

Erläuterungen

zu dem

geognostischen Atlasse.

V o n

Karl v. König.

I. Heft.

E u r o p a.

WIEN, 1841.

Verlag von J. G. Heubner.

Erläuterungen

zu der

geognostischen Karte

von

E u r o p a.

V o n

K a r l v. K ö n i g.

Wien, 1841.

Verlag von J. G. Heubner.

Seiner Durchlaucht

Herrn

August Longin Fürsten von Lobkowitz,

Herzoge von Raudnitz, gefürsteten Grafen zu Sternstein, Herrn auf Melnik, Bissic, Drhowle, Czizowa und Sedlic; Präsidenten der k. k. Hofkammer im Münz- und Bergwesen; Grosskreuz des österreichisch-kaiserlichen Leopold-Ordens, Ritter des königl. polnischen weissen Adler-Ordens; k. k. wirklichem geheimen Rathe und Kämmerer, Präses der Gesellschaft der Musikfreunde des österreichischen Kaiserstaates, wirklichem Mitgliede der k. k. Landwirthschafts-Gesellschaft und der Gartenbau-Gesellschaft in Wien, wirkendem Mitgliede des böhmischen National-Museums, des Privatvereins zur Unterstützung der Hausarmen, des Conservatoriums der Musik, der Gesellschaft patriotischer Kunstfreunde und des pomologischen Vereins zu Prag, dann des Vereins der Kunstfreunde für Kirchenmusik zu Prag und Pressburg, Ehrenmitglieder der k. k. Akademie der vereinigten bildenden Künste, der Gesellschaft der Aerzte in Wien, des Pesther- und Ofner-Musikvereins, der Landwirthschafts-Gesellschaft in Krain, der literarischen Gesellschaft der Universität zu Krakau, und der geologischen Gesellschaft von Frankreich,

in tiefster Ehrfurcht gewidmet

von
dem Verfasser.

V O R W O R T.

Die Kenntniss der geographischen Verbreitung der Felsarten ist für die Geologie von grosser Wichtigkeit. Der Anfänger findet jedoch grosse Schwierigkeit, sich diese Kenntniss zu erwerben, denn die meisten Aufsätze und Karten, welche die Geologen einzelner Länder, Provinzen oder Distrikte behandeln, sind in vielerlei Zeitschriften, oder in kostbaren Werken, die dem Bergmanne höchst selten zu Gebote stehen, zerstreut. Diess hat mich veranlasst, die Materialien zu einem geognostischen Atlasse zu sammeln, und ich wage es nun, die Resultate einer dreijährigen Arbeit dem montanistischen Publicum zu übergeben. Der Zweck derselben ist, einen generellen Ueberblick über Gränz- und Vertheilungsverhältnisse der Felsarten in unserm Welttheile, und insbesondere in dem mittleren Europa, welches in dieser Hinsicht am meisten und genauesten untersucht ist, zu liefern, und dadurch vorzüglich den Anfängern das Studium der Geologie zu erleichtern und einladend zu machen. Der ganze Atlas wird zehn Karten enthalten, und zwar:

1. die geognostische Karte von Europa,
2. „ „ „ der österreichischen Länder,
3. „ „ „ des mittleren Deutschlands,
4. „ „ „ der Alpen,
5. „ „ „ von Frankreich,
6. „ „ „ der brittischen Inseln,

VIII

7. die geognöstische Karte der Ost-Karpathen,
8. „ „ „ der West-Karpathen,
9. „ „ „ der Pyrenäen,
10. „ „ „ des Erzgebirges.

Die Richtigkeit und Genauigkeit meiner Angaben hängt von den Quellen ab, aus welchen ich schöpfen konnte, und es versteht sich von selbst, dass das Bild eines gründlich untersuchten Distriktes auch mit grösserer Treue wieder gegeben werden konnte, als das eines nur oberflächlich und unvollkommen bekannten Terrains. So hat mir in der vorliegenden Karte von Europa für die iberische Halbinsel nur die kleine Schrift: *Hausmanns, de Hispaniae constitutione geognostica* und *Boué's* Karte von Eùropa, in welcher die Gruppe der Graywacke mit den geschichteten Urgebirgen vereinigt, alle anderen sekundären Formationen aber unter einer einzigen Farbe zusammengefasst sind, zum Anhaltspunkte gedient, und es musste daher das geognositsche Bild etwas ideal ausfallen. Eben so unsicher ist die petrographische Darstellung der Turkey und Griechenlands, worüber erst *Boué's* Mittheilung der Beobachtungen, die er auf seiner letzten Reise durch diese Länder gemacht hat, zu erwarten stehen. Ueber die Geognosie Russlands stand mir bloss *Strangways Outline of the Geology of Russia*, dann ein Aufsatz über den uralischen Gebirgszug von Kupfer in den *Annales de sciences* zu Gebote, während ich für Mittel-Europa die reichlichsten Quellen fand, und insbesondere die neueste, vortreffliche Karte von *Dechen* zur Berichtigung früherer Mängel mit grossem Vortheile benützte.

Dass an die graphische Darstellung der Gesteinsgränzen überhaupt die Anforderungen nicht gemacht werden können, wie an eine geographische Karte, ist

wohl einleuchtend; denn während die politischen Gränzen ununterbrochen vom Geometer verfolgt werden können, verbergen sich die geognostischen Gesteinsscheiden unter Alluvionen, unter Dammerde und Vegetation, und sind nur an einzelnen Puncten entblösst, welche dann durch Linien miteinander verbunden werden müssen. Eben so bedarf es keiner Erläuterung, dass der Zweck einer geognostischen Karte ein ganz anderer ist, als der eines Durchschnittes, welcher die Ueberlagerung, nicht aber die geographische Verbreitung der Felsarten bildlich darstellt, dass also beide einander nie vertreten, wohl aber einander gegenseitig ergänzen können.

Ich habe es für zweckdienlich gehalten, den Erläuterungen zu meinen Karten, zum besseren Verständnisse, eine Uebersicht des dabei angewendeten Systems, als mein geognostisches Glaubensbekenntniss vorauszusenden, wobei ich den Ansichten *Lyell's* folgte, welche er in seinen *Elements of Geology* ausgesprochen hat.

Wien, im September 1840.

Der Verfasser.

Inhalt.

	Seite.
Einleitung	1
Oberflächen-Beschaffenheit Europa's	9
Geognostische Verhältnisse.	
I. Vulkanische Felsarten	17
1. Linie der thätigen Vulkane	—
2. Erloschene Vulkane	20
II. Plutonische und metamorphische Felsarten	27
III. Neptunische Felsarten	32
1. Gruppe der Grauwäcke	—
2. Gruppe der Steinkohlen	36
3. Gruppe des bunten Sandsteins	38
4. Gruppe der Ooliten	42
5. Gruppe der Kreide	46
6. Gruppe der Molasse. Altes und neues Alluvium	49

Einleitung.

§. 1. Die Gebirgsarten, welche unsere Erdrinde constituiren, zeigen in ihren äusseren Eigenschaften auffallende Verschiedenheiten, und vor Allem ordnen sie sich in Bildungen, welche durch Wasser, und in solche, welche durch Feuer entstanden sind. Erstere, offenbar aus den Trümmern älterer zerstörter Felsarten von den Fluthen zusammen getragen, sondern sich durch eine mechanische Aggregation ihrer Theilchen in regelmässige Platten, welche wir Schichten nennen, und welche für die im Wasser gebildeten, neptunischen, sedimentären, oder versteinерungsführenden Felsarten charakteristisch sind.

So wie aber die Schichtenbildung auf das Produkt eines successiven Niederschlages aus dem Wasser, welches die Oberfläche der Erde bedeckte, schliessen lässt, so erkennen wir auch in den ungeschichteten massigen Felsarten die ursprüngliche Bildung durch glühenden Fluss, oder durch Erstarrung geschmolzener, aus dem Inneren der Erde heraufgetriebener Gebirgsmassen.

Diese Bildungen des Feuers äussern jedoch verschiedene Eigenschaften, je nachdem sie an der Oberfläche der Erde entstanden, und bei ihrer Abkühlung mit der Atmosphäre oder mit dem Gewässer in Berührung gekommen sind; — oder im entgegengesetzten Falle in grossen Tiefen der Erde unter dem ungeheuren Drucke eingesperrter Dämpfe langsam kristallisirten. Wir nennen erstere vulkanische, letztere plutonische Felsarten.

Aber in Verbindung mit den letzteren kommen häufig noch andere Felsbildungen vor, welche einerseits aus einem Gemenge mehr oder minder deutlich kristallisirter Fossilien zusammengesetzt sind, und sowohl die Qualität der Gemengtheile, als auch die Art ihrer Zusammenfügung mit den plutonischen Felsarten gemein haben, welche aber anderseits geschichtet sind, und daher auch das Gepräge neptunischer Felsarten an sich tragen. Wir halten diese Bildungen auch wirklich für neptunische, welche jedoch mit der im Inneren der Erde geschmolzenen Masse in nahe Berührung gekommen, und durch plutonische Hitze in den Zustand einer unvollkommenen Schmelzung gesetzt worden sind, wodurch sie so verändert wurden, dass sie ein kristallinisches Ge-

füge, gleich den plutonischen Bildungen annehmen mussten, ohne dass jedoch ihre Schichtung verloren ging. Wir bezeichnen sie nach Lyell mit dem Namen *metamorphische Felsarten* *).

Neptunische Felsarten.

§. 2. In den neptunischen Bildungen der Erdrinde bemerken wir mehrere abgeschlossene Reihenfolgen von Schichten, wovon jede ihre eigenthümlichen versteinerten Reste von theils ausgestorbenen, theils noch existirenden Geschlechtern und Arten organischer Körper enthält, und wir nehmen demnach für eine jede solche Reihenfolge eine eigene Zeitperiode ihrer Bildung an, in welcher die Geschlechter und Arten organischer Geschöpfe, deren Reste wir in ihren Schichten begraben finden, die Oberfläche der Erde bewohnt haben, und mit Ende dieser Periode vertilgt wurden, um einer neuen Schöpfung Platz zu machen. In den Niederschlägen des Wassers, von der ältesten Formation des Schiefergebirges bis zu dem jüngsten Gliede der Kreide, dieses mit eingeschlossen, kommen keine Versteinerungen von Geschöpfen vor, welche jetzt noch existiren. Aber in den Niederschlägen über der Kreide findet man fossile Reste von theils noch lebend vorkommenden, theils von ausgestorbenen Geschlechtern und Arten, und nach der Verhältnisszahl der letzteren zu den ersteren unterscheidet man die im Alter verschiedenen Bildungen.

Die Versteinerungen dienen daher ausser der Ueberlagerung und dem mineralogischen Charakter, als Merkmale des Aufeinanderfolgens der Niederschläge; sie sind die Monumente der organischen Schöpfung, welche einer jeden geologischen Periode eigenthümlich war. Nach diesen Merkmalen nehmen wir folgende Gruppen oder Formationen der neptunischen oder versteinierungsführenden Felsarten an:

1. Formation des Thonschiefers: Hierher gehört der Thonschiefer mit allen seinen Varietäten, der Kiesel-schiefer, der Quarzfels, die Grauwacke, der Grauwackenschiefer u. s. w., und die dieser Formation eingelagerte Kalksteinbildung. (Werners Übergangsgebirge, Transitionsgebirge, Lyells primäre neptunische Felsarten.)

2. Formation der Steinkohle:

a) Alter rother Sandstein. (*Old red Sandstone.*)

*) Lyell's Elements of Geology. London 1838.

- b) Bergkalk. (*Mountain limestone.*)
- c) Steinkohlensandstein. Flötzleerer Sandstein. (*Millstonegrit.*)
- d) Eigentliches Steinkohlengebirge, aus Schieferthon, Sandstein, und Steinkohlenflötzen bestehend. (*Coal measures*).

3. Formation des bunten Sandsteines.

- a) Neuer rother Sandstein (Roths Todtliegendes).
- b) Zechstein (*Magnesian limestone.*)
- c) Bunter Sandstein.
- d) Muschelkalk.
- e) Keuper.

4. Formation der Oolithen.

- a) Lias (Gryphiten - Kalkstein und Gryphiten - Sandstein).
- b) Jura - Kalkstein. Unteres, mittleres und oberes System der Oolithen).

5. Formation der Kreide.

- a) Grünsand.
- b) Kreide.

Die Formationen 2, 3, 4 und 5 bilden die sekundären Felsarten oder Werner's Flötzgebirge.

6. Formation der Molasse. (Gruppe über der Kreide, oder tertiäre Felsarten).

- | | | | | | | |
|-------------|---|----------|----------|---|-----------------|--------|
| a) älteste | } | tertiäre | eocene | } | Bildungen, nach | |
| b) mittlere | | | miocene | | | Lyell. |
| c) jüngste | | | pliocene | | | |

7. Altes und neues Alluvium; enthält die Bildungen der letzten grossen Umwälzungen der Erdoberfläche, und der gegenwärtigen historischen Zeit.

Vulkanische Felsarten.

§. 3. Die Felsbildungen, welche in der alten oder in neueren Zeiten nicht durch Wasser, sondern durch unterirdische Thätigkeit des Feuers, an der Oberfläche der Erde hervorgebracht wurden, nennen wir vulkanische.

Sie sind grösstentheils massig, ungeschichtet, bilden konische isolirte Hügel; sie bestehen zum Theil aus Laven, Sand, Asche, vulkanischen Tuffen, welche insbesondere an dem Fusse der massigen vulkanischen Kegelberge, und zwar oft in ge-

schichteten Lagen angehäuft sind, sie haben an ihrem Gipfel einen mehr oder minder vollkommenen Krater, und oft lassen sich Lavaströme nachweisen, welche aus dem Krater, oder aus einer Spalte des Vulkans in das benachbarte Thal oder Flussbett geflossen sind.

Die konischen Hügel sind daher durch den Ausbruch flüssiger Massen entstanden, welche die geschichteten Felsarten durchbrochen haben, über den Rand des Kraters oder der Spalte übergeflossen sind, und daher über den neptunischen Gebilden aufgelagert, oder auch in sie eingelagert erscheinen, wenn die Eruption unter Wasser geschah, und sich spätere Sedimente darüber bildeten. Die vulkanischen Felsarten erscheinen auch häufig als Gänge, oder in der Art von Lagern, indem sie in Gesteinsspalten entweder von oben eingeflossen, oder durch den Druck der heben- den Kraft von unten oder von den Seiten eingeschoben wurden.

Zu den vulkanischen Bildungen gehören:

1. Rother Porphyr (Feldspathporphyr, Hornsteinporphyr, Thonporphyr, Eurit).
2. Schwarzer Porphyr (Melaphyr, Augitporphyr).
3. Hornblendegestein (Amphibolit).
4. Augitfels (Lherzolit).
5. Diorit (Grünstein, Diabase, Dolerit, Graustein).
6. Serpentin, Diallage, Gabbro (Euphotide, Ophit, Ophiolit, Hypersthenfels).
7. Trachit (Thonporphyr, Domit, Klingstein, Phonolit).
8. Basalt, Wacke, Mandelstein.
9. Perlstein, Bimsstein, Pechstein, Obsidian.
10. Lava, Schacke.
11. Tuff (Trass, Peperino, Rappilli, Puzzolana, vulkanische Asche u. s. w.).

Plutonische Felsarten.

§. 4. Wir verstehen unter plutonischen Felsarten die kristallinen, ungeschichteten Gesteine, welche in Gemeinschaft mit den kristallinen geschichteten (metamorphischen) Bildungen, in den meisten Gebirgen das Grundgebirge ausmachen (die Urgebirge, *terrains primitifs* der alten Schule). Da jedoch die plutonischen Bildungen eine so grosse Analogie mit den vulkanischen haben, — da sie die neptunischen Felsarten in Gängen und

Lagern durchsetzen, wobei stets das Nebengestein wie durch Hitze verändert ist, und da diese Gesteinsarten durch mannigfache Uebergänge den vulkanischen ganz gleich werden (wie z. B. Granit in Trachit, Porphyry und Grünstein übergeht), so kann für diese Gebilde keine andere Entstehungsart, als durch Schmelzung angenommen werden, und man vermuthet, dass die plutonischen Bildungen ihr kristallinisches Gefüge dadurch erhalten haben, dass sie langsam und unter dem ungeheuren Drucke von Dämpfen und Gasarten, welche nicht entweichen konnten, abgekühlt sind.

Im Gegentheile sind die vulkanischen Felsarten, obgleich sie ebenfalls von Unten nach Oben gekommen sind, auf oder nahe an der Oberfläche aus ihrem feurigflüssigen Zustande viel schneller erstarrt. Dadurch erklärt sich nicht allein das kristallinische Gefüge der plutonischen Bildungen, welches den vulkanischen mangelt, sondern auch die gänzliche Abwesenheit von Tuff und Breccien, welche die Resultate der Ausbrüche an der Erdoberfläche sind, so wie der Mangel an Poren und zelligen Höhlungen, zu deren Entstehung die entweichenden Dämpfe oder Gase in der gewöhnlichen Lava Veranlassung geben. Wenn man bedenkt, in wie grosse Tiefe der Einfluss der Hitze sich vom Krater eines thätigen Vulkans in das Innere der Erde verbreiten kann, so ist leicht einzusehen, dass vulkanische und plutonische Gebilde, obwohl im Gefüge, oft auch in der Zusammensetzung verschieden, gleichzeitig entstehen konnten, jene an der Oberfläche der Erde, diese in grosser Tiefe unter derselben. Daher erscheint der Granit wohl eingeschoben und eingelagert in andere Gesteine, nie aber über dieselben so ausgebreitet, als wäre er übergeflossen, was bei vulkanischen Bildungen so häufig der Fall ist. Zu den plutonischen Felsarten zählen wir die unzähligen Varietäten des Granits, den Syenit, und einige Porphyre, welche den Graniten nahe stehen.

Wenn wir nun neptunische Niederschläge mit Resten von Seegeschöpfen auf den Gipfeln der höchsten Berge finden, wenn wir die sedimentären Schichten, anstatt in horizontaler, als ihrer ursprünglichen Lage, steil, aufgerichtet, überkippt, gebogen, gebrochen, zertrümmert, oder durcheinander geworfen erblicken, und wenn wir die in denselben vorkommenden Geschiebe (wie in den senkrechten Schichten des Conglomerates von Valorsine), oder die Muschelversteinerungen, welche sie enthalten, in paralleler Lage mit der Schichtenneigung auf der Kante

stehen sehen, so werden wir veranlasst, solche Erscheinungen durch eine von Unten wirkende, emporhebende Kraft zu erklären. Die Granitmassen wurden emporgehoben, haben die sedimentären Gebilde durchbrochen und aufgerichtet, und wurden durch Flüsse oder Meeresströmungen von ihrer Bedeckung befreit, und die Grösse dieses Entblössungswerkes kann nicht befremden, wenn man bedenkt, dass die gesammte über den grössten Theil der Erdoberfläche verbreitete Masse neptunischer Gesteine ihr Material nur aus der Zerstörung anderer Felsarten entnehmen konnte.

Metamorphische Felsarten.

§. 5. Ein grosser Theil der kristallinen Bildungen ist geschichtet; gleich den plutonischen Gebirgsarten enthalten diese kristallinen Schiefer keine Spur organischer Körper, keine Tuffe und Breccien, keine zelligen Blasenräume, aber in ihrer schichtenförmigen Struktur kommen sie ganz mit den sedimentären Niederschlägen überein. Sie scheinen daher ihre erste Entstehung, wie diese, dem Wasser zu verdanken, und waren demnach vor ihrer Verwandlung neptunische Felsarten.

Durch die Nähe der plutonischen Werkstätte, in welcher nach vollständiger Schmelzung der Granit kristallisirte, wurden sie in einen Zustand von unvollkommener Schmelzung versetzt, wodurch zwar alle organischen Reste, so wie die sandsteinartige Struktur zerstört wurden, aber die Schichtung und die Schieferform blieben unverändert, und durch Abkühlung entstand das kristallinische Gefüge.

Da diese Gesteinsarten nicht bloss durch plutonische Hitze, sondern auch durch die unmittelbare Berührung mit plutonischen Felsarten ihre gegenwärtige Form erhalten haben, so kommen sie auch immer in Begleitung dieser letzteren vor, gehen in dieselben, wo die Schmelzung vollkommener Statt fand, über, und werden in Adern und Gängen von ihnen durchsetzt. Beiderlei Felsarten wurden daher auch von mehreren Autoren unter dem Namen plutonische Felsarten in eine Klasse vereinigt, und nach dem charakteristischen Merkmale des Vorhandenseyns oder des Mangels an Schichtung durch die Namen plutonische geschichtete, und plutonische ungeschichtete Felsarten unterschieden. Lyell vereinigt beide unter dem Namen hypogene (unten entstandene) Felsarten.

Betrachten wir die Art der Schichtung der metamorphischen Felsarten, ihren Uebergang einerseits in die versteinierungsführenden Bildungen (Thonschiefer, Grauwacke), anderseits in die plutonischen (Granit, Syenit), und die Umwandlungen, welche neptunische Gesteine in der Nähe von Granit und Trappgängen nachweisbar erlitten haben, so dürfen wir schliessen, dass Gneis und Glimmerschiefer nichts anderes sind, als verwandelte glimmerige und thonige Sandsteine, dass körniger Quarz von kieseligem Sandstein abgeleitet werden könne. Thonschiefer ist aus Schieferthon, körniger Kalkstein aus gemeinem Kalkstein entstanden, der mit Muscheln und Korallen, die nun durch Hitze zerstört sind, angefüllt war. Kalkiger Sand und Mergel können in unreinen kristallinischen Kalkstein umgewandelt worden sein. Hornblendschiefer war vielleicht erst blosser Thon, denn man hat Thon und Schieferthon in lydischen Stein verwandelt gefunden, der sich vom Hornblendschiefer fast nur durch grössere Dichtigkeit und Gleichförmigkeit des Gefüges unterscheidet; Anthracit ist aus Steinkohle entstanden. Im Allgemeinen treten die minder kristallinischen Felsarten mehr in den oberen, die mehr kristallinischen mehr in den unteren Regionen einer jeden metamorphischen Bildung auf.

Merkmale zur Bestimmung des Alters der Felsarten.

§. 6. Alle vier Hauptklassen der Felsarten konnten nun, wie begreiflich, in jeder geologischen Periode entstehen, und können noch im Fortschreiten ihrer Bildung begriffen seyn, sie lassen sich daher als vier parallele Columnen einer chronologischen Tabelle, als vier Reihen von Monumenten betrachten, die sich auf gleichzeitige oder beinahe gleichzeitige Ereignisse beziehen. Demnach wurde die Erdrinde von Innen und Aussen, seit unbestimmt entfernten Zeiten, durch die Wirkungen des Feuers und des Wassers unaufhörlich umgestaltet, und auf dieselbe Art, wie sich versteinierungsführende Schichten jetzt noch in Seen und Meeren bilden, während an anderen Orten vulkanische Gesteine an die Oberfläche dringen, und mit den Reservoirs geschmolzener Massen in grossen Tiefen des Erd-Inneren in Verbindung stehen; eben so waren in jeder vergangenen geologischen Periode versteinierungsführende Niederschläge und vulkanische Ausbrüche

an der Oberfläche, gleichzeitig mit anderen Bildungen unterirdischen und plutonischen Ursprungs, in der Entstehung begriffen, und ein Theil der ersteren war in Berührung mit den geschmolzenen Massen, und wurde in kristallinische Schiefer umgewandelt.

Nach dieser Ansicht sind also in jeder der früher angeführten neptunischen Perioden auch Gebilde des Feuers entstanden; da jedoch die älteren Bildungen immer von den neueren hervorgeedrängt und durchbrochen werden, so folgt daraus, dass bei plutonischen und vulkanischen Felsarten die Unterlagerung ein eben so charakteristisches Merkmal späterer Bildung sey, wie bei den neptunischen die Ueberlagerung, und während der älteste Granit und der Thonschiefer einander am nächsten stehen, so sind die neptunischen Tertiär-Gebilde und der tertiäre Granit am weitesten von einander entfernt, und daher sind auch die Granite der jüngsten tertiären Periode und die der gegenwärtigen Bildungen noch in grosser Tiefe verborgen, und können erst nach einer Reihe von geologischen Perioden, durch allmälige Emporhebung den Augen späterer Forscher zugänglich werden.

Was nun die Bestimmung des Alters, d. i. der Periode betrifft, in welcher irgend eine Felsart entstanden ist, so haben wir für die neptunischen Bildungen wohl sehr brauchbare Anhaltspunkte in der Ueberlagerung, dem mineralogischen Charakter, und insbesondere in den Versteinerungen. Denn die organischen Reste, welche in den Schichten der Erdrinde begraben liegen, sind auf eine solche Art eingelagert, dass wir schliessen dürfen, dass immer neue Formen in die Schöpfung eingeführt wurden, während die früher vorhandenen ausstarben, und dass keine dieser Formen, wenn sie einmal verschwunden war, wieder aufgetreten ist. Diese Beobachtung ist es, welche den Petrefacten einen so grossen Werth in der Geologie ertheilt, und nach diesen Anhaltspunkten wurden die oben aufgezählten Formationen neptunischer Felsbildungen, als in eben so viel auf einander folgenden geologischen Perioden entstanden, angenommen.

Viel schwieriger wird uns die Altersbestimmung bei den Gebilden des Feuers, und in vielen Fällen ist sie ganz unmöglich, weil uns die Merkmale fehlen. Die Versteinerungen, als die werthvollsten Monumente mangeln in den vulkanischen Gebilden fast immer; bloss in einigen vulkanischen Tuffen und Conglomeraten sind sie unversehrt geblieben, und nur hie und da

finden wir einzelne Anhaltspunkte, welche uns zu einer Schlussfolge führen. Hierher gehört insbesondere die Veränderung, welche das Nebengestein durch die plutonische Hitze bei Einschlebung von Lagern, Gängen u. s. f. erlitten hat.

Am schwersten aber ist die Bestimmung der Entstehungsperiode der metamorphischen Bildungen. Wir haben hier nicht nur die Periode, in welcher sie als Sediment aus den Fluthen niedergeschlagen worden sind, sondern auch die spätere, in welcher sie durch den Einfluss plutonischer Hitze ihre gegenwärtige kristallinische Form erhalten haben, zu bestimmen; und bei dem gegenwärtigen Stande der Wissenschaft können wir nur in sehr seltenen Fällen hoffen, beide Perioden mit Genauigkeit angeben zu können. Denn die Fossilien sind zerstört, der mineralogische Charakter ist für jede Periode derselbe, und selbst die Ueberlagerung ist kein zuverlässiges Merkmal, zumal für die Periode der Umwandlung. Doch gewährt sowohl die letztere, als die Identität des Mineral-Charakters zweier verschiedener Theile eines Stratum, wo ein Theil mit einer plutonischen oder vulkanischen Masse in Berührung gekommen, und in der Nähe der Berührungsfläche metamorphisch geworden, alles übrige aber unverändert und versteinierungsführend geblieben ist, zuweilen einen Anhaltspunkt zur Altersbestimmung metamorphischer Straten, welcher zu einem günstigen Resultate leiten kann.

Oberflächen - Beschaffenheit Europa's.

§. 7. Eine Uebersicht der orographischen Verhältnisse eines Landes gewährt für die Auffassung seiner geologischen Beschaffenheit die wesentlichsten Vortheile, und ist zur Beurtheilung der Entstehungsart seiner konstituierenden Felsarten, und zur Folgerung auf die bei ihrer Bildung thätig gewesenen Kräfte von grosser Wichtigkeit. Denn die Hauptformen der Erdoberfläche sind die ersten Wegweiser, welche auf die Bedingungen ihrer Bildungsverhältnisse hindeuten, sie sind die Grundlage und der Gegenstand unserer geologischen Forschungen, und wir halten es daher für zweckdienlich, den geognostischen Erläuterungen unserer Karte eine orographische Skizze voranzusenden.

Die Gebirgszüge Europa's begründen seine Gestalt, welche vorzüglich durch die Richtung seines grössten Gebirgszuges, der Alpen, bedingt wird. Die grosse Masse des Landes bildet ein

zusammenhängendes Ganzes, dessen Hauptrichtung der Streichungslinie der Alpen folgt, und an welchem die übrigen Theile gleich vorspringenden Halbinseln und Vorgebirgen, oder als vom Meere angeschwemmte Bänke an der Seeküste erscheinen. So hängt die Gestalt Italiens von der Richtung der Appeninen, und von ihrer Gablung im südlichen Theile derselben ab. Die scandinavische Halbinsel hat ihre Gestalt von dem Gebirgszuge, welcher Norwegen von Schweden trennt. Das Tafelland von Spanien verdankt seine Form der Streichungslinie seiner Bergketten und hängt mittelst der Pyrenäen an dem Festlande Europa's. Die Türkei und Griechenland haben ihre Form vom Hämus (und von den Gebirgsketten erhalten, welche aus Macedonien nach Morea ziehen. Von dieser Vertheilung der Gebirge hängt auch die Beschaffenheit der Küsten ab. Wo die Bergketten und ihre Ausläufer unmittelbar in das Meer abfallen, da sind die Küsten steil, wie an der Südseite Spaniens, im Golf von Genua; während die Ebenen des Nordens, welche vom Meere gespült werden, oft weit von der Küste Untiefen bilden.

§. 8. Europa, zwischen dem 8 und 83^o östlicher Länge, dem 36 und 71^o nördlicher Breite gelegen, ist an seiner Ostseite mit dem Festlande Asiens innig verwachsen, wo der von Süd nach Nord laufende uralische Gebirgszug die Ebenen des europäischen Russlands von den Steppen Sibiriens scheidet; und von hier nach West reicht es, als eine grosse Halbinsel des asiatischen Continents, in den Ocean hinaus. Das arktische Eismeer, der atlantische Ocean, das mittelländische und schwarze Meer bilden von den drei anderen Seiten die natürlichen Begrenzungen dieses Welttheiles, und dringen in mannigfaltigen Meerbusen und Buchten in die zerspaltenen Umrise desselben ein.

Die tiefsten Punkte der grossen nordischen Ebene sind von den Fluthen des deutschen und baltischen Meeres eingenommen, welche die brittischen Inseln vom europäischen Festlande, Dänemark von Schweden und Norwegen trennen. Die Meerestiefe ist hier so gering, dass man, wenn sich der Wasserstand um 300 Fuss vermindern würde, trockenen Fusses von der Küste Pommerns nach Finnland oder Schweden gelangen könnte.

Die noch seichtere, durch eine Menge von Sandbänken charakterisirte, Nordsee ist nur ein Meerbusen, welcher gegen den Kanal zu immer an Tiefe abnimmt, und bei Calais, wo er

mit dem atlantischen Ocean zusammenhängt, nur 26 Faden tief ist. Auch das biskaische Meer hat eine geringe Tiefe, die erst zwischen dem Cap Ortegal in Spanien und Cap Clear auf Irland 100 Faden erreicht.

Das Mittelmeer im Süden der hohen und steil abfallenden Gebirge Spaniens und des Alpensystems hat eine viel grössere Tiefe und soll südlich der Sierra Nevada 980 Faden erreichen. Der östliche Theil ist von dem westlichen durch die Seebrücke (Skerki) zwischen Sicilien und Tunis, die in einer Tiefe von 7 bis 90 Faden wechselt, geschieden.

Nachdem wir die Begrenzungen unseres Welttheiles oberflächlich betrachtet, gehen wir zur Beschreibung der Höhen und Tiefen des aus den Fluthen allmählig erhobenen Landes über.

§. 9. Die iberische Halbinsel ist von vier parallelen Gebirgsketten durchzogen, wovon die südlichste, zwischen der Meeresküste und dem Quadaquivir (Sierra ronda und Sierra nevada), die grösste Höhe, 11100', erreicht, und mit ewigem Schnee bedeckt ist.

In gleicher Richtung erheben sich von W. S. W. nach O. N. O. die Marianischen Gebirge zwischen dem Quadaquivir und Quadiana, der Zug der Berge von Toledo bis an das Cap Vincente in Portugal zwischen dem Quadiana und Tajo, die castilischen Gebirge zwischen dem Tajo und Duero, über die Hochebenen von Granada und von Alt- und Neu-Castilien, und verlieren wegen der hohen Lage dieser letzteren (2000' und 2500') den Charakter des Hochgebirges. Nach Ost fallen diese Gebirgszüge gegen die Küste ab, und setzen in den Balearen im Mittelmeere fort.

Ziemlich gleiche Richtung beobachtet im Allgemeinen das grosse Alpensystem, zu welchem die Appeninen, welche die Gestalt Italiens begründen, die eigentlichen Alpen vom Col di Tenda bis zum Tschardagh, als die höchsten Gebirge des Welttheils, und die Gebirge Griechenlands und der Türkei (Tschardagh, Balkan, Pindus, Parnass, Helicon, Taygetes) gehören. Dieses grosse System endiget am schwarzen Meere mit dem Cap Emineh, und setzt auf der Halbinsel Krimm und im Caucasus fort.

§. 10. An der Nordküste Spaniens senken sich die cantabrischen und asturischen Gebirge in's Meer, und schliessen sich an die Pyrenäen an, welche das Thal des Ebro von der grossen Südebene Frankreichs und den Haiden von Landes trennen, und im Montperdu

eine Höhe von 10578', in der Maladetta von 10020' erreichen. — Zwischen den Flüssen Garonne, Loire und Rhone erhebt sich ein ausgebreitetes Gebirgsganzes, von den Pyrenäen nur durch den Kanal von Languedoc geschieden. Es fällt nach Nord im Wald von Orleans sanft gegen das Becken von Paris ab, schliesst sich gegen Nordost an die Vogesen und an das Schiefergebirge der Ardennen an, und umgibt mit diesen die Küstenterassen des nördlichen Frankreichs. Jenseits des Rheines ziehen der Schwarzwald, Odenwald und Spessart, mit den Vogesen parallel, an diese lehnt sich der Jura und in seiner Richtung vom S. W. nach N. O. streichen das Fichtel- und Erzgebirge, so wie das mährische Gebirge. Das Schiefergebirge der Ardennen setzt in Westphalen und Hessen über den Rhein und bildet ein erhabenes von Flüssen tief eingeschnittenes, von Vulkanen durchbrochenes Plateau. Die grösste Masse der Gebirge des mittleren Deutschlands zieht sich jedoch von N. W. nach S. O. Dieser Richtung folgen der Teutoburgerwald und die Weserketten, der Harz, der Thüringerwald, der Böhmerwald, das Riesengebirge, die Sudeten. An die letzteren reihen sich die Karpathen an, welche Ungarn in Nord und Ost begränzen und Siebenbürgen ringsum einschliessen. Sie fallen gegen NO gegen das Thal des Dniesters ab, an dessen linkem Ufer sich die Hochsteppe Podoliens erhebt, und bis an das azowische Meer fortsetzt.

Alle diese Gebirge bilden im Ganzen ein wenig erhabenes Plateau, über welchem nur einzelne Gebirgsgipfel einige Höhe erreichen, in der Riesenkoppe im Riesengebirge 4956', in der Lomnitzer Spitze in den Karpaten 8200'.

§. 11. Die Gebirge des nordöstlichen Spaniens, Cabadonga, Pennamarella, Delstredo, und die Berge der Vendée, der Bretagne und des Cotentin scheinen miteinander, und mit der gebirgigen Gegend Englands, welche die Westseite dieser Insel einnimmt, im Zusammenhange zu stehen.

Der Bretagne und Normandie gegenüber ziehen in England die Gebirge von Cornwall, die Berge von Wales mit dem Snowdon 3456', die Malvern hills in Worcestershire, das Peak und Lüneforest-Gebirge, welches sich den Gebirgszügen Schottlands anschliesst. Nach Ost fallen die Gebirge des südlichen Englands sanft gegen das Bassin von London ab, welches mit dem von Paris geologisch zusammenhängt. Die Cheviots-Gebirge an der

Gränze von England, die Grampians in Mittel-Schottland mit dem Ben-Nevis (4092') und das romantische Hochland im Norden die-
 r Halbinsel bilden drei Gebirgs-Regionen, die durch parallele
 Längenthäler der Flüsse Clyde und Forth, dann des caledoni-
 schen Kanals von einander getrennt sind. In der Richtung dieser
 Gebirgszüge liegen die Hebriden, die Orcaden, die Shetlands-
 Inseln, so wie der grösste Theil von Irland, welches hauptsäch-
 lich eine wellenförmige Ebene, und nur an den Küsten gebirgig
 ist. Die Longfield-Berge in der Provinz Ulster steigen im Slieve-
 Donard auf 2800', und im Nordosten umschliesst der merkwür-
 dige Riesendamm, aus senkrechten Basaltsäulen bestehend, einen
 grossen Theil der Seegegend.

Die Gebirge Schottlands scheinen in Norwegen in dem gleich-
 laufenden Zuge von Dovrefield fortzusetzen, einem rauhen, wü-
 sten mit Schneefeldern bedeckten Gebirge von einer mittleren
 Höhe von 4500', über welche der Sneehättan auf 7714' ansteigt,
 und ein majestätisches Amphitheater, von steilen Felsenwänden
 eingeschlossen, darstellt. Von diesem Zuge nach Süden läuft die
 gletscherreiche Longfield-Kette mit dem Skagtöls-Tind (7877' H.)
 bis an das Vorgebirge Lindenäs. In den Iustedals-Bräen, einem
 Theile dieser Kette, breiten sich die grössten Gletscher Europa's
 über eine Fläche von ungefähr zwanzig Quadratmeilen aus. Ge-
 gen Ost verflachen sich diese Gebirge sanft in das Thal von Gotha-
 land, während sie gegen West steil abfallen. Nördlich vom Dov-
 refield ziehen zwischen Norwegen und Schweden die Kiölen bis
 zum Tana-Elf in Lappland, und erreichen im Sutitelma in der
 Lulea Lappmark ihre grösste Höhe (5796'). Hier schliesst das
 Gebirge die zwei merkwürdigen Seen Virithjaur und Vastinjaur
 ein, und trägt grosse Eisfelder und Gletscher. Das Nordkap ist
 im Norden ihre äusserste Spitze. Schwedens östlicher Theil, so
 wie Finnland, bilden ein grosses zerrissenes Felsenplateau voll
 unzähliger Seen, an den Küsten durch eine Menge Inseln und
 Klippen geschützt. Ueber das finnische Felsenplateau erheben sich
 die Berge von Olonetz und das Manselka-Gebirge, welche sich
 gegen das Plateau des Onega in Russland hin ziehen.

Das uralische Gebirge begränzt die grosse europäische Ebene
 im Osten, und zieht sich vom nördlichen Eismeere bis an den
 Uralfluss und die kirgisischen Steppen 300 Meilen lang. Aus-
 läufer davon sind der Obtschey-Sirt, das Sockgebirge, dann das

Wolgagebirge und die Irgenhügel, welche sich gegen die kaukasische Ebene hin verflachen.

§. 12. Wenn wir die nun genannten Gebirge Europa's aus einem allgemeinen Gesichtspunkte betrachten, so erkennen wir drei ungeheure Gebirgsganze, welche sich von West nach Ost erstrecken und zwei Bassins oder Längenthäler, von gleicher Längenrichtung, einschliessen.

Der uralische Gebirgszug, die Gebirge von Finnland und Scandinavien, jene von Schottland und an der Westküste England's, die Gebirge der Nordwestküste von Frankreich und Spanien umschliessen im Halbkreise ein ungeheures Seebecken, dessen südliche Uferländer von den Plateaux des südlichen Frankreichs und des mittleren Deutschlands, von den Karpathen und der Hochsteppe des südlichen Russlands gebildet werden. Gegen West zieht sich dieses Gebirgsganze mittelst der Pyrenäen und der cantabrischen Bergketten nach Gallizien, gegen Nordost verbindet sich die Hochsteppe Russlands mittelst der Irgeni- und Wolgahügel mit dem Ural, um das Bassin ringsum zu schliessen, in welchem die Ebene der Garonne nur durch das Plateau de Gâtine von der ungeheuren nordischen Fläche getrennt wird.

Im Süden dieses zweiten Höhenzuges sind es das kastilische Tafelland und die Thäler der Rhone und der Donau, die nogaische Steppe, die kaukasische Ebene, und das kaspische Tiefland, welche eine Menge Seebecken bilden, und gegen Süden von dem mächtigen Alpensysteme, das einerseits in den südlichen Parallellketten der iberischen Halbinsel, anderseits im Kaukasus seine Verlängerung findet, geschlossen werden, und auf diese Art wiederholt sich uns im Grossen die Erscheinung von Gebirg und Thal in den Formen der Hoch- und Flachländer.

§. 13. Auf unserer grossen nordischen Ebene wechseln Sand- und Sumpfflächen mit fruchtbaren angebauten Strecken ab. Doch ist dieselbe keineswegs ganz flach, sondern niedrige, wellige Hügelzüge bringen einige Abwechslung in die Einförmigkeit, und von der Mitte der Ebene hat man sowohl gegen Süden als gegen Norden bergan zu steigen, bis man zu den Küsten der begränzenden Meere gelangt. Während Kasan nur 100', das Niveau der Wolga bei Kasan aber nur 24' über der Meeresfläche erhaben ist, steigt das Land gegen Nord und Nordost so

an, dass wir uns in Perm 538', in Nischnei-Nowgorod, wo sich die Oca und Wolga vereinigen, 180', in Moskau 388', in Twer 360', in Waldai 810', und auf der Popowagora, dem höchsten Punkte der Waldai-Hügel 877' über der Meeresfläche befinden. Von hier bis zu dem finnischen Meerbusen fällt das Land wieder ab, denn Gross-Nowgorod hat eine Meereshöhe von 300', das Dorf Pulkawa aber nur mehr von 46 Fuss. Die Erhebung der südbaltischen Seenplatte in Liefland, zwischen Dorpat und Jakobsstadt beträgt im Mittel 1020 Fuss. Zwischen dem Düna und Niemen erhebt sich das Plateau um Pokevi auf circa 340'; die mittlere Erhebung des Seendammes von Ostpreussen steigt auf etwa 420'. Die Weichsel trennt diesen Höhenzug von der Fortsetzung des südbaltischen Erdwalles in Pommern und Pommerellen, indem sie die Niederungen von Warschau und Thorn durchströmt. Von hier nach West erhebt sich prallig und steil der östliche Abfall von Hinterpommern, dessen Plateau bei Schönberg auf 1008' ansteigt, und sich gegen die Oder zu wieder senkt. Am linken Ufer der Oder hat das Plateau der Uckermark eine mittlere Erhabenheit von 300'.

Ausser diesem Gürtel von Erhöhungen an der Küste des baltischen Meeres ist die lange Hügelreihe, welche von dem Sandomirer-Gebirge durch den südwestlichen Theil von Polen, durch Niederschlesien, in den Trebnitzerbergen (960' hoch), durch die Lausitz, im Fläming (690' hoch) an die Elbe zieht, und jenseits des Stromes sich in der Lüneburger Haide verlängert, ein merkwürdiger Zug im Oberflächen-Charakter des norddeutschen Flachlandes, dessen mittlere Erhabenheit circa 200' beträgt, das aber gegen den Herzynischen Gebirgszug, in welchem das alte Meer bei Münster, Braunschweig, Leipzig, Breslau, tiefe Einbuchten gebildet hat, allmählig ansteigt. Denn während die Ems bei Rheine 89' hoch liegt, steigt die Fläche bis Paderborn gegen 400' hoch an.

Braunschweig hat eine Erhabenheit von	221'
Leipzig von	400'
Breslau von	388'

Diese Ebene erstreckt sich durch die Niederlande in das nördliche Frankreich, wo Paris mitten in dem gegen die Nordküste terrassenförmig abfallenden Kreide-Bassin 126', und London in dem gegenüber liegenden Becken des südöstlichen England's nur 40' über der Meeresfläche liegt.

§. 14. Ein bedeutend höheres Niveau hat das Becken oder vielmehr das Längenthal, welches sich zwischen dem mittleren Gebirgszuge Europa's und dem Alpensysteme ausdehnt, besonders gegen Westen.

Das schweizerisch - baierische Becken, in München 1500' hoch, umschliesst einen bedeutenden Theil von Savoyen, die Ebene von Genf, die Gegenden von Annecy, Aix, Chambéry, und steht durch einen engen, von steilen Jurabergen gebildeten Kanal mit dem Rhonekessel in Verbindung. Auf der anderen Seite fing das grosse Meer, welches die Bassins erfüllte, im Salzburgischen zwischen den norischen Alpen und den Vorgebirgen des Böhmer- und baierischen Waldes an, es bedeckte die schmalen Becken von Oberösterreich, und stand unter der Enns durch enge Kanäle mit dem See von St. Pölten, dem Becken von Wien, dem Becken von Grätz und Raab, der grossen Ebene von Ungarn, den Flächen der Wallachei in Verbindung.

Dieses grosse Meer mag Anfangs mit dem Ocean und dem mittelländischen Meere in Verbindung gestanden haben, wurde aber nach und nach mehr oder minder scharf in die genannten Becken geschieden, mit welchen auch das Rheinthal durch den Kanal zwischen Schaffhausen und Basel verkettet war, und auf gleiche Art stehen alle diese Becken durch Engpässe mit einander im Zusammenhange, durch welche die Wasser nach und nach ihren Ablauf genommen haben. Nur der böhmische See scheint in keiner Verbindung mit diesen Becken gewesen zu seyn, und seine Wasser haben nach Graf Sternberg eine Höhe von 1200' über dem jetzigen Meeresspiegel erreicht. Der Ablauf fand nach Spaltung des Mittelgebirges und des Königsteiner Sandsteines Statt. Solche Durchbrüche der Fluthen gewahren wir an der Rhone am Fort de l'Ecluse und am Donaustrom zwischen Passau und Efferding, bei Yps und Mautern, bei Wien zwischen dem Kahlen- und Bisamberge, unweit Pressburg zwischen den Bergen von Theben und Hainburg, bei Waitzen in der Gebirgsgruppe von Dreghely, bei Belgrad im eisernen Thor. Daher nimmt auch das Niveau aller dieser Becken von West nach Ost ab; denn während die schweizerisch - baierische Hochfläche ein Niveau von circa 1500' beobachtet, ist der Spiegel der Donau

bei Passau 922'

„ Linz 787'

bei St. Pölten	650'
» Wien	420'
» Raab	351'
» Pesth	309'
» Zambor	241' über das Meer erhaben.

Das schwarze Meer aber stand unzweifelhaft einst mit dem kaspischen Meere und mit dem Aralsee in Verbindung, und erstreckte sich bis an die Hochsteppe, deren wahrscheinlicher alter Uferrand auf der Karte durch eine blaue Linie bezeichnet ist. Im Süden des podolischen Granit-Plateau, welches sich, von jüngeren (tertiären) Bildungen bedeckt, bis an die Irgeni-Hügel hinzieht, senken sich die nogaische Steppe und die kaukasische Ebene hinab, welche jenes wenig erhabene Plateau vom taurischen und kaukasischen Gebirge trennen, und die Strasse bezeichnen, welche den Zusammenhang des schwarzen Meeres mit dem kaspischen bildete. Zwischen dem Kaukasus und Ural aber senkt sich das Land im Osten der Wolga und der Irgeni-Hügel 300 Fuss unter den Spiegel des schwarzen Meeres, und bildet die merkwürdige salzreiche kaspische Tiefebene, das tiefste Land der Erde.

Geognostische Verhältnisse.

I. Vulkanische Felsarten.

Linie der thätigen Vulkane.

§. 15. Die Region der alten Welt, in welcher die Erdoberfläche seit undenklichen Zeiten durch Erdbeben erschüttert wurde, und an gewissen Punkten Eruptionen erlitt, dehnt sich von Ost nach West, vom kaspischen Meere bis zu den Azoren, in einer Distanz von circa 1000 Meilen aus. Der Kaukasus, das schwarze Meer, die Gebirge Thraciens, Siebenbürgens, Ungarns, die Alpen, Cevennen, Pyrenäen sind ihre nördlichen Gränzen. Ihre weitere Ausdehnung ist uns zu wenig bekannt. An der Westküste des kaspischen Meeres strömt das Feuerfeld in der Gegend von Baku unaufhörlich brennendes Gas aus; Naphta- und Erdölquellen, so wie Schlammvulkane sind dort häufig. In der Kette des Elborus befindet sich ein hoher Berg, der Demavend, welcher zuweilen Rauch ausstösst. An seinem Fusse sieht man viele kleine Krater. Im azow'schen Meere entstand im Jahre

1814 durch vulkanische Eruptionen eine neue Insel. Die Küsten des Bosphorus und des Meeres von Marmora, sowohl an der europäischen, als asiatischen Seite bestehen aus vulkanischen, (basaltischen) Felsarten, und nach alten Sagen sind die Gewässer des schwarzen Meeres hier zum Durchbruche in das ägäische Meer gezwungen worden. Im griechischen Archipel ist Santorin der Mittelpunkt der vulkanischen Wirksamkeit. In dem inneren Halbkreise dieser halbmondförmigen Insel entstand 197 v. Ch. eine neue Insel, Hiera, und 18 v. Ch. erhob sich nicht weit davon die Insel Thia, welche durch nachfolgende Ausbrüche mit Hiera verbunden wurde. Im Jahre 1573 erhob sich Mikra-Kameni, ein vulkanischer Kegelberg mit einem Krater. — Die Insel Melo hat einen brennenden Vulkan. Zu Methone in Messenien, an der Südwestspitze Moreas wurde nach Strabo ein vulkanisches Gebirge im Jahre 300 v. Ch. emporgehoben, und ganz Griechenland und die jonischen Inseln waren beständigen Erdbeben unterworfen.

In Siebenbürgen haben wir in Trachit den Kratersee von St. Anna und die Solfatara des Búdöshegy, aus welcher sich fortwährend Wasserdämpfe mit Schwefelwasserstoffgas entwickeln. In Italien sind die phlegräischen Felder mit dem Vesuv, die Insel Ischia, die liparischen Felder und der Aetna auf Sicilien bekannte Vulkane. Im Jahre 1831 brach zwischen dem Cabo-bon in Afrika und Sciacca auf Sicilien die Insel Julia aus den Fluthen des Mittelmeeres empor *).

Die vulkanischen Gesteine des Noto-Thales auf Sicilien sind Produkte untermeerischer Ausbrüche; Lava, ausgeworfener Sand und Schlacken sind mit den obersten tertiären Schichten vermengt. Gänge von Lava, Basalt, Wacke und vulkanischem Tuff durchschneiden den tertiären Kalkstein.

Am südlichen Fusse des Aetna bestehen die unteren Schichten aus Thon und Sand, mit Gyps-Kristallen, und mit Muschelversteinerungen von Species, welche gegenwärtig im Mittelmeere leben. Vulkanische Conglomerate und säulenförmiger Basalt sind diesen Schichten aufgelagert. Der grosse Kegel des Aetna hat eine sehr reguläre Gestalt und besteht aus einer Reihe mantelförmig übereinander gelegter Schalen, deren Regelmässigkeit

*) Notes sur l'isle Julia par C. Prevost in den Mémoires de la société géologique de France. Tome II., I. partie.

nur durch die Seiten-Vulkane, und die Lava-Ströme, welche sich in die Seiten-Thäler ergossen haben, unterbrochen wird. Von gleicher Entstehung während der neuesten tertiären Periode sind der Vesuv und der Monte Somma. Gesteingänge von Lava mit Augitbasis und eben solchen Kristallen durchsetzen die geneigten Lavaschichten vom Gipfel bis zum Fusse, sind bis an 12' mächtig, und ragen als weniger zerstörbar über die Felswand hervor.

Der Tuff um Neapel und auf Ischia enthält Meeresmuscheln von lebenden Species. Die vulkanischen Tuffe von Rom wechseln mit tertiären Meeresstraten. Die Ausbrüche sind aus grauem Sandsteine (Macigno) erfolgt, und zwar in der neuesten Tertiärperiode.

In dieser Linie liegen auch die Vulkane Sardinens, sie ruhen auf einer tertiären Formation, welche man als den Subapenninenschichten entsprechend ansieht; doch gehören sie nicht zu den thätigen Vulkanen, eben so wenig als die Basalthügel der Euganeen am südlichen Fusse der Alpen bei Vicenza, Verona, Padua, welche den Grünsand mit empor gerissen haben, und in der neuesten tertiären Periode entstanden sind.

In Catalonien zieht sich eine vulkanische Gegend von Amer am Ter über St. Pau und Olot bis Castell Folit. Aus wenigstens 14 Kegeln mit Kratern ist Schlacke und Lava hervorgekommen. Das Flussbeet der Fluvia ist harter Basalt, und 2 Lavaströme sieht man deutlich übereinander liegen.

Die meisten catalonischen Vulkane verhalten sich ganz so, wie jene auf Neapel und Sicilien. Der grösste Krater des ganzen Districtes befindet sich östlich von Olot, und heisst Santa Margaritha. Die Vulkane sind aus Thonschiefer und Grauwacke hervorgebrochen, und die Lavaströme haben in den engen Schluchten eine beträchtliche Tiefe. Im Jahre 1421 wurde Olot durch ein Erdbeben zerstört, ob aber gleichzeitig ein vulkanischer Ausbruch statt gefunden, ist zweifelhaft. In die erwähnte Linie vulkanischer Ausbrüche und Erdbeben gehört noch die basaltische Gegend von Lissabon und das Vorgebirge San Vincente.

Der Boden der Insel Island ist gänzlich vulkanischer Natur. Man zählt auf ihr 29 active Vulkane, und die vulkanischen Phänomene beobachten eine Richtung von S. W. nach N. O. vom Cap Reykiannas bis zum Vulkane Krabla, gleichlaufend mit der

gegenüber stehenden Küste von Grönland. Seit dem neunten Jahrhunderte besitzen wir Nachrichten von Eruptionen und Erdbeben, welche oft grosse Veränderungen an der Oberfläche hervorgebracht haben, indem Berge und Hügel einstürzten, andere sich erhoben, Flüsse ihren Lauf veränderten, und an der Küste neue Inseln entstanden. Im Jahre 1183 wurde die Insel Nyce emporgehoben; und in demselben Jahre erfolgte der fürchterliche Ausbruch des Skaptaar Jökul, bei welchem sich zwei Lavaströme ergossen, wovon der eine 9, der andere 11 geographische Meilen lang war, und beide eine Mächtigkeit von mehr als hundert Fuss erreichten.

Erlöschene Vulkane.

§. 16. Vom südlichen Frankreich angefangen durchziehen erlöschene Vulkane aus Basalten, Trachiten, Dioriten, vulkanischen Breccien und Tuff, glasigen und pechsteinartiger Massen bestehend, die ganze Gegend des rheinischen Schieferplateau, reichen von da an den Thüringer Wald, ziehen im Bassin von Böhmen von Karlsbad bis an das Riesengebirge, und erheben sich am südlichen Fusse der West-Karpathen, und am westlichen Fusse der Ostkarpathen. Grösstentheils haben sie sekundäre Gebirgsarten durchbrochen und emporgehoben.

Im mittleren Frankreich fand offenbar eine lange Reihe vulkanischer Ausbrüche statt, welche mit der ältesten Epoche der Molassebildungen begannen, und mit der mittleren endigten. In den Thälern der Allier und Loire wechsellagern vulkanischer Tuff mit Süsswasserschichten. Der Mont d'or, die Kegel des Velay, der Plomb du Cantal brechen aus Sumpfablagerungen hervor, und sind neuerer Entstehung, ganz ähnlich jenen, die man auf den phlegräischen Feldern und an den Abhängen des Aetna verbreitet findet. Die Laven können oft von dem Krater bis zu dem nächsten Thale verfolgt werden, wo sie das Flussbeet ausfüllen. — Der Puy de Dome steigt vom Granit-Plateau bis auf 900' hoch an, und besteht aus Trachit; ein Lavastrom kömmt an seinem westlichen Fusse herab, und füllt das Flussbeet des Sioule-Thales aus.

In der Kette von Forez und Tarare kommen quarzreiche Porphyre vor, welche den Granit gangartig durchsetzen, und der Granit selbst bildet mannigfache Uebergänge in rothen Feldspath-

Porphyr. Im Thale der Loire bei Roanne nähern sich die beiderseitigen Porphyrfelsen so, dass sie nur eine enge vom Strome durchbrochene Schlucht bilden. Aehnliche quarzreiche Porphyre stehen in der Granit-Kette von Autun an. Auf den Porphyrgängen im Granit brechen Uranerze ein. Bei Aubrun (Haute-Vienne) bildet Serpentin untergeordnete Lager im Gneiss, so auch bei Argentale unweit Cahus und an anderen Orten. Mit der Steinkohlenbildung von Figéac steht Thonporphyr in Verbindung, der sich bis Flagnac und St. Michel d'Aubin ausbreitet. Er ist in die Lager der Kohlenformation eingeschoben, und wo er die oberen Schichten bildet, vom bunten Sandsteine bedeckt.

Boblaye erwähnt rother Porphyre in der Rade de Breste, und bei Chateaulin in der Aulne (Finisterre), dann am Mont Menèbret, und zwischen Lanniot und Pampol (Cotes du Nord *).

In den Gebirgen zwischen Granada und Jaen in Spanien fand Hausmann Diorit in der Nachbarschaft des bunten Sandsteines. In den Thälern der Pyrenäen tritt häufig Augitfels auf, welchen Charpentier unter dem Namen Lherzolit beschreibt. Porphyrtiges Gestein soll am Vorgebirge Gatae, und bei Avila an der Nordseite von Guadaramma erscheinen.

§. 17. Auf den brittischen Inseln ist der Thonschiefer der Oerinian-Kette häufig von dioritischen Trappmassen durchbrochen, und das Cap Lizart ist aus Serpentin mit Diallage gebildet. Aehnliche Lager und mächtige Stöcke von Diorit und Hornblendgestein sind den Schiefergebirgen von Wales und Cumberland untergeordnet. Mächtige Basaltgänge durchsetzen das Kohlengebirge, den bunten Sandstein und die Ooliten von Teasdeal bis Robin Hoodsbay, so wie den Bergkalk von Durham, besonders nach oben, wo er vom bunten Sandsteine bedeckt ist. An der Ostküste nördwärts von der Tyne-Mündnung, kommen häufig Trappgesteine in der Kohlenformation, und dem darunter liegenden Grauwacken-Kalksteine vor, und eine mächtige Diorit-Masse ist in Northumberland zwischen dem Tiviot und Coquet-River zwischen Schiefer und Grauwacken-Kalkstein heraufgebrochen.

Die Trapp- und Feldspathgesteine treten in Schottland in Verbindung mit dem Old red Sandstone theils in eingeschobenen Lagern,

*) Essai sur la configuration et la constitution géologique de la Bretagne par Bouillon Boblaye. (Mémoires du Museum d'histoire naturelle. t. 15.)

theils in grossen Massen auf, in den Cheviot-Hügeln und am Ausflusse des Clyde. Es sind theils dichte Feldspathgesteine, theils Diorite und Mandelsteine mit wackentartiger Grundmasse. Basaltische Massen finden sich an der Westküste, wo sie einen Theil der Hebriden und die Hauptmasse der Inseln Sky, Muk, Mull, dann die Küsten von Ardnamurchan und Morvern constituiren. Der Glimmerschiefer ist am Ben-Nevis und östlich von Kingshouse, dann in den Cruchan-Gebirgen von rothem Porphy durchsetzt. Eine mächtige Basaltmasse nimmt die Grafschaft Antrim auf Irland ein, und senkt sich an der Ostküste mit senkrechtstehenden Säulen, welche auf Kreidefelsen ruhen, ins Meer.

§. 18. In der Umgegend von Christiania umgibt die Formation des Thonschiefers und der Grauwaacke eine mächtige Bildung von Graniten und Porphyren, welche sich von Nord nach Süd vom Mjösen-See und Rand-Fjorden bis zum Christiania-Fjord und Frier-Fjord erstreckt.

Keilhau führt drei Porphyrdistrikte an, den von Holmestrand an der Westseite des Christiania-Fjord, den von Drammen im Norden dieser Stadt, und den des Kragstoven, welcher die Bergstrecke zwischen Christiania und dem Tyrifjord ausmacht *).

Die Trapphügel von Westgothland erheben sich am Wennersee über die tertiäre Sandfläche. Der Abhang ist schon mit Grünsteinblöcken bedeckt; der Grünstein des Olleberges ist sehr ähnlich mit jenem der norddeutschen Trappberge, und bildet so sehr Uebergänge in Basalt, dass er von diesem nicht mehr zu unterscheiden ist. Thonschiefer, Orthoeratiten-Kalk und Grauwaacke sind von den Trappbergen aufgerichtet und durchbrochen. Im Elfdal erheben sich die Kegelberge der Porphyformation gleich denen bei Christiania und Drammen; auch hier steht dieselbe mit der Grauwaackenbildung in Verbindung, welche sich bis an die Kiölen hinzieht. Hornsteinporphyr, Feldspathporphyr, Porphybreccien, dann auch granitische und syenitische Gesteine wechseln mit körnigem Quarzfels (Fiällsandstein), und mit Kieselschiefer. Am Blydberg wird der Porphyr in einem ungeheuren Steinbruche ausgebeutet; er ist daselbst in regelmässige Bänke von 1' Mächtigkeit gesondert, welche wieder von Querabsonderungen durchsetzt sind **).

*) Keilhau, *Gaea Norvegica*, Christiania 1818. Erstes Heft.

**) Hausmann's Reise durch Scandinavien. Fünfter Band.

§. 19. In der Gegend des Niederrheins und der Eifel hat eine lange Reihe von vulkanischen Ausbrüchen Statt gehabt; das Grundgebirge ist Grauwacke und Thonschiefer. Die Vulkane sind zuweilen auf dem Boden eines tiefen Thales, zuweilen auf dem Gipfel eines hohen Berges hervorgebrochen. Wälle von Sandstein und Schiefer, durch die Eruption aufgerichtet, und mit Schlacken bedeckt, umgeben die mit Wasser gefüllten Krater (Maare), deren man gegen 30 zählt. Lavaströme theils basaltischer Natur, theils aus Trachit und Bimsstein bestehend, lassen sich nachweisen. Ein tuffartiges Alluvium, Trass, mit vielen Bimssteinstücken, bedeckt weite Strecken, und füllt tiefe Thäler aus. Diese Vulkane scheinen jünger zu seyn, als die dort vorkommende Braunkohlenformation, und daher der jüngsten Tertiärbildung anzugehören.

Diessseits des Rheines, bei Bonn, erhebt sich das Siebengebirge ohne Krater, theils aus Trachit, theils aus Basalt bestehend, und von vulkanischen Conglomeraten und Braunkohlensandstein überlagert. Südwestlich davon steigen die Diorit- und Basaltmassen des Westerwaldes über das Schieferplateau empor. Noch weiter östlich durchbricht die basaltische Hauptmasse des Vogelgebirges zwischen Homburg und Schlüchtern den bunten Sandstein, und weit herum erheben sich bis gegen Frankfurt und Hanau hin kleinere isolirte, vulkanische Kegel. Der Sandstein ist häufig zu bedeutenden Bergen emporgehoben, welche auf ihrem Gipfel Basaltkuppen tragen, und an ihrem Fusse liegt Trass und vulkanischer Tuff. Oestlich von Fulda zieht die phonolitische Rhöne von Süd nach Nord. Der bunte Sandstein, der Muschelkalk und die Braunkohlenformation sind hier von der basaltischen Masse gehoben, welche übergeflossen ist, und sich über den neptunischen Bildungen ausgebreitet hat. Die Hauptmasse an den Quellen der Ulster ist von vielen einzelnen vulkanischen Kegeln umgeben, wovon die Geba bei Meiningen, die Gleichen bei Römheld, und weiter nördlich die Homburger Berge die wichtigsten sind.

Der Meissner bei Allendorf im Hessischen besteht am Fusse aus buntem Sandstein, von Ligniten-Sandstein überlagert. Weiter aufwärts aber zeigt sich ein langgezogener Basaltrücken, von dem vulkanischen Hirschberge, der Stoffelskuppe, der Pflasterkaute umgeben. Ein langgedehnter basaltischer Kamm auf Braun-

kohlen und Muschelkalkstein bildet den Karlsberg bei Kassel, welcher mit einer Menge isolirter Basaltkuppen bei Felsberg, Arolsen, Hofgeismar, Göttingen, die von vulkanischen Conglomeraten und Tuffen bedeckt sind, den Habichtswald ausmacht.

Südlich von dieser vulkanischen Linie zeigt sich die Basaltformation im Kaiserstuhl bei Freiburg im Rheinthale; man glaubt Spuren eines Kraters daselbst entdeckt zu haben.

Aehnliche Trappmassen befinden sich im Högau am Bodensee, wo sich der Hohentwiel, aus Klingsteinporphyr mit kleinen Natrolitadern bestehend, 2111' hoch erhebt.

Das pfälzisch-zweibrückische Steinkohlengebirge ist von mächtigen Porphyrmassen begleitet. Der schwarze Porphyr geht in der Tiefe in Wacke über, anderseits bildet er Uebergänge in Diorit, Basalt, Pechstein, selbst in jaspisartigen Kieselschiefer. Gegen Süden und in den oberen Gliedern der Kohlenformation erscheint rother Porphyr (Thon- und Hornsteinporphyr), vom bunten Sandstein der Hardt bedeckt. Aehnlicher schwarzer Porphyr, der in Diorit übergeht, erhebt sich jenseits des Rheines bei Darmstadt. Rother Porphyr durchbricht den Granit des Odenwaldes bei Mannheim, den Granit des Schwarzwaldes bei Rastadt, Triberg; von Diorit begleitet erhebt er sich im Norden der Vogesen, bei Schirmeck; und Augitporphyr durchbricht den Schiefer bei Faucigny.

Wir wenden uns nordwärts zum Harzgebirge. Hier finden wir Gabbro- (Euphotide-) Gebilde bei Neustadt, am Fusse des Brockens, auf Granit gelagert, allmählig in letzteren übergehend. Rothe Porphyre begleiten die Steinkohlenformation, und machen das herrschende Gestein in derselben aus, so bei Ilfeld, wo sie reich an Grau-Manganerzen sind. Bei Halle und Lobejün bildet rother Porphyr in Verbindung mit der Steinkohlenformation das inselartige Petersgebirge. Im Liegenden der Steinkohlen ist der Porphyr massig und dicht, nur im Hangenden kommen Conglomerate vor. Mit diesem scheint die ausgebreitete Porphyrmasse, die sich bei Grimma, Mügeln und Wurzen an den Schiefer und Weissstein anlehnt, in Verbindung zu stehen; und weiterhin durchsetzen gang- und stockartige Porphyrmassen, oft erzführend, die plutonischen Gebilde des Erzgebirges bei Tharand, Frauenstein, Altenberg, Schlaggenwald und vielen anderen Orten. Mit dem Steinkohlengebirge von Zwickau stehen dioritische (schwarze)

Porphyre in inniger Verbindung. Auf dem Schiefer des Alvensleben'schen Höhenzugs treten die Porphyre in einzelnen Kuppen von geringer Ausdehnung auf, und bilden, je nachdem in der feldspathigen Grundmasse Quarz- oder Hornblendkristalle überwiegend werden, Eurit oder Melaphyr.

Im ganzen sächsischen Gebirge, so wie in der Lausitz sind basaltische Massen zerstreut, die mehr in isolirten Kegeln, als in zusammenhängenden Gebirgen erscheinen. Solche Kegelberge findet man bei Schöneck im Voigtlande, in der Gegend von Joachimsthal und Wiesenthal; häufig tritt der Basalt auch gangartig auf, und geht in Wacke und Eisenthon über.

Eine grosse, steile, langgezogene Porphyrmassse voll klipziger Kuppen bildet den Thüringerwald, ein Gebirgskamm von unbedeutender Breite, der sich an 3000' hoch erhebt. Fast um das ganze Gebirge herum ist Granit mit emporgerissen.

Auf der Ebene des Elbbassins in Böhmen, welche mit Quadersandstein und Braunkohlenthon bedeckt ist, erhebt sich ein zehn Meilen langer Gebirgszug, das böhmische Mittelgebirge, aus basaltischen und phonolitischen Gesteinen bestehend, von Ost nach West ziehend, zu einer bedeutenden Höhe. Er setzt in isolirten Kegelbergen, einerseits in das Fichtelgebirge, anderseits in das Riesengebirge fort. Plutonische und metamorphische Bildungen sind mit emporgerissen, der Quadersandstein und der Braunkohlenthon sind von den vulkanischen Massen durchbrochen und überlagert, und mächtige Basaltgänge stehen mauerähnlich über den Sandstein empor.

Diorit kömmt häufig in den Schiefergebirgen Böhmens gangartig vor, so begleitet er die Przibrämer-Erzgänge. Im Teschner Kalkstein sieht man Lager von Diorit am Fusse des Gebirges zu Tage gehen. Bei Schweidnitz und an der Neisse erheben sich Diorit- und Euphotide-Berge in Kegelform. Am Zobtenberge, welcher hoch aus der Ebene emporragt, sind am Fusse Steinbrüche auf Serpentin angelegt; die Mitte des Kegels bis zur Spitze hinauf besteht jedoch aus festem grobkörnigen Grünsteine. An der Neisse, nördlich von Patschkau, bildet Grünstein mit Serpentin eine Hügelreihe zwischen Gneiss und granatenreichem Glimmerschiefer. Eine dritte Serpentinmasse, die Lagerstätte des seltenen Chrysoprases, begleitet von Opal, Calcedon, Amethyst, erhebt sich oberhalb Cossemütz.

Die Porphyre, welche sich zwischen Waldenburg und Landsberg in Verbindung mit der Steinkohlenformation hinziehen, zeigen sich in sehr verschiedenen Modificationen. Die Porphyrfornation setzt gegen West fort über Benneschau, Turnau, Sobotka, wo einige einzelne Kuppen über den Sandstein hervorragten. Das Liebenauer Porphyrgebirge ruht unmittelbar auf Schiefer, und ist von rothem Sandstein bedeckt.

§. 20. In dem tertiären Bassin von Grätz, da wo die merkwürdige Gabelung der Alpen statt findet, steigen bei Wildau, Gleichenberg, Kapfenstein, zwischen der Raab und Muhr Hügel aus den tertiären Ablagerungen empor, welche aus vulkanischen Breccien, basaltischer Lava, Trachitporphyr, bestehen, und die neptunischen Hügelmassen durch ihre Höhe beherrschen, und ähnliche Bildungen treten in derselben Ebene am nordwestlichen Ufer des Plattensees auf. Sie scheinen mit den vulkanischen Felsarten Ungarns in Verbindung zu stehen, welche am Fusse der Karpathen in mehreren abgesonderten Gruppen zu Tage kommen; und die, obgleich nicht von grosser Ausdehnung, doch für die physikalische Geographie von Ungarn von grosser Wichtigkeit sind, da sie sich plötzlich steil aus den grossen tertiären und Alluvial-Ebenen erheben. Sie scheinen im alten Meere Inseln gebildet zu haben, wie jetzt noch Milo und Santorin im ägäischen Meere. Sie bestehen aus trachitischen Laven, welche sich domartig erheben, und welche bei Börsöny, Schemnitz, Kremnitz, am Matra, und in der Gruppe, welche Siebenbürgen im Osten begränzt, und die Solfatara des Büdöshegy enthält, von jüngeren erzführenden Dioriten durchbrochen sind, während bei Tokay und Eperies, und in der Gruppe von Vihorlet in den Comitaten Ungh und Beregh bloss Trachite mit glasigen Gesteinen, Perlstein, Bimsstein, Pechstein auftreten.

Einige zerstreute Kegelberge von erzführenden Trachit- und Dioritmassen erheben sich zwischen der Maros und den Bihar-Gebirgen in den Gegenden von Offenbanya, Abrudbanya, Zalatna und Nagyág u. s. w.

Eine Kette von Grünstein steigt in Bergen von 4000' Höhe bei Kapnik, Nagybanya, Felsöbanya, aus der Alluvial-Ebene empor. Syenitporphyr, Feldspathporphyr wechsellagern mit den Dioriten, und metallführende Gänge durchsetzen sie.

§. 21. An der Südseite der Alpen sind aus den plutonischen

und neptunischen Gebilden stockartige Porphyrmassen empor gestiegen, vom Luganer-See bis Tyrol, und weiterhin am Terglou, bei Neumarkt und Windischfeistritz. Die schwarzen Porphyre sind augenscheinlich die späteren, welche die rothen von unten auf durchdrungen und empor gehoben haben, so wie es am Ben Newis in Schottland der Fall ist. In die Linie dieses Porphyrzuges fallen auch die Porphyre von Frejus am Mittelmeere.

An der Nordseite der Alpen treten nur bei Sonthofen Trappbildungen im Grünsande auf, mit Granit empor gehoben. Serpentin kömmt in den Alpen häufiger vor. Bei Bruck im Pinzgau, bei Gastein und Grossarl, ist er zwischen Glimmer- und Thonschiefer, in Steiermark ist er in Gneiss eingelagert, in den Ost-Alpen tritt er in gewaltigen Massen, am Hinterrhein, an Monte Rosa, und an der Südseite des Mont Cervin und des grossen Bernhard, im Thale der Dora Baltea, dann bei Turin, wo er gegen die Ebenen abfällt, auf. Bei Genua, Carrara, Florenz, Livorno durchbricht er an vielen Stellen sowohl den Grünsand als die Kreide der Apenninen. Bei Peterwardein und Karlowitz hat sich ein mächtiger Serpentinfels am rechten Donauufer aus der Molasse erhoben, und plutonische Felsarten mit herauf gerissen.

§. 22. Virlet erzählt, dass in Griechenland und auf Morea Trappgesteine von dem Alter der Kreide auftreten, welchen er den Namen Ophiolit gibt. Dahin gehören z. B. jene, welche zwischen Kastri und Damala auf Morea in gleichförmiger Lagerung mit dem Kreidekalkstein und dem Grünsande abwechseln. Sie bestehen grösstentheils aus Gabbro und Serpentin, und aus einem Mandelstein mit Kalksteinmandeln in einer Grundmasse von Serpentin *).

II. Plutonische und metamorphische Felsarten.

§. 23. Obwohl die plutonischen und metamorphischen Felsarten einer ganz verschiedenen Entstehungsart ihr Vorhandenseyn verdanken, indem der Bildung der ersteren bloss allein die Thätigkeit des Feuers zu Grunde liegt, während letztere zuerst im Wasser entstanden sind, und später erst durch plutonische Hitze ihr kristallinisches Aussehen erhalten haben, so können wir dennoch bei einer so allgemeinen Uebersicht, wie die gegenwärtige, diese beiden Bildungen nicht von einander abgesondert be-

*) Lyells elements of Geology.

handelt. Denn, wenn die unterirdische plutonische Hitze zur Entstehung von Gneiss und Glimmerschiefer, oder vielmehr zur Umwandlung neptunischer Felsarten in die letztgenannten Bildungen nothwendig war, so ist eben dadurch auch das Zusammenkommen von Granit und Syenit mit Gneiss und Glimmerschiefer bedingt. Nur die Entstehung der ersteren konnte die Bildung der letzteren bewirken, und bei beiden fand die Kristallisation durch langsame Abkühlung unter dem grossen Drucke der eingeschlossenen Dämpfe und Gasarten statt. Wir dürfen daher mit Zuversicht annehmen, dass Gneiss und Glimmerschiefer, und alle ihre Varietäten, auch wenn sie allein ohne sichtbare Begleitung von Granit und Syenit vorkommen, jederzeit von plutonischen Gebilden unterlagert seyen, und wir finden die plutonischen Felsarten, wo sie immer mit metamorphischen vorkommen, in dieselben von unten auf in Lagern und Gängen eingeschoben.

§. 24. Im nordwestlichen Theile der iberischen Halbinsel streichen die Gneiss- und Glimmerschieferschichten von Nordwest nach Südost. Der Abhang gegen Betanzos und Corunna besteht aus Granit, der auch das Gestein zwischen Sobrado und Lugo durchsetzt. Gneiss und Glimmerschiefer mit untergeordneten Lagern von Hornblendschiefer und Marmor, und von Granitmassen durchbrochen, bilden den castilischen Gebirgszug. Die Gebirge zwischen dem Tajo und Guadiana bestehen hauptsächlich aus Granit, die Sierra Nevada und Sierra ronda aus Glimmerschiefer. In der marianischen Gebirgskette treten plutonische und metamorphische Massen nur selten aus dem Schiefergebirge hervor. Die Centalkette der Pyrenäen bildet grösstentheils Granit und Glimmerschiefer, während der Gneiss daselbst fehlt. Lias und Kreide sind in den Pyrenäen durch den Granit verändert, daher dieser erst nach der Periode der Kreide entstanden seyn kann. Die Nordwestküste von Frankreich besteht in der Bretagne und in der Vendée, gleich den Gebirgen Galliziens, aus Gneiss und Glimmerschiefer, welche von Nordwest nach Südost streichen, und von Granit durchbrochen sind, der besonders an den Küsten vorherrscht.

Die plutonischen Massen setzen jenseits in Cornwall und der Ocrinian - Kette, in den Malvern hills in Worcestershire und im Schiefer von Cumberland fort. Bei Dartmoor in Devonshire durchbricht der Granit Steinkohlenschichten, welche in dessen

Nähe metamorphisch werden, daher derselbe nach der Steinkohlenperiode entstanden ist. Der Syenit der Malvern hat den Old red Sandstone verrückt und gebogen.

Das ganze mittlere und nördliche Schottland vom Ausflusse des Clyde und von Stonehaven nordwärts, besteht aus Glimmerschiefer, hie und da von Granit durchsetzt. An der Westküste aber, in den Hebriden und auf den Shetlands-Inseln ist Gneiss vorherrschend. Auf Irland treten diese Bildungen an der Südostküste auf, vom Schefergebirge umgeben.

Die ganze scandinavische Halbinsel, und ganz Finnland bis an das weisse Meer, ist ein grosses, zerrissenes, von einer Menge Seen bewässertes Plateau, aus kristallinen Felsarten bestehend. Die Seen sind jedoch hier nicht als Reste älterer Wassersammlungen, sondern nur als Flusserweiterungen zu betrachten. Gneiss ist das vorherrschende Gestein. In den Hochgebirgen von Norwegen, in den Ketten Longfeld und Dovrefeld, so wie in den Kiölen ist er häufig von Granit durchbrochen, bei Christiania und Elfdal von Porphyren. Der Granit von Christiania scheint jünger zu seyn als die Grauwackengruppe dieser Gegend, denn es dringen Granitadern in den Schiefer- und Orthoceratitenkalk ein, und diese haben die Schichten auf eine beträchtliche Erstreckung von den Berührungsflächen metamorphosirt. Derselbe Granit sendet auch Adern in die Gneissformation, welche in geneigten Schichten unter den horizontalen Bänken der Grauwacke ruht. Magneteisenstein bildet stockförmige Lagermassen im scandinavischen Gneiss; auf einer solchen werden die berühmten Gruben von Danemora geführt. Das nördlichste Eisenwerk der Welt ist zu Königswerk am Torneofluss unter dem 67 $\frac{1}{2}$ Breitengrade angelegt. Mit den Porphyren von Christiania stehen Granite in Verbindung von früherer Entstehung als jene, und bilden vier von einander gesonderte Distrikte. Der Granit geht oft vollkommen in Syenit über, und ist durch eine regelmässige Absonderung in parallele Bänke, welche wieder durch vertikale Klüfte getheilt werden, ausgezeichnet. Porphyr und Grünstein kommen in Gängen darin vor. Nördlich von Christiania an den Quellen der Aggerself enthält der Syenit grosskörnigen Feldspath von perlgrauen oder rothen Farben mit deutlichen, schwarzen Hornblendkristallen, und mit seltenen, nur zufällig eingemengten Glimmerplättchen und Quarzkörnern. Wo sich die Körner

des Feldspaths begegnen, da bilden sie Höhlungen, in welchen sich Zircone von deutlicher Kristallisation, und von allen Farbenverschiedenheiten befinden. Dieses Gestein ist unter dem Namen Zircon-Syenit berühmt. Er ist von Granit überlagert und erreicht im Wäringsskullen 1629' Höhe über das Meer *).

Die höchsten Ketten des Uralgebirges bestehen aus Glimmerschiefer, der sich im granatenreichen Taganai auf 2500' erhebt. Die Schichten stehen fast senkrecht und sind von Quarzlagern begleitet, welche weniger zerstörbar über den Glimmerschiefer hervorragen, und die höchsten Kuppen bilden. Auf dem Glimmerschiefer ruhen an der Westseite Grauwackenkalkstein und Thonschiefer, an der Ostseite Serpentin und Hornblendgesteine. Im Osten der eigentlichen Uralkette erhebt sich ein Gebirgszug, dessen Hauptmasse dem norwegischen Zircon-Syenit sehr nahe kömmt **).

§. 25. Wir wenden uns zur südlichen Begränzung der grossen europäischen Ebene.

Das mittlere Frankreich besteht aus einem grossen Plateau kristallinischer Felsarten, wovon Granit im Ost, Gneiss und Glimmerschiefer im West und Süd vorherrschen, von Porphyren und trachitischen Laven durchbrochen. An beiden Rheinufern ziehen kristallinische Massen dem Strome entlang von Nord nach Süd, und fallen steil gegen das Rheinthal ab, in den Vogesen, dem Schwarzwalde, Odenwalde und Spessart. Einzelne Granitmassen sind mit den Porphyren des Thüringerwaldes emporgehoben. Der Granit des Brocken und der Rosstrappe haben die Schieferbildung des Harzes durchbrochen und aufgerichtet. Der grosse Gebirgs-Distrikt, welcher Böhmen, Mähren, Schlesien, Sachsen und einen Theil von Baiern umfasst, gegen Süden von der Donau, gegen West von der Fläche zwischen Regensburg und Baireuth, gegen Nord vom Frankenwald, Voigtland und von der Ebene bei Leipzig, Wurzen, Görlitz, Lignitz, im Ost aber von der schlesischen Hochfläche begränzt ist, besteht grössentheils aus kristallinischen Gebirgsmassen, und zwar hauptsächlich aus Gneiss und Glimmerschiefer, welche vom Granit in gang- und stockartigen Massen durchbrochen sind. Im Riesengebirge

*) Reise durch Norwegen und Lappland von L. v. Buch. Berlin 1810.

**) Essai d'un Tableau geognostique de l'Oural, par A. G. Kupfer, in den Annales des sciences naturelles. tome XVIII, p. 441.

aber wird der Granit vorherrschend, im Zdarergebirge kömmt häufig Weisstein vor. Im Böhmerwalde findet man dieselben Varietäten des Gneisses und Glimmerschiefers wie in Scandinavien, mit Albit, Triphan, Petalit, Tantalit, Epidot, Augit, Coccolit, Granat. Auf die plutonischen Bildungen des Erzgebirges ist im Elbthale Kreide aufgelagert, welche mit Granitschichten, die zwischen die Kreidebänke eingeschoben worden sind, wechsel-lagern. In den Karpathen kommen kristallinische Felsarten nur stellenweise in unzusammenhängenden Gruppen vor. So erheben sich bei Pressburg zu beiden Seiten der Donau Granitberge, und erstrecken sich gegen Norden bis ins Trentschiner Komitat. Sie steigen im Tatra auf 7 — 8000' an, von Jurakalkstein umlagert. Gneiss und Glimmerschiefer constituiren die Liptaueralpen zwischen der Gran und Waag. Glimmerschiefer, von Grauwacke mantelförmig umlagert, zieht sich zwischen den Trappbildungen von Schemnitz und Kaschau, von Ost nach West. Siebenbürgen ist im Osten gegen die Moldau und Bukowina, im Süden gegen die Wallachei durch Glimmerschieferketten begränzt, welcher sich in den Ketten Jakobi und Tatarhágo und im Fagarasgebirge gegen 6000' hoch erhebt. Im Westen Siebenbürgens steigen Granitkuppen in den Gebirgen von Bihar und Gaina aus der Molasse. Im südlichen Russland zieht sich die grosse Granitsteppe von Podolien bis an das azowische Meer. Dieser Granit ist grobkörnig und enthält viele Granaten, er ist vom Dnieper und andern Strömen in tiefen Schluchten eingeschnitten, in welchen dieselben unzählige Cascaden bilden. In Volhynien, nahe an der galizischen Gränze ist der Granit verwittert und liefert gute Porzellainerde. Bei Krupez an der Strasse von Lemberg erscheint wieder derselbe Granit von den tertiären Bildungen entblösst. Die Granitsteppe mit dem östlich bis an die Wolga fortsetzenden tertiären Kalkstein bildet eine Hochfläche, welche gegen Süd und Ost jäh in die salzreiche kaukasische Ebene und in das Tiefland von Astrachan abfällt.

Das wahrscheinliche Grundgebirge der grossen Ebene Russlands ist hier auf einer weiten terrassenförmigen Fläche von den Secundär- und Tertiär-Formationen entblösst *).

*) An Outline of the Geology of Russia, by William Strangways, in den Transactions of the geol. Soc. of London. Second series. vol. I.

§. 26. Die Alpen bestehen aus mehreren Parallellketten, wovon die mittlere und höchste, die Centralkette, aus metamorphischen Felsarten gebildet ist. Talkerde prädominirt und vertritt häufig die Stelle des Glimmers, und so entsteht der Protogyne der Franzosen. Der Granit ist selten, tritt meist nur als Uebergang aus oder in Gneiss auf, mit demselben wechsellagernd, oder er durchsetzt ihn in Gängen, und ist dann meist erzführend. Grössere Granitmassen kommen nur in dem westlichen Theile der Alpen vor, am Montblanc, Gotthard, zwischen dem Lago di Como und der Adige. Die Küste zwischen Toulon und Nizza, und die nahe gelegenen Inseln bestehen aus Glimmerschiefer. Wir finden ferner kristallinische und zwar vorherrschend metamorphische Gebilde auf den Inseln Corsica, Sardinien, an der Südspitze Calabriens und am nordöstlichen Ende Siciliens.

Der ganze Terrain der europäischen Türkei und Griechenlands östlich vom Argentaro und der Pinduskette besteht aus kristallinischen Schiefeln, hie und da von Granit durchbrochen, so wie auf Morea die Taygetes - Kette; und die östliche Küste des Peloponnes gegen den Busen von Nauplia, nebst fast allen Inseln des ägäischen Meeres aus Granit, Gneiss und Glimmerschiefer constituirt sind. In der Centralkette des Kaukasus erstreckt sich Gneiss und Glimmerschiefer von Granitgängen, und im Elburuz von vulkanischen Massen durchbrochen, vom schwarzen bis an's kaspische Meer.

III. Neptunische Felsarten.

1. Gruppe der Grauwacke.

§. 27. Die ältesten Bildungen, welche aus der Zerstörung anderer Felsarten hervorgegangen sind, sind die Glieder der Grauwackengruppe; es sind sandsteinartige, quarzige Gesteine und Thonschiefer mit Lagern von Kalkstein, deren Charakter durch das Vorwalten des Thon- oder des Kieselgeschlechtes bedingt wird, und deren beständige Wechsellagerung die einzelnen Glieder zu einem Ganzen vereinigt.

Der Thonschiefer bildet die Hauptmasse der Pyrenäen und setzt im nördlichen Theile Spaniens bis nach Galizien fort. In der Sierra Nevada und Sierra randa umlagert er den Glimmerschiefer und bildet in den Marianischen Gebirgen die Hauptmasse. Aus

der Hochebene von la Manche gegen den Pass, der nach Andalusien ansteigt, findet man den Thonschiefer in steilen Wänden mit Lagern von Quarzfels und mit nördlichem Fallen. Kieselschiefer constituirt die Felsen von Gibraltar *).

Im nordöstlichen Frankreich ist die Schieferformation sehr verbreitet, in der Normandie, Bretagne und Vendée, wo sie die kristallinischen Felsarten überlagert (in den Departements Cotes du Nord, Finisterre, Manche, Isle de Villaine und Mayenne) und das tertiäre Becken von Rennes einschliesst. Jenseits des Kanals setzen diese Schieferbildungen an der Westküste Englands fort, sie sind in Cornwales, Wales, Cumberland und Copeland, auf der Insel Man und Anglesea verbreitet. Gänge und mächtige Massen von Trapp (Diorit) durchsetzen die Formation **).

Die Schieferformation ist im südlichen Schottland von Port Patrik bis St. Abbshead sehr verbreitet (im Hart Fell, in den Moorfoot und Lamermuir Gebirgen), erreicht in der Grafschaft Dumfries 3000' Höhe, und erscheint an der Südküste von Irland und in den Grafschaften Connaught und Ulster im Inneren der Insel von der Kohlenformation überlagert. In Schweden liegt die Grauwacke am Wenner und Wettersee in horizontalen Schichten auf den geneigten Schichten des Gneisses, und ist im Thale der Westerdalelfven, so wie bei Christiania in Norwegen von Porphyren und Graniten begleitet, welche sie mantelförmig umgibt. In der Nähe der Granite und Trappbildungen sind die Schiefer härter und ihre Schichten sind empor gerichtet. In Jemtland, Westmanien und auf den Inseln Oeland und Gothland herrschen die kalkigen Glieder dieser Formation (Transitions-Kalk) vor, und derselbe Kalkstein mit Orthoceratiten bildet in Russland die Küste des finnischen Meerbusens; auch hier weichen die Schichten wenig von der horizontalen Lage ab. Die Westseite des Uralgebirges ist von einer Kalksteinkette begleitet, welche der Grau-

*) Häusmann, de Hispaniae constitutione geognostica.

***) Sedgwick und Murchison haben vorgeschlagen, alle sedimentären Straten unter dem alten rothen Sandsteine in zwei Hauptgruppen zu theilen, wovon sie die obere die Silurische, von dem alten Königreiche der Siluren, die untere aber die Cambrische von ihrer Ausbreitung in Cambridge, nennen. Erstere Bildung wurde noch in vier Unterabtheilungen gesondert, und von den Orten ihres Vorkommens die Ludlow-, Wenlock-, Caradoc- und Landeilo-Formation genannt.

wackenformation beygezählt wird, und durch Grauwackensandstein von dem Glimmerschiefer der Central-Kette getrennt ist. Der Kalkstein ist dicht, von grauer Farbe, voll Höhlen, und enthält Orthoceratiten. In seiner Berührung mit Diorit und Hornblendgesteinen kommen reiche Kupfererzlagerstätten vor. Hier nimmt der Kalkstein in der Nähe der Trappmassen ein mehr kristallinisches Ansehen an. Die Grauwacke ist reich an Lagern von Quarzfels und Kalkstein, und wird selten so feinkörnig und blättrig, dass sie in Thonschiefer überginge.

§. 28. Die Formation des Thonschiefers und der Grauwacke ist sehr verbreitet im rheinisch-westphälischen Schiefergebirge, (in den Ardennen, der Eifel, dem Hundsrück, Taunus, Westerwald, Rothhaar und Sauerlandgebirge) unmittelbar von der Steinkohlenformation überlagert. Sie macht hier das Grundgebirge aus; die plutonischen und metamorphischen Bildungen fehlen ganz. Sie bilden ein erhabenes Plateau mit tiefen Thaleinschnitten, häufig von Trappbildungen durchbrochen, und reich an Mineralquellen. Die Schichten fallen 60 bis 70° nach Norden und nach Süden ab, und enthalten bedeutende Kalklager. In der Nähe des bunten Sandsteines ist die Grauwacke zuweilen roth gefärbt, wie bei Trier, Commern, an der Roer bei Niedeggen. Im Harze umgeben die Schichten des Schiefers mit Lagern von Quarzfels und Kieselschiefer den Granit des Brockens und der Rosstrappe. Die Grauwackenschichten streichen hier St. 3, die Schieferschichten aber bald St. 3, bald St. 9. Im nördlichen Theile dieser Schieferbildung sind Kalksteinlager von grosser Erstreckung eingelagert.

Die Formation nimmt eine grosse Fläche zwischen dem Thüringer Walde und dem sächsischen Erzgebirge ein, wo sie den Frankenwald, den Saalwald, das Voigtland, auch einen Theil des Fichtelgebirges zusammensetzt. Diese Masse ruht auf den kristallinischen Bildungen des Erzgebirges mit nördlichem Fallen, während sich am Südabhange desselben das böhmische Schiefergebirge ausbreitet, ein grosses Plateau mit einzelnen darüber erhabenen Gebirgsketten, als: der Brdywald, das Berauer- und Bürglitz-Gebirge. Die Schieferbildung erstreckt sich südlich von Prag von Ost nach West, enthält Lager von Quarzfels und Kieselschiefer, von Kalkstein, und Gänge von Diorit.

Thonschiefermassen von geringer Bedeutung treten im Norden Deutschlands auf, nordwestlich von Magdeburg, im Alvensleben'schen Höhenzug und an andern einzelnen Punkten durch Steinbrüche entblösst, dann im Werrathale zwischen Eschwege und Witzenhausen. Der Nordrand des Riesengebirges ist von einer Schieferbildung überlagert, welche sich von Schatzlar über Rudolstadt bis Freiburg hinzieht, und am mächtigsten zwischen Landshut und Rudolstadt wird, und sie besteht in der Nähe der plutonischen Gesteine aus einem grobkörnigen Conglomerate, und geht mit der Entfernung von denselben in feinkörnige Grauwacke und in Thonschiefer über, die mit einander wechseln. Weiter südlich füllt der Thonschiefer von Glatz die Lücken zwischen dem Gneiss des Eulengebirgs und dem Syenit von Glatz aus. In grösserer Verbreitung umgibt diese Formation den Gneiss und Glimmerschiefer der Sudeten.

Der Granit von Pressburg, die Tatra-Gruppe, die kristallinen Schiefer der Zipser- und Liptauer-Alpen sind von Thonschiefer und Grauwacke mantelförmig umlagert, welche sich besonders gegen Süd und Ost ausbreiten. Auf der Ostseite der hohen Gebirge von Neusohl bis nach Gömör und in die Zips kommen vereinzelte Massen von Grauwacken-Kalkstein vor, so wie an den Ufern des Poprad. Das östliche Glimmerschiefergebirge Siebenbürgens ist nur von schmalen Streifen dieser Bildung bedeckt.

Bei Kielce und Checin an dem linken Ufer der Weichsel nördlich von Sandomierz erhebt sich das polnische Mittelgebirge, dessen Hauptmasse aus Grauwackenschiefer und Quarzfels besteht, und untergeordnete Kalksteinlager enthält. Der Kalkstein ist demscandinavischen Transitions-Kalksteine ausgezeichnet ähnlich, und der Quarzfels stimmt auffallend mit dem schwedischen Fiällsandstein überein, der dem Uebergangskalk zur Grundlage dient.

§. 29. Im Alpensysteme tritt die Schieferformation nur sehr selten, und in geringer Verbreitung auf. Talkreiche Thonschiefer und grobkörnige Grauwacken bedecken den Glimmerschiefer in nicht bedeutender Mächtigkeit zwischen Innsbruck und dem Sömmering.

In den Schweizeralpen bei Chur wird der Schiefer vom Rheinstrom durchschnitten. An der Südseite findet man ihn in den

carnischen Alpen am rechten Ufer der Gail; bei Grätz fällt er in das Bassin von Steiermark ab. In den Gebirgen der Krimm macht er die Hauptmasse aus, und constituirt die südlichste Spitze der Halbinsel; auf dem Gneisse des Kaukasus liegt er an beiden Abhängen, sich gegen die Ebene unter die jüngeren, sekundären und tertiären Bildungen verflächend.

2. Gruppe der Steinkohlen.

§. 30. Ueber die Gruppe der Grauwacke ist zunächst die Formation der Steinkohlen gelagert, welche aus vier von einander wesentlich verschiedenen Gliedern zusammengesetzt ist. Diese sind von unten nach oben:

1. Der alte rothe Sandstein (*Old red Sandstone*).
2. „ Kohlenkalkstein (Bergkalk, *mountain limestone*).
3. „ flötzleere Sandstein (*millstone grit*).
4. Das eigentliche Steinkohlengebirge (*Coal measures*).

Die Ablagerung des Steinkohlengebirges bildet grösstentheils muldenförmige Ausfüllungen, wie vom Meeresbecken.

§. 31. Die Formation ist vorzüglich in England verbreitet und entwickelt. Sie bedeckt die ganze Gegend von Derby nordwärts bis an das Schiefergebirge des südlichen Schottlands, und ruht auf dem Schiefergebirge von Westmoreland mit abweichender Lagerung. Die einzelnen Glieder sind scharf von einander gesondert. Das Schiefergebirge von Wales ist fast ringsum von der Kohlengruppe bedeckt. Der nördliche Abhang des südschottischen Grauwackengebirges ist, so wie der südliche von einer Steinkohlenformation überlagert, welche die Mulde zwischen dieser Grauwackenbildung und dem Glimmerschiefergebirge ausfüllt. Hier fehlt jedoch der Bergkalk; Trapp, Feldspathgesteine und Diorit sind in Lagern eingeschoben, oder durchsetzen das Kohlengebirge in Stockwerken und Gängen. In Irland bedeckt die Steinkohlenformation das ganze Innere der Insel von Dublin und Langford bis gegen Waterford, Limerik und Clare auf dem Grauwackengebirge aufgelagert. Nur hie und da tritt der rothe Sandstein auf, den grössten Theil aber nimmt der Bergkalk mit Encriniten ein, und ist bei Kilkenny an beiden Ufern des Nare, dann im Bassin von Münster und an andern Orten, vom eigentlichen Steinkohlengebirge überlagert *).

*) Memoir on the geological relations of the east of Irland by Thomas Weaver. Esq. Trans. of the geol. soc. of London. vol. V. part. I.

§. 32. Am Fusse des grossen Gränitplateau von Frankreich treten die beiden oberen Glieder dieser Gruppe bei Autun, Rive de gier, St. Etienne, Prades, le Vans, Bédarieux, Brives, Brascac, Aubin auf. Im Departement Allier sind die Gruben von Fins und Commentruy eröffnet. Ueberdem sind viele kleine Ablagerungen in kleinen Becken des Plateau, wie in Vertiefungen desselben, abgesetzt; Bergkalk und Old red fehlen entweder ganz, oder spielen eine unbedeutende, sehr untergeordnete Rolle.

Im nordwestlichen Frankreich füllt die Kohlenbildung den Thalgrund des Lagon aus, und setzt über die Loire bis nach Nort fort.

§. 33. An beiden Abhängen des rheinischen Schiefergebirges sind die Schichten des Kohlengebirges aufgerichtet, so am nördlichen Abfall zu Mons, Namur, Lüttich, am südlichen Abfall im Saarbrück'schen, in Verbindung mit schwarzen und rothen Porphyren. Hier füllt diese Bildung eine grosse Mulde zwischen dem genannten Schieferplateau und den Vogesen aus. In letzterem Gebirge mögen die Steinkohlen von Ronchamps und St. Hippolite bemerkt werden. Dasselbe Verhalten zeigt sich jenseits des Rheins von Duisburg bis zwischen Frömmern und Ulzen. Ueber dem Steinkohlengebirge ruht die Kreide des Beckens von Münster.

Weiter östlich finden wir das Kohlenterrain am Harze, in der Gegend von Ilfeld und Neustadt, Oppenrode und Ballenstädt, — im Petersgebirge bei Halle, — am äussersten Ende des Teutoburgerwaldes bei Ibbenbüren in Verbindung mit Lagern und Stücken von rothem Porphyr und Porphyr-Conglomeraten; — am Nordrande des Frankenwaldes bei Planitz und Zwickau in Gesellschaft von schwarzem Porphyr.

Die muldenförmigen Vertiefungen, welche den Porphyr des Thüringerwaldes von Ost nach West durchschneiden, sind mit Steinkohlenbildungen ausgefüllt. In Böhmen zieht das Steinkohlengebirge in isolirten Mulden über die Schiefer von Beraun hin, von Merklin über Pilsen und Radnitz bis Prag. Zwischen dem Riesen- und Eulengebirge, besonders zwischen Landshut und Waldenburg steht das Steinkohlengebirge mit rothen Porphyren in Verbindung, und zieht sich bis Glatz, Neurode, Friedland. In Oberschlesien liegt es bei Hultschin an der Oder auf Grauwacke und bildet Uebergänge in dieselbe. Ein anderer Hauptzug

legt sich auf das Zdarergebirge im Osten, und füllt die Mulden zwischen diesem und dem Syenit von Brünn und Blansko aus, mit zu beiden Seiten aufgerichteten Schichten. In Galizien und Polen ist in den Flusseinschnitten des Dniester und seiner Nebenflüsse ein Kalkstein und ein Conglomerat in horizontalen Lagen entblösst, welche Pusch für alten rothen Sandstein und Bergkalk hält.

§. 34. Im System der Alpen und Appenninen fehlt die eigentliche Steinkohlenformation ganz; die vorkommenden Steinkohlenflötze sind aus jüngeren Perioden, und dem Lias, den Ooliten oder der Kreide untergeordnet.

Am Ostrande des kleinen Schieferplateau bei Fünfkirchen sind die oberen Glieder der Steinkohlenbildung abgelagert. Mit dem Orthoceratiten-Kalk in den Waldayhügeln, auf den isolirten Schieferbergen, in welchen der Wye entspringt, nördlich von Jarensk am Tschasawagaja-Flusse, dann nordwestlich von Jekaterinenburg treten Kohlenbildungen auf, über Grauwackenkalkstein gelagert. Sie finden sich wieder am südlichen Rande der Hochsteppe im Lande der Donischen Kosaken, am nordöstlichen Abfall des Kaukasus, an den Ufern des kaspischen Meeres mit Naphtaquellen; dann im Central-Distrikte der russischen Eisenerzgruben zwischen Tula und Raesan am rechten Ufer des Donetz, bei Slawiansk nordöstlich von Jekaterinoslaw.

3. Gruppe des bunten Sandsteins.

§. 35. Ueber der Kohlengruppe tritt eine mächtige weit verbreitete Formation auf, durch eigenthümliche Versteinerungen, und durch ihren petrographischen Charakter von der Kohlengruppe, wie von der Bildung der Ooliten scharf gesondert. Diese Formation besteht, wo sie am vollständigsten entwickelt ist, aus drei Sandstein- und zwei Kalksteinbildungen, welche in regelmässiger Ordnung aufeinander folgen.

Zunächst an der Kohlengruppe erscheint:

1. Das rothe Todtliegende (*New red Sandstone*);
2. darauf folgt der Zechstein (*magnesian limestone*) mit dem Kupferschiefer;
3. der bunte Sandstein (*red Marl*);
4. der Muschelkalk;
5. der Keuper-Mergel und Keuper-Sandstein.

Diese Formation ist in Deutschland, wo sie eine grosse Rolle spielt und weit verbreitet ist, so wie im östlichen Frankreich, vollständig entwickelt; sonst aber treten gewöhnlich nur einzelne Glieder dieser Gruppe auf.

§. 36. So liegen in Spanien nur die sandigen Glieder dieser Gruppe auf dem Granit und Gneiss der castilianischen Gebirge und der Samosierra, in abweichender und unterbrochener Lagerung, und breiten sich am nördlichen, so wie am südlichen Abhänge dieses Gebirgszuges an den Rändern der beiden Hochebenen aus. Sie kommen ferner am südlichen Fusse der Marianischen Berge in der Nähe des Guadalquivir, in den tiefsten Thälern zwischen Jaen und Granada, am entgegengesetzten Fusse der Sierra Nevada bei Guadiz, an der Küstengegend von Malaga vor *).

§. 37. In England ist die nördliche Kohlenformation unmittelbar von einem Dolomit (*magnesian limestone*) bedeckt, dessen nördlichster Punct die Mündung der Tyne, der südlichste dagegen Nottingham ist; man hält ihn für gleichzeitig mit dem Zechsteine der Deutschen. Er ist vom Red marl (bunten Sandstein) bedeckt, welcher die Kohlenformation auch im Süd und Ost überlagert. Letzterer erscheint auch an der Ostküste von Copeland und Cumberland, ist in Lancaster, Chesire, Shropshire, Warwickshire, Leicestershire, Nottinghamshire, Worcestershire, dann in dem östlichen Theile von Sommersetshire und um Exeter verbreitet, wo er überall die bereits erwähnten älteren Gebirgsarten der Schiefer- oder Kohlengruppe bedeckt, und im Osten die Gruppe der Ooliten unterteuft. Das rothe Liegende ist in England sehr wenig ausgezeichnet, der deutsche Muschelkalk fehlt ganz, und daher repräsentirt der weit verbreitete Red marl sowohl den bunten Sandstein als den Keupermergel.

Wir finden bunten Sandstein an der Nordostküste von Schottland zu beiden Seiten des Ausflusses des kaledonischen Canals in den Golf von Murray, in den Orcaden und an der Ostküste der grössten der Shetlands-Inseln, in Verbindung mit einer Steinkohlenbildung, unmittelbar über den Glimmerschiefer gelagert, der den grössten Theil dieser Halbinsel einnimmt.

Auf der grossen Ebene Russlands erhebt sich nach Strang-

*) Hausmann, de Hispaniae constitutione geognostica.

ways Angaben ein zu dieser Formation gehöriger Sandstein mit zahlreichen Gyps- und Salzlagern in niedrigen Hügelzügen über die Alluvionen von Curland, dann im Gouvernement Nowgorod zwischen dem finnischen Orthoceratiten-Kalk und den Hügeln von Walday, in welchen letzteren derselbe wieder mit einer Steinkohlenbildung hervortaucht. Er bildet Hügel in den Gouvernements Wologda und Permien an der Westseite des Uralgebirges, ist zu beiden Seiten der Wolga vom Gouvernement Jaroslaw bis Kasan, Bilarsk und Sambirsk weit verbreitet, erscheint wieder im Süden des Uralgebirges, am linken Ufer des Uralflusses, und erhebt sich reich an Salz auf der kaspischen Tiefebene in mehreren isolirten Hügeln, von welchen der Bogdo acht Werste im Umfange und eine Höhe von 500 Fuss über die Ebene hat *).

§. 38. In Frankreich und Deutschland an beiden Rheinufern, einerseits auf den älteren Bildungen der Vogesen, anderseits auf denen des Schwarz- und Odenwaldes gelagert, ist diese Formation weit verbreitet und am vollständigsten entwickelt. Am rechten Ufer des Rheins ist sie auf dem östlichen Abhange des Schwarzwaldes und des rheinischen Schiefergebirges gelagert, und erstreckt sich im Rheinhardt und Sollingerwalde nordwärts bis an den Harz, ostwärts bis an den Thüringerwald, das Fichtelgebirge und den Böhmerwald, wo sie häufig von Trappbildungen durchbrochen und empor gehoben wird. Vom Harzgebirge setzt diese Bildung in den Weserketten und dem Teutoburgerwalde bis über Osnabrück fort. In der Bucht vor Leipzig verbirgt sie sich unter tertiäre Schichten und Alluvionen. Das Ganze ist eine grosse Muldenausfüllung zwischen dem Granit und Schiefer des rechten Rheinufern, dem Harze und den plutonischen Bildungen von Sachsen und Böhmen.

Das rothe Liegende, das tiefste Glied, in Verbindung mit Porphyren, dann der Zechstein mit dem Kupferschiefer, der Asche, und mit seinen Gypsablagerungen sind am meisten im nordwestlichen Deutschland, besonders über der Schieferbildung des Harzes, entwickelt. Aber von ungleich grösserer Verbreitung sind die folgenden Glieder, der bunte Sandstein, der Muschelkalk und

*) Strangways outline of the Geology of Russia. Transact. II. series, vol. I.

der Keuper, welcher gegen Ost den Lias der rauhen Alp unterteuft. Der Muschelkalk, welcher bei Nischwitz und Wartha in Niederschlesien auftritt, kömmt dem Thüringer an Beschaffenheit ganz gleich. Bei Tarnowitz besteht der Muschelkalk aus einer Dolomit-Masse (dem Sohlgestein), welches von dem darüberliegenden Kalksteine (dem Dachgestein) scharf getrennt ist, und in ihrem oberen Theile die berühmte Bleiglanzlage mit einer mächtigen Galmeibildung enthält.

Jenseits des Rheines zieht sich die Formation vom saarbrückischen Steinkohlengebirge und dem Granit der Vogesen bis unter den Jurakalk von Langres, und erfüllt eine Mulde im Schiefergebirge der Ardennen zwischen Luxemburg und Aachen. Die Ordnung der Aufeinanderfolge von Ost nach West ist hier dieselbe, wie an der rechten Seite des Rheinstromes von West nach Ost. Zunächst an den Vogesen, an der Hardt, und an der saarbrückischen Steinkohlenablagerung breitet sich der bunte Sandstein aus, wovon die obere Abtheilung auf der unteren in abweichenden Schichten gelagert ist, daher Beaumont die Zeit der Erhebung der Vogesen in die Periode des bunten Sandsteines setzt, und zwar vor der Bildung der oberen Abtheilung, welche horizontal liegt und nach der Bildung der unteren Schichten oder des Wasgauer Sandsteines, welche aufgerichtet erscheinen.

Ausserdem ist der bunte Sandstein nur in einzelnen Partien am Südwestrande des grossen Granitplateau des mittägigen Frankreichs entdeckt worden, hie und da in Verbindung mit Steinkohlen, wie bei Brassac. Er bedeckt in schmalen Bänken die Abhänge des Thonschiefers der Pyrenäen.

§. 39. In den Alpen tritt die Formation des bunten Sandsteines nur sparsam auf. Bei Toulon liegt er auf dem Gneiss, der die Küste des Mittelmeeres zwischen Toulon und Nizza bildet, und steht mit den Porphyren von Frejus in Verbindung.

An der Nordseite der Alpen erscheint rothes Liegendes am Wallenstädtersee über der Schieferbildung von Sarganz gelagert. Im Innthale bei Rattenberg legt sich neuer rother Sandstein auf den Schiefer der Alpen, und erscheint in den Längenthälern, besonders in dem der Enns mit Unterbrechungen bis nach Reichenau am Schneeberg, und bis zum Sömmering hin zwischen dem Thonschiefer und den Kalkalpen. An der Südseite der Alpen aber steht er in Verbindung mit den rothen Porphyren Tirols

im Etschthale, ferner im Gail- und im Drauthale an der Villacher-Alpe *).

Endlich findet man ihn auf dem Schiefer von Fünfkirchen. In den Karpathen scheint diese Formation ganz zu fehlen, nur im polnischen Mittelgebirge tritt bunter Sandstein mit Muschelkalk zwischen Schiefer und Lias gelagert, wieder auf.

4. Gruppe der Ooliten.

§. 40. Nach der Periode des bunten Sandsteines folgte die der Ooliten, einer Bildung, in welcher meist weisse oder lichtgefärbte Kalksteine vorherrschen, und mit zahlreichen mergeligen, thonigen und sandigen Lagern abwechseln. In den wesentlichen Merkmalen findet man überall eine auffallende Uebereinstimmung, doch sind selten sämmtliche Glieder vollständig entwickelt, und während diese in manchen Gegenden mannigfaltig mit einander abwechseln, zeichnet sich die Formation in andern durch grosse Einförmigkeit aus.

§. 41. In den Gebirgen, welche sich an den Gränzen von Arragonien, von Alt- und Neucastilien hinziehen, besteht der Jurakalk, welcher den bunten Sandstein überlagert, grösstentheils aus dichtem, gelblichweissem Kalk, der nur selten in dunkle Farben übergeht. Die hohen gespaltenen Gebirge bei Jaen zeigen die eigenthümlichen Berggestalten des Jurakalksteines. In der Nähe des bunten Sandsteines wechseln die oberen Schichten des letzteren mit den unteren der Oolitbildung ab, bilden einen allmähligten Uebergang in einander (wie z. B. in den Gebirgen von Granada und Jaen), und enthalten Feuerstein, der in Hornstein und Kalzedon übergeht. Der Jurakalkstein ist in den Gebirgen an der Ostseite der iberischen Halbinsel häufig, und setzt von da in den Balearen fort.

§. 42. In England nehmen diese Felsarten einen gürtelförmigen Flächenraum ein, der im Durchschnitte 30 Meilen breit ist, und sich aus Nordost nach Südwest bis Dorsetshire erstreckt. Englische Geognosten bringen die Glieder dieser Formation von unten nach oben in folgende Unter-Abtheilungen.

1. Lias, eine Bildung von thonigem Kalkstein, Mergel und Thon, in dünnen Schichten mit einander wechsellagernd.

*) Sedgwick and Murchison, a Sketch on the structure of the eastern Alps. Transact. 2. series. vol. III. part. II.

Er enthält häufig Fische und Reptilien von verschiedenen Geschlechtern.

2. Unteres System der Ooliten.

- a) Unterer Oolit (Inferior Oolit), kieseliger Sand und Sandstein mit mehr oder weniger eisenreichen Schichten roggensteinartigen Kalksteins, und mit aufrechtstehenden Baumstämmen.
- b) Great-Oolit und Bath-Oolit, ein sehr dichter petrefactenreicher Roggenstein, die Unterlage der Fullers-Earth (Walkererde).
- c) Cornbrash, Forest-marble und Stonefield-Schiefer, ein oolitischer Kalkstein und Kalkschiefer, mit vielen Korallen, vorzüglich Celleporen.

3. Mittleres System der Ooliten.

- a) Oxford-Thon (Clunch Clay), ein sandiger Thon mit kalkigen Massen und bituminösen Schiefern, wechselnd mit Lagern von Bohneisenstein.
- b) Coralrag (Korallenkalk, Pisolit), dessen untere Lagen kieselig und sandig, die oberen kalkig und oolitisch sind.

4. Oberes System der Ooliten.

- a) Kimmeridge Thon, ein schieferiger Thon mit Lagern bituminösen Mergelschiefers und mit Einschlüssen von Gypsspath.
- b) Portland-Kalkstein, ein sandiger Kalkstein von oolitischem Gefüge, dessen obere Schichten durch dunkle Punkte von Eisensilikat ausgezeichnet sind.

§. 43. In Frankreich umschliesst die Juraformation gürtelförmig das mit Kreide und tertiären Bildungen ausgefüllte Becken von Paris, ist dem Schiefergebirge der Ardennen, dem bunten Sandstein der Hardt und der Vogesen, dem Granit-Plateau des mittleren Frankreichs, den Gebirgen der Vendée, Bretagne und Normandie in einem Halbzirkel aufgelagert, und steht in der engsten geologischen Verbindung mit dem englischen Jurakalkstein, der das Bassin von London und Hants umgibt. Bei Boulogne, südlich von Calais, ist dieser Jurakalk (Cornbrash und Clunch Clay) von den Kreideschichten entblösst, und der Zusammenhang mit den jenseitigen, durch den Kanal unterbrochenen Felsarten in die Augen fallend.

Vom Plateau de Langres zieht sich die Formation der Ooliten über die Saone und schliesst sich bei Bésançon an den

Schweizer Jura an, der bei Basel über den Rhein, dann unter dem Namen der rauhen Alp über die Donau setzt, und bis an den Böhmerwald und ins Koburgische fortzieht.

Die einzelnen Schichten dieses Gebirgszugs leiden keine strenge Vergleichung mit jenen der englischen und französischen Oolit-Bildung, jedoch nimmt den unteren Theil eine ausgezeichnete, scharfgesonderte Liasformation ein, aus mergeligen Kalksteinen, bituminösen Mergelschiefeln, schieferigen Sandsteinen, und einem eisenerzführenden Sandmergel bestehend. Ueber diesem Eisenoolit-Lager tritt der eigentliche Jurakalk auf, welcher aus dichtem, selten oolitischem Jurakalk mit Dolomitmassen, und mit lithographischen Schiefeln, welche eigenthümliche Pflanzenreste enthalten, besteht, und ein grosses 3000' über das Meer erhabenes Plateau bildet.

Im nördlichen Deutschland begleitet der Lias und Jurakalk den Keuper im Norden des Sollingers über Minden an der Weser und jenseits derselben bis über Osnabrück hinaus. Er ruht an der Südseite der Weserkette auf dem Keuper im Teutoburgerwalde, umgibt die Gebilde des bunten Sandsteines im Norden des Harzes und in den Hügeln von Alvensleben. Hier hat er in seiner Schichtenfolge mehr Aehnlichkeit mit den Ooliten Englands.

§. 44. Weiter westlich erscheint ein Kalksteinzug von eigenthümlichem Charakter. Er ruht auf der Grauwacke der Sudeten, durch das Oderthal von ihnen getrennt, und schliesst sich nach Süden an den Karpathensandstein an. Man hat ihm den Local-Namen Teschner-Kalkstein gegeben. Er ist von Trapplagern durchbrochen und scheint zu den obersten Bildungen der Ooliten zu gehören. Von Krakau nordwärts zieht sich die Juraformation in Verbindung mit dem Eisenthon-Gebirge bis gegen Schildberg und tritt in isolirten Hügeln häufig unter den Alluvionen hervor. Seine unteren Glieder bestehen aus weissem, dichtem Kalkstein mit unzähligen Feuerstein-Nieren, auf diese folgt Dolomit, blendendweiss, groteske Felsengruppen bildend; nach oben folgt grober Sandstein mit Eisensteinflötzen, dann oolitische Kalksteine und Kalksteinbreccien. Pusch rechnet das Thoneisensteingebirge in den Niederungen und in den Thälern auf der Westseite dieses Höhenzuges von Jurakalk, zur Kreide-Gruppe, und gleichzeitig mit dem englischen Wealdclay und Ironsand. Letzterer ist jedoch eine locale Süsswasserbildung, während der blaue, bunte Thon

mit Thoneisenstein-Nieren in Polen Ammoniten und Rivalven von Cardium, Venus und andere Meeres-Petrefacten enthält. Auch scheint das Thoneisensteingebirge den Jurakalk vielmehr zu unterteufen, und nicht ihn zu überlagern, daher es nach Dechen dem Lias gleichzustellen ist. Die grosse Sandsteinbildung an der Nordseite des Sandomirer Gebirges, auf Muschelkalk gelagert, ist ebenfalls zweifelhaft, und wird von Pusch zum Lias gezählt. Sie enthält Mergellager, Steinkohlenflötze, ~~Kalkstein~~ und Eisenstein-Nieren.

§. 45. Die aus kristallinischen Felsarten ~~gebildete~~ Centralkette der Alpen ist im Norden sowohl, als im Süden von zwei mächtigen Kalksteinbildungen begleitet, welche zwar in ihrem Mineral-Charakter von den einzelnen Gliedern der Oolitengruppe abweichen, aber in Bezug auf ihre Versteinerungen (Ammoniten, Belemniten etc.) der Juraformation anzugehören scheinen. Ebel unterscheidet älteren und jüngeren Alpenkalkstein, und zwischen beiden erscheinen Salzablagerungen, von Thon und Gyps begleitet, in gewundenen Schichten, welche gewaltige Störungen erlitten haben. An der Südseite der Alpen lassen sich diese Abtheilungen nicht so deutlich unterscheiden. Die Felsen sind kahl und zerrissen, die Schichten undeutlich oder gar nicht vorhanden, der Kalkstein meist dolomitartig und von mächtigen Porphyrbildungen durchbrochen. Der Alpenkalkstein in der westlichen Schweiz, in Savoyen und der Dauphiné spricht sich deutlich als zum Lias und zu den Ooliten gehörig aus. Auf den Sandsteinen und Mergeln des Lias ruhen graue, schwarzgefleckte, dünngeschichtete Kalksteine mit Nieren dunkeln Hornsteines. In der Tiefe werden sie sandig, körnig, oolitisch, nach oben aber folgen sandige Mergel mit Steinkohlen, und hellgraue, kristallinische Kalksteine, welche gegen das Rhonethal abfallen. Von Marseille angefangen zieht diese Kalksteinkette bis zum Genfersee nach Nord und von da über Luzern, Salzburg bis Kalksburg und Mauer nach Wien.

An der Südseite beginnt der Zug der Kalkalpen bei Como und fällt bei Brescia, Verona, Bassano in die lombardische Ebene ab. Er constituirt die karnischen, julischen und dinarischen Alpen und erhebt sich in Croatien und Slavonien nur mehr in einzelnen Kuppen über die Molasse. Mit dem Kalkstein der Alpen stimmt in Beziehung auf Mineral-Charakter und Versteinerungen die

Kalksteinbildung völlig überein, welche die plutonischen und metamorphischen Felsarten der Tatrargruppe, der Zipser- und Lip-tauer Alpen umgibt, in zwei langen schmalen Zügen, welche der Richtung der ostgalizischen Salinen folgen, den Karpathensandstein durchsetzt, und zum Theil das Glimmerschiefergebirge im Osten Siebenbürgens, und die Fagaras-Kette im Süden dieses Landes begleitet.

Der Kalkstein der dinarischen Alpen dehnt sich durch Albanien bis an den griechischen Peloponnes aus, wo er den Gneiss und Glimmerschiefer des östlichen Griechenlandes überlagert. Viele Schichten desselben mögen der nachfolgenden Formation der Kreide angehören, wo aber die Gränzlinie zwischen beiden Bildungen zu ziehen sey, müssen erst spätere Nachforschungen darthun. Die Kalksteine, welche sich auf der grossen Ebene Russlands an der Düna zwischen Dünaburg und Riga, in den Gouvernements Moskau und Nowgorod südlich von dem salzföhrnden bunten Sandsteine an der Ploskwa und Oka, dann an der Wolga bei Stowrapol erheben, haben grösstentheils oolitische Struktur und scheinen der Juraformation anzugehören.

5. Gruppe der Kreide.

§. 46. Ueber der Jurabildung erscheint die Formation der Kreide, grösstentheils als Ausfüllung von Bassins, welche ehemals Meeresgrund waren, wie in den Becken von London und Paris, an den Rändern der grossen nordischen Ebene, im Gebirgskessel von Böhmen, oder sie ist in einigen Gebirgszügen auf mehr oder minder bedeutende Höhen gehoben, wie in den Pyrenäen, Alpen, Apenninen, Karpathen.

Der merkwürdige, weisse, abfärbende Kalkstein, von dem die Formation ihren Namen hat, geht jedoch häufig in dichten harten Kalkstein über, und ist mit anderen Ablagerungen von Sand, Mergel und Thon in Verbindung, welche das untere Glied der Kreide-Gruppe bilden, und den Namen Grünsand führen.

§. 47. Das grosse Bassin zwischen dem französischen und englischen Jurakalk ist von diesen Gesteinen ausgefüllt, welche hier noch mit einer sehr merkwürdigen Süsswasserbildung, dem Wälderthon (*Weald Clay*) und Eisensand (Ironsand,

Hastings sand) vergesellschaftet sind. Die einzelnen Glieder folgen von unten nach oben in folgender Ordnung:

1. Hastings-Sand, ein eisenschüssiger Sandstein, mit Lagern von Eisenstein, im Londner-Bassin, zwischen Dover und Bristol, in der Forest-Kette entblösst, und diessseits des Kanals bei Boulogne auf dem Clunch Clay- und Oxfordthon gelagert. Unmittelbar unter ihm liegen die Purbeskschichten, eine Kalkmasse, die grösstentheils von den Resten zweischaliger Conchilien herrührt.

2. Weald-Clay, ein schiefriger Thon, mit Lagen von Eisenstein, umgibt den Hastings sand ringförmig, ist im Walde von Sussex und auf der Insel Wight ausgezeichnet. An der französischen Küste diessseits des Kanals bedeckt sie den Eisen sand am Cap Wisson und bei Dannes. Die Süsswasserfossilien beider Gesteine zeigen, dass die Bildung in einem Landsee, oder in einer mit dem Meere in Verbindung gestandenen Bucht Statt fand. Die Süsswasserbildung ist von dem darunterliegenden Portlandstone (welcher zur Meeresbildung der Ooliten gehört) durch die höchst merkwürdige Schlammschichte getrennt, welche 12 bis 18 Zoll mächtig, aus einer alten Dammerde zu bestehen scheint, und Baumstöcke von Coniferen, noch mit den Wurzeln in der Erde befestigt, und zum Theil noch aufrechtstehend enthält.

3. Grünsand, eine Sandsteinbildung, welche theils eisenschüssig, theils von Chloritkörnern grün gefärbt und gefleckt ist, lässt in England wieder drei Abtheilungen erkennen; diese sind:

- a) Unterer Grünsand mit Kalksteinlagern.
- b) Gault (blauer Mergel), und
- c) oberer Grünsand.

4. Kreide. Zunächst am Grünsande erscheint:

- a) Kreide - Mergel, dann
- b) harte weisse Kreide mit wenig Feuersteinen, und endlich oben

c) weisse schreibende Kreide mit häufigen Einschlüssen von Feuerstein, welcher oft ganz das Ansehen des versteinerten Holzes hat. Sie umgibt in England in den North und South-Downs die Wealden-Formation, und verliert sich unter die Tertiär-Gebilde von London und Hants. Das ganze Becken des nördlichen

Frankreichs ist mit Grünsand und Kreide ausgefüllt und gegen West von tertiären Gliedern überlagert; die Süsswasserbildung des Weald Clay erscheint aber nur bei Boulogne, und ist daselbst von Grünsand bedeckt. — Die Basaltsäulen von Antrim in Irland ruhen auf Kreide.

§. 48. An dem Nordrande des rheinischen Schiefergebirges bildet die eigenthümliche Kreide von Maastricht einen Uebergang in die Tertiair-Formationen, indem sie Petrefakten der einen und der andern Periode enthält. Die Kreide erfüllt das Becken von Münster, und erscheint an den Rändern der grossen Ebene am Harzgebirge (im Huywald), dann in Polen, in der Mulde der Nidda, von Wielun bis Krakau, zwischen dem polnischen Jurazug und dem Mittelgebirge von Sandomierz, dann zwischen dem San, der Weichsel und dem Bug, wo sowohl harte als schreibende Kreide weit verbreitet, und in den Flusseinschnitten des ebenen Landes entblösst ist. In einzelnen Puncten des grossen Flachlandes erheben sich Kreidehügel aus den jüngeren Gebilden, wie auf der Insel Rügen, im Mecklenburgischen, zu Brenzlov und bei Lüneburg auf der Insel Moen, auf Schonen, bei Gröningen in Westfriesland, auf der Insel Helgoland, bei Faxoe auf Zeeland, und hie und da an den Rändern der grossen Ebene Russlands. In allen diesen Theilen des grossen europäischen Flachlandes scheinen bei der Entstehung der Kreide dieselben Ursachen thätig gewesen zu seyn, da die Wirkungen, wenn auch nicht vollkommen, doch beinahe gleich waren. Diese weit verbreiteten Niederschläge des Kreidenmeeres sind jetzt wohl grösstentheils von jüngeren und von den jüngsten Bildungen bedeckt, zum Theil auch gehoben, zerrissen, zerstört, dennoch lässt sich mit Recht auf ihren ursprünglichen Zusammenhang schliessen. Wenn nun die Theile eines und desselben Bassins in ihrem petrographischen Charakter verschieden sind, so kann es wohl nicht befremden, dass die Kreide-Formation der Alpen und Karpathen, der Pyrenäen, von Italien und von Griechenland in gänzlich getrennten Becken noch viel grössere Verschiedenheiten darbieten.

§. 49. So ist der Nordrand der Kalkalpen von der Schweiz angefangen bis nach Wien von einer eigenthümlichen Sandsteinbildung bedeckt, welche auch die Hauptmasse der Karpathen und der Apenninen zusammensetzt. Er ist unter dem Namen Wienersandstein, Karpathensandstein, Macigno, Flysh, Fucoiden-

sandstein bekannt, und wurde früher von Boné für bunten Sandstein, von Keferstein und Busch für Lias, dann von Boné, Lyell und Keferstein als zur Kreide-Formation gehörig angesprochen. Nach vielfältiger Untersuchung seiner Lagerungsverhältnisse und seiner wenigen Petrefakten wurde er nun von der Mehrzahl der Geologen für ein Aequivalent des Grünsandes anerkannt. Seine widersinnische Lagerung auf dem Alpenkalkstein und auf den älteren Bildungen der Karpathen hat die Bestimmung seiner Entstehungsperiode so sehr erschwert. In den Alpen, besonders in den östlichen, wird er durch Hippuriten- und Nummuliten-Kalksteine oder durch eine Schiefermasse mit Spatangén vertreten. Von dem problematischen Kalkstein der julischen, dinarischen und griechischen Alpen, welcher theils den Ooliten, theils der Kreide zuzuzählen ist, war bereits die Rede. An der Südseite der Alpenkette sind die Gesteine der Kreide-Formation dem Typus jener von England und Nordfrankreich ähnlicher; sie bestehen aus weissen, kalkigen und oft sehr thonigen Schichten.

Am Nordabhange der Pyrenäen, wie am Südwestabhange des französischen Granit-Plateaus kommen Gesteine vor, welche der Kreide anzugehören scheinen, aber von dem Charakter der weichen schreibenden Kreide des Pariser Beckens sehr abweichen. Sie nähern sich mehr dem harten, oft sandigen Kalksteine der Alpen, mit Ammonites, Belemnites, Nautilus und Pecten. Die Bildung der Kreide ist auch in Spanien und Portugal sehr ausgedehnt, aber noch nicht hinreichend bekannt. Die Unterlage der Laven von Lissabon, der Numuliten-Kalk von Sevilla und Murzia, das Gestein an den Küsten zwischen Cadix und Gibraltar gehört hieher.

6. Gruppe der Molasse und der gegenwärtigen Bildungen.

§. 50. Die Glieder der Molassen-Gruppe oder der tertiären Bildungen Europa's, nehmen in Bezug auf die älteren Formationen eine Lage ein, wie die Wasser von Seen, Binnenmeeren und Meerbusen in Beziehung auf das Festland.

Sie treten meist in abgesonderten isolirten Partien auf, und ihre Bassins sind, gleich denen von Seen bei beschränkter Oberfläche, oft sehr tief. Die Straten sind grösstentheils horizontal, aber gewöhnlich von älteren Felsarten umgeben, deren Schichten

stark geneigt oder senkrecht sind. Die Thierversteinerungen der tertiären Formationen nähern sich bei weitem mehr der jetzt lebenden Fauna, als die der früheren Bildungen, und da diese Annäherung in den oberen Schichten noch bei weitem grösser ist, als in den unteren, so hat man nach dem Grade dieser Aehnlichkeit drei Glieder der Molassen - Gruppe unterschieden, nämlich: die

unteren, }
mittleren und } Bildungen der Molassen - Gruppe;
oberen }

oder nach Lyell's Benennung die

eocenen, }
miocenen, } Tertiärschichten,
pliocenen }

welcher in den ersteren etwa $3\frac{1}{2}$ Percent, in den mittleren 35 bis 50 Percent, in den letzteren aber 95 Percent von Species von Versteinerungen annimmt, die mit jetzt lebenden Geschöpfen identisch sind.

§. 51. Die untersten Bildungen der Molassch - Gruppe treten in den Becken von Paris, von London und Hants, in der Mulde zwischen dem Bergkalk von Mons und Namur, und der Kreide von Brüssel, dann im südlichen Frankreich an dem Zusammenflusse der Dordogne und der Garonne auf. — Das Pariser Becken bildet ein Beispiel einer eigenthümlichen Schichtenfolge, indem hier Süßwasserbildungen und Meeresstraten öfter mit einander abwechseln. Auf plastischen Thon und Braunkohle, welche Süßwasserversteinerungen enthalten, und von einer Lage Sandstein bedeckt sind, folgt die erste Meeresbildung, der Grobkalk, ein rauher, mehr oder weniger fester Kalkstein mit thonigen Lagen wechselnd; er ist stellenweise bei 200' mächtig und erhebt sich 400' über die Meeresfläche. Darüber liegen Kieselkalk, Knochengyps und Süßwassermergel, welche wieder von einer Meeresbildung, aus Mergel, Sand und Sandstein bestehend, bedeckt sind, und auf welche endlich wieder ein Süßwassermergel als oberstes Glied folgt. Demnach kann das Ganze nur als eine Meeresbildung betrachtet werden, und die Niederschläge des süßen Wassers wurden durch Flüsse herbeigeführt, die sich in den salzigen Landsee ergossen, und Leichname und Gebeine von Thieren mit sich führten.

Den südlichen Theil des Beckens nimmt der berühmte Sandstein von Fontainebleau ein, ein sandiger Kalkstein mit fossilen Meeresschaalthieren. Im östlichen und nördlichen Theile aber herrschen Glieder der mittleren tertiären (der miocenen) Bildung vor; sie ruhen theils auf den eocenen, theils auf den Kreideschichten, welche letztere in den Flusseinschnitten entblösst sind, Diese miocenen Gesteinsarten sind Sand und Sandsteine mit Thonlagen und Kalksteinen, welche See-Conchilien und Landthierknochen enthalten, und wovon die Sandsteine mit der Schweizer Molasse, die Thonlagen mit dem Tegel des Wiener Bassins identisch zu seyn scheinen.

In dem Becken von London werden plastischer und Londonthon, Bagshot-Sand, Süßwasserbildungen und Crag beschrieben. Wechselnde Schichten von Sand und blauem Thon mit wenig Muscheln und mit Braunkohle bilden die Unterlage. Der darüber liegende Londonthon mit Kalknieren enthält die Versteinerungen des Pariser Grobkalks. Ein ockeriger magerer Sand mit grünem Thon und röthlichem Mergel bedeckt ihn. Die Süßwasserbildungen treten insbesondere auf der Insel Wight hervor.

Von späterer Entstehung, und zwar aus der jüngsten pliocenen Periode ist der Crag in dem östlichen Theile der Grafschaft Suffolk, eine Reihe dünner Lager von Quarzsand und zerriebenen Muscheln, welche in zwei verschiedene Massen gesondert ist. Die untere bildet der rothe Crag (*red Crag*), ein feiner ocherfärbiger Sand, die obere aber der Korallen-Crag (*Coralline Crag*), ein grünlicher Muschelmergel mit weissem Kalksande.

§. 52. Zu den mittleren (miocenen) Tertiärschichten gehören der Wienerthon (Tegel), die Molasse und Nagelfluh.

Ersterer ein blauer Thon mit Mergelnieren, Sandsteinplatten und Sandlagern, zerfällt in zwei Ablagerungen, eine untere blaugraue, welche ein plastischer Mergel ist, und eine obere gelblichbraune, ein durch Eisenoxid braungefärbter Meereslehm. Die Molasse und Nagelfluh ist eine mächtige Sandsteinbildung von sehr verschiedenem Korn, und von dem festesten Zustande bis in den des losen Sandes oder lockeren Gerölles übergehend. Ausser dem östlichen Theile des Pariser Beckens erfüllt diese Formation die Thäler der Allier, Loire, Rhone, der Gironde, die ganze schweizerisch-baierische Hoohfläche, die Bassins von Ober- und Unterösterreich,

von Wien, Grätz, Ungarn und Siebenbürgen; sie kömmt an dem Rande der grossen nordischen Ebene häufig vor, ist über daselbst in geringer Entfernung von den älteren Bildungen unter Alluvionen und Dammerde verborgen. Derselbe Fall findet am Südrande der Alpen Statt. Die sandigen muschelreichen Kalksteine der Wallachei und des südlichen Russlands zwischen der Donau und dem Granit-Plateau von Podolien, dann die in der Krimm und in Daghestan am Nordrande des Kaukasus, scheinen ebenfalls in der mittleren tertiären Epoche gebildet worden zu seyn. •

Im Süden und Westen des Uralgebirges nimmt der von Strangways beschriebene Kupfersand einen grossen Distrikt in den Gouvernements Viatka, Perm und Oufa ein; er ist dunkelgrün oder roth, stark mit Kupferzen imprägnirt und enthält fossiles Holz, welches ebenfalls von Kupfer durchdrungen ist. Merkwürdig ist es, dass dieser Sand ähnliche Pflanzenreste wie die englische Steinkohlenformation enthält. Die geologische Stellung des Kupfersandes ist noch nicht bestimmt.

§. 53. Die oberen tertiären Bildungen (die pliocenen Tertiärschichten) bestehen aus Muschelsand und Muschelsandstein, von meist grauer Farbe, hie und da mit Schiefergefüge, und abwechselnd mit Geröllbänken, mit kalkigen, mergligen und thonigen Ablagerungen. Am mächtigsten und ausgezeichnetsten ist diese Bildung längs der ganzen Apenninen-Kette, auf Sicilien, im südwestlichen Theile Frankreichs auf der Heide von Landes zwischen der Garonne und den Pyrenäen entwickelt. Am Einflusse der Saone in die Rhone, beim Austritte des Rheins aus dem belgischen Schiefergebirge, bei Bonn, an den Rändern der Einbuucht bei Leipzig, im böhmischen Gebirgsbecken, in den tertiären Mulden von Karlsbad und Eger, endlich an vielen Punkten der norddeutschen Ebene tritt diese Formation auf. Zu den obersten Gliedern der pliocenen Schichten gehören der grösste Theil der Tertiärbildungen im nördlichen Italien, im Grossherzogthume Florenz, im römischen Gebiete; die Tuffbildungen von Neapel, die Kalksteinschichten von Otranto, und der grösste Theil der tertiären Felsarten Calabriens, die ganze südliche Hälfte Sioliens. Das wichtigste Glied dieser Formation ist Mergel; er erreicht bei Parma eine Mächtigkeit von 2000'. Unter ihm liegt gelber Sand und Conglomerat, das Verbindungsglied mit den sekundären Gebilden,

§. 54. Zu den neuen gegenwärtig noch in der Bildung begriffenen Gesteinsarten, welche die Tertiärschichten und alle anderen älteren Gesteine bedecken, gehören verschiedene Ablagerungen von Lehm und Mergel mit Landschnecken und Flussmuscheln und Knochen grosser Landthiere von zum Theil erloschenen Geschlechtern, als: die Knochenbreccien von Nizza, Sardinien, Palermo, Dalmatien u. a., ein Conglomerat von Knochen und Gesteins-Fragmenten, mit einem sandigen, oft eisenhüssigen röthlichen Cement; sie füllt grosse Gebirgsspalten aus; — die Knochen, welche in Höhlen des Kalksteins verschiedener Perioden gefunden werden, worunter die Gailenreuther- und Muggendorfer-Höhle im deutschen Jura, die Baumannshöhle im Grauwackenkalkstein des Harzes, die bei Aktelek in Ungarn, bei Adelsberg in Krain, beide im Jurakalkstein, das Trou de la Beaume in Frankreich (*Haute Saone*), die Kirkdaler Höhle in England, die Höhle von Cessana am Golf von Specia, die berühmtesten sind. Dahin gehören ferner ein Sand- und Lehmgelände mit einer grossen Anzahl vorweltlicher Thierknochen, und mit Landschnecken (der sogenannte Löss), der das ganze Rheinthal zwischen Basel und Mainz und den grössten Theil des nördlichen Wienerbeckens in einer bedeutenden Mächtigkeit erfüllt. Zu diesen jüngsten Bildungen gehört auch das Bohnerz, ein Brauneisenstein in runden, meist erbsengrossen Körnern, von eisenhaltigem Thon zusammengehalten, mit Knochen von Säugethieren, in Mulden und Spalten des Jurakalksteines unmittelbar von Dammerde bedeckt, in Dalmatien, im deutschen und Schweizer-Jura, in Oberkrain und im Departement Haute Saone, verbreitet.

§. 55. Eine merkwürdige Erscheinung dieser Bildungs-Epoche sind die erratischen Blöcke. Grosse, oft ungeheure Felsenblöcke von plutonischen und metamorphischen Gesteinsarten bedecken die tertiären Gesteine der Ostküste von England und der grossen nordeuropäischen Ebene in zahlloser Menge, und nirgends trifft man dieselben Felsarten in den benachbarten Gebirgen anstehend. Dagegen hat man gefunden, dass die Verbreitung dieser Blöcke in einem grossen Halbkreise Statt fand, deren Mittelpunkt Skandinavien ist. Der mineralogische Charakter dieser Blöcke zeigt, dass die im nördlichen Russland verbreiteten Blöcke von Finnland und von der Umgegend des Onega-Sees; jene,

welche die Ebene von Preussen und Polen bedecken, theils aus Finnland, theils aus Schweden abstammen. Im nördlichen Deutschland findet man die Granite, Gneisse, Porphyre, Zirkon-Syenite von Elfdal und Dalekarlien; die Gebirgsblöcke der Ostküste von England sind aber norwegischer Abkunft. Unter den vielerlei Erklärungen der Verbreitung der erratischen Blöcke ist wohl jene der Fortschaffung derselben mittelst des Eises, die wahrscheinlichste.

§. 56. Ueber dem alten Alluvium oder den Diluvial-Bildungen nehmen die neuesten Alluvial-Ablagerungen, welche entweder Thalgründe ausfüllen, oder flache Erhabenheiten in der Nähe von Strommündungen bilden, ihre Stelle ein. Wir zählen hierher die Haufwerke zertrümmerter Muscheln, wie an der Küste von Schweden, an der französischen Küste in der Vendée, bei Dublin, an der Küste von Fifeshire; — den jüngsten Süsswasserkalk als Absatz heisser Quellen, wie am Plattensee, in Karlsbad, in Baden bei Wien, in der Auvergne, und an vielen anderen Orten.

Jüngster Meeressandstein hat sich an der Küste von Messena auf Sicilien, bei Marseille, auf der Insel Wight gebildet; Geschiebe, Sand und Lehm häufen sich täglich an den Ufern der Flüsse; Sand, Schlamm, Sandbänke, Dünen an den Meeresküsten und an den Ausflüssen grosser Ströme. Raseneisenstein, als Bildung aus Quellen, bald rein, bald thon- und sandführend, hat sich in nassen sumpfigen Gegenden in den Niederungen von Deutschland und Schweden sehr verbreitet. Zu dieser Bildung gehören auch Torfmoore und unterirdische Wälder. Erstere verdanken ihre Entstehung einer aufgehaltene Verwesung von Sumpfpflanzen, sind reich an Pflanzenresten und enthalten auch Erzeugnisse menschlichen Kunstfleisses. Sie sind sehr verbreitet an der Meeresküste von Deutschland, Frankreich, England, Schweden, ferner am Mittelgebirge Polens; auf erhabenen Stellen des Harzes, im Rheinthale u. s. w. An verschiedenen Punkten der Küste von Grossbritannien und Nordfrankreich findet man Anhäufungen von Holz und anderen vegetabilischen Ueberresten, welche durch die Ebbe oder durch zufällige Entblössung des Strandes sichtbar werden. Man heisst diese Erscheinungen unterirdische Wälder und erklärt sie durch Senkung des Landes in Folge von Erdbeben. Diese Ablagerungen dehnen sich auf weite Strecken landeinwärts aus, und die Küste bietet ein natürliches Profil derselben dar.
