderungen an dem Gange verursachen.

Nun hängt aber diese Verschiedenheit in der Ausfüllungsmasse eines Erzganges, oder vielmehr eines Theils derselben, offenbar von den Felsarten ab, welche er durchsetzt, und wenn wir dazu die obigen Thatsachen fügen, so haben wir hinlängliche Ueberzeugung, um darzuthun, daß von dem Nebengestein der Erzgänge oder Rücken die Beschaffenheit der in denselben vorkommenden Substanzen abhängt. Die besten Bedingungen, unter denen man hoffen darf, Erzgänge zu finden, ist ein Schiefergebirge, in dessen Nähe Granit-, Porphyr- oder Grünsteinmassen vorkommen. Es ist gegen den Zweck und den Umfang dieses Werks, dies durch Beispiele nachzuweisen. Wir dürfen annehmen, daß lange einwirkende Hitze einen bedeutenden Theil an der Hervorbringung der beobachteten Erscheinungen habe, und nicht wenige Spalten mögen durch die gegenseitigen Verhältnisse einer eingedrungenen Masse von feuriger Materie und den Felsarten, welche sie durchdrungen haben, entstanden sein.

Daß chemische Veränderungen in der Ausfüllungsmasse mancher Erzgänge stattgefunden haben, nachdem diese Ausfüllung durch verschiedene Substanzen erfolgt war, wird durch das Vorkommen von Pseudokrystallen, d. h. von solchen Formen einer Substanz, die in zurückgebliebenen Höhlungen oder Eindrücken einer andern verschwundenen Substanz gebildet worden sind, bewiesen. Derselbe Umstand wird auch durch das Vorhandensein der Eindrücke selbst, die durch das Verschwinden der Substanz, welcher sie angehören, hinterlassen sind, dargethan. In dem obigen Falle haben wir vier verschiedene Zustände: 1. die Entstehung der ursprünglichen Krystalle; 2. die Umhüllung derselben durch eine zweite, von der ersten verschiedene Substanz, z. B. das heräedische Flußspathes durch Quarz; 3. das Verschwinden der Substanz des

ursprünglichen Krystalls durch Auflösung oder durch einen andern Prozeß; und 4. die Substitution einer dritten Substanz für die entfernte, welche eine äußere, ihr sonst nicht eigenthümliche Form annimmt. Im zweiten Falle finden bloß die drei ersten Zustände statt.

Diese Veränderungen sind höchst interessant, da sie zeigen, daß die Ausfüllungsmasse eines Ganges, nach ihrer ersten Bildung nicht nothwendig in Ruhe bleiben müssen, und da sie uns auf andere wichtige Veränderungen vorbereiten, die uns unbekannt erfolgt sein mögen. Die Bildung einer krystallinischen Substanz über Krystallen einer andern, scheint auch zu beweisen, daß die jetzige Ausfüllung der Gänge nicht plötzlich gebildet, sondern das Resultat der Zeit ist. Selten nur füllen die Erze allein den Gang aus, sondern sie sind gewöhnlich auf verschiedene Weise mit Quarz, Kalkspath und andern Substanzen und sehr häufig mit Bruchstücken von dem Nebengestein vermengt.

Wir können hier nicht die Absicht haben, in Details über die Erzgänge einzugehen, indem dies, wie schon bemerkt, ganz gegen den Plan dieses Werkes ist, sondern wir bemühen uns nur, zu zeigen, wie ähnlich manche derselben den gewöhnlichen Rücken sind und daß verschiedene Zustände Verschiedenheiten bei der Ausfüllungsmasse hervorgebracht haben. In einigen Felsarten bilden die Erze offenbar einen Gemengtheil, wie z. B. der Zinnstein im Granit. Er ist auf dieselbe Weise auskrystallisirt wie der Feldspath oder Glimmer. Eben so wenn Nester von Erz miten in einer Felsart und nicht in Spalten derselben vorkommen, so scheint dies auf eine gleichzeitige Bildung beider hinzudeuten. Betrachten wir manche von jenen Systemen von Trümmern oder schmalen Erzgängen, die einander in allen Richtungen durchkreuzen, sehr aufmerksam, so erscheinen sie als Spalten, die während der Consolidation der Felsart entstanden und dann mit Erzen aus ihr selbst angefüllt worden sind. Die Substanz der Felsart scheint im Allgemeinen einst verbunden gewesen zu sein, und man kann hin und wieder manche kleine Zeichen zu beiden Seiten des Trums verfolgen, die auf einander passen, wenn dies entfernt worden wäre. Andere Systeme von Erztrümmern scheinen während der Bildung der Felsart selbst ausgeschieden zu sein. Allein so-

wohl in diesem als in jenem Falle muß die Ausfüllungsmasse der Trümmer ein Gemengtheil der Felsart selbst ausgemacht haben. Diese Trümmer erscheinen den Quarz- und Kalkspathgängen in manchen Felsarten sehr analog.

Als Zusatz zu den oben angeführten Thatsachen, welche zu beweisen scheinen, daß die Felsarten, in denen die Erzgänge vorkommen, die Quelle sind, von der viel von der Ausfüllungsmasse entlehnt worden, mag hier noch bemerkt werden, daß das Nebengestein in der Nähe des Ganges im Allgemeinen von einer andern Beschaffenheit ist, als in einiger Entfernung davon. Wir werden leicht einsehen, daß auf Erzgängen, besonders solchen, deren Bildung lange gedauert hat, die Ausfüllungsmasse auf sehr verschiedene Weise entlehnt worden ist. Uebrigens würde es voreilig sein, über diesen Gegenstand Folgerungen zu machen, ehe wir eine Menge von Daten vor uns haben und ehe besondere Aufmerksamkeit auf die Umstände gerichtet worden ist, unter welchen jeder Erzgang oder jedes System von Erzgängen vorkommt, sorgfältig diese Umstände abwägend und wahrnehmend, in wie fern die Ausfüllungen von einander verschieden sind, oder einander gleichen. Wenn wir diese Thatsachen sorgfältig von einander trennen oder classificiren, so können wir endlich dahin gelangen, die verschiedenen Ursachen nachzuweisen, welche sie hervorgebracht haben ¹²⁾.

¹²⁾ Wir haben ganz absichtlich gar nichts von den wahrscheinlichen Wirkungen der Elektricität bei Hervorbringung einer von den Bestandtheilen der Erzgänge erwähnt, da die neuern glänzenden Untersuchungen des Hrn. Faraday den Gegenstand indirekt in ein solches Licht gestellt haben, daß eine sorgfältige Untersuchung einiger bis jetzt noch vernachlässigten Punkte erforderlich ist, ehe wir eine allgemeine Meinung darüber auszusprechen wagen.

Elftes Capitel.

Nachdem die in verschiedenen Tiefen und zu verschiedenen Perioden in der Erdrinde begrabenen Thier- und Pflanzenreste als frühere Organismen der Erdoberfläche wirklich erkannt worden waren, wurde es die herrschende Meinung, daß gleichzeitige Ablagerungen durch das Vorkommen von ähnlichen organischen Resten charakterisirt wurden. In der Zeit, daß man annahm, solche Ablagerungen durch ähnliche mineralogische Gemengtheile unterschieden würden und indem man den Gegenstand von der andern Seite ansah, daß ähnliche mineralogische Structur das geologische Alter der Felsart erkläre, wurde es gewissermaßen als kegerisch angesehen, die Möglichkeit zu bezweifeln, irgend wo eine andere als eine gewisse Reihe von organischen Resten in einer gegebenen versteinierungsführenden Felsart zu finden.

Diese Meinung hat sich bis auf gewisse Modificationen, noch in sofern erhalten, als man annimmt, daß ähnliche organische Reste gleichzeitige Ablagerungen auf bedeutende Strecken charakterisiren, wenigstens in sofern, daß wenn an den Abhängen der Himalayagebirge ein Belemnit gefunden würde, wir a priori annehmen dürften, daß sie zu einem Theil von den Gebirgsformationen gehören, in denen dieses Geschlecht im westlichen Europa vorkommt. Man nimmt auch ferner an, daß fossile Muscheln von ähnlichen Specien dieselbe Formation auf eine weite Ausdehnung charakterisiren.

Bei dem jetzigen verhältnißmäßig vorgeschrittenen Zustande der Geologie ist es nothwendig, die Bedingungen, unter denen das thierische und das Pflanzenleben jetzt existirt, genau zu erwägen, ehe wir annehmen, daß eine gegebene Ablagerung durch die Versteinierungen bestimmt werden könne oder nicht. Einige von

diesen Bedingungen sind hinlänglich bekannt, so daß, wenn wir die zoologischen und botanischen Charaktere der versteinerungsführenden Felsarten fleißig studiren, wir uns der Bestimmung nähern, in wiefern das animalische und vegetabilische Leben unter Umständen stattgefunden habe, die den jetzt beobachteten ähnlich, und in wiefern beide verschieden sind.

Es ist hauptsächlich wünschenswerth, die für die Meeresthiere nothwendigen Bedingungen zu untersuchen, da sie von den unter den organischen Resten wahrgenommenen Formen diejenigen sind, welche am häufigsten in Mineralmassen begraben worden sind, seitdem die Erdoberfläche zu ihrer Existenz geschikt war. Diese Menge ist so groß, daß wenn die Schalen von der Masse der versteinerungsführenden Gebirgsarten abgezogen, das Volum derselben sehr reducirt werden würde, ja manche, fast gänzlich aus Meeresgeschöpfen bestehende Felsart dann verschwinden würde.

Die Temperatur des Meeres ist jenen großen und plötzlichen Veränderungen, die in der Atmosphäre bemerkbar sind, nicht unterworfen. Veränderungen des Klimas nach den Jahreszeiten, veranlassen auch ohne Zweifel Veränderungen in der Temperatur des Wassers, allein sie sind im Allgemeinen gering. Die Meeresthiere sind daher nicht in dem Maße wie die in der Atmosphäre lebenden Thiere in die Nothwendigkeit versetzt, wegen der Temperaturveränderungen ihren Aufenthalt zu wechseln.

Da sich nun die Temperatur des Meeres an seichten Stellen mehr als an tiefen verändern muß, so müssen die Geschöpfe, welche gewöhnlich den einen vor den andern den Vorzug geben, (obgleich ohne Zweifel ein großer Theil von ihnen eine verschiedene Temperatur zu ertragen vermag,) ihren Aufenthalt in seichtem Wasser öfter verändern als im tiefen Meere, angenommen daß dasselbe bewohnt ist ¹³⁾. Mit andern Worten, wir dürfen erwarten, daß Meeresgeschöpfe, welche in seichtem Wasser rings um die Küsten wohnen, weniger constant in gegebenen Tiefen gefunden wer-

¹³⁾ Fische und Mollusken sind auch geneigt, ihre Wohnplätze in seichtem Wasser bei aufgeregtem Meere zu verändern. Einige suchen tiefere Stellen, andere geschützte Buchten. Wenn heftige anhaltende Stürme herrschen, so findet man Meeresthiere in manchen Buchten, die sonst bei ruhigem Wetter frei davon sind.

den, als die, welche ein tieferes Wasser zu ihrem Wohnplatz erfordern.

Nimmt man den Meerespiegel am Aequator als eine Linie an und betrachtet den Gegenstand aus einem allgemeinen Gesichtspunkte, so muß die Temperatur in senkrechter Richtung nach dem tiefsten Punkte des Meeres und nach dem höchsten Punkte des Landes abnehmen. Wir können daher gewisse Höhen und gewisse Tiefen haben, in denen innerhalb gewisser Grenzen die Geschöpfe vorzugsweise gern leben. Obgleich nun die Temperatur ein wichtiger Theil von den zum thierischen Leben nothwendigen Bedingungen ist und großen Einfluß auf ihre Vertheilung über die Erdoberfläche hat, so ist dies doch nur eine von den vielen Betrachtungen, die bei einer Untersuchung dieser Art berücksichtigt werden müssen. So wie wir finden, daß verschiedene Dichtigkeiten der Atmosphäre von verschiedenen Thieren vorgezogen werden, so ist dies auch mit den verschiedenen Dichtigkeiten des Wassers der Fall. Wenn wir annehmen, daß das thierische Leben in dem Verhältniß abnimmt, in welchem die Atmosphäre kälter und dünner wird, und daß die Meeresthiere mit zunehmendem Druck des Meeres und vermindertem Licht weniger werden, so erhalten wir gewissermaßen zwei Reihen von Zonen, von denen die eine über die Meeresfläche empor, die andere darunter hinabsteigt; je näher derselben, um so reicher ist auch das thierische Leben.

Gewisse Thiere ziehen einen gewissen Druck und eine gewisse Temperatur des Wassers vor. So existiren z. B. solche, die unter den Tropen in bedeutenden Tiefen und nie im seichten Wasser vorkommen, gewöhnlich unter hohem Druck und in einer geringern Temperatur als andere in seichtem Wasser gefundene Creaturen. Wenn wir einen von den Versuchen nehmen, die angestellt worden sind, um die Meerestemperatur in verschiedenen Tiefen in den Tropen zu bestimmen, so müssen wir sehen, wie bald die Geschöpfe, welche seichtes Wasser in solchen Breiten bewohnen, in Umstände kommen, die durchaus nicht günstig für ihre Existenz sind, wobei wir für jetzt die Druckveränderungen unberücksichtigt lassen, obgleich sie ohne allen Zweifel ebenfalls zerstörende Resultate geben werden. Während die Temperatur des Wassers an der Oberfläche der tropischen Meere ungefähr

21½° R. beträgt, wechselt sie in einer Tiefe von 1000 Klaftern von 1,78 bis 8°; die höchste Temperatur wurde in der Nähe des Aequators gefunden. Unter 21° 14' n. B. betrug die Temperatur an der Oberfläche 21° R., in einer Tiefe von 150 Klaftern 13°, in 440 Klaftern Tiefe 2,7°, in 709 Klaftern 2,2°, in 976 Klaftern 1,8°. Die stärksten Temperaturveränderungen finden daher in mäßigen Tiefen statt; in größern Tiefen ist die Wärme mehr constant, eine auch außer den Tropen erkannte Thatsache.

Da die Temperaturveränderung mit steigender Tiefe in dem Ocean bis zu einer gewissen Ausdehnung derjenigen gleicht, welche durch eine Erhebung in der Atmosphäre hervorgebracht worden ist, so werden wir nothwendig zu der Frage veranlaßt: ob die Geschöpfe, von denen wir wissen, daß sie nur in den Gewässern der gemäßigten Klimate vorkommen, nicht auch innerhalb der Tropen in Tiefen gefunden werden dürften, die eine ähnliche Temperatur haben, nach demselben Princip wie Pflanzen, die in einem kalten Klima an niedrigen Punkten wachsen, in den gemäßigten Zonen auch auf den Hochgebirgen gefunden werden? Wir können sagen, daß wenn der Druck in Betracht gezogen wird, kein Grund vorhanden sei, warum a priori gewisse Pflanzen mehr im Stande sein sollen, verschiedene Grade des Druckes zu ertragen, als gewisse Meeresgeschöpfe. Jedoch ist bei den Untersuchungen dieser Art eine sehr wichtige Frage zu berücksichtigen, nämlich die: ob Thiere, die gewöhnlich in seichtem Wasser, welches viele Luft eingemengt enthält, leben, auch in einer solchen Tiefe existiren können, in der das Wasser mindestens nur sehr wenig Luft enthält? Flußfische können in destillirtem, luftfreiem Wasser nicht leben, und wir dürfen von den Seefischen ebenfalls annehmen, daß sie in Wasser ohne Luft ebenfalls zu leben aufhören müssen.

Die oben erwähnte Analogie zwischen Pflanzen und Thieren scheint hier nicht angewendet werden zu können; denn die Pflanzen können sich die zu ihrer Existenz erforderlichen gasigen Materien eben so leicht in der einen als in der andern Stellung verschaffen; auch darf nicht vergessen werden, daß bei der großen Anpassung des thierischen und Pflanzenlebens an die für sie ge-

eigneten Bohnplätze, sehr viel Pflanzen, die in einer dünnen Atmosphäre leben, mit einer Menge von Sauggefäßen versehen sind, so daß die Respiration der Blätter von solchen Pflanzen verhindert wird, wenn die letztern auf Standpunkte übertragen werden, wo der atmosphärische Druck stärker ist.

Da sich nicht leicht einsehen läßt, daß Meeresthiere das Wasser zersehen können, um das für sie erforderliche Sauerstoffgas zu erhalten, so müssen wir die Absorption der gasigen Materien durch das Wasser und ihre Vertheilung in demselben als die Mittel ansehen, durch welche die Geschöpfe die erforderliche Luft erlangen können, annehmend, daß Sauerstoff für alle Thiere nothwendig ist, und sie denselben in gewissen Zwischenräumen, so ungleich diese bei den verschiedenen Geschöpfen auch sein mögen, zur Erhaltung des Lebens aufnehmen müssen ¹⁴⁾. Ueber die Tiefe, in welcher die Luft gefunden werden mag, wissen wir gar nichts; allein die sehr bemerkenswerthen Beobachtungen Biot's über den Inhalt der Schwimmblasen der Fische zeigen uns, daß derselbe wahrscheinlich nach der Tiefe, in welcher die Fische gewöhnlich leben, verschieden ist. Er fand die Blasen nicht mit atmosphärischer Luft angefüllt, sondern bei Fischen, die leichte Wasser bewohnen, mit fast reinem Stickstoff und bei solchen, die in 5 bis 600 Klafter Tiefe wohnen, mit Sauer- und Stickstoff in dem Verhältniß von 0,9 des erstern zu 0,1 des letztern. Wir dürfen daher folgern, daß es schwer hielt, in großen Tiefen Stickstoff zu erlangen, während dies in der Nähe der Oberfläche leicht, und daß daher atmosphärische Luft an der letztern häufiger als in ersterer war. Wir dürfen daher auch annehmen, daß Sauerstoff leichter von dem Meerwasser absorbirt wird als Stickstoff und daß er sich daher in größerer Tiefe ausdehnt. Dieser Unterschied in dem Inhalt der Schwimmblasen ist übrigens sehr merkwürdig, da er dem Anschein nach auf eine Verschiedenheit der gasigen Ein-

¹⁴⁾ Wir könnten freilich annehmen, daß wenn die niedern Geschöpfe Sauerstoff verbrauchen, welcher einen Theil von der atmosphärischen Luft bildet, die in großen Tiefen verbreitet ist, die Zwischenräume, in denen sie dieselbe gebrauchen, so lang und der Betrag so geringfügig sein möchte, daß ein verhältnißmäßig geringes Quantum von der Substanz lange Zeit ausreichen würde. Wäre diese letztere Ansicht richtig, so würde sie nur die Anpassung der Thiere auf die Bedingungen, unter denen sie leben, noch weiter darthun.

menungen in dem Meerwasser in verschiedene Tiefen hinweist, wenigstens was die Verhältnisse von Sauerstoff zu Stickstoff unter solchen Bedingungen betrifft.

Fische, die mit diesen Schwimmblasen versehen sind, müssen die Kraft haben, zu jeder beliebigen Höhe in dem Wasser empor zu steigen und jede beliebige und erforderliche Luftmenge zu erhalten. Jedoch scheint es, daß obwohl die Fische zu gewissen Tiefen hinabsinken und zu gewissen Höhen emporsteigen können, sie dennoch nach den verschiedenen Specien gewissermaßen auf die Stärke der Wassererschicht, welche sie bewohnen, beschränkt sind. Die meisten Fische steigen und fallen in dem Wasser durch Ausdehnung und Zusammenziehung des Gases in den Schwimmblasen, und es ist daher klar, daß wenn dieses Gas durch Druck dieselbe Dichtigkeit wie das umgebende Wasser erlangt, der Fisch nur mit Anstrengung tiefer sinken kann; und eben so wenig würden sie bis über eine gewisse Grenze hinaus emporsteigen können. Herr Pouillet fand, daß das Gas in den Schwimmblasen von Fischen, die aus einer Tiefe von ungefähr 3300 Fuß emporgebracht sind, d. h. unter einem Druck von ungefähr 100 Atmosphären, so bedeutend im Volum zunimmt, daß alle Muskelanstrengungen unfähig waren, es zu beschränken. Es trieb die Blase, den Magen und andere benachbarte Theile in der Gestalt einer ballonartigen Masse zum Schlunde hinaus.

Wir haben keinen Grund zu folgern, daß verschiedene Fischspecies die einzigen Meeresthiere sein sollten, die auf gewisse Tiefen des Wassers beschränkt sind, sondern wir müssen annehmen, daß alle den Ocean und die Seen bewohnende Thiere unter diesen Umständen vorkommen. Druck und Temperatur wechseln mit der Tiefe und wir können nicht begreifen, daß dasselbe Thier, es sei welches es wolle, eben so gut an der Oberfläche als in der Tiefe von 1000 Klaftern leben könne, eben so wenig wie ein Mensch gleich gut in geringen Höhen und 30,000 Fuß über dem Meere leben kann. Alle Thiere scheinen für den besondern Druck, sowohl in der Atmosphäre als unter dem Wasser, der gewöhnlich an ihren Wohnplätzen herrscht, eingerichtet zu sein. Allein bei übrigens gleichen Umständen werden die in der Luft lebenden Geschöpfe weniger von einer senkrechten Platzveränderung leiden als die in dem

Meere existirenden. Der an beträchtliche Höhen gewöhnte Adler kann recht gut am Meerespiegel leben; allein es ist sehr zweifelhaft, ob der Hayfisch lange in beträchtlichen Tiefen aushalten kann, obgleich Raubthiere solche Veränderungen besser ertragen können, als andere, da sie ihre Beute nothwendig in verschiedenen Höhen und Tiefen suchen müssen.

Die Fische könnten nicht so leicht in jeder besondern Wassertiefe bleiben, wenn nicht ihr specifisches Gewicht zu gleicher Zeit genau dasselbe von der Wasserschicht wäre, in der sie existiren. Bei manchen wird die Veränderung in ihrem relativen specifischen Gewicht durch die Zusammenziehung und Ausdehnung des Gases in den Schwimmblasen hervorgebracht, denn wir sahen die Folgen, wenn solch ein elastischer Körper aus größern oder geringern Tiefen weggenommen wurde. Wir kommen nun zu einer andern Frage. Da die in den Meeresthieren circulirende flüssige Materie höchst wahrscheinlich eine solche Dichtigkeit hat, daß der Druck auf die sie umgebenden Wasserschichten genau so ist, daß sie sich frei bewegen können, würde dann die Veränderung in der relativen Tiefe bei irgend einem Meeresthiere, eine correspondirende Wirkung in der Circulation ihrer Flüssigkeiten hervorbringen? Obgleich dieselben so wie auch das umgebende Wasser bis auf eine gewisse Ausdehnung elastisch sind, so ist diese doch nicht so wie bei den Gasen; weshalb wahrscheinlich sehr bedeutende Verschiedenheiten in dem Druck erforderlich sein würden, um irgend bemerkbare Wirkungen zu veranlassen.

Jedes Geschöpf erleidet die Einwirkung eines gewissen Druckes, der jedoch so ist, daß sie sich frei bewegen können. Die Muskelkraft steht damit im Verhältniß. Würde der Druck vermindert, so würde auch der Körper sein Volum verändern und es der ihn umgebenden Luft oder dem Wasser anpassen. Zuerst würde dies der Fall bei den kleinern und zarteren Gefäßen sein, die mit bewunderungswürdiger Genauigkeit eingerichtet und ihrer Wirksamkeit, so wie den Umständen, unter denen sie existiren, genau angepaßt sind. Bei bedeutend verändertem Druck muß daher das Thier leiden und endlich gar sterben. Obgleich der Mensch ohne Nachtheil unter einem sehr verschiedenen Luftdruck leben kann, so empfindet er doch auf den höchsten Punkten der

Alpen, wie z. B. auf dem Mont Blanc, schon große Unbequemlichkeiten von dem verminderten Luftdruck, das Athmen wird ihm schwer und die kleinern Blutgefäße geben nach. Er kann daher unter solchen Umständen nicht füglich existiren und man kann daher folgern, daß der menschliche Körper nur zu gewissen Grenzen des Luftdrucks geeignet sei.

Wenn wir die Wirkungen des Druckes auf die Meeresgeschöpfe betrachten, so dürfen wir nicht vergessen, daß wegen der sehr großen Verschiedenheit zwischen der Elasticität der Luft und des Wassers die Veränderung des relativen specifischen Gewichts eines Thieres, welches bis zu einer gewissen Höhe in der Atmosphäre emporsteigt, weit größer sein würde als der eines Meeresthieres, welches nicht mit Schwimmblasen oder ähnlichen Organen versehen ist und was zu einer gleichen Tiefe in das Meer hinabgeht. So weit als es bloße Flüssigkeiten betrifft und indem man den Belang der Veränderung in den relativen specifischen Gewichten eines Geschöpfes und des umgebenden Mediums, welches ohne Nachtheil ertragen werden kann, mit dem vergleicht, in welchem der Mensch in verdünnter oder verdichteter Luft zu dauern im Stande ist, so dürfen wir folgern, daß der Unterschied in dem relativen specifischen Gewicht des Meeresswassers und der in den Meeresthieren circulirenden Flüssigkeiten, selbst in bedeutenden Tiefen, keine bedeutenden Wirkungen hervorbringen werde. Anders ist es aber bei Verschiedenheiten des Drucks. Ein in 1000 Fuß Tiefe lebendes Thier trägt mit dem der Atmosphäre ungefähr einen Druck von 60 Pfunden auf den Quadratzoll, während der Druck in der noch nicht sehr beträchtlichen Tiefe von 4000 Fuß, ungefähr 1830 betragen würde. Es ist aber klar, daß solch' eine ungeheure Verschiedenheit des Druckes kein Thier zu ertragen vermögte.

Wir dürfen billig folgern, daß, da das Meer im Druck, in der Temperatur und wahrscheinlich auch hinsichtlich der Menge der eingemengten Luft im Verhältniß der Tiefe verschieden ist, die Meeresgeschöpfe für die Verhältnisse, unter denen sie existiren, gebildet seien; und da die letztern verschieden sind, so ist dies auch, im Allgemeinen betrachtet, mit ersteren der Fall. Es muß aber noch ein anderes wichtiges Element bei diesen Betrachtungen be-

rücksichtigt werden, nämlich das Licht. Ob alle Meeresthiere Licht bedürfen, ist schwer zu sagen; einige in Schlamm und Sand des Meeresbodens lebende Geschöpfe können wenigstens lange ohne dasselbe existiren. Wesentlich ist es aber für alle, die mit Gesichtorganen versehen sind. Diese werden das Niveau vorziehen, in welchem sie den am besten für sie geeigneten Lichtgrad erlangen können, so daß wir erwarten dürfen, die große Masse von Fischen, Mollusken und Crustaceen, die mit Augen versehen sind, in verhältnißmäßig seichtem Wasser zu finden. Leben sie nicht daselbst, sondern da, wo weniger Licht vorhanden ist, so dürfen wir eine Modification der Gesichtorgane erwarten, so daß die Thiere im Stande sind, mehr im Dunkeln zu leben. Es ist dies wirklich der Fall, denn der *Pomatomus Telescopium* z. B., der in der Nähe der Küste von Nizza in bedeutender Tiefe lebt, hat sehr große und so eingerichtete Augen, daß sie jeden bis zum Abgrunde dringenden Lichtstrahl auffangen können.

Unsere Kunde von den Tiefen, in denen die verschiedene Muscheln bewohnenden Thiere vorkommen, ist nothwendig beschränkt. Die gewöhnlich am Meeresstrande gefundenen Muscheln sind durch die Brandung dorthin gekommen, oder sie sind durch die in solcher Richtung schlagenden Wellen an die Küste getrieben worden. Unter gewöhnlichen Umständen werden die Muscheln allein aus dem Meere geworfen; nur nach heftigen Stürmen, wenn der Boden an den seichten Punkten des Meeres, rings um die Küsten aufgewühlt wird, findet man die Thiere in den auf dem Strande liegenden Muscheln. Es scheint, daß die Bewegung des Wassers bei heftigen Stürmen den Sand oder den Schlamm, in denen gewisse Mollusken gewöhnlich leben, aufwühlt, daß sie der fortwährenden Gewalt des Wassers nicht widerstehen können und daher auf's Land getrieben werden.

Es wird einleuchtend sein, daß, da die Wirkung der Wogen, mittelst welcher Muscheln ans Land getrieben werden, nur in mäßigen Tiefen gefühlt werden kann, die auf diese Weise entdeckten Muscheln auch nur aus einer solchen kommen können. Unter gewöhnlichen Umständen ist es daher nicht wahrscheinlich, im tiefen Wasser lebende Muscheln an den Strand getrieben zu finden, sondern wir können dieselben nur beim Fischen mit dem Schlepp-

nege und durch ähnliche Mittel erlangen. Folglich ist uns die Tiefe, bis zu welcher die Bewohner der Muscheln existiren, unbekannt, und wir müssen daher annehmen, daß es sehr viel Specien und vielleicht manche Geschlechter geben kann, mit denen wir, dem gewöhnlichen Verlauf der Dinge nach, nicht bekannt werden können. Jedoch muß bemerkt werden, daß starker Druck und andere oben angeführte Umstände, ihr Vorkommen auf mäßige Tiefen beschränken muß. Die conchyologischen Werke sagen im Allgemeinen nur sehr wenig über die Tiefen, in denen verschiedene Muscheln und ihre Bewohner vorgekommen sind, ein für die Geologie sehr nachtheiliger Umstand, indem man dadurch größtentheils des Beistandes beraubt wird, den die Geologie sonst bei der Schätzung der wahrscheinlichen Tiefe, in welcher eine gegebene versteinigungsführende Formation gebildet worden ist, haben würde.

Die meisten bis jetzt bekannten Muscheln sind nicht tiefer als 600 Fuß gefunden worden. Es folgt freilich nicht daraus, daß nicht manche Specien und Geschlechter in einer größern Tiefe leben können, wie es wahrscheinlich der Fall ist, allein es ist bemerkenswerth, daß, soweit unsere Beobachtungen reichen, alle uns bekannten Mollusken, mit geringen Ausnahmen, in geringern Tiefen gefunden worden sind. Rings um die Küsten der britischen Inseln (siehe Fig. 35.) kommen die meisten bekannten Muscheln bis auf 60 Klafter Tiefe vor, da die Thiere bei einer größern Tiefe leichter an ihrem Wohnplatz bleiben können, indem weder Strömungen noch Fluth oder Stürme bis dahin mit ihrer fortschaffenden Kraft einwirken können. Daß aber von 60 bis 100 Klaftern Tiefe noch Mollusken und Crustaceen vorkommen, ist gewiß, denn der Druck auf den Quadratzoll beträgt innerhalb dieser Grenzen nur 180 bis 285 Pfund, und wir wissen, daß Fische unter einem noch stärkern leben können. Allein selbst von dem sogenannten Untergrunde rings um die britischen Küsten kennen wir nicht einmal alle Specien.

Wir dürfen a priori folgern, daß dieselben Arten von Meeresthieren wahrscheinlich im Allgemeinen nicht in sehr verschiedenen Temperaturen und in verschiedenen Tiefen leben können. Diese Folgerung stimmt mit bekannten Thatsachen überein und wir kön-

nen daher weiter folgern, daß gleiche Temperaturen zur Existenz irgend eines Meeresthieres nicht hinreichend sind, wenn große Verschiedenheiten in der Tiefe stattfinden; d. h. ein Thier, welches in kältern Regionen in seichtem Wasser lebt, findet sich nicht auch im Wasser von gleicher Temperatur, in bedeutender Tiefe unter den Tropen; und umgekehrt, Meeresgeschöpfe, die in bedeutenden Tiefen unter den Tropen vorkommen, können nicht auch Bewohner von seichten Gewässern in kältern Gegenden sein. Wenn wir daher die Vertheilung der Meeresthiere über die Erdoberfläche betrachten, so werden unsere Ansichten nicht durch das Verbergen in großen Tiefen von Specien, die wir sonst nur als Bewohner von seichten Meeren in gemäßigten Klimaten kennen, unrichtig gemacht.

Da auf die Meeresthiere die Temperatur, die Tiefe des Wassers und die eingemengte Luft einwirken, so könnten wir folgern, daß in gegebenen Tiefen des Meeres und unter ähnlichen Breiten, bei übrigens gleichen Umständen, dieselben Specien gefunden werden müßten. Dies ist aber allen unsern Kenntnissen über diesen Gegenstand ganz zuwider, indem diese mit wenigen Ausnahmen eine große Verschiedenheit der Specien unter solchen Bedingungen nachweisen¹⁵⁾. Nehmen wir daher an, daß Specien besondere Schöpfungen und nicht Modificationen der Geschlechter in Folge von Zeit und Ort sind, so gelangen wir zu der Folgerung, daß gleiche Umstände nicht gleiche Specien geben und daß die letztern getrennt erschaffen worden sind, als ihre Wohnplätze zu ihrer Existenz geeignet waren.

Diese Verschiedenheit der Meeresspecien unter gleichen Umständen, wie Temperatur und Tiefe des Wassers, zeigt uns, wie sehr vorsichtig wir sein müssen, wenn wir den Gegenstand mit Beziehung auf den bestehenden Zustand der Dinge betrachten, indem wir *a priori* folgern, daß Gebirgsarten ein verschiedenes Alter haben, weil in ihnen nicht dieselben Reste von Meeresgeschöpfen gefunden werden; denn wenn wir nicht ähnliche allgemeine Anhäufungen von organischen Körpern unter den Bedingungen erwarten dürfen, die wir als die günstigsten ansehen kön-

¹⁵⁾ Wir verweisen wegen weiterer Auseinandersetzung dieses Gegenstandes auf Lyell's Lehrbuch der Geologie, Band II. (übersetzt von Hartmann, Quedlinburg 1835).

nen, so dürfen wir noch weniger annehmen, daß sie unter ungünstigen Umständen vorhanden seien.

Wenden wir uns zu den auf dem Lande lebenden Geschöpfen, so finden wir auch da noch, daß gleiche Bedingungen, als Klima und Erhebung über dem Meere, uns nicht allgemein gleiche Specien weder von Thieren noch Pflanzen geben. Es findet stets eine schöne Aneignung von beiden auf die Umstände statt, unter denen sie vorkommen, allein diese Umstände bringen nicht nothwendig etwas den Specien Aehnliches hervor. Es erleidet gar keinen Zweifel, daß sich manche Pflanzen veränderten Umständen aneignen können, wir wir häufig in unsern Gärten sehen; und manche Thiere auch accommodiren sich an verschiedene Klimate, wie wir an denen sehen, die von den gemäßigten nach heißen und die umgekehrt von letztern nach erstern transportirt werden. Wenn wir den Gegenstand aber aus einem allgemeinen Gesichtspunkt betrachten und den vielen Ausnahmen volle Wichtigkeit einräumen, so scheinen die Landpflanzen und Thiere bestimmt zu sein, die Standpunkte auszufüllen, welche sie als für sie geeignet einnehmen. Sie erschienen geschaffen, als die Umstände entstanden, die keine Modification vorher existirender Formen verursachten, sondern eine neue Species hervorbrachten.

Wenn die Masse des vegetabilischen und thierischen Lebens jetzt so wäre, wie es immer gewesen ist, so würden vorhandene Specien, wenn die Oberfläche des trockenen Landes verschiedene Veränderungen erlitt, auf die neue Oberfläche, die verändert worden ist, von andern Wohnorten, entweder unter ähnlichen oder verschiedenen Umständen übergegangen sein. Im letztern Falle mußten sie unter verschiedenartigen Umständen existiren können und im erstern mußte ihr Wohnort in der Nähe sein, oder Thiere und Pflanzen mußten Räume überschritten haben, die nicht für sie geeignet waren.

Wir müssen erwarten, daß wenn eine Masse von thierischem und vegetabilischem Leben alle Veränderungen an der Erdoberfläche im Verlauf der Jahrhunderte hervorbrachte, möglicher Weise große Gleichförmigkeit in ihrer Vertheilung stattfinden würde und daß die versteinierungsführenden Felsarten jeden Alters eine bedeutende Aehnlichkeit in ihren organischen Resten haben würden. Da wir

nun weder diese Gleichförmigkeit in der Vertheilung des jetzigen thierischen und vegetabilischen Lebens über die Erdoberfläche, noch in den organischen Gemengtheilen der Felsarten finden, so scheinen wir folgern zu müssen, entweder, daß eine ursprüngliche Masse des thierischen und Pflanzen-Lebens sich allen Veränderungen angeeignet hat, welche die Erdoberfläche seit der Existenz solchen Lebens erlitten hat, oder daß successive Schöpfungen, stattgefunden haben, indem neue Bedingungen entstanden sind, so daß jeder zur Erhaltung des Lebens fähige Punkt davon erfüllt ist. Es giebt wahrscheinlich Wenige, welche die Schönheit und den Plan, der in der Schöpfung, besonders in der thierischen und vegetabilischen, so deutlich ist, wahrnehmen und die nicht eher annehmen werden, es habe eine Reihesfolge von Schöpfungen indem neue Bedingungen auftraten, stattgefunden, als eine modificirende Kraft in der organischen Welt, wodurch der Polyp endlich in einen Menschen verwandelt werden konnte. — Dagegen können wir nicht läugnen, daß die Formen einer Species durch die Einwirkung der Umstände, unter denen sie leben, sehr verändert werden können. So sind z. B. manche für den Geologen sehr wichtige Muscheln, die eine verschiedene Stärke erhalten, je nachdem sie in unruhigen oder ruhigen Gewässern leben.

Zwölftes Capitel.

Wenn das thierische und Pflanzenleben so über dem Erdball verbreitet ist, daß gleiche Bedingungen nicht nothwendig dieselben Species geben, so folgt daraus, daß die organischen Schalen, die in sich jetzt bildenden Felsarten begraben sind, unter denselben Breite-Parallelen nicht nothwendig dieselben sein können; angenommen daß die Bedingung, wie Klima, Druck der Luft und des Wassers und andere Umstände unter solchen Parallelen ähnlich seien. Da auf diese Weise die Vertheilung des thierischen und des Pflanzenlebens hinsichtlich der Species verschieden ist, so wird kein Geolog eine neue Felsart an entfernten Punkten, mit Ausnahme von sehr günstigen Umständen, durch gleiche organische Reste charakterisirt erwarten. Er würde nicht erstaunt sein, wenn er in Gebirgsarten, die sich jetzt an den Küsten von Großbritannien und von Indien bilden, keine einzige beiden gemeinschaftliche Species fände. Selbst innerhalb derselben Breitengrade würde er nicht nur dieselben Fossilien in den neuen Schichten an den Küsten von Afrika und Amerika, oder der letztern und Australiens erwarten; noch weniger würde er dieselben Pflanzen und Thiere in den Sumpfbildungen, die jetzt in jenen Gegenden stattfinden, annehmen, wie ähnlich auch das Klima sein mag.

Wenn wir die Hydrographie der Erde betrachten, so werden wir über die sehr unregelmäßige Ausdehnung des Ankergrundes rings um die Küsten erstaunen. Der äußere Rand desselben, d. h. wo der Meeresboden von einer Tiefe von 150 bis 200 Klaftern in's sehr tiefe Wasser abfällt, nähert sich oft dem Lande und an andern Punkten ist er sehr weit davon entfernt, welches im Allge-

meinen von der Combination verschiedener localer Umstände abhängt. Der allgemeine Charakter dieser seichtern Stellen des Meeres ist sich ähnlich. Sie bilden Ebenen mit einem größtentheils geringen Falle bis zu einer Tiefe von 100 bis 200 Klafter, worauf sie dann plötzlich ins weit tiefere Wasser abfallen.

Es seien 1, 1; 2, 2; 3, 3; Fig. 44. Breitengrade, von einander entfernt genug, um bedeutende Temperaturveränderungen zu veranlassen; 11 eine sich von Norden nach Süden ausdehnende Küstenlinie und ff der äußere Rand des Ankergrundes an derselben Küste, von wo ab ein steiles Abfallen ins tiefe Wasser stattfindet. Es seien ferner a a', b b', c c', d d' und e e' Linien von gleicher Tiefe zwischen der Küste und dem Rande des Ankergrundes. Nehmen wir nun an, daß derselbe bis zu 150 Klafter Tiefe abfalle, so müssen wir eine Reihe von Zonen von verschiedener Tiefe und folglich auch von verschiedener Temperatur und von verschiedenem Druck haben. Wir dürfen ferner annehmen, daß eine jede von diesen Zonen von Geschöpfen bewohnt sei, die im Allgemeinen von einander verschieden sind.

Benachbarte Zonen können einige Meeresthiere enthalten, die zweien oder dreien gemeinschaftlich sind, allein die Aehnlichkeit in dieser Hinsicht würde in dem Maße abnehmen, je entfernter die Zonen von einander liegen. Der Druck und die geringe Temperatur am Boden müssen sich von Westen nach Osten vermehren. Eine andere Reihe von Zonen durchkreuzen aber jene fast rechtwinkelig und liegen zwischen den Parallelen 1 bis 3; in denselben finden ebenfalls Veränderungen des Meereslebens statt. Wir erhalten daher verschiedene Flächen, die nicht allein in östlicher und westlicher, sondern auch in nördlicher bis südlicher Richtung von einander verschieden sind; und jede Anhäufung von Geröllen und andern Materien, die neue Schichten über der ganzen dargestellten Oberfläche bildet, würden verschiedenartige organische Reste umschließen und dennoch gleichzeitig entstanden sein. Es findet aber noch eine andere Ursache der Veränderung bei dem in Fig. 44. dargestellten Raum statt. Der Fluß h, der sich durch ein Delta in das Meer ergießt, würde so weit als der Einfluß des süßen Wassers reicht, bedeutende Modificationen in dem thierischen Leben veranlassen. Die durch den Fluß herbeigeführten organischen

Reste würden eine allgemeine Veränderung in dem zoologischen und botanischen Charakter der sich neu bildenden Schichten veranlassen und es würden Süßwasser- und Meeresthiere zwischen einander, und mit denselben wahrscheinlich auch Landthiere und Landpflanzen über einen bedeutenden Theil des seichten Meeresbodens vorkommen. Letzterer bildet, nicht genau genommen, eine geneigte Ebene, denn es finden sich erhöhte Sandbänke und Vertiefungen auf derselben, die von örtlichen Umständen herrühren. Jedoch fahren wir fort, hier den sogenannten Ankergrund als eine geneigte Ebene anzusehen, da dies für unsere Erklärungen einfacher ist. Es stelle *a b*, Fig. 45. den Meeresspiegel dar, *c* eine Küste und *e, e', e'', e'''* einen Durchschnitt von einer Masse von Ankergrund, der bei *d* ins tiefe Wasser abfällt. In den verschiedenen Tiefen *i, k, l* würde eine verschiedene Temperatur und ein verschiedener Druck vorhanden sein, auch würden nach dem weiter oben Gesagten die verschiedenen Theile der geneigten Ebene, im Allgemeinen betrachtet, von verschiedenen Meeresthieren bewohnt werden.

Wenn nun die ganze Ländermasse mit Einschluß des Ankergrundes nach und nach emporgehoben würde, so daß das Niveau *i* den Meeresspiegel bildete, so könnten sich die früher zwischen der Oberfläche *b* und dem Niveau *i* lebenden Geschöpfe auf den Theil des Bodens zurückziehen, der zwischen *i* und *k* liegt, wo sie unter denselben Umständen wie vorher existiren würden. In geologischer Hinsicht ist es aber von großer Wichtigkeit, daß die in dem mechanischen Niederschlag auf der Oberfläche zwischen *e'* und *e''* begrabenen organischen Reste im Allgemeinen nicht länger dieselben sein würden. Es würden nämlich die Schalen, die bei dem anfänglichen Zustande der Dinge, in der Oberfläche von *e'* *e''* begraben worden wären, nun von andern bedeckt werden, denen correspondirend, die vorher von den neu gebildeten Schichten auf der Oberfläche *e'* umschlossen wurden. Dasselbe würde mit der folgenden Oberfläche *e''* *e'''* der Fall sein, deren Bewohner größere Tiefen suchen würden.

Wir haben vorhin nur geringere Hebungen des sogenannten Ankergrundes angenommen; allein wir wollen nun die Wirkungen einer plötzlichen und bedeutendern Hebung derselben Masse betrach-

ten. Erfolgte auf einmal eine Emporhebung von 100 oder 150 Klaftern, so daß der neue Meerespiegel der Linie *m n*, Fig. 45. correspondiren sollte, nicht so plötzlich, daß dadurch eine große Ueberschwemmung veranlaßt wurde, aber doch schnell genug, daß die Mollusken und andere Bewohner des Bodens sich fortbewegen konnten, so mußten diese Geschöpfe auf dem gedachten Raum umkommen. Die zu einer raschen Bewegung unfähigen, wie es deren manche giebt, mußten sterben, wenn auch die Bewegung nur nach und nach mäßig war; sie konnten die für sie geeigneten neuen Linien der Tiefen und Temperaturen nicht erreichen.

Betrachten wir nun die Wirkungen auf das thierische Leben (wenigstens auf den Theil der Thiere, die sich nicht rasch bewegen können), welche stattfinden würden, wenn die auf Fig. 35. angedeutete Oberfläche 100 Klafter über ihr jetziges Niveau gehoben würde. Eine solche Hebung gehört durchaus nicht zu den außerordentlichen geologischen Erscheinungen und es entsteht nur die Frage, ob solche Veränderungen stufenweise oder mehr oder weniger plötzlich stattgefunden haben. In beiden Fällen müssen wir Veränderungen in der Bedingung des jetzt auf dem Raum existirenden Meereslebens haben. War die Hebung mäßig plötzlich, so daß die verschiedenen Geschöpfe, die gewöhnlich an oder in dem Boden des Meeres leben, nicht im Stande waren gänzlich zu entfliehen, so mußte eine ungeheure Zerstörung der Species stattfinden, indem die meisten von denen, die der erwähnten Oberfläche eigenthümlich sind, wahrscheinlich zusammen umkamen. Es würden aber auch viele kleine Becken mit Meerwasser zurückbleiben und in denselben würden manche Thiere länger fortgelebt haben.

Diejenigen, welche den Rückzug der Fluth von einem flachen Strande beobachtet und die Schnelligkeit wahrgenommen haben, mit der große Striche von sanft abfallendem Sand und Schlamm von dem Wasser befreiet werden, indem nur hin und wieder Sümpfe zurückbleiben, werden leicht einsehen, daß eine Hebung des Bodens, die einen eben so schnellen Abfluß des Wassers veranlaßt, das Entweichen der großen Masse der Mollusken und selbst mancher Fische verhindern würde. Dennoch würde der Abzug, wie bei der Ebbe auf flachen Küsten, so stufenweise erfolgen, um etwas von der Oberfläche mit wegzuführen. Das

rasche Verschwinden des Wassers bei der Ebbe an ähnlichen Küsten ist vielleicht den meisten Personen weniger bekannt, als das rasche Hinzuströmen der Fluth, weil es nicht mit derselben Gefahr verbunden ist. Wenn man daher die Schnelligkeit der relativen Niveau-Veränderung durch das Steigen der Fluth an flachen Küsten mißt, so werden sie besser einsehen, wie schwierig es für eine große Masse von Meeresgeschöpfen sein würde, ihre gewöhnlichen Wohnplätze zu verlassen und zu entweichen; denn an einigen Küsten ist die Schnelligkeit so groß, daß der mit der Gefahr vertraute Mensch Noth hat, das Land zu erreichen und daß hin und wieder sogar ein gutes Pferd dazu erforderlich ist, um der Fluth zu entgehen. Die Meeresthiere werden aber die Gefahr erst gewahr werden, wenn das Entfliehen schon zu spät ist. Die an die großen Veränderungen der Ebbe und Fluth Gewöhnten würden auf einmal umkommen, denn wenn sie das Wasser verließ, würden sie es nicht für ungewöhnlich halten und deßhalb ihren Wohnplatz zu verlassen suchen.

Offenbar würde also, wenn der Boden rings um die britischen Inseln um 100 Klafter gehoben werden würde und das Meerwasser dabei nicht schneller sich zurückzog als bei der Ebbe, eine bedeutende Zerstörung des Meereslebens stattfinden, besonders von solchen Specien, die der trocken gelegten Oberfläche eigenthümlich waren und die sich nicht schnell bewegen konnten.

Wir wollen nun eine andere Folge dieser Niveauveränderung rings um die britischen Inseln betrachten. An manchen Punkten würden flache Becken mit einigen Meeresgeschöpfen zurückgeblieben sein; sie waren übrigens vorher von andern Meeresthieren bewohnt, die wenn die Niveauveränderung unbeträchtlich war, wenigstens eine gewisse Zeit in diesen Becken leben konnten. Waren sie aber an tiefes Wasser gewöhnt, so mußten sie wahrscheinlich sterben und die Gewässer wurden von denen aus einem höhern Niveau bewohnt. Diese Becken würden jedoch nicht lange unter ihren ersten Bedingungen existirt haben. Die neue Oberfläche des emporgehobenen Landes kam unter die Einwirkung der Atmosphäre und wurde von derselben verändert; die Flüsse von einem Theile Frankreichs, von allen britischen Inseln und von den Theilen Deutschlands, Rußlands, Schwedens und Norwegens, die jetzt

in die Ost- und Nordsee münden, mußten auf dem neuen Lande weiter gehen, bis daß sie das Meer erreichten. Anfänglich, ehe diese Flüsse Betten fanden, würden sie sich vertheilen und es würde ein Theil des Wassers durch Verdunstung verloren gehen, allein bald würden die Flüsse, da wo sie den geringsten Widerstand finden, Betten auswaschen.

Manche Flüsse des westlichen Europas würden durch örtliche Erhöhungen der Oberfläche von ihrem jetzigen Lauf abgelenkt werden und manche von den oben erwähnten Becken würden die Flüsse in ihrem Lauf nach dem Meere aufnehmen, das Meerwasser in denselben würde minder salzig werden, das Flußwasser von den Seen bis zum Meere durch Vermischung etwas Salzgehalt bekommen. Manche von den Becken würden in Süßwasserseen verwandelt und endlich von Süßwasserthieren, die von den Flüssen abwärts geführt, bewohnt werden; denn die Niveauveränderung würde Land- und Süßwasserthiere größtentheils nicht beunruhigen. Sie würden ihre Wohnplätze nach verhältnißmäßig niedrigeren Niveaus verlegen, allein eine Zerstörung würde dadurch nicht veranlaßt werden; sie würden die Freiheit haben, das neue trockne Land zu bevölkern und deshalb würden ihre Nester in jeder sich in den Seen bildenden Ablagerung begraben werden.

Es ist interessant, den zoologischen Charakter der Sand-, Grus- und Schlammsschichten, die trocken zurückbleiben würden, zu betrachten. Charten von den verschiedenen Condirungen zeigen uns, daß wir eine Oberfläche von verschiedenartig mineralischem Charakter haben, daß er aber hauptsächlich sandig sein würde. Da aber ein Theil von den Meeresthieren diese, ein anderer jene Art des Bodens vorzieht, so werden wir nicht allein Zonen des Meereslebens, wenn wir den Ausdruck gebrauchen dürfen, haben, die im Allgemeinen mit denen des gleichen Drucks, gleicher Temperaturen und anderer Umstände correspondiren, sondern solch Meeresleben würde auch nach der Beschaffenheit des Bodens innerhalb der Zonen selbst verschieden sein. Wir müßten daher eine Oberfläche haben, in der gleichzeitige Geschöpfe begraben wären, innerhalb welcher die Ablagerungen in einem Theil, hinsichtlich der Versteinerungen verschieden von den in einem andern, in Verhältniß der Verschiedenheiten der Tiefe, der Tempera-

tur und des Bodens wären. Die Seen würden auf jeden Fall die Schalen von den auf dem Lande, in Flüssen und Sümpfen lebenden Thieren und Pflanzen enthalten und wir würden Felsarten haben, charakterisirt durch solche Reste und auf andern voll von Meeresresten ruhend, hin und wieder mit Einlagerungen von solchen Schichten, die durch Reste aus brakigem Wasser, oder durch ein Gemenge von Geschöpfen charakterisirt, die ursprünglich entweder dem Meere oder den süßen Gewässern angehörten, die aber die Veränderungen des Mediums, in welches sie gelangten, bis zu einem gewissen Grade ertrugen, als die ursprünglichen Meeresgeschöpfe nach und nach verschwanden und den Fluß- und Sumpsthiereu Platz machten.

Wir haben bemerkt, daß der sogenannte Untergrund rings um die britischen Inseln, nach dem Ocean zu, durch eine Linie begrenzt werde, wo die große Ebene, wie wir sie nennen können, fast plötzlich ein Ende hat, indem eine Tiefe von 200 Klaftern nicht weit von der von 100 Klaftern entfernt ist. Wäre nun die Niveauveränderung so, daß die neue Küstenlinie etwas schroff emporstiege, selbst nur wenige Fuß über das Niveau des Oceans, so würde sie von der Brandung angegriffen werden und es würden Klippen entstehen, die, wenn auch anfänglich nicht hoch, es dennoch bei weitem Eingriffen des Meeres werden würden. Wäre dagegen die neue Küstenlinie niedrig und würde sie von seichtem Meere umgeben, so würden durch die anhäufende Wirkung des Meeres Dünen entstehen, wie an den Küsten der Nordsee von Frankreich bis nach Dänemark. Hinter solchen Dünen würden sich, wie es gewöhnlich der Fall ist, kleine Wassermassen sammeln, in denen sich Niederschläge mit Meeressthiereu und Pflanzen bilden.

Es ist klar, daß je geringer der Belang der relativen Niveauveränderung ist, der zu irgend einer Zeit innerhalb dieses Raumes hervorgebracht worden, um so geringer auch der allgemeine Belang der dadurch veranlaßten zerstörenden Wirkungen sein muß; so daß, wenn die hervorgebrachte Veränderung nicht größer wäre als die jetzt am botnischen Meerbusen wahrnehmbare, gar keine Specien zerstört worden wären, indem sich die Bewohner des seichten Wassers nach und nach mit dem Meere zurück-

zogen und neue ihnen anpassende Stellungen annahmen. Bei solch einer sehr langsamen Hebung würde die ganze Oberfläche bis zu der neuen Küste mit den Resten ähnlicher Species bedeckt sein, die auf dem Boden zurückblieben und begraben wurden, und diese Specien würden Küstenspecien sein. Die Niederschläge wären offenbar nicht gleichzeitig entstanden, allein durch ähnliche organische Reste charakterisirt. Sie würden auf andern Absätzen ruhen, die auf eine ähnliche Weise gebildet worden waren, aber durch, von den vorigen verschiedene, organische Reste charakterisirt, da sie die Schalen von Thieren sein würden, die in größern Tiefen lebten; sie würden aber unter einander selbst sich ähnlich sein.

Es sei a b, Fig. 46. der Meerespiegel, c das über denselben emporsteigende Land und c, d eine Felsenoberfläche, auf welcher sich durch mechanische Niederschläge Schichten gebildet haben. Wir wollen nun annehmen, daß sich durch die gewöhnlichen Operationen der Natur auf der Oberfläche c d zuvörderst ein Niederschlag gebildet habe, der c d gleichförmig bedeckt und sich von 1 bis über d hinaus erstreckt. Die den Boden bewohnenden Thiere, deren Schalen wegen ihres Todes, oder wegen anderer Ursachen, in solch einem Zustande gefunden würden, daß sie uns zu der Annahme veranlaßten, sie seien nicht transportirt worden, sondern seien in dem Sand oder Schlamm, in welchem sie lebten, begraben, würden im Allgemeinen nach der Tiefe des Wassers über ihnen verschieden sein. Sie würden den verschiedenen Niveaus h h', g g', f f', e e', angepaßt und folglich würden die organischen Reste aus der Tiefe d und aus der Nähe der Küste c, obgleich in einem Niederschlag von gleichzeitiger Entstehung begraben, wahrscheinlich nicht genau dieselben sein.

Wenn sich nun das Meer von 1 bis 2 so stufenweise zurückzieht, daß die Specien nicht zerstört werden, sondern nach und nach ihre Plätze nach dem Meere zu verändern, so würde eine allgemeine Bewegung bei den Thieren stattfinden, damit ein jedes hinsichtlich des Druckes und anderer Umstände eine Stelle wieder erhielt, ähnlich der, an welcher es vorher lebte. Folglich würde die neue Oberfläche von 2 zu 3 mit Geschöpfen bedeckt werden, ähnlich denen, welche vorher auf der Oberfläche von 1 bis 2 existirten, welche nun in ein trockenes Land verwandelt ist. Daher würden die

von 2 bis 3 begrabenen Reste ähnlich denen sein, die vorher von 1 bis 2 begraben worden sind. Dasselbe würde der Fall sein, wenn die Oberfläche von 2 bis 3 trockenes Land würde, indem sich die am Ufer lebenden Thiere nach einer andern tiefern Oberfläche bewegen würden u. s. f. Wir würden die verschiedenen Schichten k, l, m, erhalten, die, obgleich sie in horizontaler Richtung ähnliche organische Reste haben, nicht gleichzeitig sind. Betrachten wir nun den Raum in zoologischer Hinsicht, so müssen wir zugestehen, daß er nach der Temperatur Tiefe des Wassers und nach dem Boden, verschiedene Bewohner haben würde und daß der Einfluß der beiden erstern Zonen verschiedener Art des animalischen Lebens hervorzubringen sucht. Wenn wir aber auf den Winkel achten, den die Oberfläche des Bodens, im Allgemeinen betrachtet, mit dem Horizont bildet, so hält es schwer, denen, die alle Meere für ungeheuer tief halten, begreiflich zu machen, daß dieser Winkel wirklich so gering ist, als er sich wirklich zeigt. Wir müssen auf diesen Umstand aufmerksam machen, weil man sonst annehmen könnte, daß die in Fig. 46. dargestellten Schichten solche bedeutende Veränderungen in ihren Versteinerungen zeigen würden, daß man deren Verschiedenheit in den gleichzeitigen Ablagerungen gar nicht übersehen und folglich nicht denken könnte, daß die gleiche Art von Schalen nur für einen Niederschlag und eine Epoche charakteristisch sei. Wenn übrigens die oben bemerkten Winkel in Betracht kommen, so wird man die Leichtigkeit, mit welcher man die beiden Dinge verwechseln kann, leicht einsehen.

Es wird einleuchten, daß wenn statt der hier angenommenen Hebung eine Senkung derselben Oberfläche um 100 Klafter stattgefunden hätte, so daß die vorige Linie von 100 Klaftern mit 200 Klafter Meerestiefe bedeckt wurde, wir die entgegengesetzten Wirkungen von den oben angeführten haben würden. Da wir die größte Hebung unter den britischen Inseln annahmen, so müssen wir auch annehmen, daß dort die größte Senkung stattgefunden habe und daß dieselbe geringer würde, je mehr wir uns von den Inseln, als von einem Mittelpunkt entfernten. Wenn die Senkung nach und nach stattfand, so würde aus diesem Grunde allein keine Species erlöschen, da sie nicht auf's trockene Land kamen, oder leicht zu einem höhern Niveau gelangen konnten. Ein gro-

ßer Theil von den britischen Inseln würde nebst einem bedeutenden Theil von dem westlichen Europa unter Wasser gesetzt werden, selbst wenn die Senkung unter keinem sehr geringen Winkel erfolgte. Es würden dadurch nothwendig große physikalische Veränderungen veranlaßt werden, besonders durch die Einwirkung der Ebbe und Fluth und der Strömungen auf diejenigen Theile der britischen Inseln, die als zahlreiche Inseln aus dem Wasser hervorstehen. Die Vertiefungen würden durch mechanische Niederschläge ausgefüllt und es würden darin eine bedeutende Menge Thier- und Pflanzenreste begraben werden.

Unter diesen Umständen würden eine Menge Fluß-, Sumpf- und Buchtbildungen mit Meeresformationen nach und nach oder plötzlich bedeckt werden, je nachdem die Niveauveränderung langsam oder schnell erfolgt sein würde. Im erstern Fall müßten wir oft Uebergänge von einer Art des Lebens in die andere haben, während im letzten der Wechsel eines Niederschlags zu dem andern etwas schroff sein würde. An dem Boden des vorher existirenden Meeres würde eine allgemeine Bewegung des Meereslebens nach der neuen Küstenlinie zu stattfinden, damit es sich den neuen Umständen seiner Wohnplätze accommodirte und daher würden die Reste der gewöhnlich im tiefern Wasser lebenden Thiere die von denen bedecken, welche die minder tiefen Stellen bewohnen und die abgesetzt wurden, als die Gewässer im Allgemeinen weniger tief waren.

Obwohl nun diese Niveau-Veränderung auf die Meeresspecien keinen Einfluß haben würde, so würde dies doch mit den auf dem Lande und in gewissen Fällen auch mit den in den süßen Gewässern lebenden Thieren und Pflanzen der Fall sein. Da der Stand des Meeres zu dem Lande relativ sein würde, so müßten die niedrigeren Linien der Vegetation, wenn sie nicht durch die Wellen, die Fluth und die Strömungen von der Oberfläche weggeführt worden, in die rings um die Küste vorkommenden Gebirgsarten begraben werden. Ein verhältnißmäßig plötzliches Steigen des Wassers würde die untern Zonen der Vegetation größtentheils zerstören, obwohl wahrscheinlich Samen der Zerstörung entgehen und an die Küste getrieben werden, so daß jedenfalls rings um die kleinen Inseln dieselbe Vegetation vorhanden

sein würde, die jetzt an den niedern Punkten der britischen Inseln existirt. Da aber die Höhe dieser Inseln überall um 600 Fuß vermindert werden würde, so dürfen wir auch einige Veränderungen in der Vegetation der höhern Gegenden voraussetzen, besonders wenn wir die Veränderung des Klimas berücksichtigen. Die Landthiere würden sich auch den neuen Umständen, unter denen sie zu wohnen genöthigt werden, anpassen müssen und viele derselben würden nothwendig untergehen, obwohl ein locales Aussterben der Species nicht stattfinden würde. Da in den niedrigen Gegenden viele große Moräste vorkommen, so müßten dieselben zuerst vom Meere bedeckt werden und ihre Bewohner würden nicht allein dem Meere, sondern auch seinen gierigen Thieren entgegen müssen. Sie würden nur mit Schwierigkeit geeignete Wohnplätze finden, da sich bei der stufenweisen Niveauveränderung kaum Moräste bilden könnten. Da sich aber jedenfalls die Oberfläche des trockenen Landes vermindern würde und nicht alle auf der frühern lebenden Thiere Platz finden könnten, so mußte ein Kampf um die Wohnplätze entstehen, wobei die schwächern nachgeben und einige Specien dort gänzlich aussterben mußten. Den Menschen lassen wir jedoch hierbei ganz aus dem Spiel.

Wir haben uns sehr lange bei den Folgen der relativen Veränderungen in dem Niveau des Meeres und Landes zu der erwähnten Höhe und an den erwähnten Punkten aufgehalten, weil sie uns bei der Erklärung mancher geologischen Erscheinung, besonders der versteinierungsführenden Gebirgsarten unterstützen. Wir finden bei denselben zuweilen schroffe, zuweilen sehr stufenweise Veränderungen in den zoologischen und botanischen Charakteren der Niederschläge und sehr häufig keine Spur von den Einwirkungen des Wassers auf die niedrigern Felsarten. An manchen Orten fand ohne Zweifel eine bedeutende Abreibung der untern versteinierungsführenden Felsarten statt, ehe noch eine andere darauf abgesetzt wurde; allein an sehr vielen Orten war auch nichts davon zu bemerken, obgleich ein vollständiger oder fast vollständiger Wechsel in der Beschaffenheit der organischen Reste stattfindet.

Es ist bestätigt, daß gewisse Muschelspecien sowohl an den Küsten des westlichen Europas als an den östlichen Küsten von Nordamerika vorkommen, woraus folgt, daß Formationen, die jetzt

an den entgegengesetzten Küsten der beiden Continente entstehen, einige von denselben Muschelspecien enthalten müssen. In diesem Falle kommen in gleichzeitigen Ablagerungen, obwohl sie weit von einander entfernt sind, einige gleiche Versteinerungen vor. Solche Formationen stehen offenbar in keinem Zusammenhange mit einander, sondern bilden bloß an den Küsten beider Continente einige einzelne Stücke von dem Ankergrunde, indem beide Küsten durch sehr tiefes Wasser von einander getrennt sind, an dessen Boden die Bewohner der gedachten Muscheln nicht existiren konnten. Wir ersehen aus dieser Thatsache, daß gleiche Umstände, wie Druck des umgebenden Wassers, Temperatur, Licht, Nahrung und das Vermögen, Luft zu erlangen, an den beiden verschiedenen Localitäten obwalten und daß, da die Eier von Meeresthieren durch natürliche Ursachen von der einen zur andern geschafft worden sind, die an solchen Orten im Fortschreiten begriffenen Formationen, obgleich sie nicht im Zusammenhange stehen, dennoch ähnliche Versteinerungen enthalten mögen. Dasselbe würde noch leichter bei geringern Entfernungen stattfinden. Es seien a und b Fig. 47. zwei entgegengesetzte Küsten unter gleichen oder fast gleichem Klimaten und e und f zwei Gebirgsarten oder Anhäufungen von Sand oder Schlamm, die jetzt unter ähnlichen Umständen entstehen und die Reste von Mollusken, die in und auf ihren Oberflächen leben, umschließen. Wenn nun die Eier der Mollusken mitten durch das Meer c von der einen Küste zur andern geführt werden können, so muß eine Tendenz vorhanden sein, die relativen Thierarten in einer jeden Masse der sich neu bildenden Felsarten e, f, im Verhältniß der Nähe der beiden Küsten und bei übrigens gleichen Umständen auszugleichen. Das tiefe Wasser d ist ein Hinderniß, nicht allein gegen die Fortschritte der Mollusken auf dem Boden des Meeres, sondern auch gegen den Transport des Gerölles und wir haben daher Niederschläge offenbar von demselben Alter und charakterisirt durch ähnliche organische Reste, ohne daß sie je Zusammenhang gehabt haben. Dieser Umstand ist zu berücksichtigen, wenn wir die ehemalige Continuität von Felsarten bloß deswegen annehmen, weil sie einen ähnlichen zoologischen und botanischen Charakter haben.

Wir haben schon gezeigt, daß unter der Annahme der Em-

porhebung des Bodens rings um die britischen Inseln zu nicht mehr als 600 Fuß, bei stufenweiser relativer Veränderung des Niveaus, zu verschiedenen Zeiten gebildete und durch ähnliche organische Gemengtheile charakterisirte Niederschläge entstehen würden. Wir wollen nun den Gegenstand aus einem andern Gesichtspunkte betrachten. Wenn zwei Küsten in derselben relativen Lage und unter denselben Umständen existirten, wie in Fig. 47. angegeben, und die eine davon wäre Schwankungen unterworfen und über den allgemeinen Ocean emporstiege, oder unter denselben hinabsänke, während die andere stehen bliebe, so würden wir bei der einen eine Reihe von Resultaten erlangen, die verschieden von den andern wären. Während die eine Küste Schalen enthielte, die charakteristisch für einen Meeresniederschlag sind, so würde an der andern nicht allein eine große Verschiedenheit in den Versteinerungen, sondern auch in der mineralogischen Structur der gleichzeitig gebildeten Gebirgsarten stattfinden. An dem einen Punkt konnte auch eine Zerstörung von Specien stattfinden, während sie an dem andern auf die gewöhnliche Weise zu existiren fortführen. Daher können wir nun eine geringe oder gar keine Aehnlichkeit in den organischen Gemengtheilen gleichzeitiger Gebirgsarten haben, obgleich, wenn an dem einen Punkt die Schwankungen stattfanden, während der andere fest blieb, Temperatur, Druck des Wassers, Licht, Nahrung und das Vermögen, Luft zu erlangen, so waren, daß die Versteinerung in beiden bis zu einer gewissen Ausdehnung Aehnlichkeit hatten.

Dreizehntes Capitel.

Wir haben bis jetzt das Meeresleben nur in Beziehung auf die, in gewissen, im Verhältniß zum Ocean geringen Tiefen der Gewässer, lebenden Geschöpfe betrachtet. Die Oberfläche des tiefen Oceans ist aber nicht minder belebt und wahrscheinlich verhältnißmäßig auch die Tiefe desselben bis zu der Grenze, wo das Leben nothwendig aufhören muß. Fische, Crustaceen und Mollusken kommen in dem offenen Meere vor und geben einander durch ihre Zerstörung gegenseitig Nahrung. Um mit Bequemlichkeit zu leben, müssen diese verschiedenen Geschöpfe in einem Gleichgewicht zu dem umgebenden Wasser stehen. Die meisten, wenn nicht alle, haben das Vermögen, ihr specifisches Gewicht, mittelst welchem sie steigen und fallen, bis auf eine gewisse Ausdehnung zu verändern. Nichts ist sonderbarer als den ruhigen Ocean plötzlich mit einer Menge von Meeresgeschöpfen verschiedener Art bedeckt zu sehen, die von der Tiefe emporgestiegen sind. Ohne Zweifel ist das Vermögen dieser Thiere, ihre specifische Schwere zu vermehren oder zu vermindern, begrenzt und sie können daher nicht unter einen gewissen Punkt hinabsinken. Jedoch haben wir bis jetzt noch keine guten Data über diese Grenzen, deren Existenz nicht in Zweifel gezogen werden kann. Obgleich dieses Leben wahrscheinlich durch ein System von allgemeiner Raubsucht erhalten wird, indem ein Thier das andere frisst, so müssen doch manche derselben eines natürlichen Todes sterben. Allein alsdann bleibt immer noch wenig Wahrscheinlichkeit, daß nicht auch die Reste verschlungen werden; denn zur Zeit des Todes war das Thier entweder im Gleichgewicht mit dem umgebenden Wasser, oder war es nicht. Befand es sich in einer Tiefe, welche eine Anstrengung der Muskeln erforderlich machte, so endigte dieselbe mit dem Tode und das

Thier würde steigen oder fallen, je nachdem es specifisch leichter oder schwerer als das Meerwasser war.

Obgleich einzelne Theile der im Ocean lebenden Thiere schwerer als das Wasser sind, so haben doch die fleischigen Massen im Allgemeinen nur dieselbe Dichtigkeit wie jenes, und dies scheint auch eine nothwendige Bedingung für ihre Beschaffenheit zu sein. Wenn daher ein Meeresgeschöpf stirbt und die fleischigen Theile sich zersetzen, so wird ihr specifisches Gewicht geringer und sie steigen an die Oberfläche empor, wo sie dann bald, selbst im faulenden Zustande von den Raubthieren verschlungen werden. Von der Art der letztern hängt das Schicksal der festen Theile ab und ob z. B. ganze Muscheln auf den Meeresboden niederfallen. Wenn z. B. der Körper eines Nautilus von kleinen Crustaceen verzehrt würde, so müßte derselbe, sobald die leichtern Theile fortgeschafft worden, zu Boden sinken, da er dichter als das Meerwasser ist. Wurde der todte Nautilus von einem großen Fische verschlungen, so würden seine festen Theile erst dann zu Boden sinken, wenn sie durch den Körper des Thieres gegangen.

Das zu Boden Sinken einer solchen festen Materie in einem tiefen Meere ist jedoch von ganz andern Umständen begleitet, als wenn sie auf dem Boden eines seichten Meeres vorkommen. In letzterm Falle finden wir eine Menge dünner feiner Muscheln ganz, besonders in dem Schlamm und Sand, welcher größtentheils ihre Verstecke bildet. Wenn eine dünnschalige Molluske in Sand oder Schlamm stirbt, so wird ihr Körper gänzlich begraben und die Formen der Muscheln sind so, daß sie einem mäßigen Druck einige Zeit recht gut widerstehen, während welcher eine Infiltration von fremder Materie stattfindet, die denselben oder einen stärkern Widerstand leistet als die ursprünglichen fleischigen Theile.

Wenn wir aufmerksam die Art und Weise des Vorkommens der organischen Reste studiren, so müssen wir einsehen, daß obgleich sehr bedeutende Verschiedenheiten in der Vollkommenheit der Erhaltung stattfinden, ein sehr bedeutender Theil unbeschädigt, manche lebend, oder doch ehe die Zersetzung erfolgte, begraben worden sein müssen. Skelette von Ichthyosauren und Plesiosauren werden oft in dem Kias und mit solchem Zusammenhange, selbst mit Spuren der Haut und mit Spuren von unverdaulichem

Nahrung zwischen den Ribben, da wo der Magen vorhanden sein mußte, gefunden, daß wir gar nicht daran zweifeln dürfen, daß sie mit ihrem Fleisch in dem häufig kalkigen Schlamm, aus welchem der Lias entstand, begraben seien. Oft sind die Muscheln eben so in einem Lager in Gruppen vertheilt, wie es auf dem Boden des Meeres der Fall ist und sie sind so wohl erhalten, so sie bloß von der Masse, welche sich über sie abgesetzt hat, bedeckt erscheinen. Oder es bestehen ganze Lager aus zerbrochenen Muscheln und geben einen Beweis, daß sie, ehe sie begraben wurden, heftigen Einwirkungen unterworfen waren. Mit dem Senkblei kommen so oft kleine Massen von zerbrochenen Muscheln von dem Meeresboden in die Höhe, daß kein Zweifel obwalten kann, daß dort dergleichen existiren und nur mit Sand, Schlamm und kalkiger Materie bedeckt und dann über den Meerespiegel emporgehoben zu werden brauchen, um uns Schichten zu geben, wie wir sie in mehren Gebirgsformationen finden.

Wir können füglich folgern, daß die große Masse der organischen Reste gleich den Anhäufungen von Geröllen, zwischen denen jene vorkommen, in mäßigen Tiefen rings um die Küsten und auf und an den Sandbänken abgesetzt wurden. Daß man die größern Theile von Sauriern und andere Reste der Classe und von Landthieren in der Nähe des Landes finden muß, ist einleuchtend. Die letztern mußten im Meere sämmtlich die Beute der gefräßigen Raubthiere werden. Der größte Theil der fossilen Saurier lebte, wie aus ihrer Structur hervorgeht, in der Nähe des Landes oder zum Theil auf demselben. Der Ichthyosaurus scheint seiner Structur nach auf offenem Meere gelebt zu haben.

Wir erkennen die Lager nach den in ihnen gefundenen organischen Resten als Süßwasser-, Bucht- und Meeresbildungen und betrachten sie analog den noch jetzt in Flüssen, Seen, in Buchten mit brakigem Wasser und im Meere abgesetzten Formationen. Dies setzt aber voraus, daß seit der frühesten Existenz des thierischen und vegetabilischen Lebens, sowohl in den Gewässern als auf dem Lande, gewisse Formen constant gewesen, und daß die Formen von Thieren und Pflanzen, von denen es keine lebenden Analoga giebt, doch von der Art sind, daß wir sie entweder als Meeres-, Süßwasser- oder Landthiere classificiren können. Alle Hauptthat-

sachen dieser Art sind leicht erklärt, in manchen Punkten von geringerer Wichtigkeit scheint aber Vorsicht nöthig zu sein. Wenn z. B. eine *Voluta* oder eine *Arca* unter den organischen Resten einer Gebirgsart gefunden würden, so würde diese als eine Meeresbildung angesehen werden, da uns beide Geschlechter als Bewohner des Meeres bekannt sind, und in den meisten Fällen würde die Folgerung auch richtig sein. Dennoch könnte man sich in beiden Fällen irren, denn *Voluta magnifica* lebt in den brakigen Gewässern von Port Jackson in Australien und eine *Arca* bewohnt die süßen Gewässer von Summa bei Hamirpur, 1000 engl. Meilen von dem Meere. Vielleicht würde man bei einer aufmerksamen Untersuchung dieser beiden Muscheln einige Veränderungen der Form wahrnehmen; jedoch ist sie bei einer fossilen Muschel stets schwierig.

Die Umstände, welche ein Thier veranlassen mögen, unter Bedingungen zu leben, die für das Geschlecht oder die Species nicht gewöhnlich sind, müssen auch erwogen werden. Eine *Astarte* und eine *Cardita*, Geschlechter, die gewöhnlich im Meere vorkommen, wurden in Sümpfen in Eis bei der Melvilleinsel, daher in Wasser gefunden, welches wenn auch nicht süß, doch nur wenig salzig ist. Die Buckel dieser Muscheln waren gewunden, wie es gewöhnlich bei Süßwassermollusken der Fall ist. *Anadon anatinus*, gewöhnlich im süßen Wasser lebend, findet sich häufig in dem brakigen Wasser der Westindia Docks zu London und pflanzt sich dort fort. Eben so kommt sie auch in den Commercial Docks vor, begleitet von *Mytilus polymorphus*, die in der Donau und Wolga einheimisch ist und wahrscheinlich an dem Boden eines Schiffes aus dem schwarzen Meere herbeigeführt worden ist.

Dr. Macculloch hat durch eine Reihe von Versuchen bewiesen, daß die Steinbutte, die Seezunge, Scholle, Seearbe, der Stint, die Quappe, der Klippfisch und mehrere andere Fische der Art, ohne Schwierigkeit im süßen Wasser leben und sich daselbst fortpflanzen können. Der Stöckfisch lebt aus eigener Wahl in einem Süßwassersee auf den Shetlandsinseln, und auch der Håring ist als beständiger Bewohner eines Süßwassersees bekannt. Daß Süßwasserfische, Hechte und *Cyprini*, in den salzigen Gewässern des caspischen Meeres leben, während ihnen die Wolga geöffnet,

ist lange bekannt; eben so, daß Lachse und andere ähnliche Fische sehr leicht einen Wechsel des salzigen und süßen Wassers und umgekehrt ertragen können. Aus den bis jetzt angestellten Versuchen, Meeresthiere im süßen Wasser und Süßwasserthiere im Meerwasser leben zu lassen, scheint hervorzugehen, daß sie bei einem plötzlichen Wechseln sterben, während bei einer stufenweisen Veränderung des Wassers manche Thiere den Wechsel ertragen können. Wenn Süßwasserseen hinter Geschiebe- oder Sandbänken plötzlich auf irgend eine Weise mit dem Meere in Verbindung treten und das Meerwasser, vermöge seines größern specifischen Gewichts auf einmal auf den Boden des Sees dringt, so werden die Süßwasserfische getödtet. Erfolgte die Veränderung nach und nach, so kamen wahrscheinlich nur wenige Süßwasserthiere um.

Es ist noch ein anderer Umstand vorhanden, dem gehörige Aufmerksamkeit gewidmet werden muß. In dem Meere existiren manche, nach den Umständen mehr oder weniger, Süßwasserquellen. Manche derselben, z. B. die sehr starke in dem Golf von La Specia kennen wir schon seit langer Zeit. Sie steigt mit bedeutender Kraft in die Höhe, bildet auf der Oberfläche des Meeres eine geringe Conexität und kommt ohne Zweifel aus einer Reihe von Höhlungen des benachbarten Kalksteingebirges. Es giebt gewiß noch manche ähnliche Quellen in verschiedenen Theilen der Welt, die uns aber unbekannt sind, da das süße Wasser nicht mit hinlänglicher Kraft bis zur Oberfläche emporsteigt. Daher müssen auch unter dem Meere eben so gut wie auf dem Lande dergleichen vorhanden sein, denn die ihr Hervortreten veranlassenden Kräfte scheinen hinlänglich zu sein, um den Druck des Meeres zu überwinden. Ferner wenn irgendwo süßes Wasser unter den Gewässern des Oceans vorkommt, so steigt es wegen seines geringern specifischen Gewichts zur Oberfläche empor, ohne daß man seine Temperatur berücksichtigt, die, wenn die Quellen warm sind, ebenfalls ein Steigen veranlassen mußte. Wir dürfen annehmen, daß solche Quellen eine Wirkung auf die Art und Weise des Lebens innerhalb ihres Einflusses ausüben wird. Das Folgende läßt sich vielleicht durch solch eine Wirkung erklären. An der Küste von Java, nicht weit von Batavia, steigt eine Süßwasserquelle

vom Meeresboden empor. An jenem Punkte scheint nur *Cyrena ceylanica*, die man als eine Süßwassermuschel ansieht, sehr zahlreich vorzukommen. In wiefern die Individuen fähig sind, zuerst im brackigen und dann im Meerwasser zu leben, so daß von einem Stamm zwei Racen, eine Meeres- und eine Süßwasser-Race abgeleitet werden können, ist eine besondere Frage; jedoch scheint nach dem, was wir von ähnlichen Veränderungen wissen, solch ein Anpassen an die Umstände durchaus nicht unmöglich zu sein.

Um Gleichförmigkeit des organischen Lebens über der Erdoberfläche zu erhalten, müssen die Bedingungen zu dessen Existenz ähnlich oder fast ähnlich sein. Wenn wir daher annehmen, daß gegebene Felsarten durch ähnliche Versteinerungen organisirt seien, so müssen wir auch ähnliche allgemeine Bedingungen für ihre Bildung über dem Raum annehmen, auf welchem solche Gebirgsarten gebildet worden sind. Wir haben gesehen, daß die Vertheilung des animalischen und vegetabilischen Lebens jetzt außerordentlich verschieden ist, selbst unter ähnlichen Bedingungen in Beziehung auf das Klima und auf andere nothwendige Umstände, so daß jetzige gleichzeitige und versteinigungsführende Niederschläge an verschiedenen Punkten der Erdoberfläche keine ähnlichen Reste enthalten würden.

Wir haben zunächst zu betrachten, welche Bedingungen, wenn auch nicht überall, eine größere Gleichförmigkeit in dieser Hinsicht hervorbringen können. Bei der Annahme, daß unser Planet eine Masse ist, die nach und nach kälter durch Ausstrahlung ihrer ursprünglichen Wärme geworden ist, müßten wir zuerst Klimate haben, die größtentheils unabhängig von der Sonnenhöhe, obgleich nicht von dem Sonnenlicht waren. Als die Erde hinlänglich kühl wurde, um die Existenz des thierischen Lebens zu gestatten, so mußte auch das Wasser im tropfbar flüssigen Zustande erscheinen.

Wasser mit hoher Temperatur konnte das thierische und vegetabilische Leben nicht erhalten, oder seine Wärme mußte wenigstens sehr mäßig sein. Die Vertheilung eines warmen Oceans über verschiedene Theile der Erdoberfläche würde einen großen Einfluß auf das Klima gehabt haben, und es würde aus diesem Grunde allein ein großes Bestreben stattfinden, die verschiedenen

Temperaturen auszugleichen. Der feuchte Zustand der Atmosphäre, die unter solchen Umständen wahrscheinlich mit Wasserdünsten erfüllt sein würde, könnte auf das Meeresleben nur geringen Einfluß haben, dagegen aber einen sehr bedeutenden auf den Organismus des Landes. Eine hauptsächlich Wirkung der fast gleichförmigen Temperatur der Atmosphäre in gleichen Höhen rings um die Atmosphäre, mußte eine verhältnismäßige Ruhe gegen ihren jetzigen Zustand sein; denn da die Aequatorial- und die Polargegenden eine gleiche oder fast gleiche Temperatur hatten, so fehlte das jetzige System der Winde. Alle die jetzt von der Sonnenwärme herrührenden atmosphärischen Erscheinungen würden kaum bemerkbar sein und erst dann erscheinen, als die Wärmestrahlung von der Erde die Atmosphäre unter den Einfluß der Sonne brachte. Unter den hier angenommenen Umständen würden sich die Gewässer des Oceans nach ihrem verschiedenen specifischen Gewicht und folglich nach ihrer relativen Temperatur arrangirt haben. Unter den obigen Umständen mußte nothwendig eine große Gleichförmigkeit der Temperatur herrschen, und die einzigen wichtigen Veränderungen entsprangen aus der verschiedenen Tiefe, indem das kältere Wasser das untere war; denn wir dürfen die Temperatur unter diesen Umständen leicht zu 40° annehmen. Es mochten daher Verschiedenheiten in dem Meeresleben nach den verschiedenen Tiefen vorhanden sein, allein nach horizontalen Richtungen mußte eine große Gleichförmigkeit stattfinden. Da sich aber die Wärme der Erdoberfläche nach und nach verminderte, so mußten sich diese Bedingungen nothwendig verändern. Wenn wir eine große Hitze in unserm Planeten wahrnehmen, die während des Verlaufs von Zeit (nach unsern beschränkten Begriffen über solche Gegenstände schwierig zu fassen) nach und nach bis zu ihrem jetzigen Zustande abnahm und folglich die Einwirkung der Sonne zuließ, so erhalten wir eine Reihe von Zuständen, deren einer Endpunkt der Gleichförmigkeit in der Vertheilung des Thier- und Pflanzenlebens über der Erdoberfläche sehr günstig ist, welcher Zustand nach und nach davon bis zu dem jetzigen entfernte. Die Ausdehnung dieser Gleichförmigkeit bei Annahme der Centralwärme ist eine andere Frage, die nur durch Beobachtungen dargethan werden kann; a priori dürften wir aus der Analogie des jetzigen animalischen und vege-

tabilischen Lebens zu der Annahme geführt werden, daß, da jetzt ähnliche Umstände nicht nothwendige ähnliche Arten des Lebens geben, die frühern Zustände der Oberfläche auch gleiche Veränderungen dargeboten haben mögen. Wir dürfen jedoch erwarten, daß früher eine weit größere Gleichförmigkeit als jetzt stattgefunden habe, in sofern als die Bedingungen dafür in dem einen Fall bedeutender als in dem andern waren.

Die organischen Reste bieten sich uns unter verschiedenen Arten und Graden von Versteinerungen dar. Einige haben nur geringe Veränderung erlitten, während andere eine Substitution der einen Substanz für die andere zeigen, so daß wir wirklich keinen Theil des ursprünglichen Körpers, sondern nur eine mineralische Substanz genau von derselben Form haben. Es kann nicht zweifelhaft sein, daß die verschiedenen Zustände von den Bedingungen abhängig sind, unter denen die organischen Körper seit ihrem Begrabenwerden in Felsarten, sowohl in Beziehung auf Zeit als Art, vorgekommen sind.

Die Land-, Süßwasser- oder Meeresmuscheln bestehen aus kohlensaurem Kalk, vermengt mit thierischer Materie, allein die Species, in denen letztere in bedeutender Menge vorhanden, sind nicht sehr zahlreich. Die festen Theile der Crustaceen bestehen aus kohlensaurem und aus etwas phosphorsaurem Kalk, so wie aus thierischer Materie. Die Fischknochen sind aus verschiedenen erdigen Salzen und aus thierischen Materien gebildet; die Knochen der Säugethiere hauptsächlich aus phosphor- und kohlensaurem Kalk und aus thierischen Materien, ferner aus geringen Quantitäten von phosphorsaurem Talk, flußsaurem Kalk, salzsaurem Natron &c. Der Schmelz der Zähne enthält verhältnißmäßig ein weit stärkeres Verhältniß von phosphorsaurem und weit weniger kohlensaurem Kalk, als die Knochen. Da diese Körper nicht gleiche Zusammensetzung haben, so dürfen wir nicht erwarten, daß sie, wenn unter gleichen Umständen begraben, wo irgend Substanzen auf sie einwirken können, ihre ursprünglichen Bestandtheile alle gleich behalten. Wenn z. B. alle diese Körper in einem kieseligen Sandstein vorhanden wären und das die Felsart durchdringende Wasser enthielte so viel Kohlensäure, daß es auf seinem Wege kohlensauren Kalk aufnahm und auflöste, so würden die Muscheln

gänzlich aufgelöst werden und nur ihre Abdrücke zurücklassen, während die Knochen und vorzüglich der Schmelz der Zähne verhältnißmäßig nur wenig Zerstörung erleiden würde.

Die Ausdehnung, bis zu welcher aufgelöste Materien Felsarten durchdringen, ist bereits erwähnt worden, es ist aber nirgend augenscheinlicher als bei den verschiedenen Zuständen der organischen Reste. Häufig finden wir Muscheln, die aus Kiesel oder Schwefelkies bestehen, obgleich wir nicht annehmen dürfen, daß die Thiere, welche diese Formen hervorbrachten, jene Substanzen abgesondert hätten, so wie sie kohlensauren Kalk absondern. Wir müssen daher folgern, daß der letztere durch Kiesel oder Schwefeleisen ersetzt worden und zwar je nachdem die Felsart kieselig war oder vielen Schwefelkies eingesprenzt enthielt. Es folgt ferner, daß je poröser das Gestein war, je größer die Wahrscheinlichkeit der Umwandlung und um so geringer, je undurchdringlicher die Felsart für das Wasser. Wir dürfen daher erwarten, daß organische Reste in porösem, kieseligem Sandstein leichter umgeändert werden können, als in Thon und dies ist auch wirklich der Fall.

Es müssen auch nothwendig einige andere Umstände berücksichtigt werden. Zeit ist ein wesentliches und nicht zu vernachlässigendes Element. Wirkungen, die in kurzen Zeiträumen unmerkbar sind, werden nach dem Verlauf von Jahrhunderten sehr bedeutend. Daher dürfen wir denn bei übrigen gleichem Umständen annehmen, daß die größten Veränderungen der Art in den ältesten versteinierungsführenden Formationen stattfinden werden. Auch die verschiedenen Umstände, unter denen eine Gebirgsart vorkommt, werden auf die Umänderung der organischen Reste einen Einfluß haben. Zu der einen Zeit mag sie von dieser, zu der andern von einer andern bedeckt worden sein, indem die frühere durch entblößende Ursachen entfernt worden ist. Daß zu den untern Gebirgsarten dringende Wasser enthält verschiedene Substanzen aufgelöst und kann also die Versteineringen von jenen eher verändern, als wenn es unmittelbar auf sie fiel.

Die stete Auflösung der Materie mittelst des Durchsickerns des Wassers durch Felsarten wird durch die chemische Zusammensetzung des Quellwassers bewiesen, die daher rührt, indem

sicher kein Chemiker solches Wasser als rein ansehen wird. Die organischen Reste sind eben so gut als andere Gemengtheile der Felsarten der Einwirkung des Wassers ausgesetzt, welches den Umständen nach, größere oder geringere Wirkungen hervorbringen wird. Wir dürfen im Voraus annehmen, daß die im Kalkstein vorkommenden Muscheln die geringste anscheinende Veränderung erleiden werden, da sie von einer Substanz umgeben sind, welche der ihrigen ähnlich ist und daß, wenn der ursprüngliche kohlensaure Kalk durch eingedrungenes Wasser entfernt ist, die Höhlung oder der Abdruck wiederum mit mehr oder weniger krystallinischem Kalk erfüllt werden wird, je nach der zur Infiltration erforderlichen Zeit. Dies scheint wirklich der Fall in der Natur zu sein.

Man nimmt im Allgemeinen an, daß Schwefelkies im Wasser unauflöslich sei und daß daher die häufig daraus bestehenden Versteinerungen im Mergel und Thon eine andere chemische Veränderung als durch Infiltration erhalten haben. Jedoch scheinen alle Erscheinungen einer Infiltration wie mit Kiesel so ähnlich zu sein, daß wir eine andere Ansicht kaum begreifen können. Daraus daß der Schwefelkies in unsern Laboratorien im Wasser nicht auflöslich ist, folgt auch nicht, daß es nicht im Verlauf einer langen Zeit nach und nach mit geringen Quantitäten geschehen könne; auch können bei den natürlichen Prozessen Umstände stattfinden, die solch einer Auflösung günstig, und die entweder nicht bemerkbar, oder bis jetzt bei den künstlichen nicht angewendet worden sind.

Manche Versteinerungen bestehen aus zweierlei Substanzen. Bei den Ammoniten z. B. findet man die Wände der Zellen zuweilen aus Schwefelkies bestehend und die Zellen selbst mit kohl- oder schwefelsaurem Kalk ausgefüllt. Es ist oft schwer zu bestimmen, welche von den Substanzen zuerst ihre jetzige Stelle einnahm, da wir nicht wissen, auf welche Weise manche Veränderungen hervorgebracht worden sind. In solchen Fällen wie dieser aber, in welchen ein, der vorher bestehenden organischen Form genau correspondirender Theil nur durch eine Substanz ersetzt worden ist, hat zu keiner Zeit eine vollständige, dem Volum und der Form des ganzen Ammoniten entsprechende Höhlung in der Fels-

art existirt, sondern die Zellen waren anfänglich wahrscheinlich hohl, es wurden dann die Wände entfernt und durch Schwefelkies ersetzt. Diese Meinung wird durch die Erscheinungen gerechtfertigt, die man wahrnimmt, wenn die ursprünglichen Wände der Zellen nur wenig verändert und die Zellen selbst nur theilweise ausgefüllt sind, indem die Höhlung alsdann mit Krystallen, gewöhnlich von kohlensaurem Kalk, besetzt ist, die auf den Wänden der Kammern stehen. Es scheint erforderlich zu sein, daß die Kammern durch irgend eine fremdartige Materie ausgefüllt sein mußten, ehe irgend eine Substanz die Wände genau ausfüllen konnte. Wir haben oft bemerkt, daß wenn diese Kammern nur zum Theil ausgefüllt und eingebrochen waren, daß sie, noch in der Felsart liegend, Wasser enthielten, eine für die Entwicklung der oft darin vorkommenden Krystalle sehr günstige Bedingung.

Es findet sich zuweilen noch eine andere Art von gemischter Materie in den organischen Resten, die eine Veränderung der Beschaffenheit der Infiltration in derselben Höhlung, nach der Art und Weise mancher Achate zeigt. Nachdem der kohlensaure Kalk der Muschel entfernt worden und ein genauer Abdruck zurückgeblieben ist, hat eine Infiltration von Materie stattgefunden und hat, wenn auch nicht gänzlich, doch bis zu einer gewissen Ausdehnung die äußern Flächen der Höhlung überzogen. Darauf ist bei der infiltrirten Materie eine Veränderung bewirkt und das Innere der Höhlung ist durch eine neue Substanz ausgefüllt. So findet man Muscheln, deren äußere und dünnere Theile aus Chalcedon, deren innere aber aus Kalk bestehen.

Der in den Knochen enthaltene phosphorsaure Kalk hat sich, selbst in den ältern Felsarten, wegen seiner geringen Auflöslichkeit sehr gut erhalten. Folglich sind die Knochen nur selten gänzlich durch Kiesel, kohlensauren Kalk, Schwefelkies oder Gips ersetzt, sondern sie nehmen nur die Stelle der thierischen Materien ein, wogegen der phosphorsaure Kalk bleibt. Wir sehen daher zuweilen fossile Knochen, nach den verschiedenen Bedingungen, unter denen sie vorkommen, sehr stark mit Kiesel oder Schwefelkies imprägnirt. Den letztern finden wir z. B. häufig, die auflösblichen Theile ersetzend, in den Resten der Saurier, welche in Thon vorkommen, der vielen Schwefelkies enthält.

In manchen Felsarten sind Höhlungen, die einst von Muscheln eingenommen wurden, gewöhnlich und wir haben alsdann bloße Eindrücke. Sie finden sich gewöhnlich in den kieseligen Gesteinen, z. B. in manchem Thonschiefer und auch im Kalkstein, seltener im Thon und Mergel der neuern Felsarten. In manchem Hornstein der Grünsand-Formation, z. B. zu Lyme Regis in England, nimmt man eigenthümliche Wirkungen wahr, welche durch das Verschwinden der Materie der Muschel erfolgt. Die Muscheln wurden vor ihrem Begrabenwerden in dem Gestein in verschiedenen Richtungen von parasitischen Geschöpfen durchbohrt, sowie es häufig der Fall bei der gewöhnlichen Auster ist. Nachdem nun die Muschel von der Gesteinsmasse umschlossen war und der Kiesel sich zu einer Hornsteinschicht concentrirt hatte, drang er in alle die kleinen, von den Schmarozerthieren hervorgebrachten Höhlungen, so daß die Kalkmasse der Muschel gänzlich entfernt und die strahligen und andere Formen der kleinen Durchbohrungen und Kammern gleich Sternen und feinen Fasern von Kiesel in der einst von der Muschel eingenommenen Haupthöhlung erschienen.

Von allen den Substanzen, welche organische Reste ersetzt oder überzogen haben, giebt uns der Kiesel die schönsten und lehrreichsten Resultate. Er ist in alle kleine Poren gedrungen, und wir sehen daher vegetabilische und animalische Structuren, die sonst gar nicht wahrnehmbar sein würden. So hat der Kiesel an vegetabilischen Resten von Antigua die feinsten Theilchen gegen die Zersetzung beschützt. Da diese Pflanzen, Palmenarten, aus einem warmen Klima stammen, so mußte diese, die Zersetzung aufhaltende, Infiltration des Kiesels sehr rasch erfolgen und der Uebergang aus dem frischen Zustande der Pflanze zu dem Uebergang mit Kiesel durfte nicht lange dauern.

Eine schnelle Infiltration des Kiesels war auch zur Erhaltung der in dem Feuerstein und Hornstein der Kreideformation gefundenen Alcyonien erforderlich. Dem Druck konnten sie nicht widerstehen und der Zustand, in welchem sie sich befinden, ist so, daß sie vor ihrer Versteinerung keinem Druck in den Felsarten, in denen sie vorkommen, unterworfen gewesen sein können.

Im Mergel, Thon und Thonschiefer sind die Versteinerungen sehr häufig zusammengedrückt, im Kalk- und Sandstein dagegen nicht. Dies müssen wir auch erwarten; denn die beiden letztern können, im Verhältniß zu dem Schlamm, aus welchem Thon, Mergel und Thonschiefer gebildet worden, nur wenig Druck von aufliegendem Gewicht, nachdem sie zuerst abgesetzt, erlitten haben. Die kalkige Materie scheint größtentheils zwischen die organischen Schalen aus wässerigen Auflösungen des kohlensauren Kalkes niedergeschlagen worden zu sein, wie wir dies noch jetzt im kleinen Maßstabe an verschiedenen Punkten wahrnehmen. Die Umgebung der organischen Reste war wahrscheinlich fest und daher konnten sie nicht zusammengedrückt werden. Dasselbe ist auch wahrscheinlich bis zu einem gewissen Grade bei dem Sandstein der Fall gewesen, indem derselbe nicht im Stande war, die Schalen bedeutend zusammen zu drücken. Abweichungen von dieser allgemeineren Regel findet man sehr lehrreich bei einer Wechsellagerung von Sandstein und Schieferthon, oder bei mineralogischen Uebergängen des einen in den andern. Wenn im Schieferthon und Mergel kalkige und andere Nieren vorkommen, so enthalten sie gar nicht oder nur wenig zusammengedrückte organische Reste, während sie es im übrigen Theil der Masse mehr oder weniger bedeutend sind. Solche Nieren sind Aggregate von ähnlichen Materien, die von der Masse mechanischer Felsarten nach ihrem Absatz ausgeschieden sind. Daher fand die Zusammenpressung statt, nachdem sich diese Aggregate schon gebildet hatten.

Pflanzen sind auf verschiedene Weise begraben worden; einige scheinen die Stellen behalten zu haben, an denen sie wuchsen, während andere in Stücke gebrochen, weggeschwemmt, von dem Terebo und andern ähnlichen Thieren durchbohrt worden sind, ehe sie in den Gebirgsarten begraben wurden. Andere wiederum sind in ungeheurer Menge an besondern Punkten aufgehäuft und bilden die so wichtigen Stein- und Braunkohlen. Die fossilen Vegetabilien haben, wegen der von ihnen zu machenden Folgerungen, ein großes Interesse. Diejenigen, welche die Stellung behalten haben, in der sie wuchsen, überzeugen uns, daß die Umhüllung der Materie, welche sie noch jetzt umgiebt, ruhig erfolgt sei, während die in einzelnen Bruchstücken vorkommenden ihren Transport

beweisen. Wir folgern natürlich, daß die fortschaffende Kraft Wasser gewesen sei und daß die Größe derselben durch den Zustand der Bruchstücke bedingt werde. Wenn wir daher eine Menge sehr gut erhaltener Blätter sehen, so schließen wir auf einen kurzen Transport und auf ein ruhiges Einschließen, ehe eine Zersetzung stattfand. Veränderungen in den Bestandtheilen der Pflanzen sind nach den Umständen bewirkt worden, allein die Kohle ist am häufigsten zurückgeblieben, so daß fossile Pflanzen gewöhnlich kohlig sind. Infiltrationen von Kiesel, kohlensaurem Kalk und andern Substanzen in die Poren der Pflanzen haben zuweilen auch stattgefunden, und zuweilen erscheint eine vollständige Substitution der neuen Materie für die, aus welcher die Pflanze ursprünglich bestand. Uebersehen wir aber die fossilen Pflanzen im Allgemeinen, so hat ein großer Theil derselben ihren Kohlenstoff zurückbehalten.

Der jetzige Zustand der organischen Reste muß von den Umständen abhängen, denen sie sowohl vor als nach ihrem Absatz in den verschiedenen Gesteinsarten, in denen sie jetzt gefunden werden, unterworfen worden sind. Ohne dieselben würden wir nie erfahren haben, daß andere als die jetzigen Thiere und Pflanzen auf der Erdoberfläche existirt haben. Durch dieselben besitzen wir die entschiedenste Ueberzeugung, daß die existirenden Thiere und Pflanzen andern gefolgt sind, die wir jetzt nicht mehr auf unserm Planeten finden. Aus der Ueberlagerung der verschiedenen Mineralmassen können wir freilich ersehen, daß Gerölle und andere Materialien zu verschiedenen Perioden an gewissen Punkten der Erdoberfläche abgesetzt worden sind und wir können aus der Structur solcher Massen folgern, daß sie zu ihrer Bildung einen größern oder geringern Zeitraum erforderten; allein die Kenntniß von der möglichen Veränderung des Klimas in irgend einer Gegend und von dem Vorhandensein eines dem jetzigen vorhergehenden und von demselben verschiedenen Thier- und Pflanzenlebens konnte durch solche Mittel nie erlangt werden. Wir müssen deßhalb zu den organischen Resten unsere Zuflucht nehmen; sie lehren uns, daß der Mensch ein verhältnißmäßig neues Geschöpf an der Erdoberfläche ist; daß auf derselben Schöpfung auf Schöpfung gefolgt ist; daß seit den frühesten geologischen Epochen Leben auf derselben

existirt; daß eine und dieselbe Zone mit dem Klima gewechselt und endlich daß keine Stabilität in den Modificationen des Thier- und des Pflanzenlebens seit ihrer ersten Existenz auf dem Planeten stattgefunden habe.

Bierzehntes Capitel.

Die Felsarten, aus welchen die mineralische Rinde des Erdkörpers besteht, zerfallen nothwendig in die von wässeriger und von feuriger Entstehung, indem diese beiden Agentien, unseres Wissens, bei ihrer Bildung thätig waren. Die Ausdrücke »geschichtet« und »ungeschichtet« sind gewöhnlich als synonym mit »wässerig« und »feuerig« angesehen worden. In praktischer Beziehung ist diese Eintheilung sehr werthvoll, in theoretischer aber ungenügend, wenigstens wenn wir daraus folgern wollen, daß alle in tafelförmige und über einander liegende Massen getheilte Felsarten entweder chemisch oder mechanisch aus dem Wasser abgesetzt seien. Wir sahen weiter oben im fünften Capitel (u. s. Fig. 18.), daß der Granit in Cornwall und von Dartmoor mit Spaltbarkeit versehen und in tafelförmige Massen zerklüftet sei, die für Schichtung gelten könnten, wenn nicht noch andere Systeme von Spaltungsflüchten vorhanden wären, welche das Ganze in Prismen theilen. Es wird jetzt kaum noch einen Geologen geben, der annimmt, daß diese Granitmassen aus dem Wasser niedergeschlagen seien. Wenige Geologen würden nun diesen Granit zu den geschichteten Felsarten rechnen, allein es möchte bei andern Felsarten und an andern Punkten zweideutige Fälle geben, wo die Zerklüftung als solche nicht deutlich auftritt.

Basalt kann in Lager getheilt sein und hat dennoch eine feurige Entstehung. Dies zeigt sich besonders an der irischen Küste, in der Nähe des Riesenbammes. Daß diese Basaltmassen von feuriger Entstehung sind, darüber haben wir zahlreiche Beweise, unter denen der zu Kenbaan, wo zerrissene Kreidemassen in der

geschmolzenen Felsart aufgefangen sind, besonders schlagend ist. Das ganze Meeresgestade vom Riesendamme bis nach Dunseverie Castle zeigt eine Reihe von Lagern, von denen einige säulenförmig, andere formlos sind. Sie bilden eine große, an einem Punkte über den Meerespiegel emporsteigende und an einem andern unter denselben hinabsinkende Curve und der Riesenweg selbst besteht, da wo er den Meerespiegel durchschneidet, aus einem säulenförmigen Lager. Es scheint, daß einiger Basalt aus Ursachen säulenförmig geworden ist, die nicht überall vorhanden gewesen sind, so daß nicht das Ganze auf diese Weise charakterisirt worden. Da die Linien, welche das Säulenförmige von den andern Theilen trennen, so deutlich bezeichnet sind, so dürfen wir folgern, daß die ganze Basaltmasse wenigstens da, wo sich der Küstendurchschnitt zeigt, nicht zu gleicher Zeit in Fluß war, sondern daß Oberflächen vorhanden, die durch successive, zu verschiedenen Zeiten gebildete Lagen der Felsarten, hergebracht worden waren. Ohne diese Schwierigkeit hält es schwer, den säulenförmigen Charakter einiger und nicht anderer von diesen Bänken und das allgemeine Ansehen des Ganzen zu erklären. Jedoch darf hieraus nicht gefolgert werden, daß nicht das Ganze feurigen Ursprunges sei, sondern nur, daß die Basaltmassen Nordirlands zu verschiedenen Zeiten gebildet seien, eben so wie verschiedene Lavenströme aus einem Vulkan auf einander folgen und das Ganze dennoch zu einer geologischen Epoche gehört.

Die Erscheinungen auf Staffa sind dieselben. Die Trappgesteine dieser durch ihre herrliche Höhlen so berühmten Inseln, bilden drei deutliche Lagen oder Bänke, von denen die unterste eine Art von Trapp-Conglomerat, die mittlere eine säulenförmige und die obere eine unregelmäßig säulenförmige und formlose Masse bildet. Diese Lagen haben, wie dies gewöhnlich mit ähnlichen Felsarten der Fall ist, eine unregelmäßige Mächtigkeit, haben aber im Allgemeinen ein Fallen von 9°. Dadurch wird die Hauptbank der Säulen der Wirkung der Brandung ausgesetzt, die alsdann da, wo sie den geringsten Widerstand finden, Höhlen bilden. Feurige Felsarten können daher geschichtet sein, d. h. in tafelförmigen Massen über einander liegen, die höchst wahrscheinlich zu verschiedenen Zeiträumen gebildet wurden.

Da demnach plattenförmige Massen feuriger Felsarten, von größerer oder geringerer Ausdehnung, vorher existirende Platten von ähnlichen Felsarten bedecken mögen und das Resultat Schichtung, d. h. der successive Absatz einer tafelförmigen Felsmasse auf eine andere, zu verschiedenen Zeiträumen ist, so müssen wir uns hüten nicht zu weit zu gehen und Schichtung nur mit Niederschlag aus den Gewässern zu verbinden. Ohne Zweifel ist in den meisten Fällen die eine das Resultat des andern, nur dürfen wir nicht folgern, daß die erstere nur aus letzterm entstehen könne. In unserm »Handbuche der Geologie« (deutsch von v. Dechen, Berlin 1832) haben wir die Eintheilung der Felsarten in geschichtete und ungeschichtete beibehalten, da sie zu gewöhnlichen Zwecken sehr nützlich und bis dahin, daß wir eine bessere haben, sehr passend ist. Die Felsarten in wässerige und feurige einzutheilen, hieße schon im Voraus auf die Entstehung hinweisen; und obwohl wir wahrscheinlich nicht sehr irren, wenn wir sehr viel Gesteine in die eine oder die andere Abtheilung einreihen, so giebt es doch manche, deren Ursprung wir nach unsern jetzigen geologischen Kenntnissen muthmaßen müssen. Wir behalten daher auch hier die Eintheilung in geschichtete und ungeschichtete Felsarten bei, lediglich um sie hinsichtlich ihrer Lagerungsverhältnisse und des relativen Alters zu betrachten. Wir gehen nun weiter, um einige Bemerkungen über die »untern geschichteten oder versteinungsleeren Gebirgsarten« zu machen.

Sie sind die untersten von allen geschichteten Gesteinen und in ihnen sind nie organische Reste gefunden. Sie sind crystallinisch, gehen viel in einander über, besonders auf den Streichungslinien der Lager, kommen in keiner bestimmten Ordnung vor und bilden aller Wahrscheinlichkeit nach ein großes Volum von mineralischen Materien, welche die große Masse der geschichteten Gebirgsarten, die an der Erdoberfläche erscheinen, tragen. Ihre Lagerungsverhältnisse zu den andern geschichteten Gebirgsarten und ihr crystallinischer Charakter veranlassen natürlich den Begriff, daß die einen gewissermaßen von dem andern abhängig sind. Wo sie auch vorkommen mögen, und sie sind an verschiedenen Punkten der Erdoberfläche gefunden und untersucht, ist ihr allgemeiner Charakter derselbe. Wir folgern daher eine bedeutende Gleichförmig-

keit der allgemeinen Ursach, welcher sie ihre Bildung verdanken. Charakteristisch für diese Gebirgsarten sind daher die untere Lage, krystallinische Beschaffenheit und eine allgemeine gleichförmige Structur. Wir dürfen daher folgern, daß zu ihrer Bildung eine sehr allgemeine Bildung vorhanden war, und dies führt uns nothwendig zu einem allgemeinen gleichförmigen Zustande der Erdoberfläche in dieser frühesten Periode.

Man hat angenommen, daß Gneis, Glimmerschiefer, Hornblendegesteine, Chloritschiefer und andere Glieder der untern geschichteten Gebirgsarten auf dieselbe niedergeschlagen seien, wie sich die Lager von Sand, Schlamm, Geschieben und Kalkstein jetzt bilden und daß ihr jetziges Aussehen der Einwirkung einer starken und anhaltenden, von unten wirkenden Hitze zuzuschreiben sei, welche das krystallinische Gefüge der Theilchen bewirkte und die vorhandenen organischen Reste zerstörte. Diese Hypothese erfordert nothwendig vorher existirende feste Materie, von welcher die Gerölle entnommen und auf welche sie abgesetzt werden können; so daß wir nicht einsehen, was dadurch für die Meinung gewonnen worden ist, daß nur solche Ursachen allein, wie wir sie täglich wahrnehmen, oder vielmehr ihre Wirkungen, alle geologischen Erscheinungen erklären können. Giebt man aber diese Betrachtungen auf, so ist es nicht augenscheinlich, wie die erforderliche Wirkung auf die angenommene Weise hervorgebracht worden ist. Wir haben keine Ursach zu der Annahme, daß auf dem Boden des jetzigen Oceans eine starke Hitze vorherrscht; wäre es der Fall, so würde man es durch die Temperatur der Oberfläche des Wassers erkennen. Auch führen die angestellten Versuche zu einem gänzlich entgegengesetzten Resultat. Wenn wir nun annehmen, daß die Gerölle zu den untersten Tiefen des Oceans geführt worden seien, welches aber gegen die Wahrscheinlichkeit ist, da es dort unter den gewöhnlichen Umständen an einer fortschaffenden Kraft fehlt, so sehen wir wieder nicht ein, wie sie dort erhitzt sind, wenn wir nicht ein Erhitzen und vielleicht Schmelzen des ganzen Bodens annehmen.

Daß mechanische Gebirgsarten in der Nähe der feurigen verändert worden sind und daß Thonschiefer und andere das Ansehen von Glimmerschiefer, Gneis &c. erlangen, ist bekannt, und es hat

dies wahrscheinlich Veranlassung zu der ganzen Hypothese gegeben. Jedoch muß nothwendig eine Grenze bei solchen Veränderungen, im Verhältniß zu der die Wärme leitenden Kraft der geschichteten Felsarten und zu dem Volum und der Temperatur der glühenden, mit ihnen in Berührung gebrachten Massen stattfinden. Es ist aber ein sehr großer Unterschied zwischen einer solchen und einer Kraft, die fähig ist, jeden Niederschlag, so wie die sich täglich bildenden, in alle jene ungeheure Massen von untern geschichteten Felsarten zu verwandeln, die an verschiedenen Punkten der Erdoberfläche existiren. Wir müssen einsehen, daß bei so schlechten Wärmeleitern, wie die Gebirgsarten sind, die Entfernung nicht sehr beträchtlich sein kann, bis auf welche die mechanisch abgesetzten Gesteine, von der glühenden Masse aus, ohne Schmelzung und folglich ohne gänzlichen Verlust der Schichtung, verändert werden konnten. Eine solche Masse, wie die untern geschichteten Gebirgsarten, auf die angegebene Weise zu verändern, scheint daher kaum möglich zu sein. Wir wollen übrigens annehmen, daß die Niederschläge so von der Hitze durchdrungen wurden, daß die Theilchen ein krystallinisches Gefüge annahmen und Schichtung behielten; so mußten wir alsdann annehmen, daß die ursprünglich mechanisch abgesetzten und die in krystallinische verwandelten Gesteine, gänzlich oder fast gänzlich aus denselben Elementarstoffen bestehen mußten, vielleicht mit Ausnahme da, wo die Berührung mit den, die Veränderung verursachenden Materien stattfindet.

Der große, sehr stark in die Augen fallende Unterschied zwischen den beiden Arten von Felsarten, ist das starke Verhältniß von Kohle und Kalk in den neuern und der große Mangel der erstern und die Seltenheit der letztern in den Gebirgsarten, die wir hier betrachten. Wenn Muscheln und andere kalkige organische Reste ihre Form ändern, so müssen sie Kalkspathkrystalle werden und andere einleuchtende Veränderungen würden bei den Knochen der Saurier und andern Resten hervorgebracht werden, denn wir wollen keine Schmelzung, sondern lediglich Veränderung in dem Gefüge der Gemengtheile annehmen, da die Kohlensäure bleibt. Unabhängig daher von verschiedenen Schwierigkeiten würden die erforderlichen Produkte chemisch sehr verschieden von den unter Annahme der Hypothese erlangten sein. Selbst wenn wir anneh-

men wollten, die Grauwacke sei das Material zu den untern geschichteten Felsarten gewesen, so würde dies noch bedeutende Schwierigkeiten haben; ein Absatz dieser letztern, gleich den sich jetzt bildenden Gebirgsarten und eine darauf folgende Veränderung durch Hitze, ist daher sehr unwahrscheinlich und wenn wir die Verhältnisse der versteinungsleeren Gesteine zu einander studiren, so erscheint diese Wahrscheinlichkeit noch geringer.

Wenn die untern Gebirgsarten nach einem großen Maßstabe entwickelt sind, so finden wir, daß Gneis und Glimmerschiefer vorherrschen. Es folgen dann nach dem häufigern oder geringern Auftreten die Hornblend-Gesteine, der Weißstein und der Quarzfels, Talkschiefer, Chlorit- und der Thonschiefer. Kalkstein und Dolomit sind so sparsam unter den erwähnten Gebirgsarten vertheilt, daß ihr relatives Volum sehr gering ist. In theoretischer Beziehung sind sie aber wichtig, da sie zeigen, daß die hier betrachtete Klasse von Gebirgsarten nicht gänzlich aus Silikaten besteht, sondern daß auch, wenn auch in verhältnißmäßig geringen Quantitäten, Carbonate gebildet wurden.

Wenn ein Gebirge zur Hälfte aus Glimmerschiefer und zur Hälfte aus Gneis besteht, so enthalten 100 Theile von der ganzen Masse nach einer annähernden Berechnung:

Kieselerde	71,87
Thonerde	14,09
Talkerde	2,08
Kali	5,73
Natron	0,55
Kalkerde	0,25
Eisenoxyd	3,45
Manganoxyd	0,30
Flußsäure	0,45
Wasser	0,86

Analysen und Berechnungen der Bestandtheile von den verschiedenen Gebirgsarten dieser Klassen zeigen uns, daß der Unterschied von wenigen verschiedenen Verbindungen einer geringen Menge von Silikaten abhängt. Es ist sehr interessant, diese Modificationen in der Natur zu verfolgen, indem wir oft finden, daß die untern geschichteten Felsarten gänzlich nach und nach in

einander übergehen, hauptsächlich auf der Streichungslinie, so daß es kaum möglich ist zu sehen, wo die Veränderung anfängt und wo sie aufhört. Die stufenweise Zu- oder Abnahme von dem einen oder dem andern der in die Bildung eingehenden Silikate ist gänzlich zureichend, um das Ansehen der Gebirgsarten zu verändern und sie aus der einen bekannten in die andere zu verwandeln. Diese Uebergänge sind oft so eigenthümlich, daß es ganz unmöglich erscheint, irgend einen von den, gewöhnlich zur Bezeichnung von diesen Gemengen von verschiedenen Silicaten benutzten Namen, darauf anzuwenden, wie zweckmäßig es auch immer sein mag, den scharfer bezeichneten Gemengen bestimmte Namen zu geben.

Ungeachtet dieser geringern Veränderungen ist der gemeinschaftliche Charakter der ganzen Masse so auffallend, daß wir natürlich veranlaßt werden, nach irgend einer einfachen Ursach ihrer gemeinschaftlichen Entstehung zu suchen. Wenn, wie es den Anschein hat, die Theorie von der Centralwärme auf eine große Wahrscheinlichkeit begründet ist, so müssen wir diese Ursach hervorsuchen, um die Bedingungen für einen Zustand der Erdoberfläche zu irgend einer Epoche zu erhalten, der uns die nöthige Gleichförmigkeit gewährt. Es muß, dieser Theorie nach, eine Zeit gegeben haben, zu welcher die mineralische Rinde zuerst fest und eine andere, zu welcher sie hinlänglich abgekühlt war, so daß das Wasser im flüssigen Zustande darauf existiren konnte. Beides konnte nicht gleichzeitig sein, weil die Erdoberfläche, als sie erst fest geworden war, eine zu hohe Temperatur haben mußte, als daß Wasser im flüssigen Zustande darauf existiren konnte. Es mußte aber eine Zeit folgen, zu welcher die Gebirgsarten so weit abgekühlt waren, daß das Wasser darauf bleiben konnte. Es wurde aber verdampft, in der Atmosphäre verdichtet und fiel wieder zu der unten befindlichen Masse zurück. Unter solchen Verhältnissen konnte weder ein Thier noch eine Pflanze, analog den jetzt vorhandenen, existiren. Daher konnten auch die zu jener Zeit entstehenden Gebirgsarten keine organischen Reste umschließen. Eben so mußte ein solcher Zustand sehr ungünstig für die Entstehung von kohlensaurem Kalk sein, da die Kohlensäure aus dem Wasser vertrieben und folglich kein kohlensaurer Kalk aufgelöst existiren

konnte. Auch ist der Kalk selbst in heißem Wasser weniger auflöslich als in kaltem. Es konnte daher kaum einmal Kalk niedergeschlagen werden. Ganz anders ist es mit den Silicaten, denn sehr viele warme Quellen geben den Beweis, daß heißes Wasser die Kiesel Erde auflöst.

Wir haben nun zunächst zu untersuchen, in wiefern bei einem solchen Zustande der Erdoberfläche mechanische Gebirgsarten entstehen konnten. Oberflächen, Strömungen werden von Winden hervorgebracht, deren Reibung auf dem Wasser dasselbe in ihrer Richtung vorwärts treibt; allein die gleichförmige Temperatur einer mit heißen Wasserdämpfen erfüllten Atmosphäre konnte nicht günstig für die Entstehung von Winden und folglich von Strömungen sein. Dagegen würde die von andern Ursachen abhängende Ebbe und Fluth in voller Wirksamkeit gewesen sein, so daß wenn auf der festen Erdoberfläche Unebenheiten vorhanden waren, die Untiefen und Land veranlaßten, sowie es wirklich der Fall sein mußte, wenn wir die Erdrinde mit ihrem Volum vergleichen, die Fluthströmungen Substanzen auf Entfernungen fortzuschaffen im Stande waren, die mit den Umständen im Verhältniß standen. Wenn Theile der festen Erdoberfläche über den Meeresspiegel emporstiegen, so würden sich die Wasserdämpfe wahrscheinlich auf ihnen niedergeschlagen und fließende Gewässer veranlaßt haben. Wir dürfen daher annehmen, daß unter diesen Umständen mechanische Gebirgsarten gebildet wurden, und fanden sich daher zwischen den untern geschichteten Gebirgsarten Spuren von mechanischen Gebilden, so würde es nichts Merkwürdiges sein. Wir können weiter gehen und annehmen, daß solche Felsarten wirklich existiren; denn wir dürfen folgern, daß bei solch einem Zustande der Erdoberfläche Zerreibungen der dünnen festen Erdrinde häufig sein würden, daß dadurch starke Wellen und Strömungen veranlaßt werden, die ihrerseits wieder die festen Massen zerlegten und die Materien fortführten.

Manche von den untern geschichteten Gebirgsarten sind wirklich chemische Bildungen und einige gleichen vollkommen Granit und Grünstein, der in Lager getheilt worden ist. Dies ist besonders bei der Art von Gneis bemerkenswerth, der in mächtigen Lagern vorkommt, der große Feldspath- und Albit-Krystalle ein-

gesprengt enthält und in welchem die Glimmerblättchen nicht nach den Schichtungsebenen vorhanden sind. Manche Hornblendgesteinslager sind von den Grünsteinlagern nur wenig verschieden. Beide Felsarten gehen endlich auf ihren Streichungslinien in gewöhnlichen Gneis oder in glimmerhaltigen Hornblendeschiefer über; ersteres dadurch, daß sich die Glimmerblättchen nach und nach in einer Ebene an einander reihen, letzteres durch die Aufnahme von Glimmer, der, wenn er in hinreichender Menge vorhanden, die Gebirgsart sehr schieferig macht. Dies sind sehr deutliche Unterschiede von den in gewöhnlichem Granit oder Grünstein bemerkbaren Thatfachen und führen wenigstens auf eine bedeutende Veränderung der Umstände, unter denen sie entstanden sind.

Wir erhalten daher Mangel an organischen Resten, die wahrscheinliche Seltenheit des kohlensauren Kalkes, das Vorherrschen von Silicaten und das mögliche Zusammenvorkommen von chemischen und mechanischen Niederschlägen. Wir dürfen erwarten, daß die untern Gebirgsarten in ihren allgemeinen chemischen Charakteren mit denjenigen Feuerprodukten correspondiren, die zu verschiedenen geologischen Epochen an die Erdoberfläche ausgeworfen worden sind. Diese Aehnlichkeit existirt wirklich besonders bei den ältern Feuerprodukten. Alle die angenommenen Umstände würden einer Vermischung der feurigen Gebirgsarten der Periode mit denen, die aus dem heißen Ocean niedergeschlagen worden sind, sehr günstig sein. Und wir müssen berücksichtigen, daß dieser Ocean eine Menge von Substanzen aufgelöst enthalten mußte, von denen ein Theil noch bis jetzt existirt. Es ist unnöthig, das Zusammenfallen dieser Resultate mit den bei den untern geschichteten Felsarten wahrnehmbaren Thatfachen nachzuweisen. Wenn unser Planet einst feurig-flüssig war, wie wir anzunehmen Grund haben, so dürfen wir kaum erwarten, daß ein dem Obigen ähnlicher Zustand der Dinge stattgefunden habe, und wir müssen daher erwarten, daß zu jener Periode eine Reihe von Gebirgsarten gebildet worden sei, die von den zu spätern Epochen entstandenen gänzlich verschieden und deren hervorstechendster Charakter der Mangel an organischen Resten ist.

Fünfzehntes Capitel.

Wir gehen nun weiter, um ganz kurz einige von den Umständen zu betrachten, die mit der wichtigen Abtheilung von Felsarten verbunden sind, die wir versteinierungsführende genannt haben und welche durch die in ihnen begrabenen organischen Reste zeigen, daß vor ihrer Bildung Leben auf der Oberfläche unsers Planeten vorhanden war. Man hat in den europäischen versteinierungsführenden Gebirgsarten, die bis jetzt am besten untersucht worden sind, gefunden, daß sie sehr zweckmäßig nach den Verschiedenheiten, besonders der Versteinerungen, in Gruppen getheilt werden können. Da die relative Ordnung der Reihen nie umgekehrt wird, obgleich manche Theile derselben oft fehlen mögen, so haben wir bis zu einem gewissen Grade eine Chronik der geologischen Ereignisse, in sofern dies das Erscheinen oder Verschwinden gewisser Thiere und Pflanzen über gegebene Räume betrifft. Wenn bekannte Glieder in der Reihe fehlen, so ist es sehr wichtig, wo möglich zu finden, ob sie innerhalb eines gewissen untersuchten Umfanges existirt haben oder nicht. Eine gegebene Gebirgsart A mag auf eine andere B abgesetzt und dann durch entblößende Ursachen, wenig in der untersuchten Gegend, weggeführt worden sein, so daß eine andere Gebirgsart C unmittelbar darauf abgesetzt werden konnte. Wenn dies der Fall war, so dürfen wir hoffen, Zeichen von Ausspülungen oder andern entblößenden Ursachen auf der Oberfläche von A zu finden und diese Ueberzeugung erlangen wir auch häufig. In solchen Fällen würde nothwendig eine Ungewißheit über die Reihenfolge der Thiere und Pflanzen, die an solchen Theilen der Erdoberfläche vorkamen, obwalten.

Nun ist es oft der Fall gewesen, daß eine Gebirgsart wie C an einem Theile der Oberfläche von A abgesetzt worden, die nie von B bedeckt gewesen ist. Wollen wir daher wissen, auf welche Weise gegebene gleichzeitige und versteinierungsführende Gebirgsarten über einen besondern Theil der Erdoberfläche vertheilt waren und folglich die Arten von Thieren und Pflanzen, welche auf einander folgten, so müssen wir sehr sorgfältig die Bedingungen untersuchen, unter denen zwei versteinierungsführende Gebirgsarten über einander gelagert sind. Dies ist ohne allen Zweifel oft eine sehr schwierige Arbeit, von welcher aber sehr viel abhängt. So liegt z. B. in manchen Theilen von England der Lias ruhig auf der rothen Sandsteingruppe, in deren obern Theilen dort wenig oder gar keine Spuren von organischen Resten und keine entschiedene Kalkstein-Entwicklung vorhanden sind. Man durfte daher folgern und that es auch lange Zeit hindurch, daß zwischen dem Lias und dem Magnesia-Kalkstein keine Formation mit organischen Resten vorhanden sei und folglich, daß die Thier- und Pflanzenarten, deren Reste in dem Lias gefunden wurden, auf die folgten, deren Schalen in dem Magnesia-Kalkstein oder Zechstein begraben waren. Es fand sich aber, daß dies nicht der Fall sei, denn in dem obern Theil der Gruppe des rothen Sandsteins, im westlichen Europa, von Polen bis zur Südküste von Frankreich fand man eine merkwürdige Kalksteinformation, den Muschelkalk, der die Reste von Geschöpfen enthält, die im Allgemeinen von den in dem Lias und Zechstein vorkommenden verschieden sind. Daher folgten sich die verschiedenen Thiere und Pflanzen, deren Reste wir in den beiden letztern Formationen finden, in Europa nicht unmittelbar auf einander. Andere, von einer verschiedenen Art, lebten in einer Zwischenzeit, entweder aber gar nicht auf dem Raume, wo England jetzt über die Meeresfläche emporsteigt, oder es waren Umstände mit dem Niederschlag verbunden, welche die Erhaltung von irgend einem Theile der Reste nicht zuließen.

Daher erfordert jede Schätzung der Reihenfolge der Thiere und Pflanzen, die an dem Theile der Erdoberfläche, welche jetzt als Europa bekannt ist, existirt haben, eine große Sorgfalt und Vorsicht, besonders wenn wir es versuchen, aus den in den Fels-

arten begrabenen Resten, ihre Vertheilung in einer gewissen geologischen Epoche zu skizziren. Wenn nun dies große Sorgfalt erfordert, ist dann nicht noch eine größere Sorgfalt nöthig, wenn wir Folgerungen über die allgemeinen Bedingungen des Lebens über der ganzen Erdoberfläche zu irgend einer geologischen Periode, machen wollen.

Ein großer Theil von den versteinierungsführenden Gebirgsarten ist durch Niederschlag der mechanisch in dem Wasser aufgelöst enthaltenen Materien entstanden, und im Allgemeinen ist je feiner der Niederschlag, um so ruhiger der Anschein für eine ruhige Umhüllung der in ihm vorkommenden organischen Reste. Spätere Ursachen mögen die Reste auf ihren Stellen zusammengedrückt und zerbrochen haben, allein bei übrigens gleichen Umständen giebt ein feiner Niederschlag, ehemaliger Schlamm, jetziger Mergel oder Thon, unter den mechanischen Gebirgsarten die vollkommensten Reste. So wie wir schon weiter oben bemerkt haben, muß der dichte Kalkstein mehr als ein chemischer wie mechanischer Niederschlag angesehen werden, obwohl genau genommen, der als ein Niederschlag aus dem Wasser erfolgte kohlensaure Kalk in dem letztern zu der Zeit unauflöslich und daher mechanisch in demselben vorhanden ist. Wir dürfen daher auch annehmen und es ist auch wirklich der Fall, daß die organischen Reste in solchem Kalkstein gut erhalten sind, indem sie die feinen Theilchen von kohlensaurem Kalk ruhig umgeben haben.

Die uns bekannte unterste Gruppe von versteinierungsführenden Gebirgsarten besteht aus mächtigen Lagern von einem oft sehr feinkörnigen Sandstein nebst Thonschiefer und Kalkstein. Es ist dies die Grauwackengruppe. Wir haben Beweise, daß sich bewegende Gewässer Gerölle fortschafften und sie in Lagern absetzten. Diese letztern würden übrigens, wollten wir sie senkrecht messen, uns eine so beträchtliche vereinigte Mächtigkeit geben, daß wir zu einer Untersuchung veranlaßt werden könnten, ob nicht bei den beobachteten Erscheinungen etwas Betrüglisches vorhanden gewesen sei. Wir haben bereits im 3. Capitel und mit Hülfe von Fig. 3. gezeigt, daß Sandlager unter Winkeln von 20 bis 30° über einander abgesetzt werden und einen Boden von mäßiger Tiefe auf solche Weise bedecken können, daß wenn sie wie die Grau-

wacke gemessen würden, das Resultat sehr irrig sein würde. Da uns nun die Grauwacke, wenn sie auf diese Weise gemessen wird, gewöhnlich in den verschiedenen Gegenden, wo sie vorkommt, eine Mächtigkeit von mehreren Meilen giebt, so würde dazu entweder ein Ocean von einer Tiefe, wie sie kaum auf der Erdoberfläche existirt haben kann, oder ein stufenweis abfallender Boden erforderlich gewesen sein, da die Gerölle auf demselben zu einem gleichen Betrage angehäuft wurden, um die unter der Annahme, daß die Lager nach und nach horizontal abgesetzt worden seien, geschätzte Mächtigkeit zu erklären. Wenn wir daher eine Erklärung, die nicht mehr als die Bedingungen voraussetzt, wie sie jetzt an den Rändern des sogenannten Ankergrundes rings um verschiedene Küsten vorhanden sind, so scheint die Folgerung leicht, daß viel von dieser anscheinend großen Mächtigkeit in so weit ähnlichen Ursachen zugeschrieben werden kann, daß die Gerölle nach und nach auf dem Boden vorwärts bewegt und in das tiefe Wasser geführt worden sind, wo, indem die Theilchen einander tragen, das erfolgende Lager unter Winkeln abfiel, die unter günstigen Umständen 20 oder 30° betragen.

In dieser Gruppe zeigt sich schon mehr kohlen-saurer Kalk als in der der versteinungsleeren Gebirgsarten und beweist einen gewissen Wechsel in den Bedingungen, unter denen die Gebirgsarten alsdann hervorgebracht wurden. Obwohl es nicht immer der Fall ist, so finden wir in den Kalklagern doch im Allgemeinen Versteinungen, und sehen wir diese Gruppe als ein Ganzes an, so kommt die größere Menge der organischen Reste in dem Grauwackensandstein vor.

Es ist sehr schwierig, die Grauwackengruppe von der der untern geschichteten Gebirgsarten zu trennen, denn wo gute Durchschnitte vorhanden sind, und wir haben die untere und nicht die obere Abtheilung der Grauwackenformation, gehen die beiden Classen der versteinungsführenden und versteinungsleeren Gebirgsarten, hauptsächlich durch Wechsellagerung, stufenweise in einander über. Dies ist genau das, was wir erwarten dürfen, wenn die Theorie von der Centralwärme richtig wäre; denn die Gewässer der Erde würden, indem die ganze Oberfläche kühler wurde, leichter auf derselben bleiben und es mußten auch mehr

Gerölle entstehen, da die Flüsse und andere Agentien der Art häufiger waren. Auflösungen, die von dem erhöhten Zustande des Wassers abhängig sind, würden sich, indem dieses älter wurde, vermindern.

Zur nothwendigen Bedingung der Existenz der Meeresthiere müssen wir einen mäßig kalten Ocean, dessen Wasser atmosphärische Luft enthielt, annehmen. Als er oben mäßig kalt wurde, mußte die Temperatur unten abnehmen, so daß verschiedene Niveaus entstanden, die durch verschieden beschaffene Thiere bewohnt wurden.

Wenn wir die Listen der in der Grauwackengruppe vorkommenden Versteinerungen mit dem jetzt existirenden Meeresleben, so weit uns dies bekannt ist, vergleichen, so finden wir manche, beiden gemeinschaftliche Geschlechter. Wenn wir nun folgern, daß diese Geschlechter im Allgemeinen ähnliche Wohnplätze zu den verschiedenen Epochen gehabt haben, welches, wie wir gestehen müssen, eine nicht ganz gesunde Folgerung ist, so müssen sie entweder Bewohner der Ufer oder mäßigen Tiefen sein, oder freie Schwimmer im Meere sein. Dieselben Umstände, in Verbindung mit dem Medium, in welchem sie existirten, müssen so gut auf die Meeresgeschöpfe der Grauwackengruppe wirken, wie auf die der jetzigen Zeit. Thiere mit Augen erforderten Licht; die, welche gewöhnlich in geringen Tiefen leben, konnten nicht eben so gut unter starkem Druck existiren, und verschiedene Arten von Boden mußten für verschiedene Thiere geeignet sein. Alle Reste von Meeresthieren in der Grauwacke sind so, daß wir folgern dürfen, sie konnten in mäßigen Tiefen existiren und daß 2 bis 300 Klafter Wasser hinreichten. Man könnte sagen, es ließe sich über die Wohnplätze der Trilobiten keine Folgerung machen, da in unsern Meeren bis jetzt kein Analogon von ihnen gefunden worden ist. Hinsichtlich der Art des Bodens, welche sie vorgezogen haben, mag dies wahr sein, allein da sie Augen haben, so war ihnen Licht erforderlich und sie lebten daher nicht in bedeutenden Tiefen. Sie sind oft miriadenweis in die Lager einer Gegend begraben und da sie häufig vollständig vorkommen und entweder lebend oder ehe eine Zersetzung stattfand, eingeschlossen worden sind, so dürfen wir annehmen, daß wenigstens einige

Specien heerdenweise zusammenlebten. Es folgt aus dem Obigen, daß die Meeresgeschöpfe dieser frühesten Periode in Buchten, in seichtem Wasser und mäßigen Tiefen des Oceans genau so, wie die jetzigen Meeresthiere lebten. Daß einige Geschlechter von der Erdoberfläche verschwunden sind, während andere noch existiren und daß manche jetzt vorhandene in der Gruppe gar nicht gefunden worden sind.

Da Kohlenstoff den jetzt vorhandenen Thieren und Pflanzen zum Leben wesentlich ist, so mag er es auch immer gewesen sein. Bemerkenswerth ist es, daß mit dem ersten Auftreten des Lebens die kalkige Materie in den Gebirgsarten zunahm. Da sie in den untern geschichteten Gebirgsarten so selten war, so dürfen wir fragen, woher sie kam. Jetzt wird sehr viel Kohlenstoff mit Sauerstoff verbunden, als Kohlensäure, durch Spalten und vulkanische Krater in die Atmosphäre gebracht. Wenn aber, wie wir angenommen haben, ein Zustand der Erde stattfand, in welchem das Wasser so heiß war, daß es keine Kohlensäure absorbiren, und da weder Thier noch Pflanze existirte, welche sich einen Theil der Kohle aneignen konnten, so mußte alle aus dem Innern der Erde entwickelte Kohlensäure in der Atmosphäre bleiben, mit Ausnahme derjenigen, die mit dem, aus dem Meerespiegel hervortretenden Mineralwasser, die hinlänglich kalt waren, Verbindungen eingehen konnten. Als sich die allgemeine Oberfläche der Erde abkühlte, so mußten sich die Bedingungen nothwendig ändern, die Gewässer mußten Kohlensäure absorbiren und daher auf verschiedene Substanzen chemisch einwirken und konnten unter andern Dingen auch kohlensauren Kalk auflösen, der sonst unauflöslich in demselben ist. Eine Menge Kohlenstoff mußte von der Masse der Thiere und Pflanzen, als sie erschaffen wurden, aufgenommen werden und ein gleiches Sauerstoffvolum mußte auch zur Unterhaltung der Geschöpfe frei gemacht werden. Die Atmosphäre wurde durch Entziehung eines Theils von Sauerstoff zur Erhaltung des Lebens geeigneter.

Unter den angenommenen Bedingungen mußten wir ein Meer von gleichförmiger Temperatur in verschiedenen Niveaus und da das Land an verschiedenen Punkten darüber emporstieg, auch ein verschieden tiefes Wasser haben. Solch ein Zustand

mußte sehr günstig für eine gewisse gleichförmige Vertheilung des Thier- und Pflanzenlebens sein, und eine solche herrscht auch bei den organischen Einnengungen der Grauwacke vor, indem z. B. die in Europa und Nordamerika gefundenen einander sehr ähnlich sind. Dennoch würde es offenbar gefährlich, mehr als die Folgerung machen zu wollen, daß in der nördlichen Hemisphäre die Bedingungen zur Existenz gewisser Geschöpfe zu derselben geologischen Epoche gleich waren. Welche die zu derselben Zeit, in den Tropen und in der südlichen Hemisphäre herrschenden Bedingungen waren, kann lediglich Folgerung sein, da uns die nöthigen Data fehlen. Bis dahin, daß man einsah, daß Gebirgsarten von verschiedenem Alter gleiche mineralogische Structur haben können, nahm man an, daß die Grauwacke sowohl in den Tropen als in der südlichen Hemisphäre vorkomme, allein wir haben keinen Beweis, daß dies wirklich diese Gebirgsart sei. Wahrscheinlich muß an jenen Theilen der Erdoberfläche eine äquivalente Gebirgsart vorkommen und es wird sehr interessant sein, wenn wir ihre organischen Kennen lernen, zu sehen, in wiefern sie mit denen der Grauwacke in Europa und Nordamerika übereinstimmen oder von ihnen verschieden sind. So wie wir schon bemerkten, bewiesen weder eine allgemeine Gleichförmigkeit der Versteinerungen, noch der mineralogischen Textur, Continuität der Niederschläge; deshalb müssen wir zu allen Zeiten isolirte Massen von Land haben, um welche vollständig verschiedene Massen von Materie abgesetzt werden, obwohl sie einander zoologisch ähnlich sind.

Die neuern Untersuchungen des Hrn. Murchison über die obere Abtheilung der Grauwacke in Wales und die Fortsetzung dieser Abtheilung in den benachbarten Grafschaften haben, wenigstens für jene Gegenden bewiesen, daß ein sehr deutlicher Unterschied zwischen den organischen Gemengtheilen der verschiedenen Unterabtheilungen dieses Theils der Gebirgsart stattfindet, so daß wir eine noch größere zwischen diesen und denen der untern Abtheilung erwarten dürfen. Solche Unterschiede scheinen einen Wechsel der Umstände, welcher auf das in einer Gegend vorher existirende Leben wirkt, indem entweder ein Theil davon zerstört oder entfernt wird, voraussetzen zu lassen. In wiefern ein Wechsel der

organischen Gemengtheile in der europäischen Grauwacke in dieser Hinsicht im Allgemeinen correspondire, muß von der Ähnlichkeit der Bedingungen abhängen, denen das Ganze ausgesetzt gewesen ist; so daß es a priori zu gewagt sein würde, annehmen zu wollen, daß die obere Grauwacke von Podoilien, in der Nachbarschaft von St. Petersburg, in Schweden und Norwegen, die wegen ihrer allgemeinen Horizontalität merkwürdig sind, gleiche Versteinerungen enthielten.

Auf die Grauwacke folgt in Europa die Kohlengruppe ¹⁶⁾, deshalb so genannt, weil in den Felsarten, aus denen sie besteht, die große Masse der europäischen Steinkohlen eingeschlossen ist. Man hat gefunden, daß ein großer Theil der amerikanischen Steinkohlen mit der vorhergehenden Gruppe verbunden sei, welches auch gar nichts Unwahrscheinliches hat, weil, wenn Landpflanzen während der Zeit der Grauwackenbildung existirten, kein Grund vorhanden ist, warum die Reste einer solchen Vegetation nicht in der Gruppe gefunden werden sollen. Der obere Theil der Grauwackengruppe in Europa enthält Anthracit mit Pflanzenresten, die nicht viel von denen des Steinkohlengebirges verschieden sind. Auch manche Kohlen, z. B. die von St. Georges Chatelaisson, die in der englischen Provinz Munster, sollen zur Grauwacke gehören. Es ist ein sehr interessanter Punkt, zu sehen, in wiefern Thatsachen uns zu der Folgerung berechtigen, daß Pflanzen und Thiere gleichzeitig oder fast so an der Oberfläche erscheinen und ferner zu untersuchen, ob uns Analogie dazu behülflich sein kann, um einzusehen, in wiefern beide für einen Zustand der Atmosphäre geeignet gewesen sein mögen, die von der jetzigen hinsichtlich der relativen Kohlensäuremenge verschieden war.

Die Untersuchung des Hrn. Ad. Brongniart über die fossilen Pflanzen haben ihn zu der Folgerung geführt, daß während der frühern Perioden, als die in den Steinkohlengebirgen begraben Pflanzen blüheten, die Atmosphäre mehr Kohlensäure enthielt, als jetzt und zur Entwickelung der Riesen-Specien beitrug,

¹⁶⁾ Wegen der Reihenfolge der verschiedenen versteinigungsführenden Gebirgsarten, deren Beschreibungen und der Orte, an denen sie gefunden worden sind, müssen wir auf das „Handbuch der Geognosie“ (deutsch von v. Dechen) und auf andere ähnliche Werke verweisen.

deren Reste wir dort finden und daß sie dadurch auch nach ihrem Absterben gegen eine zu rasche Zersetzung geschützt wurden. Diese Folgerung ist merkwürdig, weil wir durch eine ganz andere Schlussreihe ebenfalls dahin gelangt sind. Es ist auch ferner gefolgert worden, daß der der Atmosphäre entzogene Kohlenstoff dieselbe nach und nach zur Respiration für die Reptilien und endlich für die Säugethiere geeignet machte. Wir müssen daher durch eine gegebene Reduction der Erdtemperatur einen Zustand der Dinge erlangen, der für das thierische und vegetabilische Leben geeignet ist, so wie es früher der Fall nicht war. So lange sich nicht kohlensaurer Kalk in den Gewässern frei bildete, konnten die zahlreichen Meeresthiergebüsch, die denselben in so großen Quantitäten nöthig haben, wie z. B. die mit Schalen versehenen Mollusken, die Enkriniten und Korallen, deren Reste in den untersten versteinierungsführenden Schichten gefunden werden, ihn nicht in hinreichender Menge erlangen und daher würden auch unabhängig von der hohen Temperatur der Gewässer und der Schwierigkeit, den in ihnen eingemengten Sauerstoff zu erlangen, die Umstände zu ihrer Existenz sehr wenig passend gewesen sein ¹⁷⁾.

Die Botaniker, welche ihre Aufmerksamkeit den fossilen Pflanzen gewidmet haben, stimmen darin überein, die in dem Steinkohlengebirge gefundenen Pflanzenreste als den in den Tropen, besonders auf den tropischen Inseln vorkommenden, analog anzusehen. Unerachtet der verschiedenen Meinungen, die über die vorhandenen Geschlechter herrschen, mit denen diese Pflanzen die größte Aehnlichkeit haben, so scheint doch die hohe Temperatur des Klimas zu jener Zeit im Allgemeinen zugestanden zu sein. Auch aus der starken Entwicklung gewisser Pflanzenarten ist gefolgert worden, daß das Klima ultra-tropisch gewesen sei. Nun muß bemerkt werden, daß diese Folgerungen aus Beobachtungen gemacht, die zwischen dem 40° und 60° N. B. angestellt worden sind; so daß, wenn irgend etwas gleich einem ultra-tropischen Klima vorhanden gewesen wäre, wir erwarten müßten, daß ein warmer Zustand der Atmosphäre sehr allgemein gewesen wäre,

¹⁷⁾ Unbezweifelt haben Mollusken das Vermögen, ihre Schalen aufzulösen. Daß manche auch die Kraft haben, Kalkgesteine zu durchbohren, ist lange bekannt gewesen.

welches dann die Folgen eines solchen Zustandes der Dinge mit sich brachte.

An einigen Punkten von England geht die Grauwacke in den sogenannten alten rothen Sandstein über, während an andern Punkten derselben Gegend Conglomerate, welche den letztern darstellen sollen, auf dem zerissenen Ausgehenden der erstern liegen. Es wird hierdurch auf einem nicht sehr bedeutenden Raume bewiesen, daß während an einem Punkte desselben Ruhe herrschte, an dem andern zerreiße Kräfte wirksam waren, welche den dauernden und ruhigen Absatz von Geröllen und andern Materialien verhinderten. Prof. Sedgwick, dem wir eine treffliche Untersuchung des alten rothen Sandsteins in Großbritannien verdanken, bemerkt, indem er von dem Mangel desselben zwischen dem Kohlenkalkstein und der Grauwacke in Nordwales spricht, daß die ältern Gebirgsarten in jener Provinz vor der Periode des alten rothen Sandsteins eine große Bewegung erlitten und daß durch dieselben dem Boden der benachbarten Meere die Ursachen entzogen wurden, welche den alten rothen Sandstein hervorbrachten. Der aufgerichtete Charakter der Grauwacke und der Conglomerate, die hin und wieder zwischen ihnen und dem Kohlenkalkstein liegen und oft eine bedeutende Mächtigkeit haben, zeigen die Anwendung von Kraft und die zerstörende Einwirkung des Wassers.

Nur unter sehr günstigen Umständen, wie die auf den britischen Inseln vorhandenen, kann die Verbindung zwischen der Grauwacke und der Kohlengruppe auf beträchtliche Strecken genügend verfolgt werden. An Punkten, wie im südlichen England und Wales, wahrscheinlich auch am Rhein, wo beide in einander übergehen, ist jede Trennung künstlich; denn sie bilden alsdann wirklich nur den obern und untern Theil einer Masse von Geröllen, die ruhig über einander abgesetzt sind und die daher in geologischer Hinsicht eben so wenig getrennt zu werden brauchen, als die Schichten irgend einer Gebirgsart, wie des Lias, die in ihren organischen Gemengtheilen gänzlich verschieden sind. So künstlich aber auch übrigens die Trennung sein mag, so hat sie doch auch ihre Wichtigkeit, da sie die Punkte zeigt, wo zu gleichen geologischen Epochen Ruhe geherrscht hat; und wenn daher genug

Beobachtungen angehäuft worden sind, so können wir um so besser von dem relativen Belang des, zu derselben Periode ungestört gebliebenen Raums urtheilen.

Der alte rothe Sandstein enthält im Allgemeinen nur wenige Versteinerungen. Wir müssen überhaupt bemerken, daß Niederschläge von Sand oder Schlamm rings um Küsten oder in seichtem Wasser, bei übrigens gleichen Umständen, mehr Versteinerungen enthalten müssen als die im tiefen Wasser gebildeten.

Der Kohlenkalkstein ist die erste Ablagerung von kohlensaurem Kalk von sehr bedeutender Ausdehnung und von einiger Reinheit in dem westlichen Europa; denn obgleich in der Grauwacke hin und wieder inselartige Kalksteinmassen vorkommen und die kalkige Materie oft in derselben als Cement der Geschiebe, Bruchstücke und des Gruses von ältern Gesteinen vorhanden ist, so ist doch die Menge des Kalksteins von gleicher Reinheit in der einen, verglichen mit der in der andern, gering. Wir sind nicht der Meinung, daß dieser Kalkstein ein gleichförmiges Product der Periode, selbst nur in Europa, noch weniger, daß ein gleichzeitiger Niederschlag in Amerika oder China nothwendig und ursprünglich in kohlensaurem Kalk ist; denn solch eine Folgerung würde voraussetzen, daß vollkommen gleiche Bedingungen an allen diesen Punkten zu gleicher Zeit geherrscht hätten. Uebrigens wurde damals eine bedeutende Menge von kohlensaurem Kalk in diesem Theile von dem westlichen Europa niedergeschlagen; und die Menge der in demselben gefundenen organischen Reste, die oft so groß ist, daß sie ganze Lager bilden, zeigt wenigstens, daß zu jener Zeit kein Mangel an Leben in jenem Theil des Erdkörpers vorhanden war. Der große Wechsel in der Beschaffenheit des Niederschlags ist merkwürdig und zeigt ein Vorherrschen von den Ursachen, die zur Hervorbringung dieser Wirkungen auf eine sehr bedeutende Periode erforderlich waren. Geologisch betrachtet mag sie nur als eine unter manchen Perioden angesehen werden; allein die zur Bildung dieses Niederschlags erforderliche Zeit, die zur Erklärung der mit ihm verbundenen Thatsachen hinreichend ist, stimmt so wenig mit der gewöhnlichen menschlichen Zeiteinteilung überein, daß es schwierig ist, den Verlauf der Jahr-

hundert zu fassen, die zu einer einzigen geologischen Epoche gehören mögen.

Die Untersuchungen des Prof. Sedgwick haben gezeigt, daß bauwürdige Kohlenflöze, von Sandstein und Schieferthon begleitet, in demselben geologischen Niveau, mit dem Kohlenkalkstein des südlichen Englands und Wales's, von Bewcastle Forest, längs dem Rande der Cheviot Hügel bis zu dem Thale des Tweed, vorkommen. Diese große Veränderung scheint durchaus nicht plötzlich, sondern stufenweise stattgefunden zu haben. Eine Reihe von Lagern, die zwischen der Masse des Kohlenkalksteins und den Kohlenflözen vorkommen und die im südlichen England von geringer Wichtigkeit, in Derbyshire und Yorkshire aber sehr mächtig ist, enthält untergeordnete Kohlenflöze. Geht man noch weiter nordwärts, so findet man dem Kohlenkalkstein selbst, Kohlenflöze, Sandstein und Schieferthon eingelagert, bis daß der letztere noch mehr nördlich eine bedeutende Wichtigkeit erlangt, die Lager den Charakter einer gewöhnlichen Steinkohlenformation annehmen und der Kalkstein fast gänzlich verschwunden ist.

Nun ist es dem Anschein nach eine richtige Folgerung, daß je größer die Menge der Kohle mit vielen Pflanzen in den damit verbundenen Lagern, die keine Zeichen eines langen Transports haben, um so größer auch die Wahrscheinlichkeit ist, daß zur Zeit des Niederschlags trockenes Land nicht entfernt gewesen sei. Daher dürfte, als sich der Kohlenkalkstein des südlichen Englands in dem Meere bildete, nördlich vom jetzigen Tweed trockenes Land existirt haben; es wurde ferner das Land nach und nach emporgehoben, so daß die Vegetation desselben weiter nach Süden vorschritt und die Reste derselben in der Richtung häufig begraben wurden und die im südlichen England, in Belgien, Nord-Frankreich und in Westphalen gefundenen Steinkohlenlager entstanden, indem der Zusammenhang des Ganzen unter dem rothen Sandstein, der Dolithen-, Kreide- und der Gruppe über der Kreide in einem Theil von jenen Gegenden, verborgen blieb.

Diese Ansicht wird dadurch vertheidigt, daß in dem Kohlenkalkstein von Burdiehouse bei Edinburg, nach den Untersuchungen des Dr. Hibbert ¹⁸), Reste von *Cypris*, *Cytherina* und von einem Saurier vorkommen, denn der Süßwassersee oder Fluß,

in welchem diese Formation niedergeschlagen wurde, verlangten eben so gut trockenes Land, wie der von Herrn Murchison in dem Steinkohlengebirge von Shrewsbury gefundene Süßwasser-Kalkstein in dem Steinkohlengebirge von Shrewsbury. Diese letztere Formation ist neuer als die von Burdighouse und dies stimmt mit der Ansicht einer stufenweisen Emporhebung des Landes von Norden nach Süden zu überein. Solches Land konnte jedoch, in Uebereinstimmung mit den Ansichten von den Herrn Grafen Sternberg, Boué und Ab. Brongniart, aus Inseln bestehen.

An einigen Punkten wechseln die Kohlenflöze und die damit verbundenen Schieferthon- und Sandsteinlager, welche die Reste von Landpflanzen enthalten, so mit dem Kalkstein mit Meeresresten, daß ungleiche Bedingungen während des Niederschlags der Masse der Kohlengruppe und an manchen Punkten ein Wechsel solcher Bedingungen stattgefunden haben muß. Wenn der Transport der in Kohle verwandelten, oder der fossil im Schieferthon und Kohlen sandstein vorkommenden Pflanzen von heftigen Erschütterungen begleitet war, so würden sie nicht so vollständig erhalten, sondern zerquetscht und entstellt vorkommen. Eben so scheint auch ein ruhiger Absatz der Formation erforderlich gewesen zu sein, um das Vorkommen der senkrecht oder fast senkrecht stehenden Baumstämme in manchen Steinkohlengebirgen, zu erklären, indem sie nach und nach von verschiedenen Sandstein- oder Schieferthonlagern umhüllt worden zu sein scheinen. Diese Thatsachen scheinen eine langsame Senkung des Landes unter das Wasser vor- auszusetzen, so daß es weder den Angriffen von Wellen noch von starken Strömen ausgesetzt war; und wenn diese aufrecht stehenden Stämme stets so in Beziehung auf die Schichten vorkommen, daß wir das Nichtvorhandensein des Meeres annehmen müssen, so würden große Süßwasserseen, wie die in Nordamerika, die Localitäten sein, welche die besten Bedingungen für ihr Begrabenwerden enthalten.

Die Wechsellagerungen des Kalksteins mit Meeresresten und

¹⁸⁾ Abhandlungen der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Edinburgh. Bd. XIII.

des Sandsteins, Schieferthons und der Steinkohlenflöze ohne alle Spur von Meeresgeschöpfen, ist sehr merkwürdig und scheint schwierig zu erklären, ohne Schwankungen der festen Erdoberfläche zu Hülfe zu nehmen, wodurch sehr stufenweise Emporhebungen und Senkungen bewirkt werden. Hierbei dürften uns die Ansichten des Prof. Babbage über die Ausdehnungen und Zusammenziehungen von Gebirgsarten, durch Verschiedenheiten in dem Vermögen der Oberfläche, die Wärme auszustrahlen, sehr unterstützen, besonders wenn sie mit den Ansichten über die Centralwärme vereinigt werden, die diese Wirkungen zu verschiedenen geologischen Epochen sehr allgemein bewirken würden. Ohne allen Zweifel müßten große Zusammenziehungen und langsame Verwerfungen der Erdrinde, durch die allgemeine Ausstrahlung der Wärme aus der Erde verursacht, viele ähnliche Wirkungen wegen der verschiedenartigen Weise veranlassen, in welcher sich die feste Erdoberfläche im Verhältniß zu den auf ihr befindlichen Gewässern, verhalten würde. Nehmen wir nun dazu die Veränderungen, welche durch Ausdehnung und Zusammenziehung der Gebirgsarten, in Folge der neuen Lage der Massen veranlaßt werden dürften, so erhalten wir eine bedeutende Hülfe zur Vollbringung der erforderlichen Wirkungen.

Die wahrscheinliche Lage des trocknen Landes zu der Kohlen-Epoche, über den von Europa eingenommenen Raum verfolgen zu wollen, würde große Schwierigkeiten haben, besonders wenn wir bedenken, daß das, was wir eine geologische Epoche nennen, eine lange Reihe von Jahrhunderten umfassen mag, in welchen Land emporsteigen und sinken, zerstört und ersetzt werden konnte, zuweilen durch dieselben, zuweilen durch heftigere Ausßerungen derselben Kräfte, deren Wirkungen wir noch täglich wahrnehmen und gleichwohl das Ganze in einer geologischen Epoche zusammengefaßt werden muß, während welcher eine besondere Gruppe von Gebirgsarten gebildet worden ist.

Obwohl in einem großen Theil von England, besonders in den Central- und südlichen Theilen, die Art und Weise, wie die rothe Sandstein- auf der Kohlengruppe ruhet, einen Beweis giebt, daß die letztere zerstört, verworfen und zum Theil fortgeschafft war, ehe erstere darauf abgesetzt werden konnte, so haben wir doch guten

Grund zu der Annahme, daß an andern Punkten von Europa der Niederschlag beider Formationen ruhig auf einander erfolgte, so daß keine wirkliche Grenzlinie zwischen denselben zu ziehen ist. Dieselben verschiedenartigen Verhältnisse finden zwischen den Grauwacken- und Kohlengruppen statt. Wir dürfen annehmen, daß wenn auf oder in der Nähe von den ungestörten Theilen eines gewissen Raumes, trockenes Land zu existiren fortfuhr, vegetabilische Materien in Buchten, Meerbusen, auf Deltas und an andern Punkten begraben werden mußten. Nun ist es durchaus nicht unwahrscheinlich, daß, wenn wir auch einräumen, daß, wie es zuweilen der Fall, der Kohlensandstein roth geworden ist, die Steinkohlen an einigen Punkten von Europa, besonders in Niederschlesien und Böhmen, einem Theil der rothen Sandsteingruppe äquivalent sein können.

Das Vorherrschen einer besondern Gebirgsart, wie des Rothliegenden, des untersten Gliedes der Gruppe des rothen Sandsteins, auf einer bedeutenden Strecke, einer Gebirgsart, die oft dadurch merkwürdig ist, daß sie Bruchstücke und Geschiebe älterer Gebirgsarten von solcher Größe enthält, daß dadurch Conglomerate gebildet werden, ist gewiß sehr auffallend, besonders da an manchen Punkten viel Porphyrbruchstücke darin vorkommen. In Devonshire findet man in solchem Conglomerat Porphyrmassen, deren Gewicht 4 Tonnen beträgt. Man kann diese Verhältnisse, die von heftigen Erschütterungen jenes Theils von England reden, sehr deutlich an der Küste zwischen Babba-combe und Dawlish beobachten.

Während des Absatzes des Rothliegenden wurden im westlichen Europa wenig organische Reste begraben. Wenn wir über diese Masse von rothem Sandstein, Mergel und Conglomerat, welche die bedeutende Zerstörung älterer Gebirgsarten auf einem großen Raum unter Umständen, welche dem Ganzen eine rothe Farbe ertheilen, beweisen, hinausgehen, so gelangen wir in aufsteigender Ordnung zu dem zweiten Gliede der Gruppe, zu dem Zechstein oder Magnesia-Kalkstein. Dies ist eine Kalkformation von etwas verschiedenartigem Ansehen, obgleich die Ausdehnung des untersten Theiles, des sogenannten Kupferschiefers, von Deutschland nach England bemerkenswerth ist, wenn wir seine

geringe Mächtigkeit berücksichtigen. Diese Ablagerung ist versteinerngsführend und gewisse Muscheln, die *Productae*, erscheinen in aufsteigender Ordnung zuletzt, wenigstens so weit unsere jetzigen Beobachtungen gehen; auch gelangen wir zu der Ueberzeugung, daß ein Saurier, analog dem jetzigen Monitor in den Gegenden von Mannsfeld, Rothenburg an der Saale, Glücksbrunn zc. existirte. Wir dürfen daher auch folgern, daß er in jenem Theile von dem jetzigen Europa, zu jener Periode vorhanden war. Der Kupferschiefer ist deshalb merkwürdig, weil er sehr viel Fische von einem besondern Geschlecht (*Palaeothrissum*, *Blainville*, *Palaeoniscus*, *Agassiz*), sowohl im nördlichen England als in Deutschland enthält. Es ist an und für sich nichts Merkwürdiges, dieselbe Fischart an zwei Punkten zu finden, die nicht weiter von einander entfernt, eben so wenig als wenn man Häringe an den Küsten von Norwegen und Frankreich findet; allein jene Versteinerungen gehören einer Familie von Fischen an, die nach den Untersuchungen von Dr. Agassiz über der Gruppe des rothen Sandsteins nicht vorkommen. Er bestätigt es in seinem classischen Werke: „*Recherches sur les Poissons fossiles*“, tom. II., p. 3., Neuchâtel 1833., daß die Geschlechter *Acanthodes*, *Catopterus*, *Amblypterus*, *Palaeoniscus* und *Platysomus*, die einen Theil von der ausgestorbenen Familie *Lepidoides* bilden, über dieser Gruppe nicht gefunden seien.

Trilobiten, von denen man auch eine Spezies, — verschieden von der in der Grauwackengruppe vorgekommenen — in dem Steinkohlengebirge von Coalbrook Dale in Wales gefunden hat, zeigen sich im Zechstein nicht, obwohl diese Formation eine allgemeine zoologische Aehnlichkeit mit den untern versteinerngsführenden Gebirgsarten hat, von den unmittelbar über ihr liegenden aber wesentlich verschieden ist.

Der Zechstein ist nicht weit verbreitet; bis jetzt ist er nur in Deutschland und England vorgekommen. Es scheint, daß zu einer gewissen Zeit an dem einen Punkte Kalk niedergeschlagen wurde, an dem andern aber nicht.

Der Zechstein wird von einer Reihe von Sandstein- und Mergellagern, von verschiedenartigen rothen, blauen, weißen und

grünen Nuancen bedeckt, weshalb man ihn den bunten Sandstein genannt hat. Jedoch darf man dies als nichts besonders Eigenthümliches annehmen, da solcher Farbenwechsel bei den mechanisch gebildeten Gebirgsarten von der Grauwacke ab häufig ist und nur von dem verschiedenen Drydationszustande des Eisens und vielleicht zuweilen auch des Mangans, in den verschiedenen Lagern spricht. Versteinerungen kommen nicht viel im bunten Sandstein vor; in dem Elsaß und in Lothringen hat man Pflanzen gefunden, die jedoch von denen in der Steinkohlenformation verschieden sind.

Es ist fast unnöthig zu bemerken, daß wenn wir die Gruppe des rothen Sandsteins als ein Ganzes ansehen und berücksichtigen, daß sie im Allgemeinen aus Materien bestehen, die aus den Gewässern niedergeschlagen worden sind, in denen sie eine Zeit lang mechanisch aufgelöst enthalten gewesen, große Veränderungen in denselben geologischen Niveaus erwartet werden durften. Hier wird Thon oder Mergel, dort Sandstein und Conglomerat gefunden, während hin und wieder kalkige Materie vorkommt, die unter günstigen Umständen zahlreiche Kalksteinlager bilden, die sich durch ihre Versteinerungen auszeichnen, die sich auf Thierreste beschränken, während im Sandstein Pflanzenreste vorkommen. Der Muschelkalk ist eine Formation dieser Art, die eine größere Verbreitung als der Zechstein hat, auf den britischen Inseln aber, ungeachtet der großen Entwicklung der Gruppe des rothen Sandsteins auf denselben, noch nicht gefunden worden ist. Er geht in die unter und über ihm liegende Gebirgsart nach und nach über und nichts zeigt irgend eine heftige Wirkung, sondern alles beweist einen ruhigen Absatz und daß der Wechsel lediglich in der Substitution einer Materie für die andere bestand. Im thierischen Leben scheint zu dieser Periode, soweit sich aus den im Muschelkalk gefundenen Versteinerungen beurtheilen läßt, ein beträchtlicher Wechsel stattgefunden zu haben. Ein mit dem zoologischen Charakter dieser Gebirgsart verbundener merkwürdiger Umstand, ist das Nichtvorhandensein vieler Corallen-specien, denn bis jetzt hat man nur eine einzige, *Astrea pediculata*, gefunden. Saurier werden nur gewöhnlicher, es sind die Geschlechter *Crocodilus*, *Plesio-*

sauros und *Ichthyosaurus* entdeckt worden, von denen ersteres, wenn sein Vorkommen im Muschelfalk notorisch ist, als ein Geschlecht, die Erdoberfläche zu bewohnen, bis jetzt fortgefahren hat, während die beiden letztern dem Anschein nach, vor dem Absatz der Gruppe über der Kreide, verschwunden sind ¹⁹⁾.

Ueber dem Muschelfalkstein findet sich eine Formation, bestehend aus Mergel und untergeordneten Sandsteinschichten, von abwechselnd blauen, grünen, weißen und rothen Nuancen, welche man mit dem Namen Keuper bezeichnet hat. Im Württembergischen, im Elsaß und in Lothringen hat man mehrere Versteinerungen darin gefunden. Sie bestehen aus zwei Geschlechtern von Sauriern, bis jetzt noch nicht in den untern Felsarten gefunden, dem *Phytosaurus* und *Mastodonsaurus*, aus dem auch in Muschelfalk vorkommenden *Ichthyosaurus* (*l. Lunevillensis*) und aus einem *Plesiosaurus*. Wir können aus diesen Resten und aus den vorgekommenen Muscheln, von denen analoge Geschlechter jetzt die Küsten und mäßige Tiefen bewohnen, folgern, daß von den Punkten, wo sie gefunden worden, das Land nicht fern war; diese Folgerung wird auch durch die, in der Formation entdeckten Landpflanzen unterstützt.

Bemerkenswerth ist es, daß man in Europa in den obern Gliedern der rothen Sandsteingruppe sehr häufig Steinsalz gefunden hat, welches oft als charakteristisch angesehen worden ist, welches jedoch nicht der Fall sein kann, da das Salz auch in andern Gebirgsarten, selbst auch in denen über der Kreide vorkommt. Es ist bemerkenswerth, daß Salz, Gips, Dolomit, oder vielmehr ein Magnesiakalkstein, so häufig mit dem bunten Sandstein und Keuper an verschiedenen Punkten der Erde vorkommt. Wir wissen, daß manche von diesen Vereinigungen verschiedenen geologischen Epochen angehören und können folgern, daß manche andere, die in verschiedenen Gegenden vorkommen und wegen ihres allgemein ähnlichen und mineralogischen Charakters als identisch angesehen worden sind, ebenfalls verschieden sind. Es giebt manche

¹⁹⁾ Neuerlich hat Graf Münster auch Reste von einigen neuen Reptilien, von dem *Nothosaurus* und *Metriorhynchus* in dem Muschelfalk in der Gegend von Baireuth gefunden.

Gegenden an verschiedenen Punkten der Erde, an denen Gebirgsarten mit diesen Charakteren vorherrschen, und wir dürfen annehmen, daß die respectiven Räume, welche sie einnehmen, unter ähnlichen Umständen vorhanden gewesen sind, als der Niederschlag erfolgte. Wenn wir daher eine annähernde genaue Kenntniß von den Ursachen erlangen könnten, welche die in einer Gegend zu beobachtenden Wirkungen hervorbrachten, so dürften wir eine bessere Kenntniß von den andern erlangen und zu folgern im Stande sein, daß ein gegebener Theil von der Oberfläche unseres Planeten, zu einer, zwei, drei, oder mehreren geologischen Epochen, wie es nun der Fall sein mag, unter gegebenen Umständen existirt habe.

Die Kohlen- und die rothe Sandsteingruppe in Europa enthalten eine Reihe von Sandstein- und Conglomeratschichten, in deren untern Theilen eine bedeutende Vegetation begraben worden ist. Vertikale Störungen haben hier und dort den ruhigen Absatz einer zusammenhängenden Schichtenreihe unterbrochen, so daß wir erwarten dürfen, irgend einen höhern Theil der Reihe auf zerrissenen Theilen von untern Gliedern ausliegend zu finden. Da der größere Theil von den Lagern, aus denen das Ganze besteht, dem Anschein nach durch die fortschaffende Kraft des Wassers entstanden sind, so können wir nicht annehmen, daß die Lager selbst auf bedeutende Strecken fortsetzen. Das eine wird durch das andere ersetzt, so daß wir, wie wir schon oben bemerkten, gleichzeitige Aequivalente erhalten, die keine mineralogische Aehnlichkeit zu einander haben und die in ihren organischen Gemengtheilen auch verschieden sind, besonders in bedeutenden Entfernungen von einander, indem sie an dem einen Punkte eine Menge von Landresten und an andern Schalen von Meeresgeschöpfen zeigen, da verschiedene Bedingungen nothwendig verschiedene Resultate veranlassen. Man wird einsehen, daß es sehr unsinnig sein würde, die Steinkohlen in Australien, Indien, Amerika und Europa als von gleichzeitiger Entstehung anzusehen, weil der Sandstein und Schieferthon, mit denen sie vorkommen, im Allgemeinen ähnlich sind. Selbst wenn einige von den Kohlen an einem jeden von diesen Punkten der Erdoberfläche gleichzeitig wären, wie es wahrscheinlich der Fall sein mag, so würde es doch eben so thö-

richt sein zu folgern, daß es keine Niederschläge, die ebenfalls gleichzeitig sind, gäbe, die sowohl mineralogisch als hinsichtlich der Versteinerungen verschieden sind, in denen nicht eine Spur von Landpflanzen gefunden worden ist.

Sechzehntes Capitel.

Ueber der Gruppe des rothen Sandsteins liegt eine Anhäufung von Sand, Sandstein, Mergel, Thon und Kalkstein, die man die Dolitgruppe genannt hat, da einiger von dem Kalkstein oolitisch ist. Die Benennung ist wie die übrigen bloß conventionell. Es muß nun über der von Europa eingenommenen Oberfläche eine sehr bedeutende Veränderung stattgefunden haben. Die Gewässer, in denen die Materien mechanisch aufgelöst enthalten waren, mußten sehr mit Kohlensaurem Kalk beladen sein, da wenige von den in dieser Periode erfolgten Niederschlägen ohne Kalk sind. Das Meeresleben war über einen großen Theil desselben Raumes sehr reich, so daß einige Lager aus wenig mehr als aus Muschel- und Korallenresten bestehen. Im Allgemeinen betrachtet muß eine große verhältnißmäßige Ruhe über einen großen Theil des von Europa eingenommenen Raumes während der Periode der Dolitgruppe stattgefunden haben. Trockenes Land muß an denselben Punkten existirt haben; denn wir finden Landpflanzen, die nicht weit transportirt sein können, und selbst Anhäufungen derselben, die Kohlenflöße bilden.

Reptilien waren gewöhnlich, denn es finden sich zahlreiche Reste davon, und die Untersuchungen der Botaniker zeigen, daß eine von der, in der vorhergehenden geologischen Periode blühenden, gänzlich verschiedene Vegetation über den unter Betracht stehenden Raum verbreitet war. Nach dem, was wir wissen, war es eine gänzlich andere Art von Pflanzen; die Zahl der Farren war vermindert; die gigantischen, den Lykopodien und Cacten ähnlichen Pflanzen der Steinkohlenformation, die Calamiten und Palmen,

waren verschwunden; die Vegetation hat nicht mehr den außerordentlich luxuriösen Charakter, sondern es scheinen Specien, die ohne Zweifel zu den Cycadeen gehören und ähnliche Pflanzen, die jetzt am Cap und auf NeuhoUand wachsen, gewöhnlich gewesen zu sein. Coniferen waren auch häufig, aber von Specien, die zu einer frühern Periode nicht existirten. Ob andere Dicotyledonen als Cycas und Fichten zu der Zeit existirt haben, wissen wir nicht. Einen sehr auffallenden zoologischen Charakter dieser Gruppe bilden die ungeheure Menge von Ammoniten und Belemniten, die vor und während ihres Niederschlags existirt haben müssen; denn ohnergeachtet der Zerstörung, die sie erlitten haben müssen, sind doch Myriaden von ihren Schalen begraben, und nicht selten mögen die Thiere darin vorhanden gewesen sein. Der Analogie nach müssen diese Thiere freie Schwimmer im Meere gewesen sein, und der Ocean, in welchem sich die Dolithgruppe bildete, muß davon gewimmelt haben. Von der wahrscheinlichen Tiefe jener Gewässer erhalten wir durch diese Thiere keinen Aufschuß, allein da sie häufig mit andern Meeresbewohnern vorkommen, deren Analoga jetzt in seichtem oder mäßig tiefem Wasser vorkommen, so haben wir keine Gründe, ein tiefes Meer anzunehmen, sondern vielmehr eine mäßige Tiefe.

Der Lias bildet den untersten Theil der Dolithgruppe und zeichnet sich durch einen allgemeinen Charakter über einen großen Theil von dem westlichen Europa aus. An einigen Punkten scheint er sehr stufenweise in die unterliegende Gruppe überzugehen, während an andern, wie z. B. in England, eine Unterbrechung des Absages der Materie zu einer gewissen Zeit stattgefunden hat. Die Materie, aus denen der Lias besteht, müssen sehr fein und zu gewissen Zeiten, besonders in den untern Theilen, über einen, einen beträchtlichen Theil von Europa umfassenden Raum, mit kalkigen Materien vermengt gewesen sein. Unter den Reptilien, welche zu der Zeit des Lias in Menge gelebt zu haben scheinen, finden wir Pterodaktylen, Plesiosauren und Krokodile, welche trockenes Land, Buchten und andere geschützte Punkte des Meeres erfordert haben. Häufig sehr gut erhaltene Pflanzen beweisen, daß das Land nicht entfernt war. Versuchen wir aber die Punkte aufzusuchen, wo dieses Land existirt haben mag, so

fehlen uns die Data. Wir dürfen annehmen, daß die Grauwacke in der Normandie und Bretagne aus dem Wasser hervorgestanden haben, weil der Dolith ihre aufgerichteten Schichten ruhig bedeckt und vorhandene Unebenheiten ausfüllt; und dasselbe dürfen wir von andern Gegenden folgern. Uebrigens ist der von Europa bedeckte Raum seit jener Periode so durch verwerfende Ursachen gestört und so durch die Gewässer abgerieben, daß wir in Untersuchungen der Art wenig tiefer kommen werden.

Die Reste von Sauriern im Lias beweisen, daß ihrem Tode sofort das Umgeben mit den erdigen Materien folgte, ja daß manche lebendig begraben wurden; denn die Skelette sind nicht allein wenig zerseht, sondern einige Ichthyosauern haben noch die Bestandtheile des Magens zwischen den Ribben, Spuren von Haut auf den Knochen, auch enthält endlich der Lias zuweilen die Excremente von den verschiedenen, zu jener Zeit existirenden Thieren, und nicht selten ist es der Fall, daß Linien von diesen Caproliten in einem verschiedenen Niveau an verschiedenen Punkten vorkommen, als wenn der schlammige Meeresboden von Zeit zu Zeit einen plötzlichen geringen Zuwachs von Materien erhalten und die Caproliten und Schalthiere, welche sich in der Zwischenzeit angesammelt, bedeckt hätte.

Es würde uns zu weit führen, wollten wir uns in die Folgerungen einlassen, welche aus den verschiedenen, von der Dolithgruppe bekannten Thatsachen deducirt werden können; wir müssen uns mit einigen allgemeinen Ueberblicken des Ganzen begnügen. Der Lias des westlichen Europa's muß als eine feine thonige Bildung angesehen werden, in der, obgleich kalkige Materie nicht selten ist, doch nur hin und wieder Kalkstein vorhanden ist. Der Sand des untern Doliths, in welchen der Lias nach oben zu übergeht, bedeckt eine weite Strecke, die sich von Nord- bis nach Süd-Europa ausdehnt. Die Ursachen, welche ihn hervorbrachten, scheinen daher gleich allgemein gewesen zu sein, und sein mineralogischer Charakter zeigt eine allgemeine Veränderung des Meeresbodens, auf welchem sie abgesetzt wurden. In den Lagern, welche als der untere Dolith bekannt sind, wurde er aus dem Schlammigen nach und nach sandig und dann kalkig. In dem Sande fehlt, die kalkige Materie auch nicht; jedoch wissen wir nicht, was davon sogleich vorhanden gewesen und was mittelst

Durchsickern aus dem obern Kalk hineingekommen ist. An manchen Punkten vom Jura bis nach England kommen in dem untern Dolith so häufig Körner und kleine Nieren von Eisenoxydhydrat oder Eisenoxyd vor, daß sie im Dep. der obern Saone als Eisenerze benutzt werden.

Der nächste Theil der Dolithgruppe ist sehr interessant, da die Versteinerungen die Nähe von Land beweisen, welches sich von Schottland bis nach Deutschland erstreckte. Landpflanzen kamen an diesen Punkten in Menge vor und ihre Anhäufungen waren hinlänglich, um Kohlenlager zu bilden. Unter denselben beobachtete Hr. Murchison aufrecht stehende Stämme von *Equisetum columnare* in hinlänglicher Menge und auf einer hinlänglich großen Oberfläche, um die Folgerung zu rechtfertigen, daß diese Pflanzen von der sich niederschlagenden Materie ruhig umgeben wurden. Wenn wir die Lager untersuchen, die diesem im südlichen England, dem Anschein nach, äquivalent sind, so finden wir Meeresreste und eine Menge von kalkiger Materie, deren Schichten durch die provinziellen Benennungen Walkererde, großer oder Bathoolith, Bradford-Thon, Forest-Marmor und Cornbrash unterschieden werden. Nun ist es eine sehr interessante Thatsache, daß zu Stonesfield eine merkwürdige Anhäufung von Muscheln, nebst den Resten des einzigen, bis jetzt unterhalb der über der Kreide liegenden Gruppe entdeckten Säugethieres, in dem untern Theile des untern Doliths gefunden worden ist. Diese Reste sollen zweien Specien von dem *Didelphis* oder irgend einem analogen Vierfüßer angehören. Mit ihnen finden wir die Reste von Landpflanzen, von Meeresmuscheln und von einem ungeheuren Saurier, dem *Megalosaurus Bucklandi*, so wie endlich Knochen, wahrscheinlich von einem geflügelten Land-Reptil, dem *Pterodactylus*. Wir dürfen daher folgern, daß unmittelbar nach der Periode des untern Doliths und während des Absatzes von dem großen Dolith des südlichen Englands, in den Centraltheilen, trocknes Land vorhanden war. Dieses Land muß Inseln, besonders aber ausgedehnte Korallenriffe gebildet haben, da Polypiferen in dem obern Theil des großen Doliths, sowohl im südlichen England, als in der Normandie gewöhnlich sind.

Nach dieser Periode war ein bedeutender Theil von der

Dolithoberfläche wahrscheinlich wieder unter Wasser gesetzt; denn wir finden eine Thonmasse, die sich über eine beträchtliche Strecke in Nordengland und Deutschland ausdehnt und Meermuscheln enthält, den Schichten mit Landresten übergelagert. Da aber in denselben auch Reste von Sauriern und unter denselben solche von Krokodilen vorkommen, so dürfen wir das Vorhandensein von trockenem Lande an verschiedenen Punkten des Raumes annehmen, obgleich Veränderungen in den relativen Stellungen von Land und Wasser solche physikalische Verschiedenheiten in manchen Theilen veranlaßt haben, daß der Schlamm gewöhnlich abgesetzt wurde, während Quantitäten von Landpflanzen sich nicht länger an besondern Stellen anhäufte. Darauf wurden über einen bedeutenden Theil des Raumes wiederum sandige Materialien niedergeschlagen, denen wieder ein Kalkniederschlag mit sehr vielen Polypteren, der Corallrag, folgt. In dem einst mit tiefem Schlamm bedeckten Raume mußten sehr viele Korallenriffe vorhanden sein, indem der Sand erst auf jenen abgesetzt wurde. Dieser Wechsel ist merkwürdig genug; allein er wird es noch mehr, da er andern folgenden Wechseln ähnlich ist, da die kalkigen Gebirgsarten zuerst durch einen Sandstein bedeckt wurden, dem eine andere Schlammanhäufung, der Kimmeridgethon, folgte. Diese wird wieder durch Sand, den Portland- oder Kimmeridge-Sand, bedeckt und das oberste Glied der ganzen Gruppe ist ein Kalkstein, der Portland-Dolith.

Wir dürfen nicht annehmen, daß solche Veränderungen überall auf dem Boden eines Meeres von gewisser Ausdehnung stattfinden, obwohl die Größe dieser Ausdehnung schon bedeutend genug ist. Der Thon kann, wegen seines allgemein gleichartigen Charakters, über eine ausgedehntere Strecke verfolgt werden, als der Sand- und Kalkstein. Es zeigen sich nothwendig zahlreiche kleinere Veränderungen, die von geringern Ursachen herrühren, allein der allgemeine Charakter der ganzen Dolithgruppe im westlichen Europa ist merkwürdig.

Es kann gar kein Zweifel obwalten, daß diese Gruppe, die im westlichen Europa eine große Mächtigkeit hat, aus Sandstein, Mergel und Schieferthon besteht und von sehr verschiedenartigem Ansehen ist, sich auch über verschiedene Theile des östlichen Euro-

pas ausdehnt. Eben so wenig können wir auch zweifeln, daß sie einen bedeutenden Theil der Kalkalpen bilde, sich nach Italien und in das südöstliche Europa ausdehne. Seine mineralogischen Kennzeichen sind mehr als die der Grauwacke, ein Beweis, daß verschiedene modificirende Ursachen eingewirkt und an verschiedenen Punkten des ganzen Europa's verschiedenartige, aber gleichzeitige Resultate veranlaßt haben. Während den westlichen Theil eine Menge von Versteinerungen charakterisiren, finden sich in dem östlichen weit weniger Schalen. Wir müssen daher an dem einen Punkte leichtes Wasser, vielleicht mit dazwischen liegendem Lande, und tiefes Wasser, so wie weniger Land an dem andern, annehmen.

Wir dürfen nicht das Vorkommen der eigenthümlichen Vereinigung von organischen Resten in gewissen Kalksteinen, den sogenannten lithographischen Schiefer, zu Pappenheim, Solenhofen und Monheim bei Eichstedt, vergessen. Man nimmt an, daß sie den obersten Theil der Dolithreihe in Deutschland bilden. In diesen Schichten sind die Reste von sechs Specien von dem außerordentlichen fliegenden Reptil, dem *Pterodactylus* und mit ihnen die Eruvien von vielen Insekten, (*Libellula*, *Aeschna*, *Agrion*, *Myrmeleon*? *Sirax*? und *Solpaga*?), die wahrscheinlich ihre Beute bildeten. Wir müssen daher die Nähe von Land annehmen. Die in diesen Lagern gefundenen Crustaceen sind *Pagurus*, *Eryon*, *Scyllarus*, *Palaemon* und *Astacus*, die wahrscheinlich an Küsten lebten. Es finden sich auch verschiedene Mollusken und unter denselben eine, von Meyer *Aptychus* genannt, von einer eigenthümlichen Form. Wir müssen annehmen, daß der ganze Niederschlag an einer Küste gebildet sei, an der das Wasser nicht tief war und an welcher der *Pterodactylus* Jagd auf Insekten machte. Die in den Schichten beobachteten Pflanzen sind Meeresvegetabilien, die unter ähnlichen Umständen, wie jetzt die *Fuci*, leicht begraben werden können. Wenn wir berücksichtigen, daß sogleich nach dem Absatz des Portland-Doliths im südlichen England trocknes Land existirte und daß eine bedeutende Menge von Sand und Thon, die sogenannte Wealdformation, beweisen, wie solch trocknes Land eine lange Periode hindurch in demselben Theil von Europa fortbauerte, so erlangt die Solenhofener For-

mation noch mehr Interesse; denn obgleich sie nicht ganz gleichzeitig mit der Weald-Formation sein mag, so zeigt sie doch trocknes Land zu fast derselben Epoche in Baiern und im südlichen England.

Im Verhältniß zu der ganzen Erdoberfläche, ist der ganze betrachtete Raum gering; es wurden daher ohne Zweifel an vielen andern Punkten derselben gleichzeitige Gebirgsarten gebildet; so dürfen wir z. B. annehmen, daß Gebirgsarten mit etwas ähnlichen organischen Resten in dem Himalaya-Gebirge gefunden worden sind. Es wird freilich noch Zeit darüber hingehen, und es werden noch viele Beobachtungen dazu erforderlich sein, ehe wir einen bedeutenden Theil von der Erdoberfläche kennen lernen und ehe wir die wahrscheinliche Beschaffenheit von $\frac{1}{10}$ derselben zu schätzen im Stande sind. Uebrigens zeigt die betrachtete Oberfläche bedeutende Abweichungen, sowohl in der Beschaffenheit der zu jeder Epoche der Dolithgruppe erfolgten Niederschläge, als auch in den Versteinerungen, von der Gruppe des rothen Sandsteins. Kohlsaurer Kalk ist in jener weit häufiger als in dieser, und die bedeutende Verbreitung dieser Substanz über eine verhältnißmäßig große Oberfläche zu dieser Periode, ist eine merkwürdige Thatsache. In wiefern andere Theile der nördlichen Hemisphäre uns äquivalente Gebirgsarten darbieten, die jetzt über dem Meeresniveau liegen, werden künftige Beobachtungen zeigen, und es wird außerordentlich interessant sein, bei vermehrten Thatsachen zu sehen, in wiefern die allgemeine organische Structur des Lebens zu jener Periode ähnlich gewesen ist, oder ob schon Fortschritte in der jetzt wahrnehmbaren Verschiedenheit der Vertheilung gemacht worden, indem wir annehmen, daß in den frühern versteinерungsführenden Epochen eine größere Annäherung zur Gleichförmigkeit stattfand. In Nordamerika hat man die der Dolithgruppe äquivalenten Gebirgsarten bis jetzt noch nicht gefunden. Jedoch ist dies mächtige Festland bis jetzt erst so wenig untersucht, daß nichts Bestimmtes hierüber gesagt werden kann.

Wir haben die Ueberzeugung, daß unmittelbar über der Dolithgruppe in Buckinghamshire, im Wardourthale, in der Nähe von Weymouth und im Boulonnais trocknes Land existirte und daß Bäume und Pflanzen analog den jetzt in warmen Klimaten

blühenden, auf demselben vorhanden waren. In der Nähe von Weymouth stehen diese Pflanzen in, oder sie liegen auf dem Boden, in welchem sie gewachsen, obgleich derselbe von neuern Niederschlägen bedeckt ist. Man nennt diesen Boden die Schlamm-lager, denn es giebt mehre derselben, und findet zuweilen Geschiebe von der untenliegenden Gebirgsart darin. Wir haben keine Beweise von einer heftigen Einwirkung der Gewässer auf die Oberfläche des Portlandsteins, auf welcher die Schlamm-lager (dirt-beds) ruhen, so daß die Geschiebe von ähnlichen Ursachen herrühren müssen, wie sie noch jetzt auf die Küsten und in Flüssen wirken. Da das Ganze auf einer Gebirgsart liegt, die sehr viel Meeresreste enthält, so mußte dem Wachsthum von Landpflanzen auf derselben, eine Hebung vorhergehen.

Auf diesem trocknen Lande ist eine Reihe von Ablagerungen niedergeschlagen, charakterisirt durch Land-, Süßwasser- und Resten von in Buchten wohnenden Geschöpfen und da diese Gebirgsarten besonders in dem Wald von Suffer entwickelt worden sind, so heißen sie Waldgesteine (Wealdern-Rocks). Die Ausdehnung der Formation hat noch nicht genau bestimmt werden können, da sie von der Kreide bedeckt sind, deren Fortschaffung durch entblößende Ursachen uns in den Stand gesetzt hat, die Wealdformation kennen zu lernen. Die große Ausdehnung derselben in Suffer, ist durch eine Emporhebung des Landes an jenem Punkt und durch eine spätere Fortschaffung der aufgelagerten Kreideschichten an's Licht gebracht worden. Dem Anschein nach ist der südöstliche Theil von England der tiefste Theil eines Meeresbusens gewesen, in welchen die in dem Wasser mechanisch enthaltenen erdigen Theile niedergeschlagen und die oben angeführten organischen Reste eingeschlossen wurden. Wir sahen, daß in der Nachbarschaft von Weymouth trockenes Land unmittelbar vor dem Absatz der Wealdgruppe existirte, und es scheint nicht, daß sie sich weit westwärts ausdehnten, weil dort die Kreide unmittelbar auf dem Dolith liegt.

Die Wealdformation besteht in niederwärts gehender Ordnung aus verschiedenen, mit Mergel wechsellagernden Kalksteinschichten, die Purbeck-lager genannt, aus vielen, oft eisenschüssigen und zuweilen Schieferthon enthaltenden Sand- und Sand-

steinschichten, dem sogenannten Hastingssand und aus dem sogenannten Wealdthron. Es muß, wie schon bemerkt, zu jener Epoche ein sehr bedeutender Meerbusen oder irgend eine Ansammlung von brakigem oder süßem Wasser, in jenem Theile von Europa, vorhanden gewesen sein. Die organischen Reste dieser Lager bestehen nur aus wenigen, aber sehr interessanten Specien. An den Küsten dieser Bucht oder dieses Sees streifte ein ungeheures Reptil, in seinem Knochenbau, besonders in den Zähnen, hauptsächlich dem Iguana gleichend und daher Iguanodon genannt und lebte wahrscheinlich von den dort fossil gefundenen Pflanzen. Außerdem finden sich die Reste von andern Reptilien, dem Hyläosaurus (nebst dem Iguanodon zuerst hier auftretend) und von dem Megalosaurus und Plesiosaurus, die sämmtlich nicht mehr vorkommen. Auch Reste vom Krokodil, von Trionix, Emys und Chelonia haben sich damit gefunden.

Wenn wir annehmen, daß diese Gebirgsarten in einer Bucht gebildet worden und nicht in einer isolirten Wassermasse, so muß auch in dem jetzigen Süd-England und Nordfrankreich ein bedeutender Strich von trockenem Lande existirt haben. Wir bemerkten, daß die Bäume in dem sogenannten Schlamm lager in der Nähe von Weymouth in dem Boden, in welchem sie gewachsen sind, standen oder auf demselben lagen; folglich mußte ihr Niedersinken in das Wasser, in welchem die sie nun umschließenden Purbeckschichten gebildet wurden, stufenweise und ohne das Einbrechen von Wellen erfolgt sein, denn alsdann, oder beim Einwirken von einer starken Brandung, mußten Bäume und Boden weggeführt werden.

Wir haben Grund zu der Annahme, daß das Land in diesem Theile von Europa nur nach und nach und so sank, daß die erfolgte Vertiefung mit süßem Wasser angefüllt wurde und daß entweder durch Differenzen in dem Niveau oder aus andern Ursachen, das Meer nicht frei hineinfließen konnte. Zuerst wurde viel Kalk abgesetzt und es wurden Myriaden von Muscheln, dem Anschein nach dem Geschlecht *Vivipara* analog, darin begraben. Dann kam eine mächtige Sandschicht, zwischen der Schlamm eingelagert ist, und zuletzt herrschte dieser gänzlich vor. Nachdem die stufenweise Senkung mehrere hundert Fuß betragen und die Ver-

tiefung nach und nach ausgefüllt worden war, drang das Meer nach und nach ein, denn die Wealdgesteine gehen nach und nach in die Kreide über, doch so ruhig, daß der Schlamm mit Süßwasser- und Meeresresten mit Sand bedeckt ist, der nur leichtere enthält. Der Unterschied in diesem Niveau des Meeres und des Landes in diesem besondern Theile der Erdoberfläche mußte aber in solcher Art zunehmen, daß die Schichten der Bucht oder des Sees, in welchen die Wealdgesteine abgesetzt wurden, wenigstens 200 Klafter unter das Meeresniveau sanken und zwar nach und nach; denn die Kreide, welche die Wealdformation bedeckt, trägt keine Zeichen von Heftigkeit.

Ein Meerbusen der obigen Art konnte aber nothwendig nur einen beschränkten Raum einnehmen und die veranlaßten Wirkungen mußten in gewisser Hinsicht local sein, wie die jetzigen Deltabildungen. Gleichzeitige Küstenbildungen, die mit dem Sand und Schlamm, welche der Fluß niederwärts geführt hat, zusammenhängende Theile ausmachen, müssen sehr viel Meeresreste enthalten, eben so wie an den Küsten von Afrika und Amerika jetzt ausgedehnter Ankergrund gefunden wird, der entweder Reste von Meeres- oder Buchtbenwohnern enthält, je nachdem große Flüsse ihr Wasser in den Ocean führen oder nicht. Wo daher die Umstände günstig waren, müssen wir Meeres-Äquivalent der Wealdformation zu finden erwarten, welche allem Anschein nach zu ihrem Absatz eine lange Zeit erfordert haben mag. Aus dem Süßwasser-Charakter und aus den Lagerungs-Verhältnissen gewisser Schichten in dem Pays de Bray bei Beauvais, von denen die ausliegenden Kreideschichten entfernt worden sind, dürfen wir folgern, daß sie den Wealdschichten äquivalent seien. Ob sie beide in einem Meerbusen gebildet wurden, wissen wir nicht; war es der Fall, so dürfen wir folgern, daß ein großer Fluß, wie der Ganges, darin ausmündete. Außerdem finden sich noch an verschiedenen andern Punkten Europas, in Frankreich, in der Schweiz, in Deutschland und Polen, Schichten, die zwischen der Kreide und dem Dolith liegen und daher den Wealdgesteinen äquivalent sind.

Ueber dieser Wealdformation findet sich die Kreidegruppe, die ihrer Ausdehnung wegen aus Ursachen erfolgt sein müssen, die

nicht allein in Europa, sondern auch in einem Theil von Asien einwirkten. Im Allgemeinen ruhet die eigentliche Kreide entweder auf einer sandigen oder thonigen Ablagerung, deren mechanischer Ursprung nicht bezweifelt werden kann. Da wir beim Absatz von mechanisch in dem Wasser enthaltenen Theilchen keine Gleichförmigkeit erwarten dürfen, so müssen wir erwarten, daß an dem einen Punkte Sand, an dem andern Schlamm vorherrschen und daß hin und wieder Wechsellagerungen von beiden stattfinden würden. Es steht nicht zu erwarten, daß die Abtheilungen des untern Theils der Gruppe in obern Grünsand, Gault und untern Grünsand sehr weit über das südliche England hinaus verfolgt werden können. Da aber ihre Continuität mit gleichen Charakteren in England sehr bemerkenswerth ist und die gleichförmige Wirksamkeit gegebener Ursachen auf eine ausgedehnte Weise zeigt, so dürfen wir bei einiger Aufmerksamkeit und unter Berücksichtigung von localen Veränderungen voraussetzen, daß auch in den benachbarten Theilen des Continents ähnliche Abtheilungen gefunden werden, und dies ist auch im nördlichen Frankreich und in der Nähe von Aachen der Fall.

Der obere Theil der Gruppe ist wegen der Constanz der mineralogischen Charaktere über einem Raum, der sich vom nördlichen Frankreich, durch die britischen Inseln, Norddeutschland, Dänemark und Schweden, durch das europäische ins asiatische Rußland erstreckt, außerordentlich merkwürdig. Obgleich nun Aequivalente der Kreidegebirgsarten in andern Theilen von Europa, südlich und westlich von der erwähnten Reihe von weißer Kreide, sehr häufig sind, so besitzen sie doch einen etwas verschiedenen Charakter, indem dichter grauer und dunkelfarbiger Kalkstein und dichter Sandstein augenscheinlich dasselbe geologische Alter haben wie die weiße Kreide. Diese Verschiedenheit weist natürlich auf eine verschiedene Entstehung hin, so daß wir gewisse Umstände voraussetzen dürfen, die zur Entstehung des merkwürdigen weißen Kalkgesteins, welches in einem, eine Curve bildenden Theile von Europa vorkommt, Veranlassung gegeben haben.

Wir können kaum annehmen, daß die weiße Kreide längs einer Küstenlinie entstanden sei, an welcher nichts als kalkige Materie mit Kiesel vermischt, hinabgeführt worden, indem dies einen

Zustand der Dinge voraussetzt, der von dem jetzigen oder von dem vorher existirenden gänzlich verschieden ist, so daß wir uns genöthigt sehen, eine andere Erklärung für die wahrgenommenen Erscheinungen zu suchen. Die weiße Kreide hat mehr das Ansehen eines chemischen Niederschlages, oder sie ist vielmehr das Resultat eines schnellen Niederschlags des kohlensauren Kalks aus seiner Auflösung im Wasser, indem ein überschüssiger Theil von Kohlensäure, welche der Kalk aufgelöst enthielt, vertrieben wurde. Ein solcher schneller Niederschlag würde erfolgen, wenn die Gewässer plötzlich erwärmt wurden und auf diese Weise würden wir einen zerreiblichen kohlensauren Kalk erhalten. Dies ist übrigens nicht die einzige erforderliche Bedingung. Es giebt auch eine Menge von Kiesel, der ohne allen Zweifel auch aufgelöst gewesen ist. Wir dürfen auch ferner nicht vergessen, daß zu der Zeit sehr viel Meeresgeschöpfe existirten, so daß, wenn die Kreidemasse langsam abgesetzt, die zum Unterhalt des thierischen Lebens erforderlichen Bedingungen vorhanden waren. Es würde daher die Frage entstehen: ob die Masse der weißen Kreide langsam oder etwas schnell hervorgebracht worden sei.

Die organischen Reste sind im Allgemeinen in der Kreide sehr schön erhalten; Substanzen von nicht größerer Festigkeit als gewöhnliche Schwämme, behalten ihre Gestalt, zarte Muscheln bleiben unzerbrochen, Fische sind häufig nicht platt gedrückt, und überall haben wir Erscheinungen, welche die Folgerung rechtfertigen, daß die organischen Reste, nachdem sie begraben worden, gegen den Druck geschützt waren, so daß sie sehr ruhig von außerordentlich feiner Materie umgeben wurden, wie es bei einem chemischen Niederschlage der Fall sein mußte. Ob die weiße Kreide das Resultat eines plötzlichen Niederschlags, oder einer Reihe von plötzlichen Niederschlägen gewesen ist, würde schwer zu sagen sein; daß aber der kohlensaure Kalk langsam auf die unten liegenden Materien fiel und bald fest wurde, scheint durch die Beschaffenheit der in der Kreide gefundenen Versteinerungen bewiesen worden zu sein.

Es sei übrigens die Entstehungsweise der weißen Kreide, welche sie wolle, so erstreckten sich die Bedingungen ihrer Bildung, wie schon weiter oben bemerkt wurde, nicht über die ganze,

von der Kreidegruppe bedeckte Oberfläche, und es ist auch unwahrscheinlich, daß ein bedeutender Theil von der Erdoberfläche von diesem feinen Präzipitat von kohlensaurem Kalk zu gleicher Zeit bedeckt gewesen sein sollte; wir müssen im Gegentheil erwarten, Gebirgsarten von gleichem Alter anzutreffen, die auf dem gewöhnlichen Wege aus dem mechanischen Niederschlag entstanden sind und an den gewöhnlichen günstigen Punkten Versteinerungen umschließen. Wo die Gebirgsarten nicht zusammenhängend verfolgt worden sind, ist es immer schwierig, sich zu überzeugen, daß wir an weit von einander entfernten Punkten ein genaues Aequivalent irgend eines Theiles der Gruppe haben. Verschiedene modificirende Ursachen mußten nothwendig schwer zu bestimmende Modificationen veranlassen. Das Steinsalz von Cordona und Mon Real in Spanien soll in dem obern Theil der Gruppe vorkommen; zu Angoulême liegt auf den untern Sandsteinen derselben ein fast ganzkörniger Kalkstein. In den Alpen, Apenninen und in den Gegenden, die sich von Griechenland bis in das Innere von Asien erstrecken, ist der Charakter der Kreideformation ein ganz anderer als im westlichen Europa.

Man hat in der Kreidegruppe sehr viele organische Reste gefunden, die sich auf ungefähr 160 Geschlechter und 768 Specien belaufen, deren letztere, mit wenigen Ausnahmen und so weit unsere Untersuchungen reichen, von den in den ältern Formationen vorkommenden verschieden sind. Landpflanzen finden sich, obgleich nicht sehr häufig, in dem untern Sand und Thon im westlichen Europa, und manche Holzstücke zeigen durch ihre Beschaffenheit und durch die Durchbohrungen des *Teredo* oder ähnlicher Thiere, daß sie lange in dem Océan umhergetrieben haben. In der weißen Kreide sind Meerespflanzen vorhanden; Landpflanzen finden sich entweder gar nicht oder nur hin und wieder, und dies beweist, daß trocknes Land, von woher solche Pflanzen getrieben werden konnten, nicht in der Nähe der weißen Kreide vorhanden war. Daher dürfen wir folgern, daß zu der Periode der Kreideformation ein sehr wesentlich verschiedener Zustand über einen beträchtlichen Theil der Oberfläche von Europa, gegen den in der vorhergehenden Epoche, herrschte. Jedoch häufte sich vegetabilische Masse genug an, um Kohlen zu bilden, wie z. B. zu Perilles

zu Vereilles bei Bellesta, zu Trnani bei Trun, zu St. Con in dem Dep. der Heiden und zu Quedlinburg am Harz.

Da in der Kreidegruppe bis jetzt noch keine Reste von Säugethieren gefunden sind und auch Reptilien-Reste nur selten vorkommen, so ist ihr zoologischer Charakter von dem der Dolithgruppe sehr verschieden. Daher dürfen wir folgern, daß zur Zeit der Kreideformation das trockne Land in Europa nicht so häufig war, als während der Dolithperiode. Die Reste eines Krokodils sind zu Meudon in der Kreide und die eines großen Reptils, des Mososaurus zu Mastricht und in Suffer gefunden worden. Fischreste sind nicht so selten und Fischzähne, dem Anschein nach von Haien, gewöhnlich. Mollusken wurden in dieser Epoche in großer Menge begraben. Die Ammoniten sind freilich noch häufig, aber doch weniger als in der Dolithperiode. Dagegen treten andere gekammerte Muscheln, Scaphiten, Hamiten, Turrititen und Baculiten in Menge auf. Eine große Wassertiefe war für diese und andere, in der Kreide gefundene Muschelgeschlechter nicht erforderlich. Die Echiniten-Familie scheint sehr häufig zu dieser Epoche verbreitet zu sein, besonders während der Bildung der weißen Kreide. Korallen scheinen in den damaligen Meeren nicht geherrscht zu haben, wogegen die schwammigen Zoophyten häufig gewesen zu sein scheinen. Wir müssen jedoch hinsichtlich der letztern Folgerung vorsichtig sein, weil viel von den Umständen abhängt, welche so leicht zerstörbare Körper erhalten und die in der Periode der weißen Kreide sehr günstig gewesen sein müssen.

Gleich allen andern Gebirgsbildungen, die zu ihrer Entwicklung eine bedeutende Zeit erfordern, müssen wir auch erwarten, Aequivalente derselben in andern Theilen der Erde anzutreffen, woselbst die Umstände so günstig waren, daß sie später über das Niveau des Meeres, in welchem sie gebildet, emporgehoben worden sind. So ist z. B. die Formation des eischüssigen Sandes in Nordamerika, nach den darin vorgekommenen Versteinerungen, der europäischen Kreide äquivalent. Es finden sich darin Reste von dem Mososaurus, ferner die von Krokodilen, von dem Mesosaurus, Gersaurus und Saurodon. Letzteres ist gar nicht in Europa gefunden, und vorletztes nicht so hoch herauf in der Reihe der Gebirgsarten.

Ein bedeutender Theil des trocknen Landes von Europa lag wahrscheinlich unter dem Meerespiegel, damit die Kreideformation abgesetzt werden konnte, die eine große Oberfläche bedeckt zu haben scheint, die vorher aus sehr verschiedenen Felsarten bestand, von dem Gneis und dem Glimmerschiefer des nördlichen Europa bis zu dem Dolith und der Wealdformation der südlichen Theile desselben. Dieser Zustand der Oberfläche von Europa war bestimmt, eine große Veränderung zu erleiden; die Kreide wurde der zerstörenden Wirkung des Wassers unterworfen; ihre Oberfläche wurde über einen beträchtlichen Theil des westlichen Europas von dem Wasser angegriffen und die härtern, gewöhnlich aus Feuerstein bestehenden Theile, blieben auf der Oberfläche liegen und zeigten durch das Eckige ihrer Gestalt, daß sie weder weit transportirt, noch stark abgerieben wurden. Darauf mußte die Kreidemasse bedeutend gehoben werden und ein großer Theil von Europa mußte über dem Meere erscheinen, so daß da trocknes Land vorhanden war, wo vorher Meer existirte und Landpflanzen und Thiere trug.

Siebzehntes Capitel.

Die über der Kreide liegenden Formationen werden gewöhnlich tertiäre genannt, eine übrigens verwerfliche Benennung, da sie drei große Classen von Gebirgsarten voraussetzt. Eine scharfe Sonderung der Formationen von einander findet aber durchaus nicht statt; denn wenn dies auch hin und wieder der Fall zu sein scheint, so findet man doch bei weitem nicht überall eine Unterbrechung der Continuität der Formationen und auch der Kreide und der darauf folgenden insbesondere. Wenn wir dies *a priori* annehmen, so finden wir aber auch wirklich in der Natur einen solchen stufenweisen Uebergang aus den obern Schichten der Kreidegruppe in die untern der sogenannten tertiären Schichten. Man findet einen solchen z. B. zu Gosau in den Alpen und an andern Punkten. Zu Mastricht liegen offenbar über der Kreide Lager, die nicht gewöhnlich in den Kreidegebirgen vorkommen und ähnliche Ablagerungen finden sich in der Normandie. Zu Mastricht ist übrigens die obere Fläche vor dem Absatz der aufgelagerten Schichten von dem Wasser verändert worden und wir sind daher nicht gewiß, daß eine Reihe von Schichten weggespült worden ist. Wir erkennen die wahrscheinliche Existenz von manchen andern Felsarten, über Oberflächen, wo sie nicht länger ausgebreitet vorkommen, aus einzelnen Stücken, die hin und wieder zurückgeblieben sind und die den entblößenden Kräften, welche manche Kubikmeile fester Materien von gewissen Räumen weggeführt, widerstanden haben. Ohne allen Zweifel wurde eine bedeutende Veränderung über einen großen Theil des jetzt von Europa eingenommenen Raumes hervorgebracht, allein wenn wir einen gewöhnlichen Globus zur

Hand nehmen und sehen, was für einen Raum diese Oberfläche einnimmt, so werden wir uns leicht überzeugen, daß die Data, auf welche man den Versuch gemacht hat, ein großes System von Felsarten zu gründen, welches auf die ganze Erdoberfläche anwendbar ist, unzureichend sind.

Die über der Kreide liegenden Gebirgsarten bilden einen großen Theil von dem trocknen Lande in Europa; sie sind in einer unzähligen Menge von Seen und Meeren abgesetzt und enthalten zahlreiche Land-, Fluß-, Sumpf- und Meeresreste. Wir haben Beweise, daß sich zahllose Veränderungen, die einen ungeheuren Zeitraum erforderten, zwischen dem Absatz der Kreide und dem jetzigen Zustande der Dinge ereignet haben und daß je mehr wir uns dem letztern nähern, sich das trockne Land an diesem Theile der Erdoberfläche vermehrt habe.

Bei den verschiedenen verwickelten Veränderungen, die in der Epoche der Gruppe über der Kreide stattgefunden haben, ist es am besten erachtet, die dahin gehörigen Gebirgsarten nach den Versteinerungen zu ordnen, indem man die für die neuesten hält, die sich hinsichtlich der organischen Reste am meisten den, in der Gegend ihres Vorkommens existirenden Thieren und Pflanzen nähern. Obgleich es schon seit langer Zeit die Meinung der Geologen gewesen ist, daß je neuer die Bildung, um so größer die Wahrscheinlichkeit, die Reste noch vorhandener Thiere und Pflanzen in derselben zu finden; so sind doch erst ganz neuerlich Versuche gemacht, die in Europa beobachteten Felsarten dieser Art, danach einzutheilen. Man hatte lange geglaubt, daß alle über der Kreide liegenden Formationen auf irgend eins von den Gliedern der bei Paris vorkommenden zurückgeführt werden könnte. Den ersten weitem Schritt in dieser Hinsicht machte Herr Desnoyers (*Annales des sc. nat.* 1829), indem er zeigte, daß die über der Kreide liegenden Formationen von Paris, London und auf der Insel Wight zu den ältesten Gliedern derselben gehörten; daß mehrere Abtheilungen der Formationen über der Kreide gemacht werden mußten, die von Schwankungen des Landes und den darauf folgenden Niederschlägen von Materien in Meeren, Seen und Flüssen herrührten und daß alle diese Perioden in ihren Niederschlägen und Versteinerungen einen stufenweisen und

unmerklichen Uebergang zu einander, von dem alten Zustande der Natur zu dem jetzigen, von den ältern Becken über der Kreide bis zu denen unserer jetzigen Meere darböten. Nachdem Herr Deshayes eine Menge von den Muscheln dieser Periode von verschiedenen Fundorten gesammelt hatte, theilte er die ganze Gruppe nach ihren Versteinerungen in drei Abtheilungen. Die von diesen Conchyologen aufgestellten Tabellen wurden von Hrn. Lyell bekannt gemacht. Derselbe hatte, ohne Hrn. Deshayes Classification zu kennen, alle Formationen über der Kreide in vier Abtheilungen getheilt (Lehrb. der Geologie, deutsche Bearb. drei Bde.). Herr Lyell nennt die obere Abtheilung des Herrn Deshayes die neuere und die ältere pliocenische, und die andern beiden die miocenische und die eocenische Periode. Diese Benennungen beziehen sich auf eine stufenweise Annäherung der, in den Gebirgsarten enthaltenen fossilen Mollusken an die, welche in unsern jetzigen Meeren leben, indem in der eocenischen Abtheilung wenige Analoga von lebenden Specien gefunden sind, während sie in der pliocenischen sehr vorherrschen. Classificationen, die gänzlich auf organische Reste begründet, sind stets Irrthümern unterworfen, wenn ein gleichzeitiger Niederschlag als eine nothwendige Folgerung davon abhängt. Classificationen der Art erfordern nothwendig eine Reihe von gleichen und gleichzeitigen Veränderungen und Zuständen an sehr vielen verschiedenen und oft von einander entfernten Punkten. Obgleich die Conchiologie der Geologie wichtige Hülfe leistet, so ist es doch besser, die Charaktere der Abtheilungen nicht allein von ihr zu entlehnen und auch die Namen derselben anders zu wählen, wie z. B. »obere«, »mittlere« und »untere Abtheilung« u.

Es scheint einstimmig angenommen worden zu sein, daß die Gebirgsarten aus den Becken von Paris, London und der Insel Wight die ältesten der Gruppe über der Kreide im westlichen Europa seien. In der Nachbarschaft des Beckens von Paris mußte zuerst nothwendig trocknes Land existiren, weil die unterste Gebirgsart der Gruppe über der Kreide, der plastische Thon, in einem Süßwassersee, in welchen Landpflanzen getrieben wurden, abgesetzt worden zu sein scheinen. Dieser Zustand hörte, dem Anschein nach, stufenweis auf und die Oberfläche des Landes wurde durch ein

Meer bedeckt, in welchem sich der sogenannte Grobkalk mit Tausenden von Meeressthiereu absetzte, von denen wenige nur jetzt existirende Specien analog sind. Aus den organischen Resten in dem über diesem Kalk abgelagerten Gyps erschen wir, daß zahlreiche Säugethiere, Geschlechtern angehörend, die jetzt auf der Erde zu leben aufgehört haben, irgend ein benachbartes trocknes Land bewohnten. Mit ihnen fanden sich andere Säugethiere von erloschenen Specien, aber noch vorhandenen Geschlechtern. Das Klima, in welchem sie lebten, war ohne allen Zweifel warm, wie man aus den Resten der wahrscheinlich zu derselben Zeit existirenden Palmen und Krokodile, folgern kann. Es fand nun eine andere Veränderung statt; ein Meer bedeckte die Oberfläche und wurde wieder entfernt und eine darauf folgende Süßwasserbildung überzeugte uns von dem Vorhandensein von trockenem Lande. Ähnliche Ereignisse fanden zu denselben Perioden in den Becken von London und der Insel Wight statt. Der untere Theil der Gruppe über der Kreide hat an diesen Punkten nicht denselben Süßwassercharakter; denn die Süßwasserreste sind den Meeresresten untergeordnet. Wir dürfen es kaum anders erwarten; denn die Süßwasserniederschläge müssen mehr oder weniger beschränkt sein. Während in dem Pariser Becken kalkige Materie niedergeschlagen wurde, setzte sich in den Becken der Insel Wight und von London mit Sand vermengter Schlamm ab. Das Klima mußte wenigstens wie das in Aegypten sein; die Pflanzenreste sind freilich nie genau untersucht, allein die vielen, auf der Insel Sheppey gefundenen Früchte und Samen erforderten größtentheils ein warmes Klima. Ueber diesem Meeresniederschlage finden sich Süßwasserreste, wie im Pariser Becken. Ob diese französischen und englischen und ähnliche Formationen in Belgien im Zusammenhange gestanden haben, möchte schwierig zu entscheiden sein, jedoch ist es wahrscheinlich und scheinen die letztern beiden nur durch das Meer und durch neuere Absätze getrennt zu sein. Daß verschiedene zerreiße Ursachen den Zustand von diesem Theile von Europa seit der Bildung jener Niederschläge verändert haben, ist ganz klar und daher finden wir wahrscheinlich nur einen Theil von dem, was einst vorhanden war.

Wir dürfen natürlich diesen Theil von Europa nicht als den einzi-

gen von der Erdoberfläche ansehen, wo Niederschläge zu dieser Periode erfolgten. Es folgt aber nicht, daß sie durch ähnliche organische Reste charakterisirt seien, sondern wir müssen vielmehr das Gegentheil annehmen, wenn wir nicht gleiche Bedingungen an jedem Punkte, wo Niederschläge erfolgten, über der ganzen Erdoberfläche annehmen. So soll zu Alabama in Nordamerika eine Formation vorkommen, die viel Versteinerungen, namentlich Muscheln — obgleich keine Analoga jetzt lebender Specien — enthält und die der untern Abtheilung der Gruppe über der Kreide für äquivalent gehalten wird. Jedoch war keine von fast 250 Muscheln genau mit denen aus dem Londoner und Pariser Becken analog.

Es fehlt uns hier an Raum, in eine detaillirtere Beschreibung der verschiedenen Gebirgsarten in der Gruppe über der Kreide einzugehen, sondern wir bemerken nur noch, daß wenn wir sie nach gewissen Procenten von den Analogons noch lebender Mollusken in einer jeden ordnen, der mittlere Theil, nach Herrn Lyell, in den Gegenden von Bordeaux, Dar, in der Touraine, bei Turin, Baden und Wien, in Mähren, Ungarn, in Polhynien, Podolien, Siebenbürgen, bei Angers und Roncapp, der obere in Italien, auf Sicilien, Morea und an der östlichen Küste von England, als der sogenannte Erag vorkommt. Alles dies beweist uns, daß alle diese verschiedenen Anhäufungen von Materien entstanden, das trockne Land in Europa nach und nach ausgedehnter wurde, indem sehr zahlreiche, von Meeren, Seen oder Buchten eingenommene Räume in einen Aufenthalt für Landthiere verwandelt wurden, entweder durch Ausfüllung mit festen Materien, oder durch Emporhebung über das allgemeine Niveau des Oceans. Auch haben wir, wenn wir den Gegenstand im Allgemeinen betrachten, hinlängliche Ueberzeugung, daß dieser Wechsel mit einer stufenweisen Veränderung des thierischen und vegetabilischen Lebens begleitet war, so daß es endlich so wurde, wie wir es jetzt in diesem Theile der Erde finden. Die Gruppe über der Kreide geht dem Anschein nach so nach und nach in die jetzige Ordnung der Dinge über, wenn wir den Gegenstand ferner im großen Maßstabe betrachten, so daß wahrscheinlich keine Grenzlinie zwischen beiden gezogen werden kann, besonders wenn wir die ganze Erdoberfläche und nicht einen einzelnen Theil der-

selben betrachten. Selbst während der Zeit, daß der obere Theil der Gruppe niedergeschlagen wurde, müssen große Veränderungen in dem thierischen Leben auf einem beträchtlichen Theil der Erdoberfläche vor sich gegangen sein.

Unter den verschiedenen Säugethieren, die fossil in den Formationen über der Kreide in Europa gefunden worden sind, kann nur bei denen in den neuern Niederschlägen die Frage entstehen, ob sie mit existirenden Specien analog sind oder nicht. Und selbst dann giebt es wenig Reste, die es zweifelhaft lassen können, ob die ganze Masse von begrabenen Säugethieren specifisch verschieden von den jetzt lebenden sind. Es sind nicht allein Specien zu jener Epoche verschwunden, sondern auch ganze Geschlechter. Das Paläotherium muß ein gewöhnliches Thier gewesen sein, als die älteren Schichten der Gruppe über der Kreide niedergeschlagen wurden; denn in den Gypslagern bei Paris finden sich allein sieben Specien und auch in England, Deutschland und in der Schweiz kommen seine Reste vor. In den sogenannten Fahluns der Loire, welche zu der mittlern Abtheilung der Gruppe über der Kreide gehören, findet sich das Thier wieder mit dem Mastodon, Rhinoceros, Hippopotamus, Pferd und Hirsch, die in den tiefer liegenden Schichten nicht vorhanden sind. Wir dürfen daher folgern, daß das Paläotherium ein vor jenen Thieren vorhandenes Geschlecht war, welches auch noch mit ihnen fortbauerte. Ähnliche Zusammenvorkommen von organischen Resten haben auch die Herren Murchison und Graf Münster zu Georgs-Gemünd und von Herrn v. Meyer zu Friedrichs-Gemünd und Eppelsheim gefunden worden. Ob diese Formationen mit den Fahluns in der Touraine gleichzeitig sind oder nicht, ist schwer zu entscheiden; allein die Thatsache ist sehr interessant, da sie beweist, daß das Paläotherium zu gleicher Zeit mit *Bos* und *Ursus spelaeus* und an andern Punkten als in der Touraine lebte, und das Zusammenvorkommen der Reste in der letztern Gegend daher nicht zufällig war. Unter der großen Menge von Knochen, die in verschiedenen obern Ablagerungen der Gruppe über der Kreide vorkommen und die in die jetzigen Bildungen übergehen, sind die Reste von Paläotherium nicht ge-

funden und wir müssen daher annehmen, daß das Thier vor dem Auftreten des Menschen von der Erdoberfläche verschwunden sei.

Die Geschichte des *Anoplotherium*s scheint mit der des *Paläotherium*s viel Aehnlichkeit zu haben; es verschwand wie das vorige, ehe die Bildung der Gruppe über der Kreide vollendet wurde. Auf gleiche Weise scheint das *Anthraotherium*, welches im untern Theile der Gruppe gefunden worden ist, untergegangen zu sein. Dagegen leben noch viele Geschlechter, die mit den untergegangenen vorkommen, z. B. *Canis*, *Sciurus*, *Didelphis* u. bis auf den heutigen Tag.

Das große Thier, das *Mastodon*, dessen Reste über verschiedene Theile der Erde verbreitet sind, scheint während der Bildung des mittlern Theils der Gruppe über der Kreide geschaffen worden zu sein. Dieses merkwürdige Geschlecht hat auch zu existiren aufgehört, obgleich dies erst in einer sehr neuern geologischen Periode der Fall sein konnte. Das Alter der Schichten, in denen *Mastodon maximus* in Nordamerika gefunden worden, ist nicht genau bestimmt. Wenn es gewiß ist, daß eine noch in Virginien wachsende Schilfspecies in einer Art von Sack (den man für den Magen einer von diesen Creaturen gehalten hat) mit den Knochen des *Mastodon* zu White in Nordamerika vorgekommen, so mag das Thier bis zum Erscheinen des Menschen auf dem Planeten existirt haben. *A priori* sehen wir nicht recht ein, warum, wenn Elephanten und *Mastodonten* neben einander an manchen Punkten der Erde existirten, das eine Geschlecht noch vorhanden, das andere aber untergegangen sein sollte. Wir dürfen der Analogie nach annehmen, daß ein Wechsel des Klimas den Elephanten eben so nachtheilig als den *Mastodonten* war, besonders denen heißer Gegenden, z. B. denen Indiens. Dennoch sind die Reste des letztern so gut in Indien und in den Aequinoctialgegenden Amerikas, als wie in den kältern Gegenden von Europa und Nordamerika vorgekommen.

Auch andere riesenhafte Thiere, die später als das *Paläotherium* erschaffen wurden, sind jetzt von der Erde verschwunden, allein sie waren nicht so verbreitet wie das *Mastodon*; denn das

Megatherium ist bloß in Südamerika und das Deinotherium an den Ufern des Rheins gefunden worden. Während auf diese Weise manche Geschlechter nach einander erschaffen und zerstört worden sind, haben andere, dem Anschein nach auch nach einander erschaffen, bis jetzt fortgedauert. So existiren der Elephant, das Rhinoceros, das Nilpferd und andere, deren Reste in verschiedenen Schichten über der Kreide begraben sind, als Geschlechter noch unter den lebenden Thieren. Die Specien aber sind von den fossilen verschieden und sind nicht in manchen Gegenden gefunden worden, in denen einst, nach der Menge der Reste zu urtheilen, an den für sie geeigneten Punkten, sehr viele gelebt haben müssen. Es hat ein Wechsel in ihrer Vertheilung über der Erdoberfläche stattgefunden, allein die generische Gestalt ist geblieben.

Wir können diese Skizze von den versteinierungsführenden Schichten nicht beschließen, ohne nicht auf jene ausgedehnten Striche von wenig geneigten Ebenen zu reden, die von der Meeresküste umgeben werden, die so gewöhnlich an verschiedenen Punkten der Erde sind und die, wo sie mit Aufmerksamkeit untersucht worden sind, sehr viele Mollusken enthalten, die analog den in den benachbarten Meeren sind. Es scheinen diese Ebenen Fortsetzungen des sogenannten Ankergrundes zu sein, der in verhältnißmäßig neuen geologischen Epochen über den Meeresspiegel emporgehoben worden ist. Würde der Meeresspiegel 600 bis 800 Fuß gehoben, oder würde das Festland eben so tief gesenkt, so würde ein großer Theil des von diesen Ebenen gebildeten trocknen Landes unter Wasser gesetzt werden. Diese Thatsachen führen uns zu der Untersuchung, ob irgend eine der Erdoberfläche oder der Erdrinde gewöhnliche Bedingung, zu irgend einer Periode, ähnliche allgemeine Erscheinungen verursacht habe, oder ob sie einer Reihe von Wirkungen zugeschrieben werden müssen, die zu verschiedenen Zeiten hervorgebracht worden sind und die endlich zu ähnlichen Resultaten geführt haben. In Europa scheint im Allgemeinen das trockne Land während der Periode der Formation über der Kreide, durch Veränderungen des Niveaus und durch den Niederschlag fester Materien in frühern Meeren und Seen, zugenommen zu haben. So weit unsere Kenntnisse reichen, sind ähne-

liche Wirkungen auch bei andern Continenten beobachtbar. Wenn dies nun im Allgemeinen wahr ist, so würde eine stufenweise Zunahme des Landes über der Erdoberfläche zu derselben Zeit stattfinden, und da wir eine Zunahme des relativen Verhältnisses der Landgeschöpfe zu gleicher Zeit folgern dürfen, so würde das eine mit dem andern übereinstimmen und die Landthiere und Pflanzen würden in dem Verhältniß der Zunahme des, zu ihrem Aufenthalt geeigneten Landes zunehmen.

Achtzehntes Capitel.

Während jener Millionen von Jahren, die, wie wir einsehen werden, zu der Entstehung der, in den letzten drei Capiteln in allgemeinen Unrissen dargestellten Niederschläge erforderlich sein mochten, wurden auch andere Gebirgsarten in einem geschmolzenen Zustande von unten ausgeworfen, indem sie die Schichten von wässriger Entstehung emporgehoben, übergreifend bedeckt, oder sie durchbrochen haben. Die Idee, daß der Granit die unterste von allen Gebirgsarten sei und den Kern der Erde bilde, ist That- sachen gewichen, denn wir finden ihn nach der Bildung der Kreide emporgetrieben und an andern Punkten von diesem Punkte ab niederwärts bis zu den ältesten Gebirgsarten. Die Thatsache, daß wir den Granit in den versteinierungsführenden Gebirgsarten hoch aufwärts finden, ist übrigens kein Beweis, daß die zu sei- ner Bildung erforderlichen Bedingungen zu allen Zeiten und bis zu der Gruppe über der Kreide gleich günstig gewesen sind. Wir müssen die Menge oder die Seltenheit der in Frage stehenden Gebirgsarten zu verschiedenen geologischen Perioden untersuchen und daraus die mehr oder minder günstigen Bedingungen zu ihrer Bildung zu solchen Epochen, nach der Ueberzeugung, die wir im Allgemeinen davon erhalten, folgern. Wenn wir auf diese Weise weiter gehen, so gelangen wir bald zu der Folgerung, daß wäh- rend der Perioden, wenn die untern geschichteten oder versteinere- rungsleeren Gebirgsarten gebildet wurden, die Menge des entstan- denen Granits am bedeutendsten sein mußte; und wenn wir nun noch weiter gehen und die Verschiedenheiten untersuchen, die zwi- schen solchen Felsarten und den verschiedenen, mit ihnen verbunde-

nen Graniten obwalten, so finden wir in manchen keine chemische Differenz und in andern nur eine sehr geringe. Im Allgemeinen sind die verschiedenen Granite und die untern geschichteten Gebirgsarten einander in chemischer Beziehung sehr ähnlich; es sind im Allgemeinen Silicate und sie kommen gewöhnlich auf eine Art und Weise mit einander vor, daß wir annehmen müssen, daß zu der geologischen Epoche, als das Ganze gebildet wurde, die Bedingungen zur Entstehung weniger merkwürdiger Mineralien auf der Erdoberfläche sehr günstig waren.

Die untern geschichteten Gebirgsarten mögen nun entstanden sein wie sie wollen, so war dazu viel Zeit eine wesentliche Bedingung und wir dürfen daher folgern, daß sehr viele Granitmassen zu verschiedenen relativen Perioden in dieselben eingeschlossen wurden. Daher dürfen wir nicht immer Beweise von Kraftäußerungen erwarten, wenn der Granit mit solchen Gebirgsarten vorkommt. Selbst wenn wir annehmen, daß aller sich so findende Granit einst in einem Zustande der Schmelzung befindlich gewesen sei, so ist es klar, daß er mächtige Lager als übergreifende Massen gebildet haben muß, die später durch Glimmerschiefer oder durch eine andere Gebirgsart der Art bedeckt worden sind, oder sie haben sich durch die Schichtungsflüfte gedrängt, in denen der Widerstand am geringsten war. In diesen Fällen haben wir plattenförmige Massen von Granit, die ohne Zeichen von heftigen Störungen mit den untern geschichteten Gebirgsarten verbunden sind. Daß aber auch heftige Eindrängungen des Granits zwischen diese Gebirgsarten stattgefunden haben, beweisen die Gänge des erstern, welche die letztern in allen Richtungen durchschneiden, und oft zeigen sich an den Verbindungspunkten Beweise von Bewegungen und Kraftäußerungen.

Wir sahen, daß Flüssigkeit eine nothwendige Bedingung für die Gestalt der Erde und folgerten, daß sie feurig gewesen sei; daher dürfen wir voraussetzen, daß während jener Periode, in welcher die Erdrinde zuerst fest wurde, nicht allein eine große Menge von krystallinischen Gebirgsarten entstanden, sondern daß auch ein häufiges Durcheinandervorkommen der feurigen und der wässerigen Producte stattfinden mußte, wenn das Wasser als eine Flüssigkeit auf der Erdoberfläche vorhanden sein und zur Hervor-

bringung der Gebirgsarten mitwirken konnte. Ein anderer wichtiger und zu berücksichtigender Umstand ist der, daß während ein Uebergang des Granits in den Gneis sehr deutlich verfolgt werden kann, der, welcher zwischen jenem und neuern Gebirgsarten stattfinden soll, verhältnismäßig unbedeutend ist, wenn er sich überhaupt wirklich nachweisen läßt. Wenn nun angenommen wird, daß der Gneis bis zu einer gewissen Ausdehnung ein wässeriges Product sei, eine Annahme, die aus der Textur durchaus nicht folgt, so können wir leicht einsehen, daß in diesem erhitzten Zustande der ganzen Erdoberfläche die feurigen und wässerigen Producte eine größere Tendenz haben würden, mit einander vermengt zu sein, als wenn geschmolzene Gesteine zwischen kalte Gesteine oder in einen kalten Ocean getrieben wären.

In den untersten Theilen der sichtbaren Erdrinde finden sich so viele Gesteine ähnlicher Art, die Granit, Gneis u. s. w. genannt worden sind, und so manche Schichten sind offenbar aus Geröllen derselben gebildet, daß wir folgern dürfen, die granitische sei die Form gewesen, welche die Materie annahm, als sie zuerst fest auf der Erdoberfläche wurde. Es folgt daraus durchaus nicht, daß sich der Granit in große Tiefen unter die Oberfläche unsers Planeten ausdehne, sondern im Gegentheil, wenn wir die feurige Flüssigkeit der Erde annehmen, so mußten diejenigen Gebirgsarten, welche am leichtesten auf die Oberfläche gelangten, am ersten krystallisiren und mußten zu gleicher Zeit durch Abreibung und Auflösung Materialien zu Niederschlägen im Wasser geben, wenn diese Substanz ein Agens bei der Bildung der Gebirgsarten wurde. Daher dürfen wir folgern, daß wenn durch hinreichende Wärmestrahlung ein bedeutender Theil von der Erdrinde fest wurde, eine von dem Granit etwas verschiedene Materie aus den vorhandenen Spalten ausgeworfen wurde und es war daher möglich, daß diese Materie unter gleichen Umständen eine etwas größere Dichtigkeit besitzen mußte. — Granit mußte daher zu verschiedenen Perioden ausgeworfen werden; allein wir müssen erwarten, daß er mit andern Materialien vermengt wurde, da er unter ihnen befindlich war und daß er zuletzt ein sehr seltenes Product werden würde, ausgenommen unter Umständen, welche die Schmelzung von vorher fest gewordenem Gra-

nit, Gneis oder ähnlichen Gebirgsarten bewirken mußten. Dies würde nun aus Veränderungen in der Tiefe der Temperaturlinie unter der Erdoberfläche, die solche Schmelzung hervorzu- bringen im Stande ist, erfolgen, und diese Veränderungen wür- den, in Uebereinstimmung mit den Ansichten des Hrn. Babbage, durch die in der Oberfläche selbst, die einen Wechsel in der Kraft der strahlenden Wärme veranlaßt, hervorgebracht werden. Wir können augenscheinlich die Schmelzung und Hervortreibung des vorher festgewordenen Granits durch bloße örtliche Ursachen erhal- ten, allein die Einfachheit eines Principis, welches in Verbindung mit der Centralwärme auf die ganze Oberfläche des Planeten an- gewendet werden kann und nicht auf kleinere Theile derselben be- schränkt ist, und das so manche Wirkungen hervorbringen könnte, so schlagend, daß wir sie als eine Kraft betrachten müssen, die viele und wichtige geologische Wirkungen zu veranlassen im Stande ist. Wir wollen z. B. annehmen, daß die Linie der erhöhten Temperatur, die im Stande ist, Granit zu schmelzen, unter eine Gneismasse hinabging; daß durch eine, auf irgend eine Weise ent- standene Spalte eine hinlängliche Menge von Grünstein oder von irgend einer ähnlichen Gebirgsart ausgeworfen und über die Oberfläche verbreitet wurde. Die Linie der gegebenen Tempera- tur, unter der Annahme, daß im Innern der Erde Wärme vor- handen ist, würde daher steigen, besonders wenn die Oberfläche von dem Meere in trocknes Land verwandelt werden würde, und der Gneis würde bis zu der neuen Linie der gegebenen Tempera- tur schmelzen. Es würde daher eine geschmolzene Granitmasse bereit sein, in der ersten Periode unter günstigen Umständen em- porgehoben zu werden.

Wenn wir die feurigen Felsarten im Allgemeinen betrach- ten, so werden wir überrascht, daß, während sie alle Gemenge von gewissen Silicaten zu sein scheinen, Kiesel selbst in den gra- nitischen Gesteinen häufiger als in den Trapparten ist. Wenn nun der Granit, als feurige Felsart, häufiger in den frühern Pe- rioden hervorgebracht wurde als in den spätern, so gelangen wir zu der Folgerung, daß die Kiesel Erde in den geschichteten Gebirgs- arten der Periode nicht allein sehr häufig sein mußte, wobei wir ihre Entstehungsweise unberücksichtigt lassen, sondern auch in den

massigen Gesteinen jener Periode und daß daher bei dem Festwerden Silicium ein von den am ersten oxydirten Substanzen wurde und dann durch die Verbindung mit andern Substanzen die meisten, in der festen Erdrinde wahrnehmbaren Silicate hervorbrachte. Ob die Kieselerde, nach einer gewissen Mächtigkeit der Felsmassen, nach dem Mittelpunkte der Erde zu abnimmt, ist eine andere Frage; wenn wir aber annehmen, daß die Masse der Trappfelsarten unter dem Granit befindlich gewesen und hervorgetrieben worden sei, in dem Maße als der letztere fest wurde, so müssen wir folgern, daß es der Fall gewesen sei.

Während in den Trappfelsarten die Kieselerde abnimmt, steigt das Verhältniß der Talk- und Kalkerde, besonders der letztern, eine andere bemerkenswerthe Analogie zwischen der Masse der wässerigen und feurigen Gebirgsarten der beiden sehr verschiedenen geologischen Perioden; denn wir wiesen nach, daß der Kalk in den neuern Gebirgsarten weit häufiger sei, als in den ältern. Wir müssen natürlich fragen, ob der durch verschiedene Mittel und zu einer Zeit mehr als zu der andern über die Erdoberfläche verbreitete Kalk, nicht von einer Verbindung der Erdoberfläche mit der unter ihr vorhandenen Materie herrühre, die zu einer Periode größer als zu der andern ist, und ob die Consolidation und das darauf folgende Aufbrechen der Substanzen, die vorher diese Communication verhinderten, nicht eine von den Hauptursachen der Erscheinung sei.

Das Vorhandensein der Hornblende mit einem Gehalt von ungefähr 13,5 Procent Kalk und ungefähr 18,5 Procent Talk, ist die Hauptursache von dieser Verschiedenheit in der Zusammensetzung der feurigen Felsarten. Sie findet sich weit häufiger in den neuern als in den ältern Gebirgsarten dieser Classe; nicht daß sie in den letztern fehlte, denn Granite, dem Anschein nach von bedeutendem Alter, enthalten sie und Hornblendegesteine kommen oft in bedeutender Menge in Gneis, Glimmerschiefer und andern untern geschichteten Gebirgsarten vor. Im Allgemeinen aber herrschen Hornblende- und Augitgesteine in den spätern geologischen Epochen vor.

Ein Wechsel der mineralogischen Textur ist bei den feurigen Felsarten, in derselben Masse und auf geringen Entfernungen von

einander, sehr gewöhnlich. Wir finden Grünstein, Porphyr und Syenit an einem Berge und so stufenweise in einander übergehend, daß es oft schwer hält, zu bestimmen, welchen Namen die Masse haben muß und die Geologen es daher passend finden, dem Gestein einen allgemeinen Namen zu ertheilen, wie z. B. Trapp, um die große Schwierigkeit und oft Unmöglichkeit zu vermeiden, eine deutliche Idee von ihrer verschiedenen Structur in wenigen Worten zu geben. Zuweilen ist diese Verschiedenheit in der mineralogischen Structur mehr anscheinend als wirklich, d. h. die chemische Zusammensetzung zweier feuriger Felsarten mag dieselbe sein und nur ihr mineralogisches Ansehen verschieden, und die anscheinende Verschiedenheit hängt von den Bedingungen ab, unter denen sie gegenseitig vorkommen, so daß die eine porphyrtartig und die andere mehr verworren krystallinisch wird. Dies finden wir auch bei den, freilich unvollkommenen Versuchen über diesen Gegenstand. Wenn daher Gänge, wie die von Granit, Grünstein und irgend einer andern feurigen Felsart aus einer Masse derselben Art in anliegende Felsarten übergehen, die offenbar vorher vorhanden gewesen und zerrissen worden sind, ehe das Eindringen der feurigen Materien stattfand, so finden wir häufig, daß das mineralogische Gefüge der Gemengtheile in dem Gange von denen der Masse verschieden ist. Es ist interessant, Granitgänge unter günstigen Umständen, wie in Cornwall und Devon aus Granitmassen mit scharfen Charakteren, zu verfolgen, bis daß der krystallinische Charakter endlich verloren geht.

Es folgt daraus, daß bei übrigens gleichen Umständen das Gefüge um so krystallinischer sein wird, je schlechter die Wärmeleiter sind, die eine feurig-flüssige Gebirgsart umgeben und daß, wenn man daher eine Centralwärme annimmt und daß die Felsarten im Allgemeinen gleich schlechte Wärmeleiter sind, je tiefer unter der festen Erdrinde eine flüssige Felsart hervorgetrieben sein mag, sie auch um so krystallinischer wird, wenn sie endlich fest geworden. Es darf aber nicht, wie es geschehen, gefolgert werden, daß hierin allein die einzige Verschiedenheit zwischen den verschiedenen Arten feuriger Felsarten bestehe und daß Grünstein bei einer langsamern Abkühlung Syenit geworden wäre. Die verschiedenen Granite und Grünsteine sind in ihren chemischen Bestand-

theilen verschieden; beide weichen aber darin auch so von einander ab, daß bloßer verschiedener Abkühlung wegen, die eine nicht die andere werden kann.

Die untern Felsarten, entweder geschichtete oder ungeschichtete, können entweder durch locale Ursachen, z. B. durch das Durchdringen des Wassers zu den metallischen Basen gewisser Erden und Alkalien, mittelst Rissen in einem Theil der festen Erdrinde, die an jenem Punkt lange ungebrochen geblieben war, oder durch die allgemeinere Ursach einer Veränderung der Linien gegebener Temperaturen, durch einen Wechsel in dem Strahlungsvermögen der Oberfläche über denselben, geschmolzen werden. Wir sind daher nicht gewiß, ob die trachytischen Felsarten, die sich in chemischer Hinsicht den Graniten so sehr zu nähern scheinen, von Materien entlehnt, die vorher als Felsarten fest geworden sind, oder ob sie einen Theil von der ursprünglichen granitischen Materie bilden, die nicht eher fest geworden, als bis sie aus den Krateren, aus denen der Trachyt hervorgekommen, ausgeworfen worden ist. In einigen vulkanischen Gegenden nehmen die Trachyte die untern, die Basalte die obern Stellen ein. Nun können wir dies Resultat auf zweierlei Weise erhalten: der untere Granit oder Gneis mag geschmolzen und ausgeworfen worden sein, ehe die basaltische Masse in Menge hervorgetrieben wurde; oder die granitische Materie mag wegen ihres geringern specifischen Gewichts auf der basaltischen Materie geschwommen und daher, weil sie dem Krater am nächsten war, zuerst hervorgetrieben worden sein. In einigen Gegenden scheint der Trachyt nichts Anderes, als wiederum geschmolzener Granit zu sein und der, weil er verschiedenartigen Bedingungen unterworfen worden ist, nicht länger mehr das Ansehen des Granits hat. In der Auvergne finden sich Stücke, die zum Theil Granit, zum Theil Trachyt sind und deren beiderseitige Textur in einander übergeht.

Wenn Granit, Grünstein, Basalt oder andere Gesteinmassen ähnlicher Art, an einem gegebenen Punkte der Erdoberfläche existiren und entweder durch locale oder mehr allgemeine Ursachen, nach und nach, von unten aufwärts und mehr an dem einen als an dem andern, erhitzt worden sind, so steigen die Linien der Temperatur, welche im Stande ist, einen weichen Zustand der

Gebirgsart hervorzubringen, fortwährend, jedoch langsam, aufwärts, und solche Felsarten werden daher in dom- oder kuppelförmigen Massen in die Höhe getrieben werden; zuvörderst durch das vermehrte Volum, veranlaßt durch die an einem Punkte mehr als an dem andern erhöhte Temperatur, und zweitens durch die Wirkung irgend einer elastischen Materie, die zu entweichen sucht.

Nimmt man nun an, daß eine Masse von festen Materien durch eine stufenweise Zunahme der Hitze weich geworden und daß elastische Flüssigkeiten unter derselben zusammengepreßt sind, so wird der Betrag der durch das Uebergewicht der letztern hervorgebrachten Hebung von der Kraft derselben und von dem erweichten Zustande der Gesteine abhängen. Ist die Kraft der elastischen Fluida bedeutend und die Gesteinsmasse nachgiebig, so hängt viel von der Art und Weise ab, in welcher die letztern nachgeben. War sie zäh, so dürfte sie in einer kuppelförmigen Masse in die Höhe getrieben werden, während, wenn sie spröde war, ein Zerreißen erfolgte und die elastische Flüssigkeit entwich. Da sich dieselbe unter einer solchen Kuppel ausdehnte, so wurde sie nothwendig weniger fähig, um das aufgelagerte Gestein emporzuheben, als in dem vorherigen zusammengepreßten Zustande, ehe der Dom entstand, und da das Gestein, welches denselben bildete, sich abkühlte und weniger nachgiebig wurde, so mußte die Emporhebung des Domes aufhören, und wir erhalten daher ein Resultat, welches nicht unähnlich jenen trachytischen und basaltischen Domen ist, wie wir sie in vulkanischen Gegenden finden und die durch meteorische Einflüsse sehr verändert worden sind.

Zu der Schmelzung der verschiedenen feurigen Felsarten, scheinen sehr verschiedene Hitzgrade erforderlich zu sein; die strengflüssigsten scheinen die Serpentine, die Basalte, und verschiedene Laven die leichtflüssigsten zu sein. In einer allgemeinen Skizze, wie die vorliegende ist, können die Serpentine und ähnliche Gesteine unberücksichtigt bleiben, obgleich sie in manchen Gegenden bedeutende Massen bilden und nur wenig Zweifel über ihre feurige Bildung lassen. Jedoch sind sie im Verhältniß zu dem Granit und Trapp unbedeutend. Die beiden letztern haben eine sehr verschiedenartige Schmelzbarkeit; der Granit ist bei weitem

der strengflüssigste, so daß, wenn wir bedenken, daß die größere Masse des Granits zu jenen frühern Perioden entstanden ist, als die Oberfläche unsers Planeten erst fest wurde, die in mehr neuern Zeiten ausgeworfenen Felsarten aus flüssigern Materialien bestehen, als die zu ältern Perioden emporgetriebenen. Die Hauptursach dieser Verschiedenheit scheint das Vorhandensein einer weit größern Quantität von Kalkerde-Silicat in dem Trapp, als in dem Granit zu sein. Es würde übrigens aus dieser Verschiedenheit folgen, daß in einer gegebenen Tiefe unter der Erdoberfläche eine gewisse Wärmemenge hinreichend sein dürfte, Trappmaterie flüssig zu erhalten, welche unfähig sein würde, dieselbe Wirkung an Granitmaterie hervorzubringen, und daß daher die letztere, aus einer solchen gegebenen Tiefe nicht ausgeworfen werden könnte, selbst wenn die Hitze größer und folglich solche Materie in denselben Tiefen flüssig war, indem sie wegen ihres geringern specifischen Gewichts und weil sie der Oberfläche näher ist, zuerst hervorgekommen sein würde. Wir dürften erwarten, zuweilen Gemenge von Trapp und Granit, die eine Masse bilden, zu finden, und wirklich ist dies auch nicht selten der Fall, indem die eine in die andere unmerklich übergeht und der an und für sich sehr strengflüssige Glimmer durch Hornblende ersetzt wird, die sehr leichtflüssig ist. Das Alter von vielen dieser Massen muß erst besser bestimmt werden, ehe wir zu sehen im Stande sind, was von der Hypothese, daß die große Masse des Granit in mehr ältern und die des Trapps in mehr neuern geologischen Perioden ausgeworfen worden, zu halten sei.

Wenn wir die versteinierungsführenden Gebirgsarten betrachten, so scheinen wir die Ueberzeugung zu erlangen, daß seit der Zeit ihrer ersten Bildung trocknes Land und seichtes Meer existirte. Wir müssen daher folgern, daß während solcher Perioden auch Ausbrüche feuriger Materien aus, auf dem trocknen Lande befindlichen Kratern, stattfanden, daß sich elastische Flüssigkeiten entwickelten und daß Asche und Schlacken ausgeworfen und rings um den Crater aufgehäuft wurden. Wegen der vielen Oberflächenveränderungen, die auf unserm Planeten stattgefunden haben, hält es schwer, sich von solchen Ausbrüchen zu überzeugen, und es wird auch noch unwahrscheinlicher, wenn wir den Gegenstand

im Allgemeinen betrachten und die Reihe von Gebirgsarten, zwischen denen wir sie suchen, berücksichtigen. Jedoch finden wir an manchen Punkten feurige Felsarten, besonders Trappe, die gleichzeitig mit den geschichteten zu sein scheinen, mit denen sie vorkommen, d. h. sie scheinen ein unteres Lager bedeckt zu haben und später von einem ruhigen chemischen oder von einem mechanischen Niederschlag bedeckt worden zu sein; eben so wie ein Lavenstrom über einen sandigen Boden fließt und von einem Sand- oder Schlamm-Absatz bedeckt wird. Die Trappfelsarten kommen bekanntlich sehr häufig mit den untern Gliedern der Grauwacken-Gruppe in verschiedenen Theilen von Europa vor, zuweilen auf eine Weise, die wenig Zweifel läßt, daß ein Theil von denselben nicht zwischen die Schichten nach ihrer Bildung eingedrungen, sondern auf die oben angegebene Weise gebildet worden ist, während dagegen andere Trappmassen sich einen Weg durch die Grauwacke erzwungen und selbst die erstern zuweilen durchschnitten haben. Interessant ist es, daß solche Grünstein- und Porphyr-Lager, obwohl sie an manchen Punkten mächtig sind, zwischen den Grauwackeschichten sehr dünn werden und den Charakter eines sandsteinartigen Niederschlags von sehr feinkörniger Trappmaterie annehmen, als wenn solche Theile einen Absatz von Trappasche bildeten, der zu derselben Zeit gefallen ist, als die Trappfelsart selbst gebildet wurde.

Wir haben Gelegenheit gehabt, eine bedeutende Anhäufung von solch feiner Trappmaterie unter den Grünsteinen und Porphyren der ältern Grauwacke in Devon und Cornwall zu beobachten, nicht allein in Linien, die durch die allgemeine Schichtung der Grauwacke in der Gegend zusammenhängend sind, sondern die auch mit ihnen auf eine Weise vorkommen, die uns zu der Annahme veranlaßt, daß Eruptionen an solchen Stellen stattgefunden haben, entweder auf dem trocknen Lande oder unter seichtem Wasser, welches den Ausbruch und die Verbreitung der Asche gestattet. Hin und wieder finden sich auch in der Grauwacke Conglomerate, deren Geschiebe gänzlich das Ansehen von vulkanischen Schlacken haben, deren Blasenräume mit Infiltrationen von kieseligen und andern Materien ausgefüllt worden sind. — Ueberhaupt dürfen wir annehmen, daß unter den

ältesten versteinierungsführenden Gebirgsarten Thatsachen vorhanden sind, die uns zu der Folgerung veranlassen, daß Ausbrüche von feurigen Materien auf dem trocknen Lande und unter seichem Wasser stattgefunden haben, und daß wir folglich erwarten dürfen, ähnliche Thatsachen unter den übrigen versteinierungsführenden Gebirgsarten und an verschiedenen Punkten der Erde zu finden.

Die verschiedenen versteinierungsführenden Bildungen sind nicht allein durch diese und andere größere Ausbrüche von feuriger Materie, sondern auch durch diejenigen verhältnißmäßig großen Verwerfungen der Erdrinde unterbrochen worden, die Gebirgsketten hervorgebracht, die Schichten auf weiten Strecken emporgehoben und gebogen, den Zustand der Erdoberfläche auf großen Räumen verändert und eine Menge von Folgerungen hervorgebracht haben, die verschieden von denen sind, welche aus dem ersten Zustande derselben Theile der Oberflächen erfolgten. Herr E. de Beaumont glaubt wenigstens zwölf Hauptperioden von Verwerfungen in Europa erkannt zu haben, die von eben so vielen Veränderungen der Schichten in denselben Räumen gefolgt sind. (Handbuch der Geognosie, deutsche Bearbeitung S. 38. 1c.) Wenn wir annehmen, daß Gebirgsketten durch irgend mit den, früher in diesem Bande ungeedeuteten, analogen Ursachen entstanden seien, so müßten sie durchaus zahlreichen und gewissermaßen zwischen einer größern Menge kleinerer Verwerfungen, die von einer geringeren Einwirkung derselben Kraft, wie sie bei gewöhnlichen Erdbeben wahrnehmbar ist, hervorgebracht sind, zerstreut sein. Alles was wir von den letztern wissen, beweist uns, daß die Intensität der Kraft, durch welche sie hervorgebracht worden, sehr verschieden ist und da sie in allen Theilen der Erde wahrgenommen werden und sowohl an den von Vulkanen entfernten, als in deren Nähe liegenden Punkten, so dürfen wir folgern, daß ihre Ursache unter der Erdoberfläche liegt, obwohl ihre Wirkungen in Folge von localen Umständen an dem einen Punkte zu verschiedenen geologischen Epochen, stärker wahrgenommen werden, als an einem andern, indem sie gewöhnlich da am stärksten sind, wo zur Zeit Kratere existiren. Aus der Theorie der Centralwärme und aus der des zu gewissen metallischen Basen von

Erden und Alkalien dringenden Wassers, welche wir die vulkanische Theorie nennen können, erlangen wir zwei Ursachen, die im Stande sind, Zerreißen der festen Erdrinde zu veranlassen. Die kleinern Bewegungen, die wir Erdbeben nennen, mögen durch beide veranlaßt werden, während die allgemeinen und größern Verwerfungen, welche die Gebirgsketten hervorbringen, auf die stufenweise Abkühlung der Erde zurückzuführen sind. Wir müßten eigentlich erwarten, daß die vulkanische Wirksamkeit, die durch diese großen Verwerfungen veranlaßten Wirkungen bedeutend verändern würde, weil die Bedingungen günstig zum Erscheinen von Vulkanen auf den großen Bruchlinien sein würden; allein es scheint in Beziehung auf große Gebirgsketten, wie die des Himalaya, die Alpen u., nicht der Fall zu sein.

Wir müssen erwarten, die Wirkungen der verhältnißmäßig bedeutenden Zerreißen der Schichten besser an den neuern, als an den ältern Gebirgsschichten wahrnehmen zu können, da jene nothwendig schwächeren Ursachen der Verwischung durch aufgelagerte Schichten, unterworfen gewesen sind. Unabhängig von den so häufig wahrnehmbaren Biegungen und Brüchen der Schichten, finden wir Felsmassen von bedeutendem Volum und Gewicht, von gewissen Stellen abgelöst und weit hin transportirt. Diese Felsmassen sind allgemein unter der Benennung der erratischen Blöcke bekannt. In Europa haben wir hauptsächlich zwei Anhäufungen derselben, die in Beziehung auf ihre geologische Stellung von verhältnißmäßig neuen Perioden abstammen. Eine Masse von diesen erratischen Blöcken ist von den Centralalpen aus zu beiden Seiten der Kette verbreitet worden, die andere ist von Norden aus südwärts gegangen. In wiefern die Ereignisse, welche die Anhäufungen von diesen Blöcken veranlaßt haben, durch die Zeit von einander getrennt sein mögen, wissen wir nicht; allein wir sind überzeugt, daß die geologischen Epochen von beiden sehr neu sind, weil sie auf Gebirgsarten von verhältnißmäßig geringem Alter ruhen. Daß die Hauptthäler der Alpen zu jener Zeit fast eben so beschaffen waren, wie wir sie jetzt sehen, scheint auch gewiß zu sein, weil die von der Centalkette entlehnten Blöcke durch dieselben niederwärts geführt worden sind und an ihren Einhängen zahlreiche Zeichen von ihrem Transport zurückgelassen haben, wäh-

rend die Hauptanhäufungen diesen Thälern gegenüber zu finden sind. Hr. E. de Beaumont erklärt den Transport der alpinischen Blöcke ganz einfach dadurch, daß während der letzten, in den Alpen stattfindenden emporhebenden Bewegung, die aus den nothwendigen Spalten sich entwickelnde Hitze, plötzlich der Schnee schmolz, der vorher in dem Gebirge vorhanden war, und dadurch eine große Wassermasse hervorbrachte, welche die Blöcke durch die Thäler dahin führte, wo wir sie jetzt finden. Wir nehmen dazu an, daß die Gletscher, wie noch jetzt, mit Felsblöcken bedeckt gewesen sein würden, wodurch wir in Verbindung mit der Wasserfluth eine leichtere Art des Transports und eine wahrscheinlichere Erklärung der beobachteten Erscheinungen erhalten, als durch die Fluth allein. Es fragt sich nur, ob durch den schmelzenden Schnee ein Wasservolum hervorgebracht werden würde, welches im Stande wäre, solche Wirkungen zu veranlassen. Im Durancethal nehmen die Blöcke an Volum ab und werden abgerundeter, je mehr sie sich von den Gebirgen hinter Gap entfernen, und in dem sogenannten Grau bestehen die transportirten Materien aus bloßen Geschieben. Vielleicht können wir in dem Loß des Rheinthals die Reste von noch kleineren Geröllen verfolgen, die sich mit einer Mächtigkeit von 200 bis 300 Fuß über dem Thale angehäuft haben und offenbare Zeichen von einem plötzlichen Transport an sich tragen. Diese Annahme wird durch die Menge von alpinischen Geschieben noch wahrscheinlicher gemacht, die auf verschiedenen Gebirgsarten liegen, wo der Loß in den höhern Theilen des Rheinthals aufhört, und die augenscheinlich durch eine plötzliche Fluth durch das Thal angehäuft worden sind.

Die andern großen Anhäufungen von erraticen Blöcken scheinen einer mehr allgemeineren Ursach zugeschrieben werden zu müssen, da sie nicht allein in ungeheurer Menge über das nördliche Europa und auf eine Weise verbreitet sind, die ihren nördlichen Ursprung beweisen, sondern da sie sich auch in anscheinend gleicher Menge im nördlichen Amerika finden und auf einen ähnlichen Ursprung hinweisen. Wir folgern daher irgend eine Ursach, die in den Polargegenden liegt, und welche die Verbreitung von festen Materien über einen gewissen Theil der Erdoberfläche veranlaßt hat. Wir kennen kein anderes Agens dazu, als das sich bewegende

Wasser. Eine Wasserfluth konnte aber durch die Emporhebung der Gebirge im hohen Norden entstehen. Solche Fluthen oder Bogen mußten nothwendig die Gletscher und die auf denselben vorhandenen Felsblöcke aufnehmen und südwärts führen. Ihre hauptsächlichste Einwirkung mußte aber auf die Küste stattfinden, indem sie wie die Brandung wirkten, die bei heftigen Stürmen ungeheure Mauern zerstört und die Steine weit wegführt. Die große Masse von Felsblöcken, welche über Deutschland, Schweden, Polen und Rußland verbreitet ist, stammt offenbar aus nördlichen Gegenden, welches sich aus ihren Charakteren deutlich erkennen läßt.

Im Allgemeinen sind die mit den erraticen Blöcken verbundenen Thatfachen höchst wichtig, was für eine Theorie wir auch annehmen mögen, da sie uns in Verein mit den größern Biegungen der Schichten und den so oft wahrnehmbaren Verwerfungen der Gebirgsarten beweisen, daß wir neben den stetigen und mehr ruhigen, täglich wahrnehmbaren geologischen Wirkungen, durchaus nicht jene andere Wirkungen vernachlässigen müssen, die, obgleich sie dem Anschein nach groß sind, wenn wir sie mit unsern gewöhnlichen Begriffen über solche Gegenstände, oder mit den geringern Wirkungen derselben Kraft messen, sie dennoch im Verhältniß zu dem Sphäriod, auf dessen Oberfläche sie vorkommen, unbedeutend erscheinen.

Neuere astronomische Untersuchungen haben es sehr wahrscheinlich, ja gewiß gemacht, daß sich die Planeten durch ein widerstehendes Medium bewegen. Es folgt hieraus, daß alle solche Körper mit ihren Trabanten jedenfalls in die Sonne zurückfallen müssen, und daß auch keine wirkliche Stabilität in dem Sonnensystem existire, sondern daß darin ein constanter, obgleich ruhiger und langdauernder Wechsel herrsche. Myriaden von jenen Bewegungen der Erde um die Sonne, durch welche der Mensch lange Zeiträume mißt, mögen vergehen, ehe unsere Erde aufhört, sich als Planet zu bewegen. Wenn aber dies Widerstand leistende Medium wirklich existirt und der allgemeine Lauf der Ereignisse wird nicht durch eine außerordentliche Ursach unterbrochen, so muß es endlich selbst einen Theil von der Sonne bilden, sich selbst wahrscheinlich

zwischen andern Körpern von gleichem und größerem Volum bewegen und endlich mit andern in irgend einer größern Masse untergehen.

Wir können dieses Ende der Existenz der Erde nicht anders betrachten, ohne einzusehen, daß ein langsamer aber gewisser Wechsel in der Oberfläche nothwendig folgen müsse, selbst wenn wir annehmen, daß keine Ursache des Wechsels in der Erde selbst vorhanden sei. Alles thierische und vegetabilische Leben auf der Erde ist nach den Bedingungen, unter denen es existirt, sehr gut eingerichtet. Ein großer Theil von dem thierischen und vegetabilischen Leben mag sich selbst einen gewissen Wechsel aneignen, allein dies muß nothwendig eine Grenze haben und das Leben muß, wenn die Bedingungen aufhören, untergehen. Es ist einleuchtend, daß wenn der Erdkreis nicht größer als der der Venus würde, auf ihrer Oberfläche ein großer Wechsel der Bedingungen stattfinden würde, und das Leben müßte daher nach den neuen Umständen verändert werden, oder es würden eine Menge von Geschlechtern und Specien, die den Wechsel nicht zu ertragen geeignet sind, untergehen.

Die Wahrscheinlichkeit künftigen Wechsels durch äußere Ursachen, führt uns dahin, rückwärts auf das zu schauen, was, wie geologische Erscheinungen beweisen, schon an der Erdoberfläche hervorgebracht worden ist. Wir mögen nun annehmen, daß unser Sonnensystem eine Verdichtung von nebeliger Materie sei, die an verschiedenen Punkten des Raums existirt, indem sich die Planeten und ihre Trabanten von dem Haupttheil der Masse, welche jetzt die Sonne bildet, getrennt haben; oder daß die Sonne, die Planeten und Trabanten gleich Anfangs an den relativen Punkten erschaffen worden seien, an denen wir sie jetzt wahrnehmen: so war Flüssigkeit für die Gestalt der Erde und eine große Hitze zu solcher Flüssigkeit nothwendig. Zwischen den beiden obigen Hypothesen findet der Unterschied statt, daß die erstere uns eine weit erhabnere und glänzende Ansicht von dem großen System des Weltalls giebt, als die letztere, und daß wir daher a priori uns zur Annahme der erstern mehr geneigt fühlen.

Wenn die Erde einst flüssig war und die Flüssigkeit von der Einwirkung der Hitze abhängt, so folgt aus der Figur der Erde

und den bekannten Gesetzen der Wärme, daß ihre Oberfläche durch die Strahlung fest und verhältnißmäßig kalt werden würde, während im Innern noch eine starke Hitze herrschte. Die Temperatur nimmt ab, je höher wir in der Atmosphäre in die Höhe steigen, so daß die des Planetenraums ungefähr — $46,4^{\circ}$ R. beträgt. Es muß daher eine Zeit kommen, zu welcher die, vielleicht Millionen von Jahren dieser Temperatur ausgesetzte Erdoberfläche verhältnißmäßig kalt werden mußte, selbst wenn wir annehmen, daß die in der Masse der Erde selbst enthaltene Wärme einst hinlänglich stark war, um einen gasigen Zustand aller darin enthaltenen Materien zu veranlassen. Es würden dadurch sehr zahlreiche chemische Verbindungen nach und nach bewirkt werden, und endlich würde die Oberfläche so beschaffen sein, daß es von dem Einflusse der Sonne auf eine höhere Temperatur, als die sie sonst besitzen würde, abhängen, und daß sie folglich am Aequator wärmer, als an den Polen sein würde.

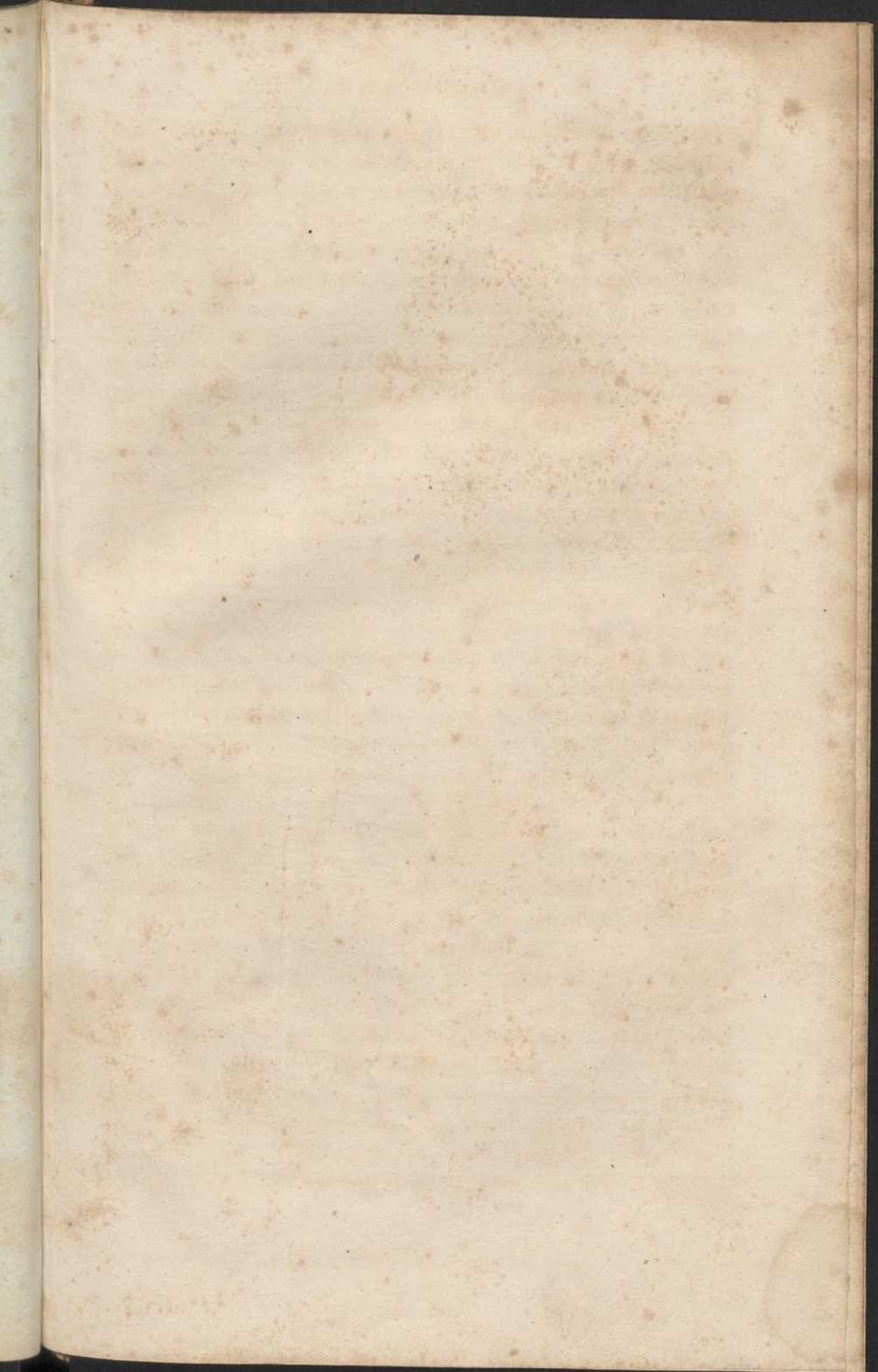
Aus unsern Kenntnissen von der Materie, welche den sichtbaren Theil der Erde bildet, müssen wir folgern, daß eine allgemeine Abnahme der Wärme auf der Erde eine Verminderung ihres Volums hervorbringen müßte, und daß folglich die Geschwindigkeit ihrer Bewegung zunehmen würde. Dies allein würde eine Ursach zur Veränderung des Lebens auf der Erdoberfläche sein; wenn wir dieselbe aber mit einer stufenweisen Verminderung der Temperatur der Oberfläche, die von innern Ursachen herrührt, verbinden und den daraus folgenden vermehrten Einfluß der Sonnenwärme auf der einen, und die Einwirkung der geringen Temperatur der planetarischen Räume, auf der andern Seite, erwägen, so erlangen wir eine Reihe von Bedingungen, welche es fast unmöglich machen, daß selbst bei dem steten Anschmiegen des Lebens an die Orte, irgend eine gegebene Familie von Thieren und Pflanzen, den Wechsel überleben könnte. Nun beweisen uns die organischen Reste, welche in den versteinierungsführenden Gebirgsarten begraben worden sind, daß ein großer Wechsel in der Thier- und Pflanzenwelt, während der langen Zeit, die zu ihrem Niederschlag erforderlich war, stattgefunden habe. Geringe Schwankungen dürften vielleicht hin und wieder gefunden werden, wenn die geologische Structur der Erdoberfläche erst mehr bekannt ist, und es mögen Thiere und

Pflanzen an einigen Punkten länger existirt haben, als an andern; jedoch ist es nicht wahrscheinlich, daß unsere jetzige Ueberzeugung von einem großen System des Wechsels im thierischen und vegetabilischen Leben, seitdem es auf diesem Planeten existirte, durch neue Entdeckungen dieser Art, aufgehoben werden wird.

Wir sind weit entfernt, behaupten zu wollen, daß zahlreiche allgemeine Formen, besonders die der Mollusken, die in den ältern versteinierungsführenden Gebirgsarten entdeckt worden sind, nicht bis jetzt fortgedauert haben; allein wenn wir den Gegenstand im großen Maßstabe betrachten, so finden wir, daß vorhandene Ueberzeugung auf ein großes System der Veränderung, im Allgemeinen in Beziehung auf Spezien und häufig auch in Beziehung auf Geschlechter, von dem alten Zustande des thierischen und Pflanzenlebens bis zu dem uns jetzt bekannten, führt. Eben so wenig dürfen wir annehmen, daß nicht auch kleinere Veränderungen etwas plötzlich veranlaßt worden sein; wirklich scheint das Vorkommen von erloschenen Thierspecien, die noch Fleisch haben, in Eis- oder gefrorenen Schlamm-Massen der Polargegenden und analog den jetzt in warmen Gegenden existirenden Geschlechtern, wie z. B. das des Elephanten am Lena und des Rhinoceros am Wilui (Specien, die übrigens nach ihren fossilen Resten zu urtheilen zu Tausenden in verschiedenen Gegenden der nördlichen Hemisphäre existirt haben müssen), eine hinlängliche Ueberzeugung von dieser Thatsache zu gewähren.

Die Ueberzeugung von Veränderungen sind übrigens nicht auf das Organische beschränkt; die ältern Gebirgsarten sind im Allgemeinen von den neuern verschieden. Die hauptsächlichste chemische Verschiedenheit zwischen ihnen besteht in der großen Seltenheit des Kohlenstoffs in jenen und seiner verhältnißmäßigen Häufigkeit in den letztern, während die Menge des Kalks weit bedeutender in den neuern, als in den ältern Schichten ist. Es giebt auch andere Verschiedenheiten, allein die auffallendsten bestehen in dem Mangel an organischen Resten in den einen, während die andern mit diesen Beweisen eines frühern Lebens erfüllt sind, oft selbst in einer solchen Ausdehnung, daß wenn diese Schalen von den versteinierungsführenden Gebirgsarten im Allgemeinen abgezogen werden, eine große Verminderung ihres Volums bewirkt werden würde.

Indem der Mensch die Zeit auf die kleinliche, zu seinen Bedürfnissen geeignete Weise mißt, erscheinen ihm wenige tausend Umrundungen um die Sonne, als eine sehr beträchtliche Periode, so daß es ihm schwer fällt, den großen Zeitraum zu messen, der, wie uns die Geologie lehrt, erforderlich gewesen ist, um den jetzigen Zustand der Erde hervorzubringen, und der sich, selbst wenn wir irgend eine große astronomische Periode als Einheit nehmen, noch kaum ausdrücken läßt. Daß der Mensch ein verhältnißmäßig neues Geschöpf auf der Erdoberfläche sei, beweist die Geologie vollständig, da sowohl seine Reste als auch seine Werke nur in den neuesten Bildungen gefunden werden. Aller Analogie nach dürfen wir folgern, daß er das erste Geschöpf auf der Erde von irgend einiger Intelligenz war. Welche neue Schöpfung seinen Platz einnehmen mag, wenn die Theorie des Widerstand leistenden Mediums in den planetarischen Räumen, wie es der Fall zu sein scheint, richtig ist, und Bedingungen entstehen, unter denen der Mensch nicht existiren kann, darüber können wir uns durchaus keinen Begriff machen. Daß er aber, so wie er jetzt beschaffen ist, von der Oberfläche dieses Planeten verschwinden muß, so wie die Geschöpfe vor ihm davon verschwunden, wenn die wahrgenommenen äußern Ursachen richtig sind und ununterbrochen fort dauern, selbst wenn wir keine von innern Ursachen hervorgebrachte Ursachen annehmen, scheint gewiß zu sein. In Uebereinstimmung mit der Weisheit und dem Plan, die in allen Werken der Schöpfung so wahrnehmbar sind, müssen wir folgern, daß so lange als die Existenz des Lebens auf dem Erdkörper möglich ist, derselbe sich nicht mehr in dem Raume ohne irgend eine Modification umbrehen würde, eben so wenig, wie wir begreifen können, daß die Erde der einzige Planet sei, auf welchem Leben existirt. Wir dürfen daher auch schließlich annehmen, daß, welche Veränderungen unser Planet auch, entweder durch äußere oder innere Ursachen ertragen muß, dennoch unter den erforderlichen Bedingungen Leben auf demselben erschaffen werde, welches denselben entsprechen wird, selbst wenn der Mensch und die ihm gleichzeitigen Landthiere und Landpflanzen auf der Erdoberfläche zu leben aufgehört haben.



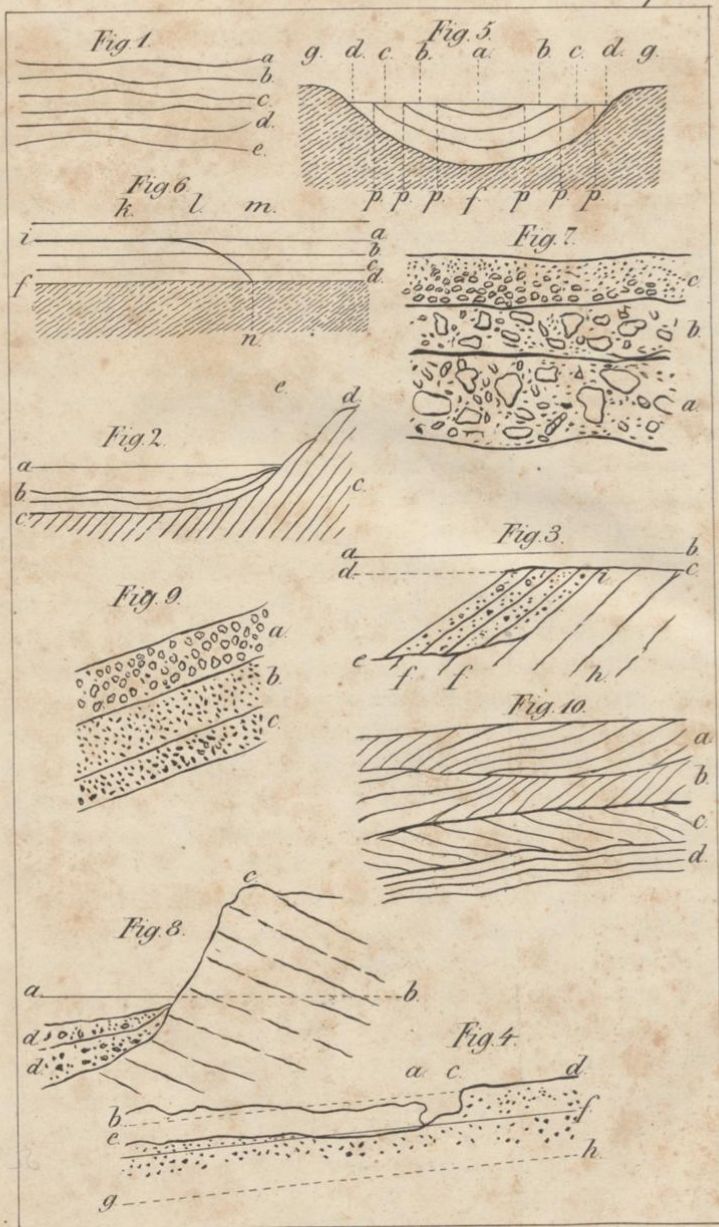


Fig. 11.

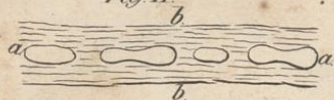


Fig. 12.



Fig. 13.



Fig. 14.



Fig. 15.

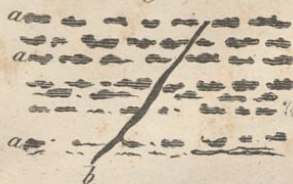


Fig. 17.



Fig. 16.



Fig. 18.
Belstone.

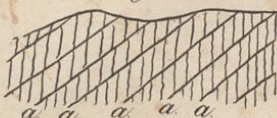
Belstone Tor.



Fig. 19.



Fig. 20.



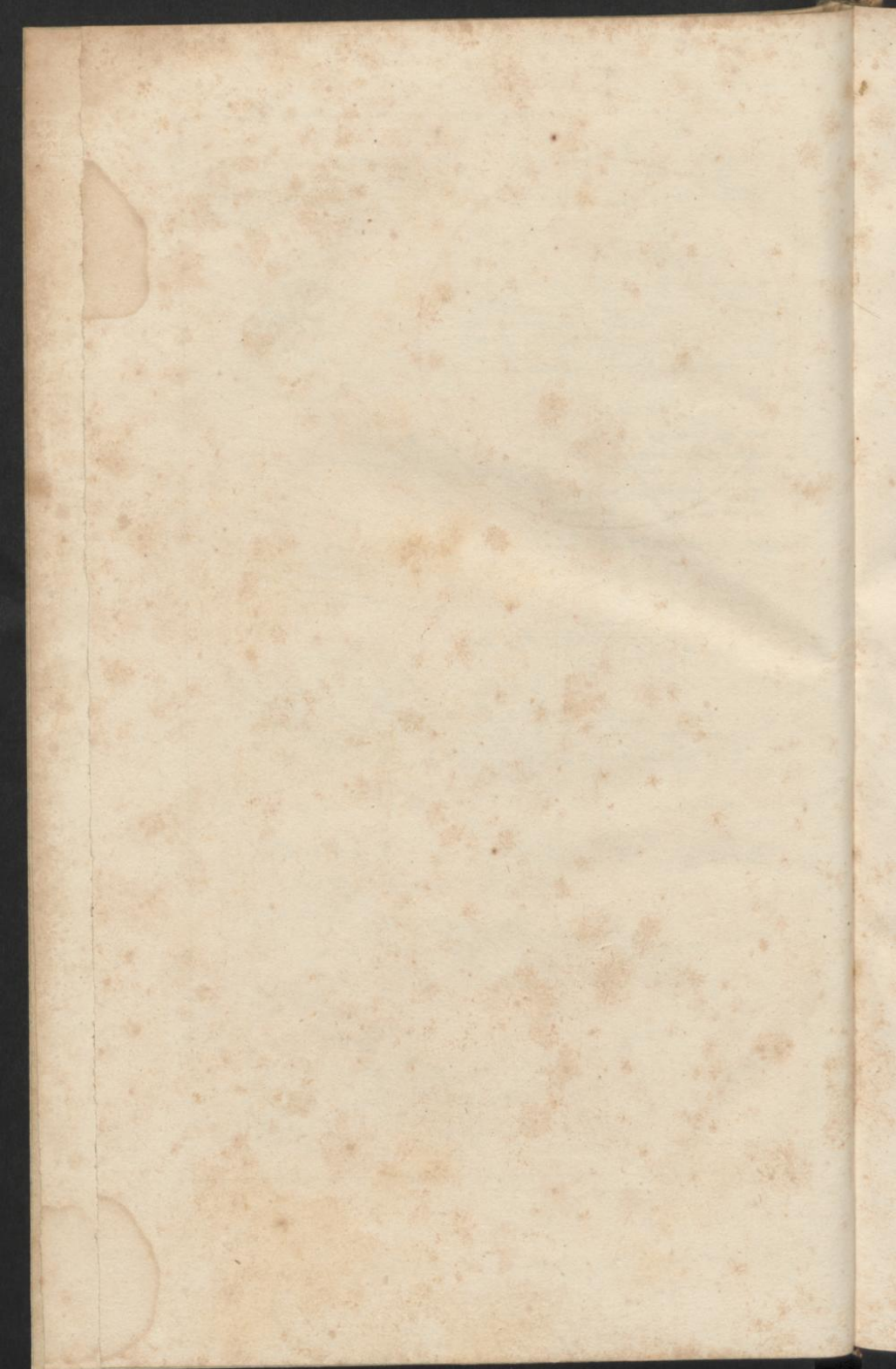


Fig. 21.

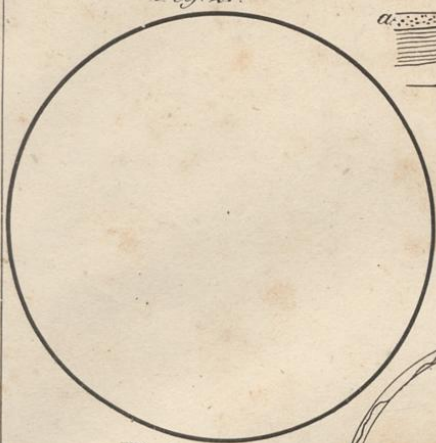


Fig. 23.



Fig. 22.



Fig. 24.

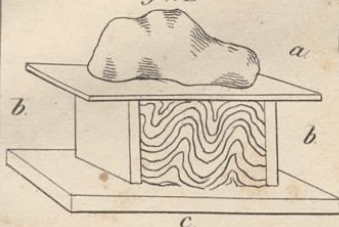


Fig. 25.

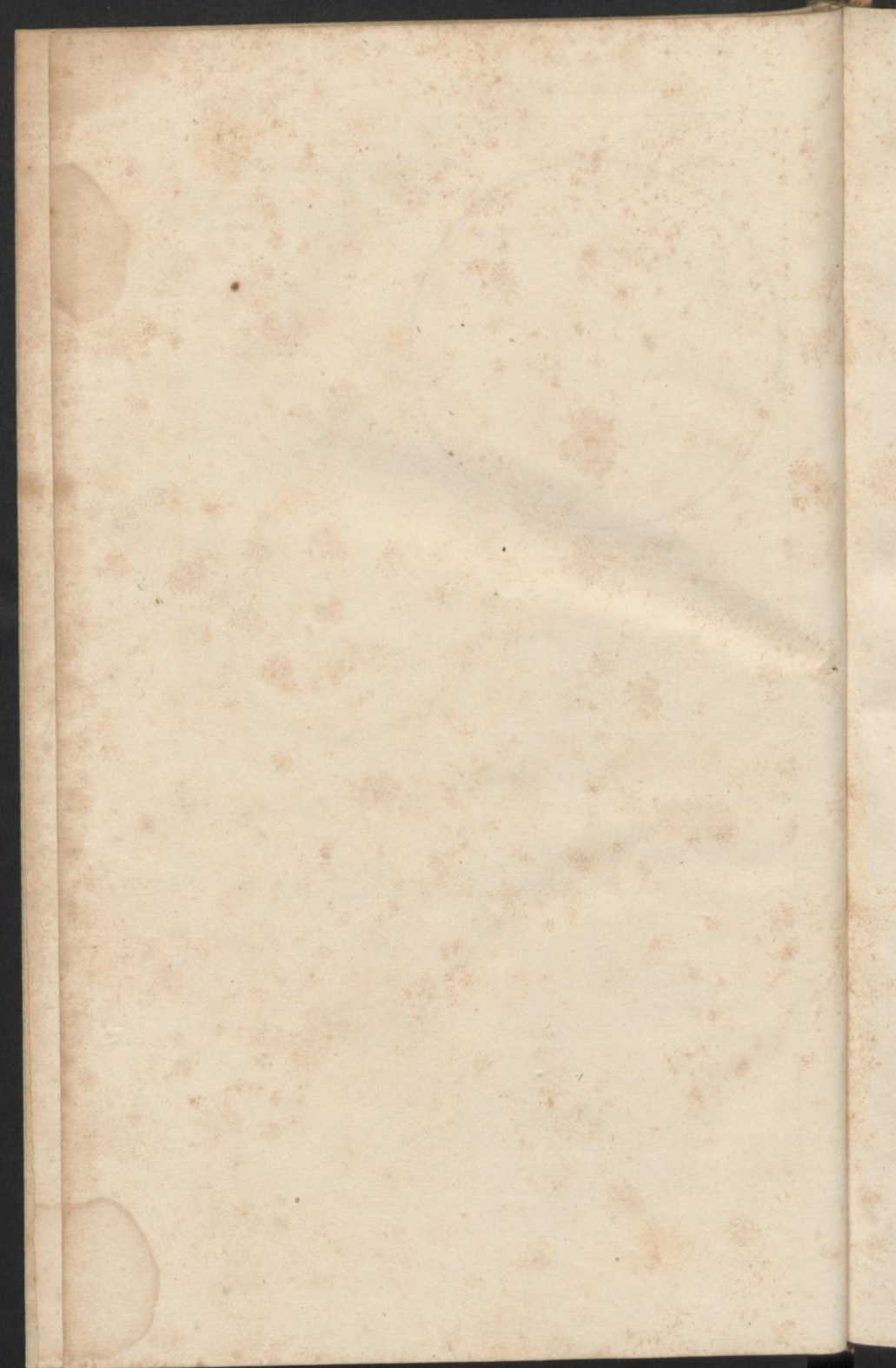


Fig. 27.



Fig. 26.





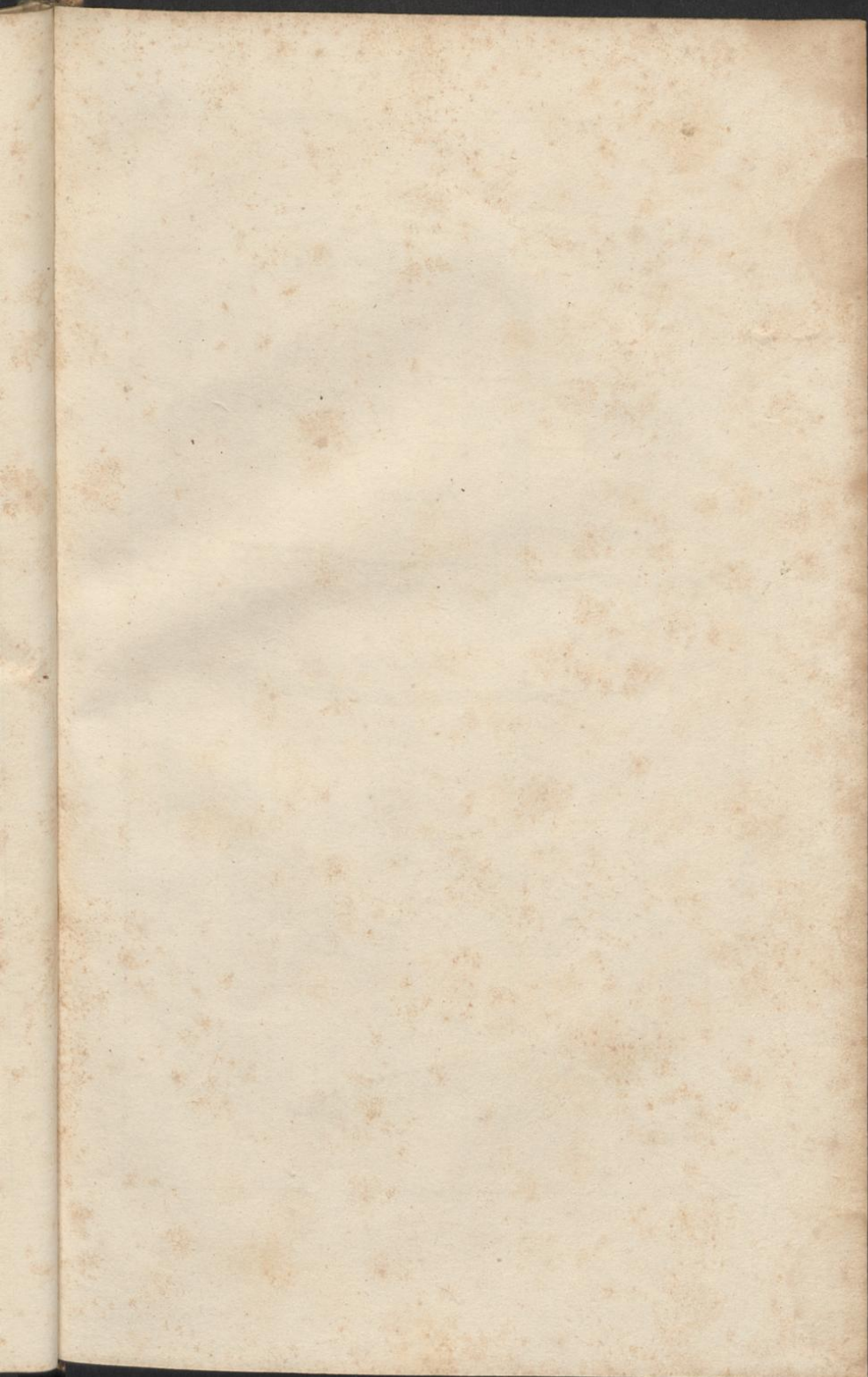


Fig. 28.

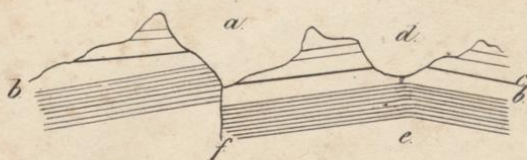


Fig. 29.



Fig. 32.



Fig. 30.



Fig. 31.



Fig. 33.

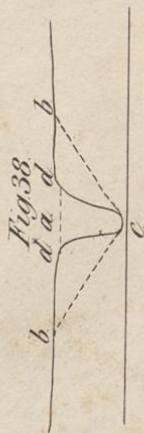
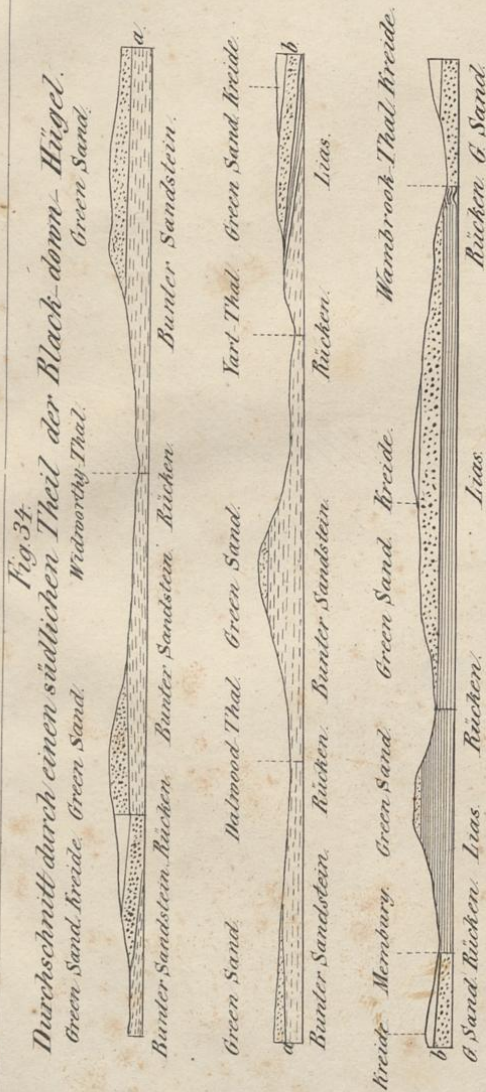


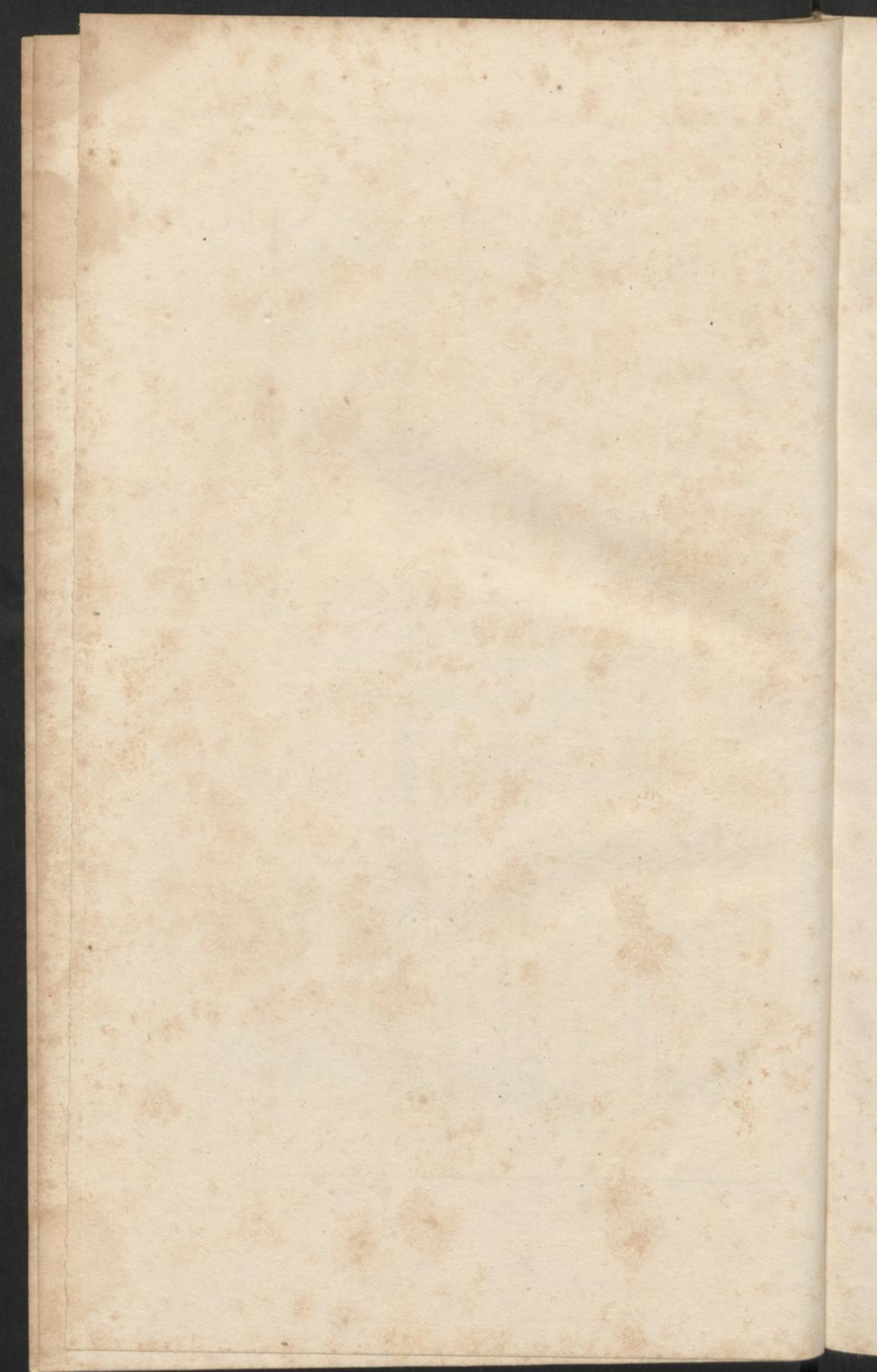
Fig. 37.



Fig. 36.







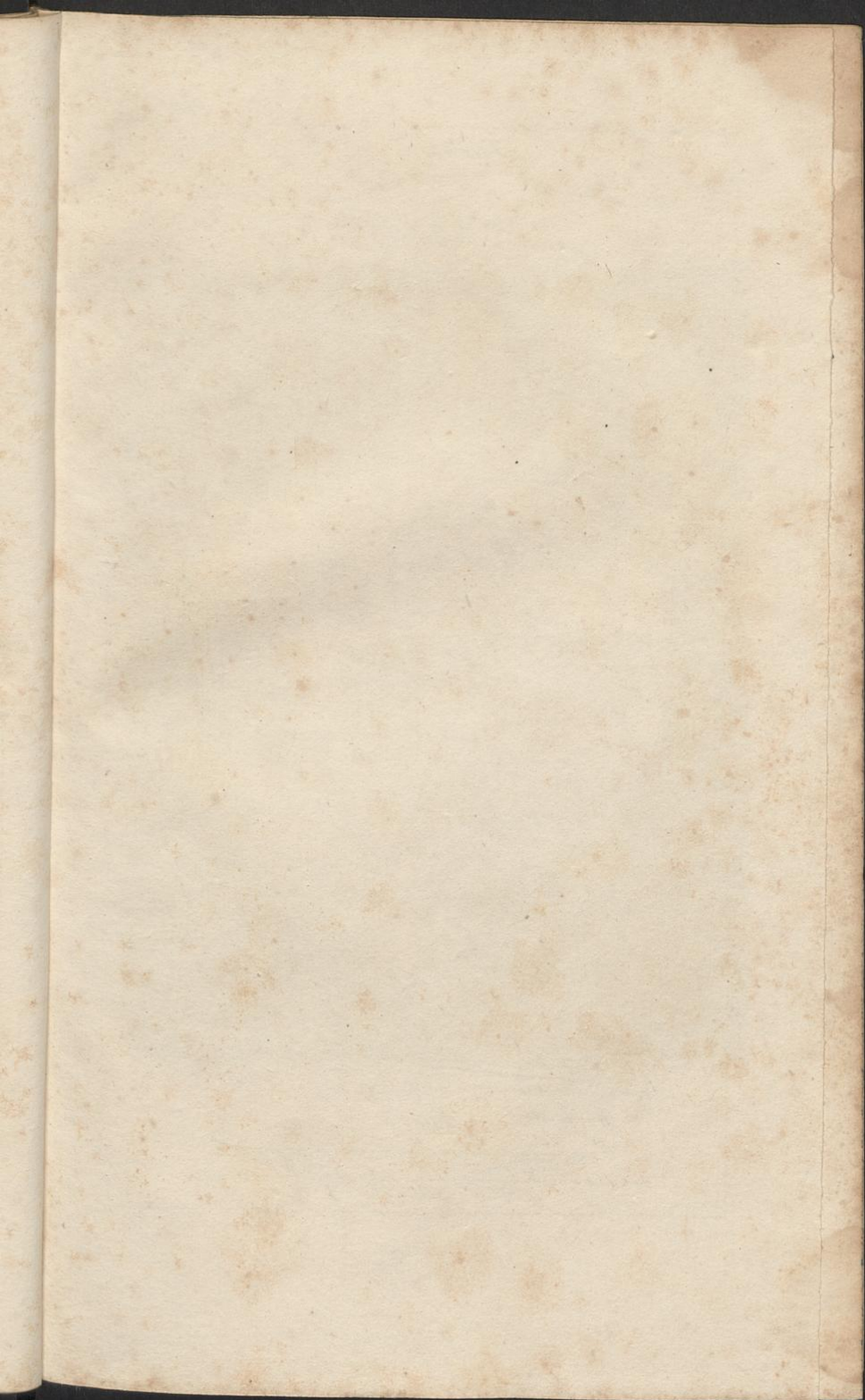


Fig. 40.

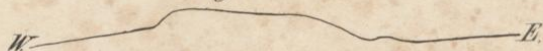


Fig. 41.



Fig. 42.



Fig. 44.

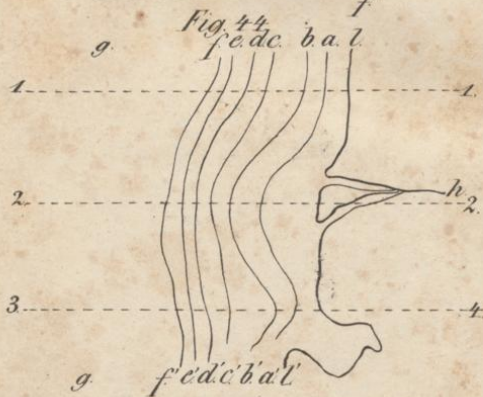


Fig. 43.



Fig. 45.

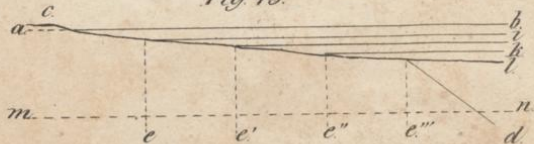


Fig. 46.

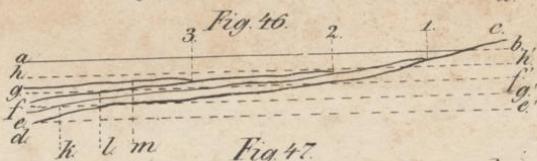
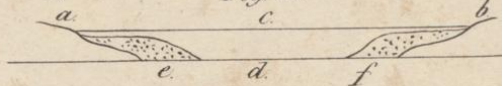


Fig. 47.



DIE ERDE



W. T. de Beebe del.

aus dem Weltraume gesehen.

lith. F. Lobel

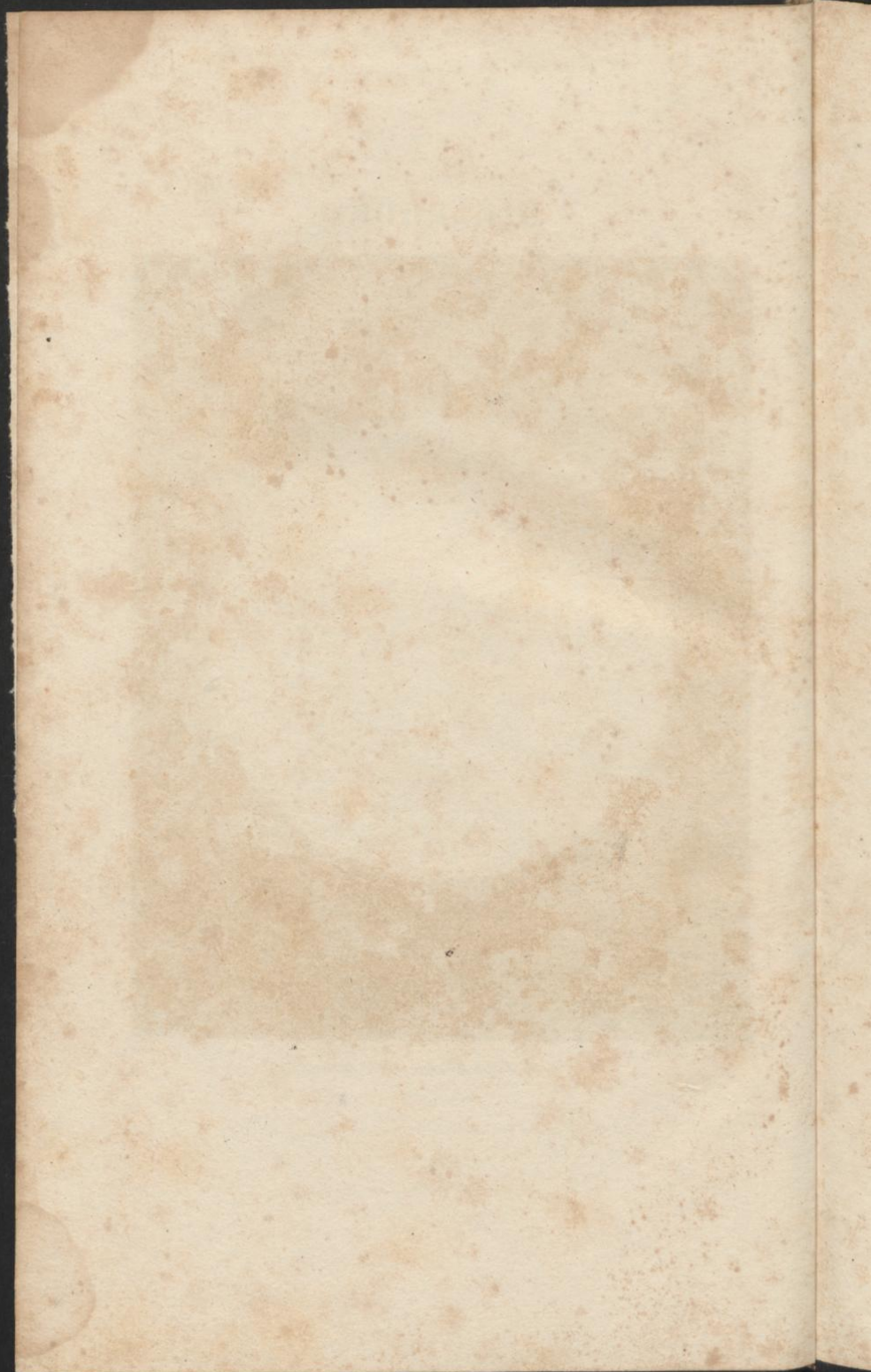
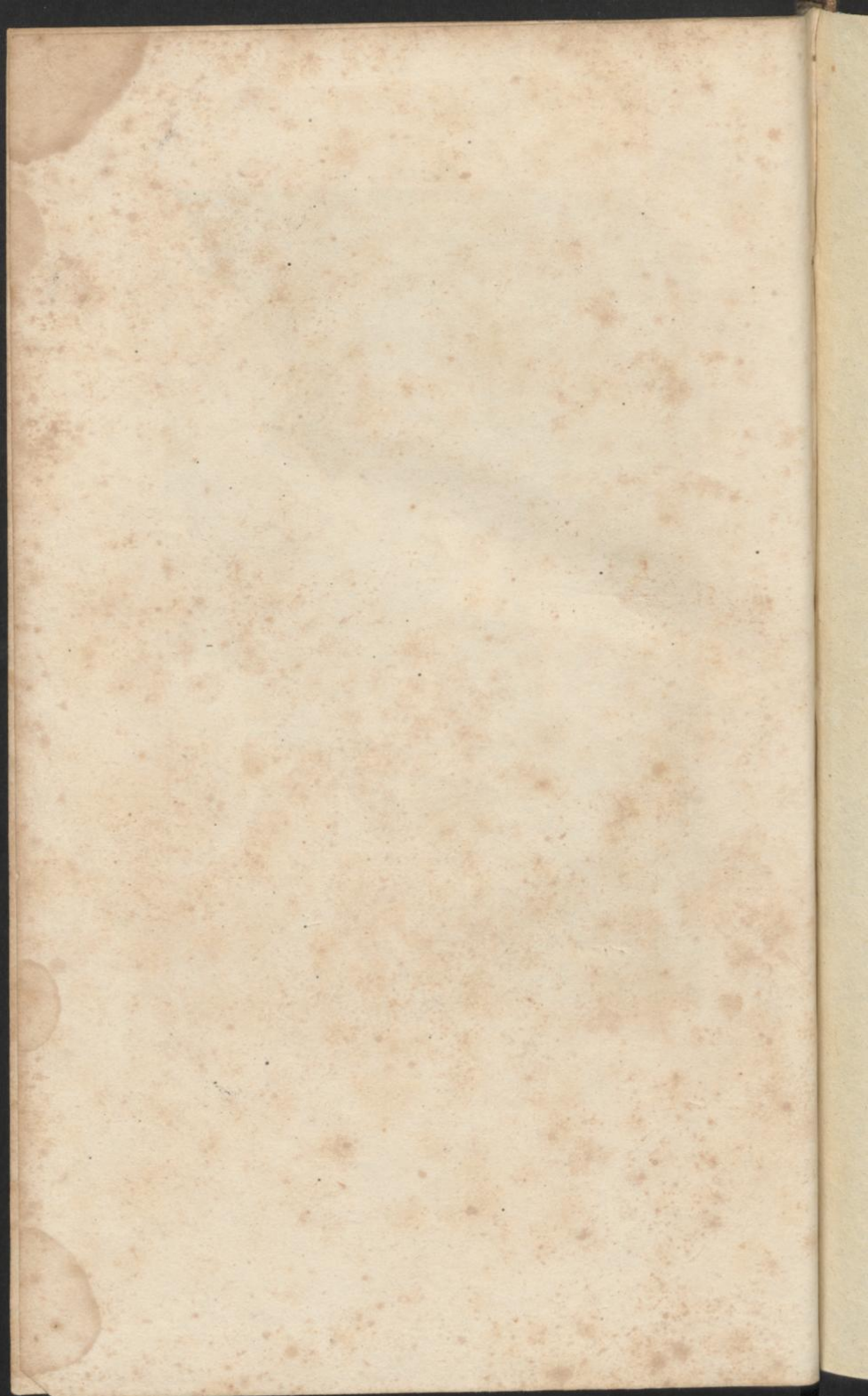
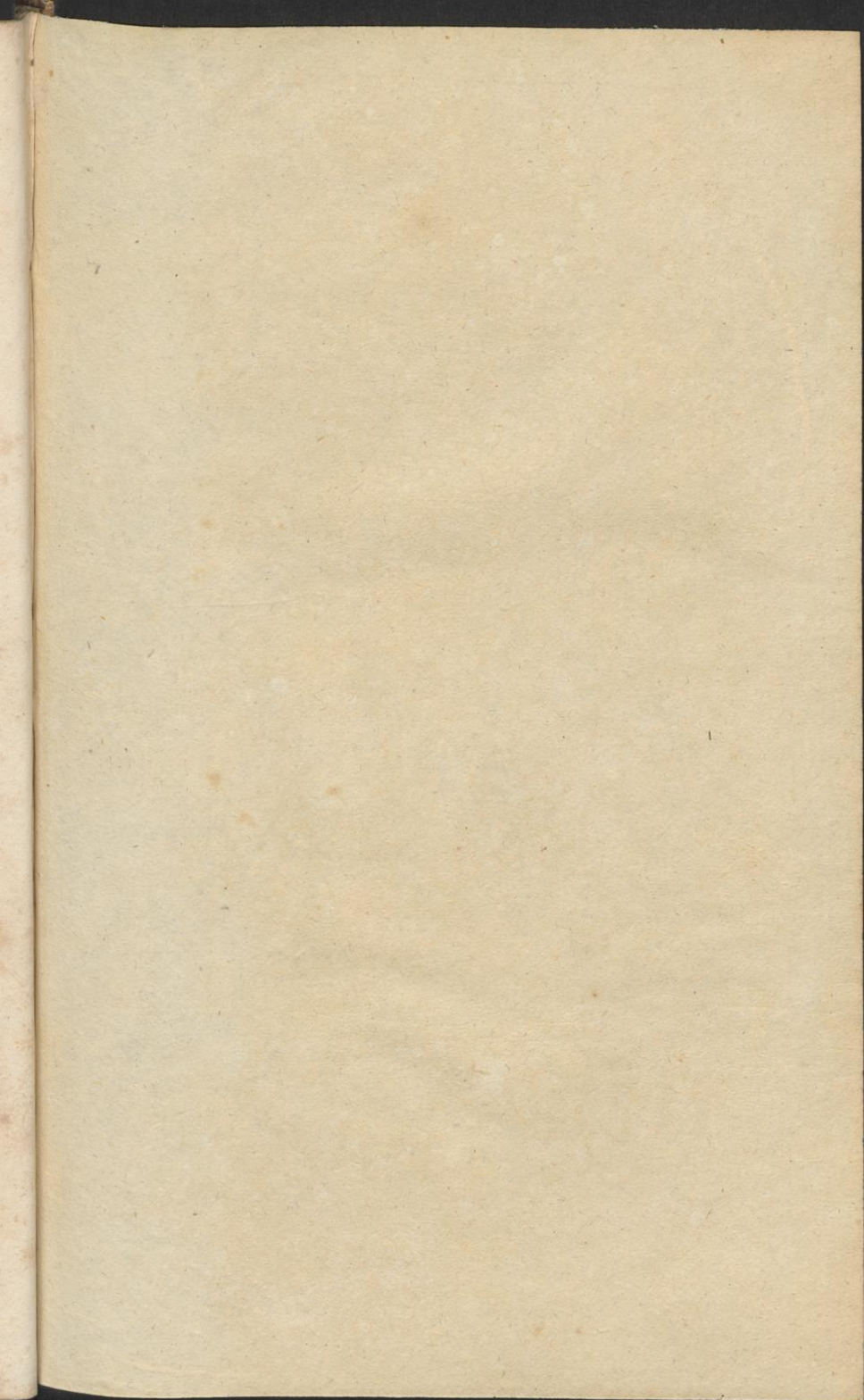


Fig. 35.







5- 1- 3 117
5- 78
5- 117

110
5- 117
5- 117
5- 117
5- 117

5- 117
5- 117
5- 117
5- 117

5- 117
5- 117
5- 117
5- 117

Page 32. now the whole is in the
hands of the government.

