٤٠٣٨٢٧

DIE

GESTEINSLEHRE.

VON

BERNHARD VON COTTA.
PROFESSOR DER GEOGNOSIE IN FREIBERG.

Zweite, umgearbeitete Auflage.

FREIBERG.
BUCHHANDLUNG J. G. ENGELHARDT.
(B. THIERBACH.)
1862.

Vorwort.

Diese zweite Auflage meiner Gesteinslehre unterscheidet sich von der ersten so wesentlich, dass sie eben so gut unter einem ganz neuen Titel hätte erscheinen können. Die ganze Darstellung ist umgestaltet, fast kein Wort ist an seiner Stelle geblieben. Ich glaube nicht, dass eine solche Umgestaltung tadelnswerth sei. Jede Naturwissenschaft schreitet nicht nur in ihren Einzelheiten durch neue Entdeckungen vor, sondern auch in ihrer allgemeinen Auffassung.

Da ein selbstständiges, aus der eigenen Natur des Gegenstandes hervorgehendes System für Mineralaggregate sehr ungleicher Entstehung, wie die Gesteine nun einmal sind, geradezu unmöglich ist, so habe ich versucht, sie nach geologischen Principien zu gruppiren, d. h. nach der Art ihrer Entstehung und Lagerung.

Hiernach ergeben sich zunächst drei Hauptabtheilungen: eruptive, sedimentäre und metamorphische Gesteine, oder was dasselbe ist: Erstarrungs-, Ablagerungs- und Umwandlungsgesteine. Dass diese drei Arten der Gesteinsbildung stattgefunden haben und noch stattfinden, ja dass sie in ihrer weitesten Bedeutung aufgefasst die allein möglichen Arten der Gesteinsbildung darstellen, unterliegt keinem Zweifel, die Schwierigkeit besteht nur in der Zurechnung

der einzelnen Gesteine in diese Abtheilungen und ihre Unterabtheilungen, sowie in der gegenseitigen Abgrenzung derselben. Da diese Schwierigkeit noch nicht für alle einzelnen Gesteine überwunden ist, und da überdiess manche Gesteine ihrem Volumen nach eine nur sehr untergeordnete Rolle spielen, d. h. im Vergleich zu der Gesammtmasse der festen Erdkruste nur einen sehr geringen Raum einnehmen, so habe ich diese gleichsam anhangsweise in eine vierte Abtheilung vereinigt, in welcher kein besonderer Werth auf die Entstehungsweise gelegt ist, obwohl man sie bei einigen derselben sehr gut kennt.

Innerhalb der so gewonnenen drei bis vier Hauptabtheilungen erschien mir eine Spaltung und Vereinigung in Gruppen, welche nahe Verwandtes und geologisch Zusammengehöriges umfassen, besonders wichtig, da hierbei nicht nur die geologische Bedeutung der Gesteine besser berücksichtigt werden kann, als bei der Trennung in einzelnen Arten und Varietäten, sondern es oft auch weit leichter ist, ein Gestein als dieser oder jener natürlichen Gruppe angehörig zu erkennen als es speciell zu bestimmen. Für die Gruppen genügen schon einige allgemeine Kennzeichen, für die Bestimmung der einzelnen Gesteine ist dagegen stets eine genaue Erkennung ihrer mineralischen Zusammensetzung oder ihres chemischen Bestandes erforderlich, beide aber sind in einzelnen Fällen nur mit grosser Schwierigkeit zu erlangen. Es giebt specielle Unterschiede, die recht wesentlich sein können, die sich aber nur durch optische oder chemische Analyse feststellen lassen; natürlich durften diese, so weit sie bekannt sind, nicht übergangen werden, sie sind aber durchaus noch nicht vollständig bekannt.

Bei der sehr grossen Ungleichheit und Mannichfaltigkeit der einzelnen Gesteine, welche hier geschildert werden mussten, war nicht einmal eine consequente gleichartige Behand-

lung für alle möglich. Schon die Frage, was man als selbstständiges Gestein, was nur Varietät eines solchen, bezeichnen soll? ist oft sehr schwer und nur selten unbedingt zu entscheiden.

In der Regel habe ich für jedes Gestein zuerst eine möglichst kurze Charakteristik zu geben versucht, daran schliessen sich dann ausführlichere Besprechungen der Mengungs- und Texturzustände an. Die chemische Zusammensetzung ist aus den in der Einleitung S. 45 entwickelten Gründen bei den einzelnen Gesteinen nur ausnahmsweise berücksichtigt. Charakteristische Fundorte sind nur für die Varietäten zu ihrer sicheren Feststellung genannt, und auch da nicht allemal, weil es nutzlos erschien für die allergewöhnlichsten Gesteinsbildungen einen oder zwei der unzähligen bekannten Fundorte anzuführen. Dagegen ist die Art des Vorkommens in der Erdkruste, die Lagerungsweise, in der Regel besprochen, und an diese Erörterung reihen sich dann gewöhnlich auch noch Bemerkungen über die wahrscheinlichen besonderen Umstände der Entstehung an, die aber natürlich nur als beiläufige anzusehen sind, während die Unterscheidung nach Mengung und Textur Hauptaufgabe blieb.

Für die Mehrzahl der Gesteine habe ich endlich auch eine kurze Uebersicht der neuesten und mir beachtenswerth erscheinenden Literatur angefügt.

Nachdem die einzelnen Gesteine besprochen sind, lasse ich noch einige allgemeine Bemerkungen über ihre geologische Gruppirung in zusammengehörige Formationen, und über ihre verschiedene Entstehungsart folgen. Diese Betrachtungen führen auf ein ursprüngliches Stoffgemenge der Erde, welches sich aus verschiedenen Ursachen, durch mancherlei Vorgänge in die einzelnen Mineralaggregate gespalten hat, die wir Gesteine nennen, die aber z. Th. nur Textur-,

Uebergangs- und Umwandlungsstadien von einander sind. Für ihre Gesammtheit ergiebt sich sogar eine Art Kreislauf der Bildung und Umbildung.

Da ich in den Index auch alle Synonyme aufgenommen habe, die im Text oft nur bei den untergeordneten Varietäten erwähnt werden konnten, so glaube ich kaum, dass man darin irgend eine in Deutschland übliche Gesteinsbezeichnung vermissen wird.

Noch eine allgemeine Bemerkung sei mir hier gestattet. Die Geologie ist ein ganz besonders verführerisches Gebiet für voreilige Erklärungsversuche von noch nicht hinreichend erkannten Thatsachen, ja es sind solche bei ihrem Studium fast unvermeidlich. Betrachtet man dergleichen Hypothesen nur als solche, d. h. als Anregungen zu ihrer möglichsten Begründung, so werden sie nicht schaden; die Gefahr durch dieselben liegt nur darin, dass man sie für bereits begründet hält und sich damit beruhigt. So lange ihnen das bereits Erkannte nicht widerspricht, sie überhaupt mit den Naturgesetzen in Einklang stehen und als blosse Fühler und Anreger dienen, sind sie sogar von grossem Nutzen. Lediglich in diesem Sinne habe ich mir hier Hypothesen aufzustellen erlaubt.

Freiberg, im Juli 1862.

B. Cotta.

Einleitung.

Alle Versuche, die verschiedenen Gesteine oder Mineralaggregate, aus denen die feste Erdkruste besteht, scharf von einander zu unterscheiden und systematisch zu ordnen, sind misslungen. Das ist auch sehr natürlich, wenn man ihren Ursprung und die Art ihrer Zusammensetzung berücksichtigt. Es sind theils Erstarrungsproducte des Stoffgemenges, welches den Erdkörper bildet, theils Resultate der chemischen und mechanischen Zerstörung solcher Erstarrungsproducte, welche in irgend einer Weise, am häufigsten durch Ablagerung aus Wasser, wieder vereinigt wurden.

In den Erstarrungsproducten finden sich als wesentliche, d. h. fast in allen unter ähnlichen quantitativen Verhältnissen, vorhandene Elemente vorzugsweise Silicium, Aluminium, Eisen, Calcium, Magnesium, Kalium, Natrium und Sauerstoff. Alle anderen Elemente treten darin nur sehr untergeordnet, und durchaus nicht constant auf. Man kann daher füglich sagen: alle Eruptivgesteine bestehen wesentlich nur aus jenen 8 Grundstoffen und diese bilden in ihnen durch ihre Verbindung ganz vorherrschend folgende Mineralien: Feldspath, Quarz, Glimmer, Amphibol und Pyroxen zum Theil allerdings mit specifischen Unterschieden dieser mineralogischen Genera. Zu diesen Hauptbestandtheilen der Eruptivgesteine gesellen sich als untergeordnet, aber doch zuweilen häufig oder wesentlich: Nephelin, Leucit, Granat, Olivin, Turmalin, Titanit und Mag-

neteisenerz. Andere Mineralien treten als Gemengtheile solcher Gesteine nur local, zwar in grosser Zahl, aber nur in geringer Menge auf.

Aus diesen, wenn auch nur wenigen Mineralien, liessen sich allerdings schon eine grosse Zahl ganz wesentlich von einander verschiedener Combinationen construiren, aber diese mathematisch mögliche Mannichfaltigkeit und Verschiedenheit zu erreichen scheint nicht Aufgabe oder Folge der natürlichen Vorgänge gewesen zu sein, vielmehr ist die mineralogische wie die chemische Zusammensetzung der Eruptivgesteine im Allgemeinen eine sehr übereinstimmende. Sie enthalten fast alle irgend eine Feldspathspecies, oder an deren Stelle Nephelin oder Leucit, verbunden entweder mit Amphibol oder Pyroxen, oder mit Quarz und Glimmer, und nebenbei einige andere Mineraltheile. Chemisch aber bestehen sie sämmtlich aus 40—82 Kieselerde, 5—30 Thonerde, 1—30 Eisenoxyd oder Eisenoxydul, 0,1—3 Manganoxydul, 1—16 Kalkerde, 1—16 Talkerde, 1—12 Kali und 1—10 Natron, (in den meisten ist auch etwas Wasser enthalten, doch ist dessen Ursprünglichkeit unsicher), ohne dass sich für irgend eines derselben ein bestimmtes constantes Quantitätsverhältniss dieser Stoffe feststellen liesse. Nur der Kieselerdegehalt ist für gewisse Gesteine ziemlich constant ein viel grösserer als für andere, so dass sie darnach in zwei Gruppen geordnet werden können, aber ebenfalls ohne scharfe Abgrenzung.

Bei ihrer Unterscheidung als einzelne Arten, wenn dieser Ausdruck hier überhaupt erlaubt ist, hat man zwei von einander sehr verschiedene Principien befolgt; man hat sie theils nach den darin erkennbaren Mineraltheilen, theils aber nur nach ihrer Textur (der Grösse und Verbindungsart ihrer Bestandtheile) unterschieden und ungleich benannt. So ist es gekommen, dass oft dasselbe Mineralgemenge verschiedene Namen erhalten hat, oder auch, dass zwei verschiedenartige Mineralgemenge, deren Unterschied nicht erkannt wurde, denselben Namen erhielten. Zu den ursprünglichen Verschiedenheiten der Gesteine kommen sehr oft noch solche, welche erst im Laufe der Zeit durch Zersetzung (Verwitterung) oder Umwandlungen ganz anderer Art, eingetreten sind. Auch diese

Zustände haben sehr oft besondere Benennungen veranlasst, obwohl sie in Wirklichkeit nur Umwandlungsstadien derselben Masse darstellen.

Trennungen und Benennungen, welche auf so ungleiche Grundlagen basirt sind, können unmöglich wirklichen, specifischen Unterschieden entsprechen. Dergleichen sind aber bei Gesteinen überhaupt nicht vorhanden, dieselben sind vielmehr stets nur mehr oder weniger constante Gemenge gewisser Mineraltheile, welche oft vollständig in einander übergehen. Sie bilden nicht Arten, die man den Species der Mineralogie vergleichen könnte, sie stellen vielmehr alle nur verschiedene Stadien der Mengung, Textur oder Umwandlung dar, die man zwar in ihrer charakteristischen Erscheinung zu fixiren, aber niemals scharf von einander zu trennen vermag, da es zwischen ihnen viele verbindende Mittelglieder giebt.

Wenn das Alles schon für die ursprünglichsten Gesteinsbildungen, d. h. für diejenigen gilt, welche als Erstarrungsproducte des Stoffgemenges der Erde anzusehen sind, um wie viel mehr muss es nothwendig für die aus ihrer Zerstörung und Umwandelung hervorgegangenen sedimentären und metamorphischen Gesteine gültig sein.

In den Sedimentärgesteinen haben sich die Grundstoffe oder mineralischen Bestandtheile der Erstarrungsgesteine durch chemische und mechanische Wirkung des Wassers anders vertheilt, und es sind zu den vorherrschenden Elementen zwei neue hinzugetreten, nämlich Kohlenstoff und Wasserstoff, untergeordnet auch Schwefel, Chlor u. s. w. Durch jene Wasserwirkung ist eine allgemeine Sonderung in vorherrschend kieselige, thonige und kalkige Gesteine erfolgt, die aber grossentheils nur als mechanische Gemenge anzusehen sind. Nur ein kleiner Theil scheint das Resultat chemischer Niederschläge aus Solutionen zu sein. Von scharfer Begrenzung einzelner Arten kann unter solchen Umständen wieder gar nicht die Rede sein. Man hat es auch hier grösstentheils mit in einander übergehenden Mineralgemengen zu thun. Ja es ist nicht einmal möglich, allen local auftretenden, etwas verschiedenen Gemengen besondere Namen

zu geben, man muss sich vielmehr oft mit blossen Kategorien begnügen, die unendlich viele Abstufungen umfassen.

Nun kommt aber bei diesen Gesteinen zu der ursprünglichen Bildungsverschiedenheit die allmälige Umwandlung in andere Zustände, zum Theil mit Aenderung der chemischen oder wenigstens der mineralogischen Zusammensetzung erst noch in recht auffallendem Grade hinzu. Aus den sandigen oder schlammigen Ablagerungen sind zunächst feste Gesteine und endlich krystallinische Aggregate hervorgegangen, welche letztere in ihrer Zusammensetzung zum Theil wieder den krystallinischen Erstarrungsproducten gleichen. Nur zum Theil gleichen sie ihnen, da durch Absonderung von Kalkerde und Zutritt von Kohlenstoff, Schwefel und Wasserstoff einige neue Verbindungen gebildet wurden, wie Kalkspath, Dolomit, Gyps, Graphit u. s. w., die den Erstarrungsgesteinen als wesentlich fehlen.

Hauptresultate dieser Betrachtungen sind: dass wir die Gesteine nicht wie Species behandeln, nicht in ein ihrer Natur entsprechendes System ordnen, und nicht einmal bei ihrer Schilderung gleichmässig behandeln können.

Die zweckmässigste Eintheilung, die man für sie wählen kann, wird immer noch eine ihrer Entstehungsweise entsprechende sein. Da es aber ausser den massenhaft auftretenden und häufigen Gesteinsbildungen auch viele solche giebt, die nur local, unter besonderen Umständen, und auch da nicht in grosser Ausdehnung entstanden zu sein scheinen, bei denen übrigens selbst die Art der Entstehung oft zweifelhaft, so ist es rathsam, auch nach dieser Rücksicht eine Trennung vorzunehmen, und zunächst die gewöhnlichsten, gleichsam, normalsten Gesteinsbildungen, die sich in allen Erdgegenden unter ähnlichen Umständen wiederholen, zu besprechen, daran aber nachher die besonderen Gesteine oder Lagerstätten, ohne consequente Berücksichtigung ihrer Entstehungsweise, und folglich ohne alle bestimmte Ordnung anzureihen.

Bei der sehr grossen Zahl und Mannichfaltigkeit der durch den Gebrauch von einander getrennten Gesteinsbildungen, die oft in Wirklichkeit gar nicht sehr wesentlich von einander abweichen, wird es jedenfalls zweckmässig,

diese möglichst in zusammengehörige Gruppen zu vereinigen, und viele ganz ungleich benannte Dinge nur als Varietäten anderer zu behandeln. Es empfiehlt sich aus diesem Grunde auch die grösste Vorsicht in der Aufstellung neuer Benennungen für Gesteine, da es sich immer mehr als unzweckmässig, ja sogar als unthunlich heraus stellt, alle kleinen manchmal nur localen Modificationen der Textur oder der Zusammensetzung mit besonderen Namen zu belegen.

Ist es unter diesen Umständen überhaupt unmöglich, alle in der Natur auftretenden Mineralcombinationen besonders zu benennen, und genügt es vielmehr die häufigeren zu unterscheiden, so muss man sich doch auch bei diesen darauf beschränken, ihre charakteristische Erscheinung einigermassen fest zu stellen, d. h. gewisse Mittelpunkte der Entwickelung zu charakterisiren, von denen aus dann vielfache Uebergänge nach anderen Mittelpunkten stattfinden. Die Uebergangsstadien selbst müssen nothwendig oft zweifelhaft bleiben.

Der eine Beobachter kann ein Gestein für Granit, der andere dasselbe für Gneiss erklären, ohne dass man zu Vorwürfen berechtigt ist. Von einer präcisen Umgrenzung des zu einem Namen Gehörigen muss unter solchen Umständen abgesehen werden.

Nach ihrer elementaren Zusammensetzung könnte man alle Gesteine etwa in:

1) Kieselarme Erstarrungs- oder Eruptiv- und metamorphische Gesteine,
2) Kieselreiche Erstarrungs- oder Eruptiv- und metamorphische Gesteine,
3) Thonreiche,
4) Kalkreiche und
5) Kieselreiche Sedimentärgesteine eintheilen.

Nach den darin vorherrschenden, oder doch besonders charakteristischen Mineralien könnte man dagegen folgende Gruppen bilden:

1) Orthoklasgesteine,
2) Sanidingesteine,
3) Oligoklasgesteine,
4) Labradorgesteine,
5) Anorthitgesteine,

} Eruptiv oder metamorphisch.

6) Leucitgesteine,	Eruptiv oder metamorphisch.
7) Nephelingesteine,	
8) Amphibolgesteine,	
9) Pyroxengesteine,	
10) Quarzgesteine,	Sedimentär oder metamorphisch.
11) Glimmergesteine,	
12) Thongesteine,	
13) Kalkgesteine,	
14) Dolomitgesteine,	
15) Gypsgesteine,	
16) Salzgesteine,	
17) Eisensteine,	
18) Kohlengesteine,	

Auch diese Gruppen verlaufen aber vielfach in einander, und lassen sich darum nicht streng durchführen, und bedingen überdiess manche sehr unnatürliche Spaltungen. *Göthe's* Ausspruch: Natürliches System, ein widersprechender Ausdruck, bewährt sich bei den Gesteinen recht vollständig.

Das erste, und zu seiner Zeit ein vortreffliches Buch über Gesteine, war *v. Leonhard's* Charakteristik der Felsarten (1823). Darin findet sich auch *Alexander Brongniart's classification minéralogique des roches mélangées*, abgedruckt, welche im 34. Band des *Journal des mines* erschienen war. Unter den späteren Arbeiten über diesen Gegenstand sind besonders folgende hervor zu heben.

Naumann's Geognosie Bd. I., wovon bereits eine zweite Auflage 1858 erschienen ist. *Senft's* Classification der Felsarten 1857, worin die Gesteine vorzugsweise nach ihren am meisten charakteristischen Gemengtheilen geordnet sind. *Durocher*, *essai de pétrologie comparée* in den *Ann. d. mines* 1857, II., p. 217 und 676. Er theilt die Eruptivgesteine, wie vor ihm schon *Bunsen*, in sauere und basische, fügt aber auch noch Unterabtheilungen für Degradationen der saueren und basischen hinzu, die nur ungefähr *Bunsen's* Mittelgesteinen entsprechen. *G. Bischof* untersuchte und beurtheilte eine grosse Zahl Gesteine vom chemischen Standpunkte. Die Anordnung der einzelnen Abhandlungen in seinem Lehrbuch der Geologie

ist, wie es scheint, eine durchaus zufällige, und das geologische Vorkommen der Gesteine ist dabei kaum berücksichtiget. Sehr zahlreiche Analysen enthält *Rammelsberg's* Handwörterbuch der Mineralogie nebst Supplementen; während ganz kürzlich *Roth* versucht hat, alle bekannten Gesteinsanalysen (1861) nach bestimmten Principien zusammen zu stellen und mit kritischen Bemerkungen zu begleiten.

Diese umfassenden Schriften werde ich im Text nicht mehr speciell citiren, da sich ihre Anführung sonst fast bei jedem Gestein wiederholen würde. Wo es sich um Berücksichtigung besonderer Ansichten handelt, nenne ich in diesen Fällen blos die Namen der Verfasser.

Dagegen werde ich die höchst werthvollen Abhandlungen von *Abich*, *Bäntsch*, *Bergemann*, *Blum*, *Breithaupt*, *Bunsen*, *Delesse*, *Deville*, *Ehrenberg*, *Fischer*, *Girard*, *von Hochstetter*, *Hochmuth*, *Jenzsch*, *Knop*, *List*, *Naumann*, *Oppermann*, *v. Rath*, *G. Rose*, *Frhr. v. Richthofen*, *Scheerer*, *Söchting*, *Stache*, *Streng*, *v. Walterhausen* u. s. w. an den entsprechenden Orten einzeln citiren.

Die Natur der Gesteine überhaupt.

Die unter sich ungleichen Substanzen, aus welchen die feste Erdkruste besteht, nennt man Gesteine, Felsarten oder Gebirgsarten, ohne damit den Begriff des Festen, Felsenhaften, als durchaus nothwendig zu verbinden. Die meisten Gesteine befinden sich allerdings in einem festen Zustande, einige aber bestehen nur aus weichen oder lockeren Anhäufungen ihrer Theile.

Diese Theile sind stets Mineraltheile, d. h. alle Gesteine bestehen aus Mineralaggregaten, aus mehr oder weniger fest und innig mit einander verbundenen Mineraltheilchen. Zu den Mineraltheilchen werden hier aber auch alle mineralischen oder mineralisirten Ueberreste von organischen Körpern gerechnet.

Die einzelnen zu einem Gestein mit einander verbundenen Mineraltheilchen sind entweder gross genug, um sie deutlich als solche zu erkennen, und in diesem Falle nennt

man die Gesteine deutlich gemengt oder körnig; oder sie sind zu klein und zu innig mit einander verflösst, um eine solche Unterscheidung mit unbewaffnetem Auge möglich zu machen, in welchem Falle man die Gesteine undeutlich gemengt oder dicht nennt.

Gewöhnlich sind die Theile zweier oder mehrerer Mineralien zu einem Gesteine verbunden, welches man dann überhaupt gemengt, und zwar wieder deutlich oder undeutlich gemengt nennt, je nachdem die Verbindung eine mit dem Auge erkennbare ist oder nicht. Manche Gesteine bestehen aber wesentlich nur aus den Theilen eines Minerales, wie zum Beispiel Kalkstein, und diese nennt man im Gegensatz zu den gemengten einfache Gesteine.

Sowohl in den gemengten, als in den einfachen Gesteinen kommen ausser den Gemengtheilen, aus welchen sie wesentlich zusammengesetzt sind, sehr oft auch noch ganz untergeordnete Nebenbestandtheile vor, welche man accessorische oder unwesentliche Gemengtheile zu nennen pflegt. Gewöhnlich sind dieselben nur in so geringer Menge, oder nur so local vorhanden, dass dadurch die Natur des Gesteines nicht bemerkbar verändert wird, während zuweilen allerdings dergleichen accessorische Gemengtheile dem Gesteine auch wohl einen besonderen Charakter verleihen und gewissermassen in wesentliche übergehen. Es entstehen dadurch Mengungsvarietäten und Uebergänge. Dabei äussern sich die accessorischen Bestandtheile wieder sehr ungleich, je nachdem sie als deutliche Krystalle oder krystallinische Theile, oder nur als fein vertheilte Substanz innig beigemengt sind.

Die Zahl der Mineralien, welche für gewöhnlich als wesentliche Gemengtheile in Gesteinen aufzutreten pflegen, ist verhältnissmässig eine sehr beschränkte. Es sind etwa die folgenden: Feldspath, Quarz, Glimmer, Amphibol, Pyroxen, Kalkspath und Dolomit, von diesen allerdings verschiedene Species. Zu ihnen kommen als schon weniger häufig etwa noch: Chlorit, Talk, Leucit, Nephelin, Olivin, Magneteisenerz, Granat, Gyps, Kohle, einige Kiese und einige Eisenerze.

Dagegen ist die Zahl der accessorisch auftretenden Ge-

mengtheile eine viel grössere und fast unbeschränkte, d. h. unter gewissen Umständen kann fast jedes Mineral als accessorischer Gemengtheil irgend eines Gesteins gefunden werden, namentlich aber können auch diejenigen Mineralien, welche für gewisse Gesteine wesentliche Gemengtheile bilden, in anderen als unwesentliche auftreten. Obwohl man aber sagen kann, dass die Zahl der accessorischen Mineralien eine unbeschränkte sei, so findet sich doch in Wirklichkeit höchstens $^1/_4$ aller bis jetzt bekannten Mineralien so häufig accessorisch in Gesteinen, dass sie für deren Erkennung oder Bestimmung Beachtung verdienen.

Unter den Gesteinen, welche die feste Erdkruste bilden, befindet sich eine ziemliche Anzahl, welche sich mit fast gleicher Zusammensetzung in allen Erdgegenden auf eine analoge Weise wiederholen, wie z. B. Granit, Basalt, Kalkstein u. s. w., und welche auch nach ihrer räumlichen Ausdehnung einen so wesentlichen Antheil an der Zusammensetzung der Erdkruste nehmen, dass man füglich sagen kann, dieselbe besteht ganz vorherrschend aus ihnen, während andere nur hie und da, und mit so beschränkter Ausdehnung auftreten, dass man sie als sehr untergeordnete und fast ausnahmsweise Bestandtheile der Erdkruste ansehen kann. Eine bestimmte Grenze lässt sich zwischen beiden freilich nicht ziehen, immerhin erscheint es mir aber zweckmässig, eine Trennung zwischen beiden zu versuchen. Ich werde deshalb zunächst die ersteren als vorherrschende Gesteine in ihrem gegenseitigen Zusammenhange besprechen und daran nachher erst die besonderen Gesteinsbildungen oder Lagerstätten anreihen. Die ersteren sind offenbar die Resultate sehr allgemeiner geologischer Vorgänge, während die letzteren, zum Theil wenigstens, als die Folgen besonderer Umstände anzusehen sind, die nur hie und da, und immer nur vorübergehend eingetreten sind. Diese letzteren stehen deshalb meist auch viel weniger in einer inneren Verbindung unter einander. Freilich muss eine solche Trennung einigermassen den Charakter individueller Ansicht an sich tragen, da eben von der Natur keine bestimmte Abgrenzung gegeben ist. Für extreme Beispiele ist es sehr leicht, einen solchen Unterschied zu machen, dazwischen

liegen aber stets viele zweifelhafte Fälle. So wird z. B. kein Geolog in Zweifel sein, dass der Granit zu den sehr verbreiteten Gesteinen zu rechnen ist, und dass dagegen der Topasfels zu den ganz ausnahmsweisen Erscheinungen gehört, wie sie nur unter sehr besonderen Umständen sich gebildet haben. Fraglich kann es aber z. B. schon erscheinen, in welche Abtheilung man den Serpentin oder den Eklogit rechnen soll.

Zusammensetzung der Gesteine aus Mineraltheilen.

Der wichtigste Unterschied aller Gesteine beruht in ihrer Zusammensetzung aus ungleichen Mineralien. Deshalb ist es denn auch für Jeden, welcher Gesteine unterscheiden, erkennen oder bestimmen will, zunächst nöthig die Mineralien zu kennen und zu erkennen, aus denen sie bestehen. Wer also Gesteine bestimmen will, der muss zuvor wenigstens die wichtigsten Mineralien kennen. Nicht um diese Kenntniss zu ersetzen, sondern nur um dem Gedächtniss zu Hülfe zu kommen, lasse ich hier ein Verzeichniss derjenigen Mineralien folgen, welche, wenn auch nicht gerade alle häufig, aber doch mehrfach als wesentliche oder accessorische Gemengtheile von Gesteinen auftreten. Ich habe sie nach *Naumann's* System hinter einander gereiht und das Wichtigste über ihre Krystallisation, ihre Härte, H., ihr specifisches Gewicht, G., und ihre chemische Zusammensetzung, Z., beigefügt. Letztere Angaben nur in runden Zahlen, da auf die genauen, aber unter einander abweichenden Bestimmungen der einzelnen Analysen hier nichts ankommen kann.

Erden und analoge Verbindungen.

1) Diaspor, rhombisch. H. 6, G. 3,4, Z. 85 Aluminia, 15 Wasser. Accessorisch in Dolomit.

2) Opal, amorph. H. 5,5—6,5, G. 1,9—2,3, Z. amorphe Kieselerde mit 5—13 Proc. Wasser. Nicht als wesentlicher Gemengtheil mit anderen Mineralien, wohl aber als besonderes Gestein und oft in Spalten und Hohlräumen, oder als Knollen. Dahin gehören als Varietäten:

   a) Hyalith, durchsichtig.

b) Kieselsinter, als Incrustation, welche für sich ein Gestein bildet.
c) Gemeiner Opal.
d) Hydrophan.
e) Halbopal.
f) Menilit, Knollen oder Lagen bildend.
g) Alumocalcit, ein nicht ganz erhärteter Opal.

3) Quarz, hexagonal. H. 7., G. 2,5—2,8, Z. Kieselerde mit kleinen Beimischungen von Eisen- und Titanoxyd. Sehr häufig als Gemengtheil und auch als Gestein für sich. Hauptvarietäten sind:
a) Bergkrystall, durchsichtig.
b) Amethyst, oft bläulich.
c) Gemeiner Quarz.
α) Rosenquarz.
β) Milchquarz.
d) Eisenkiesel, roth, gelb oder braun.
e) Hornstein, dicht, meist farbig.
f) Kieselschiefer (Lydit), durch Kohlenstoff schwarz oder grau.
g) Jaspis, dicht, meist gefärbt.
h) Chalcedon, dicht, durchscheinend, weiss oder bunt.
i) Feuerstein (Flint), dicht, gelblich oder grau.
k) Achat, eine Verbindung mehrerer der vorstehenden Varietäten.

4) Korund, (Saphir, Rubin, Schmirgel). Rhomboëdrisch. H. 9, G. 3,9—4, Z. Thonerde mit wenig Beimengung. Accessorisch oder in besonderen Lagerstätten.

5) Flussspath, (Fluorit, Fluss). Tesseral. H. 4, G. 3,1—3,2. Verschieden gefärbt. Als accessorische Beimengung oder in besonderen Lagerstätten.

6) Kochsalz, (Steinsalz, Seesalz). Tesseral. H. 2, G. 2,1—2,2, Z. 60 Chlor, 40 Natrium. In Wasser leicht auflöslich zum Theil mit Zerknisterung (Knistersalz). Bildet ein Gestein für sich und Beimengungen in Thon (Salzthon).

7) Salmiak. Tesseral. H. 1,5—2, G. 1,5—1,6, Z. salzsaures Ammoniak mit 32 Proc. Ammoniak. In Wasser leicht auflöslich. In Spalten von Laven und Kohlenbrandgesteinen.

Haloide.

8) Tinkal, (Borax). Monoklinisch. H. 2—2,5, G. 1,7—1,8, Z. zweifach borsaueres Natron mit 47 Wasser und 36 Borsäure. An Seeufern in Tibet.

9) Lazulith, (Blauspath). Monoklinisch. H. 5—6, G. 3,1, Z. 44 Phosphorsäure, 32 Aluminia, 18 Magnesia, 6 Wasser. Nur accessorisch.

10) Kalait, (Türkis). Amorph. H. 6, G. 2,6—2,8, Z. 20,5 Wasser, 32,5 Phosphorsäure, 47 Aluminia. Blau und grün. Als Spaltenüberzug.

11) Wavellit, (Lasionit). Rhombisch. H. 3,5—4, G. 2,3—2,5, Z. 28 Wasser, 35 Phosphorsäure, 38 Aluminia. Weiss, gelb, grün, blau. In Gesteinsklüften.

12) Predazzit. Krystallinisch körnig. H. 3,5, G. 2,6, Z. 77,5 kohlensaurer Kalk, 15,5 Magnesia, 7 Wasser. Weiss. Bildet ein Gestein für sich.

13) Natron. Monoklinisch. H. 1—1,5, G. 1,4—1,5, Z. kohlensaures Natron mit 63 Wasser. Bildet Krusten.

14) Trona, (Urao). Monoklinisch. H. 3, G. 2,1, Z. kohlens. Natron mit nur 20 Wasser. Bildet ein Gestein für sich.

15) Glaubersalz, (Mirabilit). Monoklinisch. H. 1,5—2, G. 1,4—1,5, Z. schwefelsaures Natron mit 56 Wasser. Als Beimengung in Steinsalz und als besondere Lagerstätten.

16) Bittersalz, (Epsomit). Rhombisch. H. 2—2,5, G. 1,7—1,8, Z. schwefelsaure Magnesia mit 51 Wasser. Bildet Bodenausblühungen.

17) Haarsalz, (Keramohalit). Haarförmig. H. 1,5—2, G. 1,6—1,7, Z. schwefelsaure Thonerde mit 48 Wasser. Accessorisch in Kohlen und an Vulkanen.

18) Alaun. Als Ausblühung in Klüften u. s. w., und zwar:

a) Ammoniak-Alaun. Tesseral. H. 2—2,5, G. 1,7, Z. schwefelsaure Thonerde mit 4 Ammoniak und 48 Wasser.

b) Kali-Alaun. Tesseral. H. 2—2,5, G. 1,9, Z. schwefelsaure Thonerde mit 10 Kali und 46 Wasser.

c) Natron-Alaun. Tesseral. H. 2—2,5, G. 1,6, Z. schwefelsaure Thonerde mit 7 Natron und 48 Wasser.

d) Magnesia-Alaun, dem vorigen analog, mit Magnesia statt Natron.

e) Mangan-Alaun. Mit Manganoxydul statt einem Alkali.

f) Eisen-Alaun (Bergbutter). Mit Eisenoxydul statt einem Alkali.

19) Alunit, (Alaunstein). Rhomboëdrisch. H. 3,5—4, G. 2,6—2,8, Z. 12 Wasser, 11 Kali, 38 Aluminia, 39 Schwefelsäure. Bildet besondere Lagerstätten.

20) Gyps. Monoklinisch. H. 1,5—2, G. 2,2—2,4, Z. 21 Wasser, 46,5 Schwefelsäure, 32,5 Calcia. Bildet ein Gestein für sich.

21) Anhydrit, (Karstenit, Muriazit). Rhombisch. H. 3—3,5, G. 2,8—3, Z. 59 Schwefelsäure, 41 Kalkerde. Bildet ein Gestein für sich.

22) Baryt, (Schwerspath). Rhombisch. H. 3—3,5, G. 4,3—4,7, Z. 34 Schwefelsäure, 66 Barya. Kaum als Gemengtheil, aber in besonderen Lagerstätten.

23) Cölestin. Rhombisch. H. 3—3,5, G. 3,9—4, Z. 43,5 Schwefelsäure, 56,5 Strontia. Nicht als Gemengtheil, aber auf Klüften u. s. w.

24) Glauberit, (Brongniartin). Monoklinisch. H. 3, G. 2,7, Z. schwefelsaures Natron und schwefelsaurer Kalk. Accessorisch.

25) Borazit und Stasfurtit. Tesseral. H. 7, G. 2,9—3, Z. 70 Borsäure, 30 Magnesia. Eine dichte Varietät als besondere Lagerstätte im Steinsalz. Sonst als accessorische Beimengung in Gyps.

26) Apatit. Hexagonal. H. 5, G. 3,1—3,2, Z. phosphorsaurer Kalk mit etwas Kiesel, Eisen oder Fluorcalcium. Accessorischer Gemengtheil vieler Gesteine. Dicht als „Phosphorit" in besonderen Lagerstätten.

27) Kryolith. Rhombisch. H. 2,5—3, G. 2,9, Z. 54 Fluor, 13 Aluminium, 33 Natrium. Besondere Lagerstätte im Gneiss Grönlands.

28) Natronsalpeter, (Chilesalpeter). Rhombisch. H. 1,5—2, G. 2,1—2,2, Z. 37 Natron, 63 Salpetersäure. Als Beimengung in Thon.

29) Kalisalpeter, (Salpeter). Rhombisch. H. 2, G. 1,9—2, Z. 47 Kali, 53 Salpetersäure. Als besondere Lagerstätten.

30) Aragonit, (Aragon). Rhombisch. H. 3,5—4, G. 2,9—3, Z. kohlensaurer Kalk oft mit $^1/_4$ bis 4 kohlensaurer Strontia. In Klüften und Blasenräumen oder als Sinter.

31) Kalkspath, (Calcit). Rhomboëdrisch. H. 3, G. 2,6—2,8, Z. 44 Kohlensäure, 56 Kalkerde. Für sich als Gestein: Kalkstein, und als Beimengung.

32) Rautenspath, (Dolomit, Braunspath, Bitterspath, Perlspath). Rhomboëdrisch. H. 3,5—4,5, G. 2,8—2,9, Z. 54,3 kohlensaurer Kalk, 45,7 kohlensaurer Talk. Für sich als Gestein: Dolomit, und als Beimengung.

33) Gurhofian ist wohl nur ein dichter Dolomit H. = 5.

34) Ankerit. Rhomboëdrisch. H. 3,5—4, G. 2,9—3,1, Z. 50 kohlensaurer Kalk, 32—35 kohlensaures Eisenoxydul, 8—16 kohlensaures Magnesia, 3—5 kohlensaures Manganoxydul. Als besondere Lagerstätten oder mit Eisenspath gemengt.

35) Magnesit, (Talkspath, Magnesitspath, Bitterspath, Breunnerit). Rhomboëdrisch. H. 4—4,5, G. 2,9—3,1, Z. 52 Kohlensäure,

48 Magnesia. Als accessorische Beimengung und als besondere Lagerstätten.

Chalcite.

36) Mesitin, (Pistomesit). Rhomboëdrisch. H. 4, G. 3,4, Z. 44 Kohlensäure, 22 Magnesia, 34 Eisenoxydul. Als Beimengung.

37) Eisenspath, (Siderit, Spatheisenstein. Sphärosiderit). Rhomboëdrisch. H. 3,5—4,5, G. 3,7—3,9, Z. 38 Kohlensäure, 62 Eisenoxydul. Als besonderes Gestein: Spatheisenstein und dicht: Sphärosiderit, mit Thon gemengt: Thoneisenstein. Auch accessorisch.

38) Zinkspath, (Smithsonit, Galmei). Rhomboëdrisch. H. 5, G. 4,1—4,5, Z. 35,5 Kohlensäure, 64,5 Zinkoxyd. Als besondere Lagerstätten.

39) Malachit. Monoklinisch. H. 3,5—4, G. 3,6—4, Z. 72 Kupferoxyd, 8 Wasser, 20 Kohlensäure. Grün. Als Beimengung und als besondere Lagerstätten.

40) Kupferlasur, (Azurit). Monoklinisch. H. 3,5—4, G. 3,7—3,8, Z. 69 Kupferoxyd, 5 Wasser, 26 Kohlensäure. Blau. Als Beimengung.

41) Vivianit, (Blaueisenerde, Anglarit, Mullicit). Monoklinisch. H. 2, G. 2,6—2,7, Z. 42 Eisenoxydul, 29 Phosphorsäure, 29 Wasser. Blau und grün. Als accessorische Beimengung.

42) Volborthit. Hexagonal. H. 3, G. 3,4—3,5, Z. 37 Vanadinsäure 5 Wasser, 58 Kupferoxyd und etwas Kalkerde. Grün oder gelb. Als Beimengung in Sandstein.

Geolithe.

43) Talk, (Steatit, Speckstein). Meist dicht oder schuppig. H. 1, G. 2,6—2,8, Z. 64 Silicia, 36 Magnesia, aber auch bis 5 Wasser enthaltend. Als wesentlicher und accessorischer Gemengtheil, auch als besonderes Gestein: Talkschiefer.

44) Schillerspath, (Bastit). Dicht oder blättrig. H. 3,5—4, G. 2,6—2,8, Z. 44 Silicia, 26 Magnesia, 2 Kalkerde, 7 Eisenoxydul, 3 Eisenoxyd, 2 Chromoxyd, 2 Aluminia, 14 Wasser. Wesentlich im Schillerfels, accessorisch im Serpentin.

45) Serpentin. Dicht. H. 3—4, G. 2,5—2,7, Z. 44 Silicia, 43 Magnesia, 13 Wasser (statt Magnesia bis 13 Eisenoxydul). Als besonderes Gestein, wenn das nicht stets ein dem Mineral Serpentin nur ähnliches Umwandlungsproduct aus anderen Gesteinen ist.

46) Chrysotil (Serpentin-Asbest). Faserig. Weich. G. 2,2—2,6, Z. 42 Silicia, 35 Magnesia, 11 Eisenoxydul, 12 Wasser. Accessorisch im Serpentin.

47) Apophyllit, (Ichthyophthalm, Albin). Tetragonal. H. 4,5—5, G. 2,3—2,4, Z. 53 Silicia, 28 Calcia, 15 Wasser, 5 Kali. Besonders in Blasenräumen von Eruptivgesteinen.

(Zeolithe).

48) Thomsonit, (Comptonit). Rhombisch. H. 5—5,5, G. 2,3—2,4, Z. 38 Silicia, 32 Aluminia, 17 Calcia, 13 Wasser. Nur accessorisch.

49) Skolezit, (Mesotyp, Kalkmesotyp). Monoklinisch. H. 5—5,5, G. 2,2—2,3, Z. 47 Silicia, 26 Aluminia, 14 Calcia, 14 Wasser. In Blasenräumen basaltischer Gesteine.

50) Mesolith, (Mesotyp). Selbstständigkeit unsicher. H. 3,5—4, G. 2, Z. wie eine Verbindung von Skolezit und Natrolith. In Blasenräumen.

51) Natrolith, (Mesotyp, Spreustein). Rhombisch. H. 5—5,5, G. 2,1—2,2, Z. 48 Silicia, 27 Aluminia, 16 Natron, 9 Wasser. In Blasenräumen und Spalten, auch als Gemengtheil.

52) Chabasit. Rhomboëdrisch. H. 4—4,5, G. 2—2,1, Z. 48 Silicia, 20 Aluminia, 11 Calcia, 21 Wasser. In Blasenräumen.

53) Analcim. Tesseral. H. 5,5, G. 2,1—2,2, Z. 55 Silicia, 23 Aluminia, 14 Natron, 8 Wasser. In Blasenräumen und Klüften, auch als Gemengtheil des Analcimdolerites.

54) Laumontit. Monoklinisch. H. 3—3,5, G. 2,2—2,3. Z. 52 Silicia, 21 Aluminia, 11 Calcia, 15 Wasser. Accessorischer Gemengtheil einiger Gesteine.

55) Phillipsit, (Kalkharmotom, Kaliharmotom). Rhombisch. H. 4,5, G. 2,1—2,2, Z. 49 Silicia, 20 Aluminia, 7 Calcia, 6 Kali, 18 Wasser. Accessorisch und in Blasenräumen.

56) Desmin, (Stilbit, Strahlzeolith). Rhombisch. H. 3,5—4, G. 2,1—2,2, Z. 58 Silicia, 16 Aluminia, 9 Calcia, 17 Wasser. Häufig in Blasenräumen.

57) Stilbit, (Heulandit). Monoklinisch. H. 3,5—4, G. 2,1—2,2, Z. 60 Silicia, 17 Aluminia, 9 Kali, 14 Wasser. Häufig in Blasenräumen.

58) Harmotom, (Kreuzstein). Rhombisch. H. 4,5, G. 2,3—2,4, Z. 47 Silicia, 16 Aluminia, 23 Barya, 14 Wasser. In Blasenräumen.

(Amorphe Hydrolithe).

59) Meerschaum. Dicht. H. 2—2,5, G. 0,8—1, Z. 62 Silicia, 26 Magnesia, 12 Wasser. Besondere Lagerstätten.

60) Saponit, (Seifenstein, Soapstone). Dicht. Weich. G. 2,2, Z. 47 Silicia, 9 Aluminia, 34 Magnesia, 10 Wasser. Besondere Lagerstätten.

61) Agalmatolith, (Bildstein). Dicht. H. 2—3, G. 2,8—2,9, Z. 55 Silicia, 30 Aluminia, 9 Kali, 5 Wasser. Der chinesiche ohne Wasser. Besondere Lagerstätten.

62) Myelin, (Talksteinmark). Dicht. H. 2,5—3, G. 2,4—2,5, Z. 62 Aluminia, 38 Silicia (auch bis 5 Wasser). Accessorisch besonders in Klüften.

63) Kaolin, (Porzellanerde). Erdig. H. 1, G. 2,2, Z. 47 Silicia, 39 Aluminia, 14 Wasser. Besondere Lagerstätten, als Zersetzungsproduct von Feldspathgesteinen, auch in diesen.

64) Steinmark. Dicht. H. 2—3, G. 2,5—2,6, Z. 45 Silicia, 36 Aluminia, 3 Eisenoxyd, 14 Wasser. Accessorisch.

65) Allophan. Dicht. H. 3, G. 1,8—2, Z. 24 Silicia, 40 Aluminia, 35 Wasser, oft durch Kupferoxyd gefärbt. Accessorisch.

66) Perlit, (Perlstein). Dicht bis glasig. H. 6, G. 2,2 — 2,4, Z. 72—79 Silicia, 12 Aluminia, 4—6 Alkalien, 3—4 Wasser. Als besonderes Gestein.

67) Pechstein. Dicht, hyalin. H. 5,5—6, G. 1—2,3, Z. 73—76 Silicia, 11—14 Aluminia, 1—3 Alkalien, 4—9 Wasser. Besonderes Gestein.

(Wasserfreie Geolithe.)

68) Obsidian. Glasartig. H. 6—7, G. 2,4—2,5, Z. 60—80 Silicia, 8—19 Aluminia und etwas Kali, Natron, Calcia, Eisenoxyd. Als besonderes Gestein.

69) Sphaerolith. Kugeln in Perlit, Pechstein oder Obsidian. H. 6—6,5, G. 2,4—2,6, Z. ziemlich gleich der der einschliessenden Massen.

70) Hauyn. Tesseral. H. 5—5,5, G. 2,4—2,5, Z. 35 Silicia, 12 Calcia, 13 Schwefelsäure, 19—22 Aluminia, 9—15 Natron oder Kali. Accessorischer Gemengtheil.

71) Noscan. Tesseral. H. 5,5, G. 2,2, Z. 36 Silicia, 30 Aluminia, 25 Natron, 8 Schwefelsäure. Accessorisch.

72) Lasurstein, (Lasurit). Tesseral. H. 5,5, G. 2,3—2,4, Z. 45 Silicia, 32 Aluminia, 6 Schwefelsäure, 9 Natron, 3 Calcia, etwas Eisen, Schwefel und Chlor. Blau. Accessorisch in Kalkstein oder Dolomit.

73) Sodalith. Tesseral. H. 5,5, G. 2,2—2,3, Z. 37 Silicia, 31 Aluminia, 25 Natron, 6 Chlor. Accessorisch und auch wesentlich in Eruptivgesteinen.

74) Porzellanspath, (Passauit). Rhombisch. H. 5,5, G. 2,6—2,7, Z. 51 Silicia, 28 Aluminia, 16 Calcia, 6 Natron (auch etwas Chlor). Besondere Lagerstätten.

75) Nephelin, (Eläolith) Hexagonal. H. 5,5—6, G. 2,5—2,6, Z. 45 Silicia, 33 Aluminia, 16 Natron, 6 Kali. Wesentlicher und

accessorischer Gemengtheil, in basaltischen Gesteinen z. B. als Stellvertreter des Feldspathes.

76) Davin. Hexagonal. Ueberhaupt wie Nephelin, vielleicht zu diesem gehörig. Accessorisch.

77) Leucit. Tesseral. H. 5,5–6, G. 2,4–2,5, Z. 66 Silicia, 23 Aluminia, 21 Kali. Wesentlicher Gemengtheil der Leucitgesteine.

(Felsite).

78) Spodumen, (Triphan). Monoklinisch. H. 6,5–7, G. 3–3,2, Z. 65 Silicia, 29 Aluminia, 6 Lithion. Accessorischer, selten wesentlicher Gemengtheil einiger Gesteine.

79) Petalit. Dicht. H. 6,5, G. 2,4, Z. 78 Silicia, 17 Aluminia, 2 Lithion, 3 Natron. Als Gemengtheil.

80) Baulit, (Krablit). Monoklinisch. H. 5,5—6, G. 2,6, Z. 80 Silicia, 12 Aluminia, 5 Kali, 2 Natron, 1 Calcia. Grundmasse mancher Trachytgesteine?

81) Orthoklas, (Feldspath). Monoklinisch. Sehr oft Zwillinge bildend, besonders als Gemengtheil des Granites. H. 6, G. 2,5, Z. 65 Silicia, 18 Aluminia, 17 Kali (oder bis 3 Natron). Wesentlicher Gemengtheil sehr vieler Gesteine. Man unterscheidet als Varietäten:

a) Adular und Eisspath, stark glänzend und etwas durchsichtig. Im Granit und Gneiss der Alpen. Mit Hornblende am Vesuv.

b) Gemeiner Feldspath (Pegmatolith und Mikroklin). Weniger glänzend und durchscheinend als Adular. Hauptgemengtheil sehr vieler Gesteine.

c) Dichter Feldspath (Feldstein) bildet innig mit etwas Quarz gemengt den Petrosilex oder Felsitfels, die Grundmasse vieler Porphyre, auch die Hauptmasse des Granulites.

82) Sanidin, (Glasiger Feldspath). Monoklinisch. H. 6, G. 2,5–2,6, Z. 66 Silicia, 18 Alumia, 16 Kali, Natron, etwas Calcia und Magnesia. Beinah nur glasiger, oft rissiger, Orthoklas. Hauptgemengtheil vieler Trachyte, häufig auch in Phonolith und Pechstein.

83) Albit, (Tetartin). Triklinisch. Krystalle, denen des Orthoklases ähnlich, aber meist aus vielen regelmässig verwachsenen Individuen bestehend, wodurch im Querbruch eine feine Parallelstreifung entsteht. H. 6–6,5, G. 2,6, Z. 69 Silicia, 19 Aluminia, 12 Natron (zum Theil manchmal Calcia oder Kali). Als Gemengtheil im Diorit, vielleicht auch in manchem Granit?

84) Periklin. Dem Albit sehr ähnlich, vielleicht damit zu vereinigen. Die Krystalle oft sehr nach der Makrodiagonale ausgedehnt.

85) Oligoklas. Triklinisch. Zwillingsstreifung wie beim Albit. Mehr fettglänzend als dieser. H. 6, G. 2,6—2,7, Z. 63 Silicia, 23 Aluminia, 14 Natron (oder etwas Kali oder Magnesia). Wesentlicher Gemengtheil vieler Granite, Porphyre, Trachyte, Diabase u. s. w., oft neben Orthoklas, von dem er sich dann durch die zarte Streifung, oder leichtere Verwitterbarkeit unterscheidet.

86) Andesin. Triklinisch. G. 2,6—2,7, Z. 60 Silicia, 24 Aluminia (dabei etwas Eisenoxyd), 16 Natron, Calcia, Kali und Magnesia. Von Ansehen dem Albit sehr ähnlich, schmilzt etwas leichter. Ist vielleicht nur als ein kalkreicherer Oligoklas zu betrachten. Gemengtheil vieler trachytähnlicher Gesteine der Anden, auch in manchen krystallinischen Gesteinen der Vogesen.

87) Labrador. Triklinisch. Oft Zwillingsstreifung wie beim Albit. H. 6, G. 2,6—2,7, Z. 54 Silicia, 30 Aluminia (zum Theil Eisenoxyd), 12 Calcia, 4 Natron. Schmilzt noch leichter als Oligoklas. Wesentlicher Gemengtheil vieler Gesteine wie Dolerit, Gabbro u. s. w.

88) Anorthit, (Indianit, Christianit). Triklinisch. Zwillingsstreifung wie beim Albit. H. 6, G. 2,6—2,7, Z. 44 Silicia, 36 Aluminia, 20 Calcia, (oder etwas Magnesia, Kali, Natron). Gemengtheil im Kugeldiorit u. s. w., auch in einigen Meteorsteinen.

89) Amphodelit, wird wohl dasselbe sein wie Anorthit.

90) Saussurit, (Jade). Dicht. H. 5,5, G. 3,3, Z. 45 Silicia, 30 Aluminia, 25 Calcia, Eisenoxydul und Natron. Wesentlicher Gemengtheil des Gabbro, wohl auch in anderen Grünsteinen.

91) Meionit. Tetragonal. H. 6, G. 2,6, Z. 44 Silicia, 32 Aluminia, 23 Calcia. Accessorisch.

92) Skapolith, (Wernerit). Tetragonal. H. 5—5,5, G. 2,6—2,7, Z. sehr verschieden: 43—50 Silicia, 27—36 Aluminia, 19—22 Calcia. Als Beimengung und als besondere Lagerstätten: Werneritfels.

93) Wollastonit, (Tafelspath). Monoklinisch. H. 4,5—5, G. 2,7 bis 2,9, Z. 52,5 Silicia, 47,5 Calcia. Accessorischer Gemengtheil.

(Andere Geolithe).

94) Nephrit. Dicht. H. 6—6,5, G. 2,9—3. Sehr fest. Z. 58 Silicia, 25 Magnesia, 17 Calcia. Besondere Lagerstätten.

95) Chondrodit, (Humit?). Monoklinisch. H. 6,5, G. 3,1—3,2, Z. Ein Magnesiasilikat, oft mit einem Fluorsalz. Accessorisch, besonders in körnigem Kalkstein.

96) Disthen, (Cyanit, Rhätizit). Triklinisch. H. 5—7, G. 3,5—3,7, Z. 37,5 Silicia, 62,5 Aluminia. Accessorischer Gemengtheil, z. B. in Granulit und Glimmerschiefer.

97) Chiastolith, (Hohlspath). Rhombisch. H. 5,5, G. 2,9—3,1, Z.

40 Silicia, 60 Aluminia. Accessorischer Gemengtheil in manchem Thonschiefer, den man dann Chiastolithschiefer nennt. Das Mineral bildet darin stets Vierlingssäulen, deren Querschnitt kreuzförmig mit einem inneren durch Thonschiefer erfüllten Raume.

98) Andalusit. Rhombisch. H. 7—7,5, G. 3,1—3,2, Z. 42 Silicia, 58 Aluminia. Accessorischer Gemengtheil in Glimmerschiefer, Gneiss, Granit u. s. w.

99) Topas. Rhombisch. H. 8, G. 3,4—3,6, Z. 35 Silicia, 55 Aluminia, 17 Fluor. Wesentlicher Gemengtheil im Topasfels, accessorisch in anderen Gesteinen.

100) Pyknit. Derb, stänglig. Fast ganz wie Topas.

101) Beryll, (Smaragd). Hexagonal. H. 7,5—8, G. 2,6—2,7, Z. 67 Silicia, 18 Aluminia, 14 Glycia (etwas Eisen- und Chromoxyd). Accessorischer Gemengtheil in Glimmerschiefer, Gneiss u. s. w.

102) Phenakit. Rhomboëdrisch. H. 7,5—8, G. 2,9—3, Z. 55 Silicia, 45 Glycia. Accessorischer Gemengtheil in Glimmerschiefer, Granit und Brauneisenstein.

103) Zirkon, (Hyacinth). Tetragonal. H. 7,5, G. 4,4—4,7, Z. 66 Zirkonia, 34 Silicia und etwas Eisenoxyd. Accessorisch in mehreren Gesteinen, im Zirkonsyenit.

Amphoterolithe.

104) Cordierit, (Dichroit, Jolith). Rhombisch. H. 7,7—5, G. 2,6—2,7, Z. 52 Silicia, 34,5 Aluminia, 13,5 Magnesia. Als Gemengtheil in manchem Gneiss und in besonderen Lagerstätten.

105) Spinell, (Pleonast, Ceylanit). Tesseral. H. 8, G. 3,5—3,8, Z. 72 Aluminia, 28 Magnesia. Accessorisch in manchen Gesteinen.

106) Chrysolith und Olivin. Rhombisch. H. 6,5—7, G. 3,3—3,5, Z. verschieden, z. B. 38 Silicia, 33 Magnesia, 29 Eisenoxydul, (auch etwas Titansäure und Wasser). Accessorisch oder fast wesentlich wohl stets im Basalt, aber auch in anderen Gesteinen, selbst in Meteorsteinen.

107) Turmalin, (Schörl). Rhomboëdrisch. H. 7—7,5, G. 2,9—3,2, Z. Kieselsäure, Borsäure, Phosphorsäure, Fluor, Kalkerde, Magnesia, Eisenoxydul und Manganoxydul unter sehr verschiedenen Verhältnissen. Accessorisch in sehr vielen Gesteinen, als wesentlicher Gemengtheil im Schörlschiefer, Schörlfels, Schörlgranit.

108) Helvin. Tesseral (tetraëdrisch). H. 6—6,5, G. 3,1—3,3, Z. Verbindung eines Schwefelmetalles mit einem Silikat: 14 Schwefelmangan, 33 Silicia, 12 Glycia, Rest: Manganoxydul und Eisenoxydul. Accessorisch im Zirkonsyenit.

109) Granat. Tesseral. H. 6,5—7,5, G. 3,5—4,3, Z. sehr schwankend, so dass man danach Thon-Granat, Eisen-Granat, Kalk-Thon-Granat, Eisen-Thon-Granat, Talk-Thon-Granat, Mangan-Thon-Granat, und Kalk-Eisen-Granat unterscheiden könnte. Diese Substanzen sind mit Kieselsäure verbunden. Auch bis 6,6 Yttererde hat man in einem schwarzen Granat gefunden. Das Mineral scheint eben überall je nach den geologischen Verhältnissen gebildet zu sein. Gewöhnlich unterscheidet man:
   a) Almandin oder edler Granat, roth, meist krystallisirt, als accessorischer Gemengtheil in sehr vielen Gesteinen. Theils Eisenthongranat, theils Talkthongranat, im Serpentin mit bis 22 Magnesia.
   b) Weisser Granat. Selten.
   c) Grossular. Grünlich. Ziemlich selten.
   d) Hessonit, (Kanelstein). Gelblichroth. Accessorisch, z. B. im Granulit.
   e) Gemeiner Granat (und Aplom). Grünlichbraun. Bildet besondere Lagerstätten.
   f) Kolophonit. Gelblichbraun bis schwarz. Accessorisch, z. B. in körnigem Kalkstein.
   g) Melanit. Schwarz. In vulkanischen Auswürflingen.

110) Pyrop. Tesseral. H. 7,5, G. 3,6—3,7, Z. 41 Silicia, 22 Aluminia, 15 Magnesia, 10 Eisenoxydul, 5 Kalkerde, 4 Chromoxydul, 2 Manganoxydul. Accessorisch in Serpentin und Vitrit.

111) Vesuvian, (Idokras, Egeran, Wiluit). Tetragonal. H. 6,5, G. 3,3—4, Z. 39 Silicia, 14 Aluminia, 7 Eisenoxyd, 35 Kalkerde, 3 Talkerde, 2 Wasser. Aber ziemlich veränderlich. Accessorisch in mehreren Gesteinen, besonders in körnigem Kalkstein.

112) Staurolith. Rhombisch. H. 7—7,5, G. 3,5—3,7, Z. Schwankend: 28—40 Kieselerde, 14—18 Eisenoxyd, Rest Thonerde. Oft auch etwas Magnesia. Accessorisch im Glimmerschiefer u. s. w.

113) Gadolinit. Monoklinisch. H. 6,5—7, G. 4—4,3. Schwarz. Z. 25—27 Silicia, 46—49 Yttria, 10 Glycia (oder 16 Ceroxydul), 10—11 Eisenoxydul (auch noch bis 6 Lanthanoxyd). Accessorisch im Granit.

114) Allanit, (Cerin). Monoklinisch. H. 5,5—6, G. 3,4—3,8, Z. 36 Silicia, 15 Aluminia, 15 Eisenoxydul, 15 Ceroxydul, 6 Lanthanoxyd, 12 Calcia (auch bis 3 Wasser), doch schwankend. Accessorisch, z. B. im Magneteisenstein.

115) Orthit. Monoklinisch. H. 6, G. 3,2—3,5. Braun bis schwarz. Z. wie Allanit. Accessorisch besonders in Granitadern zwischen Amphibol- oder Pyroxengesteinen.

116) Epidot, (Pistazit, Zoisit). Monoklinisch. H. 6—7, G. 3,2—3,5,

Z. schwankend: Kieselerde, Thonerde, Eisenoxydul und Kalkerde. Man unterscheidet als Varietäten:

a) Zoisit. Grau. Ein Kalk- oder Thon-Epidot. Accessorisch, z. B. in körnigem Kalkstein.

b) Pistazit. Grün. Ein Eisen-Epidot. Accessorisch besonders in hornblendehaltigen Gesteinen.

c) Mangan-Epidot. Schwärzlich violblau oder röthlichschwarz. Accessorisch.

117) Amphibol, (Hornblende, Tremolit). Monoklinisch. Spaltet deutlich nach dem Prisma, dessen Winkel 124° 30′ und 55° 30′. H. 5—6, G. 2,9—3,4, Z. sehr schwankend: Silicia, Magnesia, Calcia, Eisenoxydul, Aluminia (bis 14), Fluor. Man unterscheidet als Varietäten:

a) Grammatit, (Tremolit, Calamit). Weiss, grau oder hellgrün. Accessorisch in körnigem Kalkstein und Dolomit.

b) Actinolith oder Strahlstein. Grün. Accessorisch in Talkschiefer, Chloritschiefer u. s. w., für sich als besonderes Gestein: Strahlsteinschiefer.

c) Hornblende:

α) gemeine Hornblende. Dunkelgrün bis schwarz. Als wesentlicher Gemengtheil in vielen Gesteinen.

β) basaltische Hornblende. Braunschwarz. Accessorisch in Basalten und Trachyten.

d) Uralit. Form des Augites, Substanz Hornblende. Krystalle in Grünsteinporphyren.

e) Gamsigradit, dunkelgrün bis schwarz. Strich grünlichgrau. H. 7, G. 3,1, Z. 46,6 Silicia, 13,7 Aluminia, 12 Eisenoxydul, 6 Manganoxydul, 8 Magnesia, 9 Calcia, 3 Natron, 1 Kali. Wesentlicher Gemengtheil im Timazit.

f) Anthophyllit. Braun.

g) Asbest, Amiant, Byssolith. Fein faserige Varietäten von a und b. Accessorisch in manchen Gesteinen.

h) Traversellit, ist eine haarförmige Pseudomorphose nach Pyroxen.

118) Pyroxen, (Augit, Salit, Diopsid u. s. w.). Monoklinisch. Spaltet nach einem Prisma, dessen Winkel 87° 6′ und 92° 54′. H. 5—6, G. 2,8—3,5, Z. verschieden. Man kann danach unterscheiden:

	Silicia.	Calcia.	Magnesia.	Eisenoxydul.
Talk-Pyroxen . . .	56,3	25,4	18,1	—
Talk-Eisen-Pyroxen .	52,7	23,8	85	14,9
Eisen-Pyroxen . . .	49,5	22,3	—	28,1

Ausserdem aber unterscheidet man:

a) Diopsid. Grau oder grünlichgrau.
b) Salit und Malakolith. Weiss, grün, gelb, braun, roth.
c) Fassait. Grün.
d) Kokkolith und körniger Augit. Grün bis schwarz. Accessorisch, z. B. in körnigem Kalkstein.
e) Augit. Grün bis schwarz. Wesentlicher Gemengtheil von Basalt, Dolerit, Diabas u. s. w., accessorisch auch in anderen Gesteinen.

119) Hypersthen, (Paulit). Monoklinisch. Spaltbar wie Pyroxen. H. 6, G. 3,3—3,4, Z. analog dem Pyroxen. Wesentlicher und accessorischer Gemengtheil mehrerer Grünsteine.

120) Diallag und Smaragdit ist nur eine besondere Form von Pyroxen oder Amphibol oder ein Gemenge beider. Wesentlicher Gemengtheil von Gabbro, auch accessorisch.

121) Bronzit. Monoklinisch. H. 4—5, G. 3—3,5. Braun. Z. 58 Silicia, 33 Magnesia, 5 Eisenoxydul, dazu etwas Thonerde, Kalkerde und Manganoxydul. Accessorisch.

(Glimmerarten.)

122) Kaliglimmer, (Phengit, Muscovit, optisch zweiaxiger Glimmer). Rhombisch, bildet 6seitige Tafeln, spaltet sehr vollkommen nach der Basis. H. 2—3, G. 2,8—3,1, Z. schwankend, etwa 48 Silicia, 40 Aluminia, 12 Kali. Wesentlicher Gemengtheil vieler Gesteine wie Glimmerschiefer, Gneiss, Granit u. s. w.

123) Damourit. Feinblättrig. H. 1,5, G. 2,7—2,8, Z. 46 Silicia, 38 Aluminia, 12 Kali, 4 Wasser. Im Glimmerschiefer den Disthen und Staurolith umgebend. Diesem sehr ähnlich sind der

124) Paragonit, 50 Silicia, 41 Aluminia, 8 Natron. Nach *Schafhäutl* wesentlich im Glimmerschiefer am St. Gotthard und der

125) Didrimit und Margarodit, welche eine Art Talkschiefer und Talkgestein mit Turmalin bilden, auch wohl in Granit statt Glimmer auftreten.

126) Lithionglimmer, (Lepidolith, Lithionit). Monoklinisch oder rhombisch. Sehr deutlich nach der Basis spaltbar. Oft silberweiss oder röthlich gefärbt. Z. 52 Silicia, 28 Aluminia, 9 Kali, 5 Lithion, 6 Flusssäure (mit Eisen und Mangan). Wesentlicher Gemengtheil im Greisen von Zinnwald u. s. w.

127) Magnesiaglimmer, (Biotit, optisch einaxiger Glimmer). Hexagonal. Basisch deutlich spaltbar. Meist dunkel gefärbt. H. 2,5—3, G. 2,8—2,9, Z. sehr verschieden. Silicia, Aluminia, Kali, Eisenoxydul und 9—30 Magnesia. Gemengtheil in Basalten, Trachyten, Porphyren, Graniten und Gneissen.

Ihm sehr verwandt sind:

128) Rubellan und Phlogopit, welche unter denselben Verhältnissen auftreten.

129) Chloritoid, (Chloritspath). Dicht, schuppig. H. 5,5—6, G. 3,5. Dunkel. Z. 26 Silicia, 43 Aluminia, 30 Eisenoxydul. Mit Diaspor, Brauneisenerz und Schmirgel als besondere Lagerstätten.

130) Delessit, (Chlorite Ferrugineuse, oft Grünerde genannt). Schuppig. H. 2—2,5, G. 2,9. Grün. Z. 32 Silicia, 15 Aluminia, 18 Eisenoxyd, 5 Eisenoxydul, 18 Magnesia. Häufig in Blasenräumen.

131) Chlorit, (Ripidolith). Hexagonal. H. 1—1,5, G. 2,7—2,9. Grün. Z. 24—26 Silicia, 20—22 Aluminia, 16—25 Magnesia, 15—28 Eisenoxydul, 10—11 Wasser. Bildet wesentlich den Chloritschiefer und auch dichte Chloritgesteine, accessorisch in anderen Gesteinen.

132) Pennin, Ripidolith und Klinochlor sind chloritähnliche, noch nicht recht scharf geschiedene Mineralien genannt worden, welche oft als wesentliche Bestandtheile chloritschieferartiger Gesteine auftreten.

133) Ottrelit. Blättchen. Hart, glasritzend. G. 4,4. Grün bis schwarz. Z. 44 Silicia, 24 Aluminia, 17 Eisenoxydul, 8 Manganoxydul, 6 Wasser. Bildet dünne Blättchen in manchem Thonschiefer, den man deshalb Ottrelitschiefer genannt hat.

134) Sericit nennt *List* ein grünliches seidenglänzendes Mineral, welches die Grundmasse mancher Thonschiefer bilden soll und ungefähr aus: 49 Silicia, 24 Aluminia, 8 Eisenoxydul, 1 Magnesia, 1 Calcia, 9 Kali, 2 Natron, 12 Fluorkiesel, 3 Wasser, 1 Titansäure und Spuren von Phosphorsäure besteht. Die Selbstständigkeit als Mineral ist noch zweifelhaft.

135) Fahlunit, (und Weissit). Rhombisch? H. 2,5—3, G. 2,5—2,8, Z. 46 Silicia, 30 Aluminia, 7 Magnesia, 3 Eisenoxydul, 2 Manganoxydul, 2 Calcia, 2 Kali. Die Flecke und Knoten im Frucht- oder Knotenschiefer scheinen z. Th. daraus zu bestehen. Accessorisch im Talkschiefer.

136) Pinit. Krystallform ähnlich wie Cordierit, vielleicht nur ein Umwandlungsproduct desselben. H. 2—3, G. 2,7—2,8, Z. schwankend: 45—55 Silicia, 25—30 Aluminia und etwas Eisenoxyd, 6—12 Kali und etwas Magnesia und Eisenoxydul, 4—8 Wasser. Accessorisch in Granit und Porphyr.

Ihm ähnlich und ebenfalls accessorisch in Granit oder Porphyr finden sich:

a) Giesekit,
b) Liebenerit,
c) Oosit,
d) Killinit.

137) Bol. Dicht. H. 1—2, G. 2,2—2,5, Z. schwankend: 41—42 Silicia, 20—25 Aluminia, 25 Wasser, Rest Eisenoxyd. Accessorisch in Basalten und Kalksteinen.

138) Palagonit. Dicht. H. 4—5, G. 2,4—2,6, Z. Silicia, Calcia, Magnesia, wenig Kali und Natron, mit 15—17 Wasser, 13—14 Eisenoxyd. Nach *v. Waltershausen* als ein amorpher Zeolith anzusehen. Bildet den Hauptbestandtheil des Palagonit-Tuffes.

139) Grünerde, (Seladonit). Dicht. Scheint aus der Zersetzung von Augit hervorgegangen zu sein. H. 1—2, G. 2,8—2,9, Z. 51 Silicia, 7 Aluminia, 21 Eisenoxydul, 6 Magnesia, 6 Kali, 2 Natron, 7 Wasser. Häufig in Blasenräumen und Basalttuffen.

140) Glaukonit, (oft Grünerde genannt). Kleine dunkelgrüne Körner. Oft Steinkerne von Foraminiferenschalen. G. 2,2—2,3, Z. schwankend: 43—55 Silicia, 19—27 Eisenoxydul, 5—9 Aluminia, 5—15 Kali, 4—8 Wasser. Als Beimengung in Mergeln und Sandsteinen: Grünsandsteinen.

Metallolithe.

141) Umbra. Dicht. H. 1,5, G. 2,2. Braun. Z. 14 Silicia, 48 Eisenoxyd, 24 Manganoxyd, 14 Wasser. Bildet besondere Lagerstätten.

142) Bohnerz. Concentrisch schalige Körner oder Kügelchen. G. 3,1, Z. 62 Eisenoxydul, 21 Silicia, 9 Aluminia, 8 Wasser. Bildet besondere Lagerstätten.

143) Chamoisit. Fein oolithisch. H. 3, G. 3—3,4. Grünlichschwarz. Z. 63 Eisenoxydul, 14 Silicia, 7 Aluminia, 16 Wasser. Mit Kalk gemengt, auch eine besondere Lagerstätte im Kalkschiefer.

144) Galmei, (Calamin, Zinksilikat, Kieselzinkerz). Rhombisch. H. 5, G. 3,3—3,5, Z. 26 Silicia, 67 Zinkoxyd, 7 Wasser. Mit Zinkspath in besonderen Lagerstätten.

145) Liëvrit, (Ilvait). Rhombisch. H. 6, G. 4, Z. 29 Silicia, 25 Eisenoxyd, 33 Eisenoxydul, 13 Calcia. Accessorisch und in besonderen Lagerstätten.

146) Automolit, (Gahnit). Tesseral. H. 8, G. 4,3, Z. 56 Aluminia, 44 Zinnoxyd. Accessorisch in Schiefergesteinen.

Tantalitoide.

147) Tantalit, (Ixiolith). Rhombisch. H. 6—6,5, G. 7—8. Schwarz. Z. unsicher: Tantalsäure, etwas Scheelsäure, Eisenoxydul, Man-

ganoxydul auch Zirkonerde, Kalkerde und Kupferoxyd. Accessorisch in Granit.

148) Wolfram. Rhombisch. H. 5—5,5, G. 7,2—7,5, Z. 76 Scheelsäure, 4—15 Manganoxydul, 9—19 Eisenoxydul. Accessorisch in Greisen und Granit.

149) Pyrochlor, (Pyrochlorit). Tesseral. H. 5, G. 4,2, Z. 67—68 Niobsäure mit etwas Scheel- und Titansäure, 7 Fluornatrium, bis 5 Uranoxyd, bis 7 Wasser, ferner Calcia, Thonoxyd, Ceroxydul, Eisenoxydul und Manganoxydul. Accessorisch in Granit, Syenit und körnigem Kalkstein.

150) Wöhlerit. Rhombisch. H. 5, G. 3,4, Z. niobsaure Zirkonia mit einem Kalksilikat. Accessorisch in Syenit und Miascit.

151) Titanit, (Sphen, Greenovit). Monoklinisch. H. 5—5,5, G. 3,4—3,6, Z. 31 Silicia, 40 Titansäure, 28 Calcia (und etwas Eisenoxydul). Accessorisch im Syenit, Phonolith u. s. w.

152) Perowskit. Tesseral. H. 5,5, G. 4—4,1, Z. 59 Titansäure, 41 Calcia (und etwas Eisenoxydul). Accessorisch in Chloritschiefer, Talkschiefer, körnigem Kalkstein u. s. w.

Metalloxyde.

153) Stilpnosiderit, (Eisenpecherz). Amorph. H. 4,5—5, G 3,6—3,8, Z. Eisenoxyd mit 10—14 Wasser, oft auch etwas Silicia und Phosphorsäure. Accessorisch.

154) Raseneisenerz, (Quellerz, Wiesenerz, Sumpferz, Morasterz). Dicht, porös. H. gering, G. 3,3—3,5, Z. sehr ungleich: 20—60 Eisenoxyd, 7—30 Wasser, etwas Manganoxyd, bis 4 Silicia, etwas Phosphorsäure, und beigemengt Sand. Im Grunde ist es doch nur eine unreine Varietät von Brauneisenerz. Bildet besondere Lagerstätten.

155) Brauneisenerz, (Limonit). Dicht oder faserig. H. 5,—5,5, G. 3,4—3,9, Z. 85,6 Eisenoxyd, 14,4 Wasser, oft mit Beimengungen von Manganoxyd, Kiesel, Thon u. s. w. Man unterscheidet als Varietäten:

a) Faseriges Brauneisenerz (br. Glaskopf).
b) Dichtes Brauneisenerz (Brauneisenstein).
c) Ockeriges Brauneisenerz, erdig.

Nach den Beimengungen aber:

d) Thoneisenstein.
e) Kieseleisenstein.
f) Bohnerz oder nierenförmiges Brauneisenerz.

Mehrere dieser Varietäten bilden gemeinsam besondere Lagerstätten.

156) Wad. Dicht, erdig. H. weich bis 3, G. 2,3—2,7. Braun. Z.

Mangansuperoxyd und Manganoxydul mit 10—15 Wasser, auch wohl etwas Barya, Calcia und Kali. Bildet mit anderen Manganerzen besondere Lagerstätten.

157) **Manganit**, (Graubraunsteinerz). Rhombisch. H. 3,5 — 4, G. 4,3—4,4, Z. 90 Manganoxyd, 10 Wasser. In besonderen Lagerstätten und accessorisch.

158) **Psilomelan**, (Hartmanganerz). Dicht. H. 5,5—6, G. 4,1—4,2. Schwarz. Z. schwankend: 20—60 Mangansuperoxyd, 4—6 Wasser, Rest: Manganoxydul mit Barya oder Kali. In besonderen Lagerstätten.

159) **Rutil**, (und Nigrin). Tetragonal. H. 6—6,5, G. 4,2—4,3. Roth, braun bis schwarz. Z. Titansäure mit 1—14 Eisenoxyd oder Oxydul. Accessorisch, z. B. in Grünsteinen u. s. w.

160) **Zinnerz**, (Zinnstein, Kassiterit). Tetragonal. H. 6—7, G. 6,8—7. Z. 79 Zinn, 21 Sauerstoff, oft mit etwas Eisenoxyd (im Holzzinnerz bis 9 Proc.), Silicia, Manganoxyd und Tantalsäure. Accessorisch in Greisen, Granit, Schörlschiefer, Gneiss, Glimmerschiefer.

161) **Hausmannit**. Tetragonal. H. 5, G. 4,7. Schwarz. Z. 69 Manganoxyd, 31 Manganoxydul. In Lagerstätten und accessorisch.

162) **Braunit**. Tetragonal. H. 6, G. 4,8. Schwarz. Z. Manganoxyd. In Lagerstätten und accessorisch.

163) **Pyrolusit**, (Weichmanganerz). Rhombisch. H. 2—2,5, G. 4,7—5, Schwarz. Z. 63,6 Mangan, 36,4 Sauerstoff. In besonderen Lagerstätten und accessorisch.

164) **Polianit**. Rhombisch. H. 7, G. 4,8. Grau. Z. Mangansuperoxyd. In Lagerstätten und accessorisch.

165) **Rotheisenerz**, (Eisenglanz, Hämatit).

a) Eisenglanz, (Eisenglimmer). Rhomboëdrisch. H. 5,5—6,5, G. 5,1—5,2, Z. 70 Eisen, 30 Sauerstoff, zuweilen mit etwas Titansäure. In besonderen Lagerstätten und als Hauptgemengtheil des Eisenglimmerschiefers. Auch accessorisch.

b) Rotheisenstein. H. 3, G. 4,5—4,9, Z. 70 Eisen, 30 Sauerstoff aber oft mit Beimengungen von Kiesel, Thon und Mangan.

α) Faseriger Rotheisenstein, (rother Glaskopf).

β) Dichter Rotheisenstein.

γ) Ockeriger Rotheisenstein.

Der dichte wieder als Thoneisenstein, Kieseleisenstein, oolithischer Eisenstein u. s. w. In besonderen Lagerstätten.

166) **Titaneisenerz**, (Ilmenit, Kibdelophan, Iserin, Crichtonit, Washingtonit). Rhomboëdrisch. H. 5—6, G. 4,6—5,2, Z. schwan-

kend: 13—53 Titanoxyd, 47—87 Eisenoxyd. Accessorisch in vielen Gesteinen, besonders in Basalten.

167) Chromeisenerz, (Chromit). Tesseral. H. 5,5, G. 4,4 — 4,5. Schwarz. Z. 60 Chromoxyd, 20 Eisenoxydul, 7 Magnesia, 12 Aluminia. Accessorisch besonders im Serpentin.

168) Magneteisenerz, (Magnetit). Tesseral. H. 5,5—6,5, G. 4,9—5,2, Z. 72,4 Eisen, 27,6 Sauerstoff, d. h. 69 Eisenoxyd mit 31 Eisenoxydul. Sehr häufig als accessorischer Gemengtheil in vielen Gesteinen, auch als besondere Lagerstätten.

Als Varietäten hat man unterschieden:

a) Trappeisenerz oder schlackiges Magneteisenerz, in vulkanischen Gesteinen.

b) Eisenmulm oder mulmiges Magneteisenerz.

c) Talkeisenstein, mit bis 6 Magnesia.

Galenoide oder Glanze.

169) Bleiglanz, (Galenit). Tesseral. H. 2,5, G. 7,4—7,6, Z. 86,7 Blei, 13,3 Schwefel, oft mit einem kleinen Silbergehalt. Accessorisch in manchen Gesteinen, wesentlich in besonderen Lagerstätten.

170) Antimonglanz, (Grauspiessglaserz). Rhombisch. H. 2, G. 4,6. Grau. Z. 73 Antimon, 27 Schwefel. In besonderen Lagerstätten.

Pyritoide oder Kiese.

171) Fahlerz, (Tetraëdrit, Schwarzerz, Graugiltigerz). Tesseral, tetraëdrisch. H. 3—4, G. 4,5—5,2, Z. schwankend: Schwefel, Antimon, Arsen, Kupfer, Eisen, Zink, Silber auch Merkur. In besonderen Lagerstätten.

172) Buntkupferkies, (Bornit). Tesseral. H. 3, G. 4,9—5,1, Z. schwankend: etwa 28 Schwefel, 56 Kupfer, 16 Eisen. Accessorisch in Gesteinen und in besonderen Lagerstätten.

173) Kupferkies, (Chalkopyrit). Tetragonal. H. 3,5—4, G. 4,1—4,3, Z. 34,5 Kupfer, 30,5 Eisen, 35 Schwefel. Accessorisch in Gesteinen und in besonderen Lagerstätten.

174) Arsencisen, (Arsenikalkies, Lölingit). Rhombisch. H. 5—5,5, G. 7,1—7,4, Z. 72,8 Arsen, 27,2 Eisen, aber oft mit etwas Schwefel bis 5, Nickel bis 13, Kobalt bis 5. Accessorisch in Gesteinen und in besonderen Lagerstätten.

175) Arsenkies, (Misspickel, Arsenopyrit, Arsenikkies, Weisserz, Kobaltarsenkies). Rhombisch H. 5,5—6, G. 6—6,2, Z. 19,7 Schwefel, 45,9 Arsen, 34,4 Eisen, aber oft mit Silber- (Weisserz),

Gold- oder Kobalt-Gehalt. Accessorisch in Gesteinen und in besonderen Lagerstätten.

176) Magnetkies, (Pyrrhotin). Hexagonal. H. 3,5—4,5, G. 4,4—4,7, Z. 60,4 Eisen, 39,6 Schwefel, aber oft etwas Nickel enthaltend. Accessorisch in Gesteinen und in besonderen Lagerstätten, auch im Meteoreisen.

177) Markasit, (Strahlkies, Wasserkies, Speerkies, Kammkies, Leberkies). Rhombisch. H. 6 - 6,5, G. 4,6—4,8, Z. 46,7 Eisen, 53,3 Schwefel. Accessorisch in Gesteinen und in besonderen Lagerstätten.

178) Pyrit, (Schwefelkies, Eisenkies). Tesseral. H. 6—6,5, G. 4,9—5,2, Z. 46,7 Eisen, 53,3 Schwefel. Manchmal Gold oder Silber enthaltend. Accessorisch in vielen Gesteinen und in besonderen Lagerstätten.

Blenden.

179) Zinkblende, (Blende, Sphalerit). Tesseral. H. 3,5—4, G. 3,9 - 4,2, Z. 66,8 Zink, 33,2 Schwefel, doch ist oft ein Theil Zink durch Eisen vertreten. Accessorisch in Gesteinen und in besonderen Lagerstätten.

180) Zinnober, (Cinnabarit, Mercurblende). Rhomboëdrisch. H. 2—2,5, G. 8—8,2, Z. 86,2 Merkur, 13,8 Schwefel. Accessorisch in Gesteinen und in besonderen Lagerstätten.

Metallolide und Anthracide.

181) Schwefel. Rhombisch. H. 1,5—2,5, G. 1,9—2,1. Accessorisch in Gesteinen und in besonderen Lagerstätten.

182) Graphit, (Reissblei). Hexagonal. H. 0,5—1, G. 1,9—2,2. Z. Kohlenstoff. Accessorisch in Granit, Gneiss, Glimmerschiefer und als besondere Lagerstätten.

183) Anthracit, (Kohlenblende, Glanzkohle). Amorph. H. 2—2,5, G. 1,4 - 1,7, Z. schwarz, Strich auch. Meist über 90 Kohlenstoff, mit etwas Sauerstoff und Wasserstoff. Glänzt metallischer, brennt schwerer, flammen- und rauchloser als die anderen Kohlen. In besonderen Lagerstätten.

184) Schwarzkohle, (Steinkohle). Dicht H. 2—2,5, G. 1,2—1,5. Schwarz, Strich auch schwarz. Z. 74—96 Kohlenstoff, 3—20 Sauerstoff, $\frac{1}{2}$—5$\frac{1}{2}$ Wasserstoff, 1—30 Asche. Brennt mit Rauch und Geruch, das Pulver färbt Kalilauge beim Kochen nicht braun. In besonderen Lagerstätten.

185) Braunkohle, (Lignit). G. 1,2—1,4. Strich braun. Z. mehr

Sauerstoff und Wasserstoff (Bitumen) als in der Schwarzkohle. Brennt leichter als diese, mit noch mehr Flamme und Geruch, färbt Kalilauge beim Kochen braun. In besonderen Lagerstätten.

186) Bernstein, (Succinit). H. 2—2,5, G. 1—1,1. Brennt leicht. Z. 79 Kohlenstoff, 10,5 Wasserstoff, 10,5 Sauerstoff. Accessorisch in einigen Gesteinen.

187) Erdöl, (Bergöl, Steinöl, Naphta). Flüssig. G. 0,7—0,9, Z. Kohlenstoff und Wasserstoff, d. h. Bitumen. Als Beimengung in manchen, deshalb bituminös genannten Gesteinen.

188) Elaterit, (elastisches Erdpech). Dicht. Weich. G. 0,8—1,2. Braun. Z. Kohlenstoff und Wasserstoff mit sehr wenig Sauerstoff. Accessorisch in besonderen Lagerstätten.

189) Asphalt, (Erdpech). Dicht. H. 2, G. 1,1—1,2, Z. Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff. Accessorisch und in besonderen Lagerstätten.

190) Mellit, (Honigstein). Tetragonal. H. 2—2,5, G. 1,5—1,6, Z. 45 Wasser, 40 Honigsteinsäure, 13 Aluminia. Accessorisch in Braunkohle.

Unter diesen Mineralien sind einige, welche den krystallinischem Erstarrungsgesteinen oder Eruptivgesteinen, in denen sie als wesentliche Gemengtheile auftreten, gewissermassen einen besonderen Charakter verleihen, oder welche wenigstens als charakteristisch für gewisse Gesteinsgruppen angesehen werden können. Dieser Umstand ist sogar von *Senft* und *J. Roth* benutzt worden, um die Gesteine in solche Gruppen zu trennen. Letzterer unterscheidet hiernach: 1) Orthoklasgesteine a) quarzhaltige, b) quarzfreie, 2) Oligoklasgesteine, a) mit Hornblende, b) mit Augit, meist quarzfrei, 3) Labradorgesteine und 4) Anorthitgesteine, a) mit Augit, b) mit Hornblende, indem er das Vorherrschen dieser Feldspathspecies als Hauptgrund für die Eintheilung benutzt. Dabei rechnet er den Sanidin mit zum Orthoklas und betrachtet den Leucit als Stellvertreter des Orthoklases, den Nephelin als Stellvertreter des Oligoklases und den Hauyn als Stellvertreter des Oligoklases oder Labradors.

Ich habe in der Einleitung schon erwähnt, dass eine solche Gruppirung nicht streng durchführbar ist, ihr Versuch trägt indessen immerhin zur Aufklärung bei. Roth sagt selbst: „Es können mineralogisch ganz verschiedene Gesteine in dieselbe (chemische) Gruppe gehören, denn feurigflüssige

Massen von gleicher, oder sehr nahe gleicher chemischer Zusammensetzung, können in verschiedene Mineralien auseinander fallen. Die Ursachen, welche diese Erscheinung bedingen, lassen sich höchstens muthmassen und mögen in Unterschieden des Druckes, der Temperatur, des umgebenden Mediums, der Unterlage u. s. w. gesucht werden.“ Die chemische Reihung und mineralogische Anordnung fallen nicht zusammen. Die Schwierigkeit der Anordnung und Abgrenzung der Gesteine wird auch durch die chemische Analyse nicht gehoben, nur vermindert.

Sehr beachtenswerth ist jedenfalls das häufige, ja ganz gewöhnliche Zusammenvorkommen gewisser Mineralien, während andere als ursprüngliche Gemengtheile von Gesteinen sich gegenseitig ausschliessen. Es wird das auf chemischen und physikalischen Ursachen beruhen. Schon *Breithaupt* hat in seiner Paragenesis der Mineralien 1849 eine grosse Zahl von Beispielen der Art zusammen gestellt. Als besonders wichtig hebe ich hier hervor: das ungemein häufige neben einander Vorkommen von Quarz und Glimmer; Orthoklas, Quarz und Glimmer; Orthoklas und Oligoklas; Labrador und Augit; Orthoklas oder Oligoklas und Hornblende; Hornblende und Epidot. Dagegen scheinen sich gegenseitig auszuschliessen: Quarz und Augit, nach *Roth* auch Labrador und Hornblende (?). Albit soll nach *G. Rose* gar nicht als eigentlicher Gemengtheil von Gesteinen vorkommen, was indessen von vielen Mineralogen und Geologen bestritten wird.

Es würde die einfachste und consequenteste Methode sein, wenn man alle Gesteine wesentlich nur nach ihrer mineralogischen Zusammensetzung unterscheiden könnte. Diese Methode ist aber leider nicht allgemein ausführbar, da es in vielen Fällen sehr schwer, oder bis jetzt sogar ganz unmöglich ist, die Mineraltheile, aus welchen die innig gemengten, dichten Gesteine bestehen, zu erkennen.

Aus diesem Grunde hat man sich veranlasst gesehen, auch noch andere Eigenthümlichkeiten zur Unterscheidung der Gesteine zu benutzen, und unter diesen ganz vorzugsweise die Textur oder das innere Gefüge.

Textur oder Gefüge der Gesteine.

Unter Textur oder innerem Gefüge der Gesteine versteht man vorzugsweise die durch die Grösse, Form und Verbindungsweise der einzelnen Mineraltheilchen hervorgebrachten Erscheinungen. Daran reihen sich aber auch noch einige andere Eigenschaften an, welche nicht streng der so eben gegebenen Definition entsprechen.

Nach der Grösse der Gemengtheile stehen sich zunächst zwei Hauptfälle gegenüber. Entweder die einzelnen Mineraltheile sind gross genug, um sie mit unbewaffnetem Auge einzeln als solche zu erkennen, oder sie sind so klein, dass man sie nicht unterscheiden kann. Im ersteren Falle nennt man die Gesteine körnig, im letzteren dicht. Man pflegt aber die Bezeichnung körnig gewöhnlich nur dann anzuwenden, wenn die Mineraltheile lauter Körner von unter sich ungefähr gleicher Grösse bilden und krystallinisch mit einander verwachsen sind. Sind es dagegen nur mechanisch mit einander verkittete Körner-Geschiebe oder Bruchstücke, so pflegt man dafür die Ausdrücke sandsteinartig, conglomeratartig oder breccienartig anzuwenden.

Auch die Bezeichnung dicht wendet man gewöhnlich nur dann an, wenn die Theile fest zusammen haften und doch nicht glasartig mit einander verschmolzen sind. Liegen sie nur lose an einander, so dass die Masse zerreiblich ist, so nennt man den Zustand erdig, sind sie aber innigst zu einer ganz homogenen Masse verschmolzen: glas- oder opalartig. Der glasige und opalartige Zustand sind in Wirklichkeit sogar wesentlich verschieden von dem gewöhnlichen dichten oder erdigen, indem dabei gar keine individuellen Theilchen mehr vorhanden sind, wie bei jenen, die man deshalb auch als höchst feinkörnig bezeichnen könnte. Diese wesentliche Verschiedenheit lässt sich aber mit Sicherheit nur durch das ungleiche Verhalten unter polarisirtem Lichte erkennen.

Körnig oder dicht (inclusive sandstein-, conglomerat-, breccien-, glas-, oder opalartig) muss nothwendig jedes Ge-

stein sein, d. h. man kann bei jedem entweder die dasselbe zusammensetzenden individuellen Theile erkennen oder nicht erkennen. Ein Gestein aber, welches z. B. körnig ist, kann an derselben Stelle nicht zugleich dicht sein, oder umgekehrt, d. h. diese Zustände schliessen sich einander gegenseitig aus, obwohl sie in einander übergehen. Ganz füglich kann dagegen dieselbe Masse oder Mineralverbindung an einer Stelle körnig und an einer anderen dicht sein.

Bei krystallinisch gemengten, und durch Erstarrung entstandenen Gesteinen, dürfte der grobkörnige, feinkörnige, dichte oder glasartige Zustand stets nur eine Folge der mehr oder minder schnellen Abkühlung und Erstarrung sein. Je langsamer die Abkühlung erfolgte, um so mehr fanden, unter übrigens gleichen Umständen, die Mineraltheile Zeit auszukrystallisiren, um so grobkörniger wurde daher das Gestein; je schneller sie erfolgte, um so mehr wurde es dicht, oder bei sehr schneller Abkühlung sogar glasartig.

Den letzteren Zustand zeigen jedoch beinah nur die kieselreichen Eruptivgesteine, bei den kieselarmen scheint er durch den dichten und blasigen vertreten zu werden. Wenn einzelne Mineraltheile deutlich krystallinisch oder krystallisirt (porphyrartig) in einer dichten Grundmasse auftreten, so kann man auch dies als eine Art Zwischenstufe zwischen dicht und körnig ansehen, bei welcher gewisse Mineraltheile, als mehr zur Krystallisation geneigt, früher und stärker auskrystallisirten als die anderen. Alle diese Verschiedenheiten der Textur oder des Zustandes lassen sich sehr oft auch an erstarrten künstlichen Schmelzproducten beobachten.

Bei dichten Gesteinen ist es oft recht schwer zu entscheiden, ob die unerkennbaren Theilchen krystallinisch verwachsen oder nur mechanisch verbunden sind, ob sie alle aus einerlei Mineralsubstanz, oder aus der Verbindung mehrerer bestehen.

Ich wende mich nun denjenigen besonderen Arten der Textur, des Gefüges oder Zustandes zu, welche mit den vorhergehenden, oder auch sogar noch unter sich combinirt auftreten. Da sie in keiner speciellen Beziehung zu einander stehen, so wird es am besten sein, sie einzeln zu besprechen.

Porphyrartig nennt man die Textur der Gesteine dann, wenn in einer dichten oder auch krystallinisch körnigen Hauptmasse, die zugleich auch noch andere Texturerscheinungen zeigen kann, Krystalle oder wenigstens vorzugsweise krystallinische Theile irgend eines Minerales, oder mehrerer Mineralien, deutlich hervortreten. Die porphyrartige Textur lässt sich hiernach zerspalten in:

a) Porphyrartig mit dichter Grundmasse. Gesteine, welche diese Textur zeigen, nennt man auch wohl Porphyre, unabhängig von der Natur der Mineralsubstanzen, aus denen sie bestehen.

b) Porphyrartig mit körniger Grundmasse. Gesteine, welche diese Textur zeigen, nennt man nicht Porphyre, sondern nur porphyrartig, so z. B. manche porphyrartige Granite mit grossen Feldspathkrystallen in der körnigen Hauptmasse.

c) Porphyrartig mit schiefriger Grundmasse, die zugleich wieder körnig oder dicht sein kann. Glimmerschiefer, welcher einzelne Granaten enthält, ist z. B. dadurch porphyrartig.

Die porphyrartig eingestreuten Krystalle können übrigens ebensowohl zu den wesentlichen Gemengtheilen des Gesteins gehören, als nur accessorisch darin auftreten.

Schiefrig oder blättrig nennt man Gesteine, welche nach einer bestimmten Ebene leichter spalten als nach allen anderen Richtungen. Obwohl diese Textur in manchen Fällen ganz wesentlich durch die vorherrschend parallele Lage der leichtesten Spaltungsrichtung einzelner Mineraltheile, wie z. B. des Glimmers bedingt ist, so darf man sie in Beziehung auf die Gesteine, doch durchaus nicht mit der Spaltbarkeit der Mineralien vergleichen. Sie ist sicher nicht die Folge einer Krystallisation der Gesteinsmasse als solcher, rührt vielmehr von ganz anderen, und zum Theil sehr ungleichen Ursachen her.

Man hat sich bemüht, schiefrig und blättrig zu unterscheiden. In einzelnen Fällen ist das wohl ausführbar, aber beide Erscheinungen verlaufen in einander. Englische Geologen suchen sogar *cleavage*, *foliation* oder *lamination* und *slaty* zu unterscheiden, aber es gelingt nicht. Zweckmässiger erscheint es mir, die Bedingungen oder nächsten Ursachen dieser Paralleltextur zu untersuchen und womöglich fest zu stellen; daraus ergeben sich von selbst einige Unterschiede, aber auch das gelingt nicht in allen Fällen. Noch dunkler

ist häufig die entferntere Ursache oder erste Veranlassung zu dieser Textur.

Dieselbe wird bedingt:

a) Durch sehr dünne parallele Uebereinanderschichtung der feinen Gemengtheile. So entwickelt sich Schieferung in Ablagerungen von mergeligem, thonigem oder sandigem Schlamm, die in Wirklichkeit nichts anderes als eine feine Schichtung ist. Die dünnen Schichten sind dann an sich nicht mehr schiefrig.

b) Durch die parallele Lage dünn platten- oder linsenförmiger Gemengtheile. So ist z. B. die blättrige Textur gewisser Braunkohle durch die Anhäufung wirklicher Baumblätter bedingt. Die schiefrige Textur der Mandelsteine durch die Gestalt und Lage ihrer Mandeln, u. s. w.

c) Durch die parallele Lage gewisser vorherrschend nach einer Richtung spaltbarer Mineralien wie Glimmer, Chlorit, Talk u. s. w. So beim Glimmerschiefer.

d) Durch mit dem Auge nicht erkennbare Umstände. Es können die unsichtbaren Theilchen nach Form oder Blätterdurchgang parallel geordnet, oder es kann eine unsichtbare zarte Schichtung vorhanden sein. So vielleicht bei den meisten ganz dichten und zugleich schiefrigen Gesteinen.

e) Durch zwei oder mehrere der angeführten Umstände zugleich.

Hiernach ergiebt sich auch die erste Ursache oder Veranlassung dieser Textur als eine mindestens doppelte. Dünne Schichtung ist allemal Folge der Entstehungsart. Die Anordnung der Theilchen aber war entweder sogleich bei der ersten Bildung durch Ablagerung oder Erstarrung eine parallele, oder sie wurde erst durch spätere Vorgänge eine solche. Nach den Untersuchungen von *Sharpe*, *Clifton*, *Haughton*, *Sorby* und *Tyndall* im *Journ. o. t. geol. soc. of London* 1848 und 1849 und im *Philos. Magaz.* 1856, ist die Schieferung, welche nicht dünne Schichtung ist, in den meisten Fällen durch einseitigen Druck, während oder nach der Bildung der Gesteine veranlasst. Z. B. während ihrer Erstarrung bei Erstarrungsgesteinen, während ihrer Umwandlung bei krystallinischen Schiefern, nach ihrer Ablagerung bei sedimentären Gesteinen, wo sie deshalb sehr oft nicht der Schichtung parallel geht, sondern diese unter irgend einem Winkel schneidet. Unwahrscheinlich ist dagegen die Vermuthung *Poulet Scrope's*, dass *lamination* und *cleavage* durch Friction entstehen können. (*Quarterly journ.* 1859, p. 84.)

Fasrige Textur ist von der schiefrigen eigentlich

nur durch Unregelmässigkeit, Unebenheit, und dabei oft einseitige Streckung der Gemengtheile verschieden.

Manche Gesteine zeigen auf verschiedene Weise eine auffallend linearparallele Richtung. *Naumann* hat dieses Phänomen allgemein als Linearparallelismus bezeichnet. Derselbe besteht entweder in einer feinen parallelen Fältelung schiefriger Gesteine, oder in einer parallelen Streckung der Gemengtheile oder Hohlräume anderer, nach einer Richtung. Beide Erscheinungen sind offenbar wesentlich von einander verschieden.

Die lineare Fältelung, welche sich sehr häufig beim Gneiss, Glimmerschiefer, Thonglimmerschiefer und Thonschiefer zeigt, hat das Ansehen, als sei sie durch einen einseitigen Druck veranlasst, obwohl die Erklärung durch einen solchen Vorgang immer noch auf sehr grosse Schwierigkeiten stösst. Von der zartesten Fältelung finden sich Uebergänge bis in sehr deutliche grobe Faltung.

Die lineare Streckung besteht, wie gesagt, darin, dass einzelne oder alle Gemengtheile vorzugsweise nach einer bestimmten Längenrichtung ausgedehnt sind, wodurch zuweilen eine holzähnliche Textur hervor gebracht wird, oder darin, dass leere oder ausgefüllte Blasenräume (Mandeln) vorzugsweise nach einer Richtung ausgedehnt sind. In diesem letzteren Falle lässt sich die Erscheinung ziemlich leicht durch Fliessen der noch weichen Masse nach einer bestimmten Richtung erklären. Weit schwieriger ist es dagegen, eine bestimmte Ursache für die Längenstreckung der Gemengtheile, z. B. in manchem Gneiss, anzugeben.

Blasig oder schlackig nennt man Gesteine, welche mehr oder weniger abgerundete Hohlräume enthalten, die offenbar durch Entwickelung von Gasblasen in der noch weichen, oder durch irgend einen Umstand wieder erweichten Gesteinsmasse entstanden sind. Sind diese Räume nur vereinzelt, so nennt man die Gesteine blasig, sind sie aber dicht gedrängt vorhanden, so dass sie mehr Raum einnehmen, als ihre Zwischenwände, so bezeichnet man den Zustand als schlackig oder sogar als bimsteinartig. Die Blasenräume sind am häufigsten unregelmässig gestaltet, zuweilen aber auch sehr regelmässig kugelförmig, birn-

förmig, linsenförmig, oder vorherrschend nach einer Richtung ausgedehnt, gestreckt. Dergleichen Formverschiedenheiten lassen sich ziemlich leicht erklären durch Ruhe, Druck, fliessende oder unregelmässige Bewegung der blasigen Masse während ihres Festwerdens.

Am häufigsten findet man dergleichen Blasenräume in solchen Erstarrungsgesteinen, welche in Folge ziemlich schneller Abkühlung aus einer dichten, höchstens feinkörnigen oder porphyrartigen Hauptmasse bestehen. Bei grobkörnigen Erstarrungsgesteinen kommt sie nicht vor, wahrscheinlich weil diese stets unter starker Bedeckung sehr langsam krystallisirten. Aber auch sedimentäre und metamorphische Gesteine enthalten zuweilen wirkliche Blasenräume, was dann allemal eine gewisse, wenn auch nur geringe Erweichung der Masse, während der Gasentwickelung voraussetzen lässt.

Manche Gesteine sind jedoch porös, ohne blasig zu sein, d. h. sie sind von unregelmässigen, oft sogar eckigen Hohlräumen durchzogen, welche nicht von Gasentwickelungen herrühren, also auch nicht Blasenräume genannt werden können. Der Unterschied zwischen porös und blasig ist zuweilen nur sehr schwer zu erkennen.

In gewissem Grade, aber für das Auge unsichtbar, sind die meisten Gesteine porös, der Art, dass etwas Wasser, wenn auch nur sehr langsam, in sie eindringen kann. Ueber diese letztere Porosität stellte *Daubrée* Versuche an, deren Resultate er im *Bullet. de la soc. géol. de France* 1861 t. 18, p. 193, mittheilte, während *Delesse* den darauf beruhenden Feuchtigkeitszustand der Gesteine untersuchte, daselbst t. 19, p. 64.

Mandelsteinartig nennt man Gesteine, deren Blasenräume durch neuere Mineralsubstanzen theilweise oder ganz ausgefüllt sind. Die Ausfüllung dieser Räume ist stets das Resultat eines der Gesteinsbildung nachfolgenden Vorganges. Das Material dazu scheint in der Regel durch eine Art von Auslaugung aus dem Gestein hervorgegangen zu sein, und besteht dem entsprechend am häufigsten aus Chalcedon, Quarz, verschiedenen Karbonspäthchen, oder Zeolithen, und aus Grünerde. Die Anordnung dieser Mineralsubstanzen in den Blasenräumen ist oft höchst interessant. Sie bilden con-

centrische oder horizontale Lagen, Stalaktiten und Stalagmiten, Krystalldrusen oder compacte Ausfüllungen.

Aus allen Umständen geht hervor, dass dergleichen Blasenausfüllungen oder Mandelbildungen, sehr langsam erfolgt sind, und folglich zu ihrer Vollendung grosse Zeiträume in Anspruch genommen haben. Dadurch erklärt es sich auch, dass man die allerneuesten Erstarrungsgesteine, die Laven zwar sehr häufig blasig, aber niemals mandelsteinartig findet, während die Häufigkeit und Vollständigkeit der Blasenausfüllung beinah mit dem Alter der blasigen Gesteine zunimmt.

Die kieselreichen Eruptivgesteine sind nicht nur seltener blasig als die kieselarmen, sondern auch in den Fällen, wo sie blasig auftreten, viel seltener mandelsteinartig, was wahrscheinlich daher rührt, dass sie weniger leicht auflösliche und zur Mandelbildung geeignete Substanzen, namentlich durchschnittlich weniger Kalkerde und Talkerde enthalten.

Es giebt einige Erscheinungen, welche leicht mit Mandelsteintextur verwechselt werden können, welche aber nur von einer Concretion besonderer Mineraltheile ohne vorhergehende Hohlräume herrühren. Wir lernen dergleichen im Nachfolgenden unter den Bezeichnungen sphäroidisch knotig und variolithisch kennen.

Oolithische Textur findet sich nur an Kalksteinen, Mergeln oder Eisensteinen und besteht darin, dass entweder die ganze Masse aus kleinen Kügelchen zusammengesetzt ist, oder wenigstens sehr viele solche Kügelchen enthält. Die Kügelchen haben ungefähr die Grösse und Form von Hirse-, Erbsen- oder Linsenkörnern, und wenn man sie zerschlägt, zeigen sie zuweilen eine concentrisch schalige oder radial strahlige Zusammensetzung. Manchmal sind auch viele sehr kleine Kügelchen wieder zu grösseren verbunden. Beim sogenannten Rogenstein sind die Kügelchen grau und innen gewöhnlich dicht, oder etwas radial strahlig; beim gewöhnlichen oolithischen Kalkstein sind sie häufiger weiss oder gelblich und zuweilen concentrisch schalig, oder sie zeigen einen organischen Ursprung. Beim Erbsenstein enthalten sie einen fremdartigen Kern, der von lauter dünnen concentrischen, und zugleich radial fasrigen Kalksinterschalen über-

zogen ist, so dass man hier die Entstehung durch fortgesetzte Umhüllung eines Sandkornes deutlich erkennen kann.

Beim oolithischen Eisenstein sind die Körner theils kugelförmig, theils linsenförmig. Beim Bohnerz zeigen sie concentrisch schalige Anordnung und erreichen manchmal eine beträchtliche Grösse, übergehend in Eisenerznieren.

Die Entstehung dieser Textur ist nur beim Erbsenstein ganz deutlich erkennbar, bei den anderen ähnlichen Bildungen ist dieselbe noch mehr oder weniger in Dunkel gehüllt und namentlich für die weitverbreiteten Oolithlager noch sehr problematisch. *L. v. Buch* beobachtete eine Art von Oolithbildung an den Ufern der Canarischen Inseln, sehr analog der Entstehung des Erbsensteines. *Virlet-d'Aoust* sah im See von Mexico eine Art von Oolith, durch kalkige Umhüllung kleiner Insekteneier entstehen. (*Compte rend.* 1857, t. 45, p. 865.) Manche oolithische Kalksteine scheinen wirklich nur aus kleinen fast kugelförmigen Schnecken zusammengesetzt zu sein (das sind genau genommen, nicht echte Oolithe). *Deicke* beschrieb in der Zeitschr. f. d. ges. Naturw. 1853, S. 188 die Textur der Rogensteinkörner sehr sorgfältig, und ganz neuerlich hat *Fournet* eine sehr umfangreiche Abhandlung *sur le formation des oolithes calcaires*, in den Schriften der Lyoner Akademie (1853) veröffentlicht.

Bei vielen dieser Gesteine scheinen die runden Körner in der That nur die Folgen besonderer Concretion der gleichartigen Masse zu sein.

Sphäroidische Textur. Etwas der oolithischen Textur der Kalksteine Aehnliches kommt auch bei felsitischen Eruptivgesteinen, am deutlichsten beim Perlstein vor, da nennt man es aber sphäroidische Textur. Die runden Körner bestehen aus perlenähnlich zusammengesetzten Kügelchen, oder auch nur aus dichten felsitischen Concretionen.

Daran reiht sich aber noch eine andere Variation der rundkörnigen Textur an, welche sich zuweilen beim Basalt, Dolerit oder Phonolith findet, und darin besteht, dass die Masse, wie es scheint, durch einen eigenthümlichen Verwitterungsprozess in ziemlich runde Körner zerfällt.

Knotige Textur ist der oolithischen oder auch der

porphyrartigen verwandt und besteht darin, dass die Masse des Gesteins kleine rundliche linsenförmige oder auch etwas längliche Concretionen von festerer, dichterer Substanz enthält. Unter besondern Umständen pflegt man diese Erscheinung fleckig, variolithisch oder blatternarbig zu nennen.

Sehr untergeordnet treten an Gesteinen auch noch diejenigen Zustände auf, welche man bei Mineralien späthig, fasrig oder asbestartig nennt.

Besondere Zustände der Gesteine.

Es giebt gewisse Zustände der Gesteine, die zum Theil allerdings mit den so eben besprochenen Texturerscheinungen identisch sind und durch welche zwar ihre Eigenschaften manchmal sehr wesentlich verändert werden, die man aber dennoch nicht immer als Gründe der Trennung anzusehen pflegt. Consequent ist dieses Verfahren allerdings nicht, da man in vielen Fällen Gesteine mit verschiedenen Benennungen zu belegen pflegt, obwohl sie im Wesentlichen ganz aus denselben Mineralgemengen, nur mit abweichender Textur bestehen, oder obwohl sie nur als fast willkürlich festgestellte Stadien grosser Umwandlungs-Reihen anzusehen sind. Noch inconsequenter erscheint aber das Verfahren, wenn man denselben Zustand oder dieselben Eigenthümlichkeiten in dem einen Falle als Trennungsgrund benutzt, in dem anderen nicht. Wollte man indessen diese Inconsequenzen vermeiden, so müsste man geradezu die jetzt übliche Nomenclatur verwerfen und eine ganz neue dafür einführen, was denn doch noch bedenklicher erscheint, als jene Inconsequenzen. Uebrigens werden die Bezeichnungen solcher Zustände oft auch als allgemeine Gesteinsbezeichnungen angewendet, die aber dann stets eine Anzahl verschiedener Gesteine umfassen. Ich werde die wichtigsten Fälle dieses Verfahrens hier einzeln besprechen.

1) Lava, ist nicht ein bestimmtes Gestein, sondern jedes Gestein, welches heissflüssig aus einem Vulkane ausströmte, heisst Lava. Man unterscheidet deshalb Doleritlava, Basaltlava, Trachytlava u. s. w.

2) Wacke, nennt man den etwas zersetzten Zustand der kieselarmen Eruptivgesteine. Die Masse ist mehr oder weniger weich, fast erdig geworden, gelblich oder braun gefärbt, und ihre Zusammensetzung ganz unkenntlich. Nur durch Uebergänge in noch frisches Gestein kann man Doleritwacke, Basaltwacke, Melaphyrwacke, Grünsteinwacke u. s. w. von einander unterscheiden, oder dem entsprechenden Gesteinsnamen das Adverbium „wackenartig" beifügen.

3) Porphyr, ist die allgemeine Bezeichnung für porphyrartige Gesteine mit dichter Grundmasse, während man die mit körniger Grundmasse nur porphyrartig zu nennen pflegt. Man unterscheidet daher Quarzporphyr, Glimmerporphyr, Trachytporphyr, oder aber porphyrartigen Granit, Trachyt u. s. w. Sehr häufig werden aber auch ganz vorzugsweise nur die Quarz- oder Felsitporphyre (mit dichter felsitischer Grundmasse) mit der Benennung Porphyr ohne weiteren Zusatz bezeichnet.

4) Mandelstein, nennt man jedes Gestein mit ausgefüllten Blasenräumen; es giebt daher Basaltmandelstein, Melaphyrmandelstein, Aphanitmandelstein, oder was dasselbe ist: mandelsteinartigen Basalt u. s. w.

5) Schlacke. Sehr blasige, d. h. schlackige Gesteine nennt man zuweilen ohne weiteres vulkanische Schlacken, so z. B. Basalt, Trachyt u. s. w.

6) Bimsstein, bezeichnet genau genommen ebenfalls nur den höchst blasigen Zustand einiger Gesteine, doch beschränkt sich dieser Zustand in der Regel auf Trachyt, Trachytporphyr und Obsidian, die selbst der Masse nach wesentlich gleich sind.

7) Schiefer, ist eine allgemeine Bezeichnung für schiefrige Gesteine, mögen sie bestehen woraus sie wollen. Man bezeichnet die einzelnen dann als Glimmerschiefer, Thonschiefer u. s. w., oder als schiefrigen Phonolith u. s. w.

8) Sandstein, ist die allgemeine Bezeichnung für Gesteine, die aus einer mechanischen Verbindung (Verkittung) abgerundeter kleiner Mineralkörner, meist Quarzkörner, bestehen.

9) Conglomerat, ist die allgemeine Bezeichnung für

Gesteine, welche aus mechanisch verkitteten abgerundeten Gesteinstheilen, sogenannten Geschieben bestehen.

10) Breccie, ist die allgemeine Bezeichnung für Gesteine, welche aus mechanisch verkitteten Bruchstücken bestehen.

11) Tuff. Diese Bezeichnung drückt wohl ursprünglich eine lockere Verbindung aus. Man versteht aber unter Tuff vorzugsweise mit einander verbundene vulkanische Auswurfsproducte der verschiedensten Art, wendet indessen dieselbe Bezeichnung auch auf meist poröse kalkige oder kieselige Quellenablagerungen an, die oft sehr fest sind.

Die vier letzteren Bezeichnungen für Gesteinsabtheilungen lassen sich nicht füglich entbehren, wenn man nicht den unendlichen Gesteinsmodificationen, welche dahin gehören, lauter besondere Namen geben will, was kaum ausführbar sein würde, und was sie in der That auch nicht verdienen.

Mikroskopische Untersuchung und magnetischer der

Schon mit Hülfe der Loupe lässt sich häufig die mineralogische Zusammensetzung der Gesteine vollständiger und genauer erkennen, als mit dem blossen Auge. Dieses Hülfsmittel der Vergrösserung kann aber noch bedeutend gesteigert, und es können dabei auch noch andere optische Erscheinungen beobachtet werden, wenn man von dem zu untersuchenden Gestein sehr dünne, und deshalb etwas durchsichtige Plättchen schleifen lässt und diese, auf Glasplatten gekittet, unter dem Mikroskop untersucht. Da lösen sich oft scheinbar ganz dichte Grundmassen in ein Gewebe sehr kleiner Krystalle auf, oder es treten einzelne solche Krystalle in einer wirklich dichten Grundmasse hervor. Die Form dieser Krystalle ist zuweilen, wenn auch nicht immer, erkennbar, und es lassen sich dann häufig auch die Mineralsubstanzen, aus denen sie bestehen, bestimmen. Nimmt man auch noch einen Polarisationsapparat zu Hülfe, so lässt sich ferner über den amorphen oder krystallinischen Zustand der

dichten Grundmasse urtheilen, und zugleich die Natur der sichtbaren Krystalle weiter untersuchen.

Dergleichen Untersuchungen erhalten aber besonders dann einen hohen Werth, wenn sie mit genauen chemischen Analysen Hand in Hand gehen. Beide ergänzen sich gegenseitig und so gelingt es zuweilen, die mineralogische Zusammensetzung selbst scheinbar ganz dichter Gesteine zu erkennen.

Selbstverständlich setzen aber solche Untersuchungen allerlei Hülfsmittel voraus, und nehmen auch in der Regel so viel Zeit in Anspruch, dass man sie nicht füglich auf Reisen vornehmen kann. Vergl. *Sorby* in v. L. und Br. Jahrbuch 1861, S. 769.

Durch Beimengung von Magneteisenerz wirken manche Gesteine in ihrer Totalität auf die Magnetnadel, oder man kann wenigstens eine solche Beimengung, auch wo sie nur in sehr geringer Quantität vorhanden ist, durch Kratzen mit einem scharfkantigen Magnetstab leicht auffinden, da die magnetischen Theilchen des gebildeten Pulvers als Bart am Stabe haften bleiben. Zur Erkennung und Unterscheidung der Gesteine trägt diese Auffindung eben nicht viel bei, da Magneteisenerz in sehr vielen Gesteinen vorkommt.

Sehr sorgfältige Untersuchungen über den Magnetismus der Gesteine führten *Förstemann* und *Delesse* aus. Ersterer ist der Meinung, man könne durch genaue magnetische Untersuchungen entscheiden, ob ein Gestein vulkanischen oder neptunischen Ursprunges sei? ob durch Wärmewirkung metamorphisch? ob in seiner ersten Stellung verblieben, oder nachträglich verändert? (Poggendorff's Annalen 1859, B. 106, S. 106.) Letzterer fand schon früher, dass fast alle Eruptivgesteine etwas magnetisch sind, und überdiess auch manche sedimentäre und metamorphische. (*Annales des mines* 1849, t. 15, p. 1, und *Bulletin de la soc. géol. de France* 1850, t. 8, p. 108.)

Chemische Zusammensetzung der Gesteine.

Man hat nach einander verschiedene Methoden der chemischen Untersuchung oder Analyse von Gesteinen angewendet.

Zuerst analysirte man dichte Gesteine in der Art, wie einfache Mineralien, von den deutlich gemengten dagegen gewöhnlich die einzelnen, mechanisch von einander getrennten Bestandtheile.

Gmelin führte eine neue Methode ein, indem er zuerst die Gesteine mit Säuern behandelte und in einen darin auflöslichen, so wie einen nicht auflöslichen Theil zerlegte. Beide Theile wurden dann für sich analysirt, und aus den Resultaten auf die Zusammensetzung des Gesteins geschlossen. Diese Methode ist um so zweckmässiger, je grösser der Unterschied in der Löslichkeit der einzelnen Gemengtheile ist.

Neuerlich pflegt man auch bei deutlich und selbst grob gemengten Gesteinen sogenannte Bauschanalysen (der Gesammtmasse) zu veranstalten, wobei natürlich die Vorsicht nothwendig wird, grössere Quantitäten zu pulverisiren und aus dem wohlgemengten Pulver einen zur Analyse nöthigen Theil zu verwenden.

Um dann die Resultate der Analysen verschiedener Gesteine mit einander zu vergleichen, hat man zwei Wege eingeschlagen. Man verglich sie nämlich entweder mit Mineralien von bekannter Zusammensetzung, oder mit Gesteinen von bekannter Zusammensetzung. Den ersteren Weg betrat *G. Bischof*, indem er einen Sauerstoffquotienten aufstellte. Man erhält denselben, wenn man den Sauerstoff der Basen durch den der Säuren dividirt.

Den zweiten Weg schlug *Bunsen* ein. Auf demselben gelangte er für die Erstarrungsgesteine zu der Aufstellung von zwei Normalverbindungen oder Gesteinen, eines normaltrachytischen, sauern, oder kieselsäurereichen t, und eines normalpyroxenischen, basischen oder kieselsäurearmen p. Für diese stellten sich die berechneten Werthe, wie folgt, heraus:

	t.	p.
Kieselsäure	76,67	48,47
Thonerde und Eisenoxydul	14,23	30,16
Kalkerde	1,44	11,87
Talkerde	0,28	6,89
Natron	3,20	1,96
Kali	4,18	0,65
	100	100

Bei der Berechnung ist der Wassergehalt weggelassen, alles Eisen als Oxydul angenommen und mit der Thonerde zusammengefasst.

Es verhält sich hiernach der Sauerstoffgehalt der Basen zu dem der Kieselsäure

1) in den sauren Gesteinen t, wie 1 : 5,

2) in den basischen Gesteinen p, wie 2 : 3.

Diesen beiden Typen nähern sich mehr oder weniger alle Erstarrungsgesteine und zerfallen danach in zwei grosse Gruppen.

Es ergaben sich indessen bald auch eine Anzahl von Zwischengliedern oder Mittelgesteinen, welche *Bunsen* als Mischlingsproducte der beiden Typen betrachtet. Der Unterschied der beiden Gruppen giebt sich am deutlichsten durch den ungleichen Kieselsäuregehalt zu erkennen, so dass man in vielen Fällen nur diesen zu bestimmen braucht, um über die Zugehörigkeit zu der einen, oder der anderen Gruppe zu entscheiden. Um diesen zu bestimmen hat *Scheerer* ein sehr einfaches Mittel angegeben, welches darin besteht, dass man eine genau gewogene Menge des fein geriebenen Gesteins (1 Gramm ist vollkommen ausreichend) mit dem Fünffachen seines Gewichtes wasserfreien kohlensauren Natrons (oder kohlens. Kalis) mengt und 15 Minuten über der Plattnerschen Spirne in einem Platintiegel erhitzt. Die geschmolzene und erkaltete Masse wird gewogen; was sie weniger wiegt, als zuvor das Gemenge wog, ist ausgetriebene Kohlensäure, aus welcher sich die Menge der Kieselsäure berechnen lässt. Bei vielen Gesteinen, wie beim Gneiss, ist nicht einmal eine Berechnung nöthig, da der procentale Gewichtsverlust ziemlich genau dem procentalen Kieselsäuregehalt entspricht.

Die auf diese Weise gewonnenen Resultate sind jedenfalls von sehr hohem geologischen Interesse, zumal da der Unterschied jener beiden Gruppen sich bei den Erstarrungsgesteinen aller geologischen Perioden erkennen lässt.

Gehen wir nun weiter auf die Resultate der chemischen Gesteinsuntersuchungen ein, so zeigt sich, 1) dass alle Erstarrungsgesteine ohne Ausnahme wesentlich aus den oben genannten Stoffen oder Verbindungen bestehen (was sonst

noch darin vorkommt, ist als accessorisch zu bezeichnen), und 2) dass bei der überwiegenden Mehrzahl derselben der Kieselsäuregehalt ziemlich die Hälfte oder mehr beträgt, nie viel weniger als die Hälfte. Dagegen zeigt sich eine weitere Constanz ihrer chemischen Zusammensetzung durchaus nicht. Wenn man die nach ihren mineralogischen Charakteren und ihrem geologischen Vorkommen unter einer Benennung zusammengefassten Gesteinsbildungen in Beziehung auf ihre chemische Zusammensetzung vergleicht, so ergeben sich vielmehr im Einzelnen ganz ausserordentliche Abweichungen. Die mineralogisch gleich- oder übereinstimmend zusammengesetzten Gesteine schwanken in den Einzelwerthen oft weit über zehn Procent, die mineralogisch ungleichsten Erstarrungsgesteine greifen dagegen mit diesen Zahlenwerthen so vollständig in einander ein, dass es ganz unmöglich ist, irgend eins dieser Gesteine aus den blossen Resultaten seiner Analyse zu erkennen. Höchstens die beiden Gruppen halten sich ziemlich getrennt, aber selbst diese verlaufen einigermassen in einander.

Ein Gestein, welches 72 Kieselsäure, 11 Thonerde, 2 bis 8 Eisenoxyd oder Eisenoxydul, 1 Kalkerde, 1—2 Talkerde, 1 bis 2 Kali, 2 Natron und 0—4 Wasser enthält, kann z. B. eben so gut Granit als Gneiss, Protogin, Granulit, Hälleflinta, Petrosilex, Quarzporphyr, Pechstein, Trachytporphyr, Obsidian oder Perlstein sein, und wenn man für Kieselsäure die Grenzen auf 62 bis 72 ausdehnt, so kann es auch noch Trachyt, Phonolith oder Minette sein, denn bei allen diesen Gesteinen kommen diese Werthe vor. Ein Gestein dagegen, welches 49—50 Kieselsäure, 12 Thonerde, 5—10 Eisenoxyd oder Eisenoxydul, 5 Kalkerde, 2—3 Talkerde, 1 Kali, 2 Natron und 0—1 Wasser enthält, kann eben so gut Dolerit als Basalt, Nephelinfels, Leucitfels, Diabas, Diorit, Gabbro, Hypersthenit, Melaphyr oder Porphyrit sein, denn wiederum kommen bei allen diesen Gesteinen obige Werthe vor. Bei jedem einzelnen Gestein beider Gruppen sind aber die Schwankungen des Gehaltes um ein Vielfaches grösser, wie sich das am besten aus nachstehenden Tabellen ergiebt, die aus *Roth's* vortrefflichem Werk über Gesteinsanalysen ausgezogen sind. Zu bemerken habe ich darüber nur noch, dass die Decimalstellen im Allgemei-

Saure Gesteine. (Th. eruptiv, th. metamorphisch.)	Granit.	Gneiss. (Rother u. grauer.)	Protogin.	Granulit.	Felsitfels: Hälleflinta.	Felsitfels: Petrosilex.	Quarzporphyr (quarzreicher).	Quarzporphyr (quarzarmer).	Pechstein.
Kieselsäure	62—81	64—76	70—75	72—73	74—81	71—78	70—81	59—66	63—75
Thonerde	10—17	3—12	11—14	8—15	9—13	11—15	8—16	11—18	9—12
Eisen $\dot{F}e$	—7	—7	—2	—1	—2	—1	—5	—2	—5
Eisen $\ddot{F}e$	—5	—8	—2	—6	—	—3	—4	—14	—3
Kalkerde	1—2	0,2—4	1—2	1—2	0,4—2	—1	0,2—2	0,1—2	0,7—4
Talkerde	0,1—2	0,1—2	—1	0,6—4	0,1—1	0,7—2	0,1—7	1—2	0,1—1
Kali	0,4—5	1—5	—2	1—7	0,3—5	1—2	1—7	—13	0,5—4
Natron	1—5	0,4—3	—3	2—7	0,1—5	3—4	0—5	—2	1—7
Wasser	0,4—2	0,4—1	0,4—1	—0,4	0;2—1	1—2	0,5—1	1—2	4—8

Saure Gesteine. (Alle eruptiv.)	Trachyt (mit Sanidin).	Trachyt (mit Sanidin und Oligoklas.)	Trachytporphyr.	Obsidian.	Perlstein.	Phonolith.	Syenit (meist Syenit-Granit).	Minette.
Kieselsäure	59—66	60—67	67—81	70—82	70—77	50—62	50—70	56—62
Thonerde	12—21	15—21	10—13	6—12	12—15	15—24	13—20	12—16
Eisen $\dot{F}e$	—4	—6	—4	—6	—1	—5	—5	2—7
Eisen $\ddot{F}e$	—12	—8	—2	—10	—2	—9	—14	—
Kalkerde	1—3	0,4—3	0,2—4	1—4	1—3	0,1—14	0,5—10	1—4
Talkerde	0,1—2	0,1—1	0,1—3	0,7—1	0,7—1	0,1—3	0,2—3	2—6
Kali	3—8	2—4	1—8	3—11	1—5	0,1—9	1—5	—4
Natron	2—9	4—6	1—5		1—6	2—9	1—6	—2
Wasser	1—2	0,6—1	0,2—13	—0,2	1—3	0,6—8	1—1	1—1

Basische Gesteine. (Alle eruptiv.)		Dolerit.	Basalt.	Nephelin-fels.	Leucitfels.	Diabas.	Diorit.	Gabbro.	Hyper-sthenit.	Melaphyr.	Porphyrit.
Kieselsäure		41—57	36—55	41—52	44—54	42—56	46—63	43—49	45—51	54—62	59—64
Thonerde		6—26	7—25	11—19	13—23	13—20	12—18	8—17	14—16	10—23	15—16
Eisen	$\ddot{F}e$	——17	——28	——13	——17	——12	——2	——17	——16	——14	———
	$\dot{F}e$	——16	——21	——13	——11	——15	——16	——15	——15	——12	7—8
Kalkerde		3—14	4—16	3—13	4—12	4—8	5—9	8—11	5—14	1—10	1—6
Talkerde		0,5—9	1—16	1—8	1—6	1—6	3—9	6—11	2—10	0,1—6	1—2
Kali		0,2—3	0,4—4	0,5—3	0,2—8	1—2	0,1—3	0,2—1	0,2—1	1—3	1—4
Natron		1—5	0,1—10	2—6	1—8	1—5	2—7	1—3	1—5	——6	2—3
Wasser		0,4—6	0,5—4	0,7—6	0,1—2	1—5	0,4—1	0,5—5	0,7—2	1—2	1—3

Metamorphische und sedimentäre Gesteine.		Grauer Gneiss.	Glimmer-schiefer.	Chlorit-schiefer.	Talk-schiefer.	Hornblen-deschiefer.	Thon-glimmer-schiefer.	Sericit-schiefer.	Thon-schiefer.	Alaun-schiefer.	Grau-wacken-sandstein.
Kieselsäure		64—68	40—82	31—42	27—58	48—54	45—79	59—72	40—75	48—65	75—84
Thonerde		12—14	9—35	3—5	4—18	13—20	8—24	13—15	10—36	15—26	5—5
Eisen	$\ddot{F}e$	——3	——5	——10	——28	——27	——15	——1	——18	——5	
	$\dot{F}e$	——6	——6	——26	——4	——14	——10	——5	——12	——6	—
Kalkerde		2—4	0,3—2	——1	——1	0,5—11	0,1—11	0,4—2	0,1—13	0,1—3	——0,1
Talkerde		1—2	0,3—1	17—41	22—23	1—4	0,1—13	0,6—4	0,2—11	1—2	0,2—0,3
Kali		2—5	1—4	——0,1	—	0,5—1	0,2—6	2—5	0,5—7	0,1—7	0,4—1
Natron		1—2	0,3—8	——0,1	—	1—2	0,1—4	1—6	0,2—2	0,2—0,4	0,2—0,3
Wasser		1—1	0,5—2	9—11	2—6	0,2—1	0,7—4	2—3	1—7	2—6	0,3—2

nen weggelassen wurden, weil sie bei so grossen Schwankungen der Ganzen keinen Werth mehr haben; dass 0,8 und 0,9 als 1 genommen, noch kleinere Bruchtheile aber als 0,5 u. s. w. verzeichnet wurden; Spuren als 0,1; ferner dass durch — die fehlende untere Grenze ausgedrückt ist, was besonders beim Eisengehalt allgemein zur Anwendung kommen musste, weil dieser bei manchen Analysen als Oxyd, bei anderen als Oxydul berechnet ist, und nur bei einigen doppelt. Der kleine Mangangehalt vieler Gesteine ist als durchaus unwesentlich ganz weggelassen.

Aus dieser Tabelle ergiebt sich überdiess auch noch, dass selbst zwischen der basischen und sauern Gruppe von Gesteinen keine ganz scharfe Abgrenzung besteht, da einige Kieselsäuregehalte gegenseitig übergreifen.

Unter diesen Umständen muss man es aufgeben, dergleichen Gesteine überhaupt durch die blosse Analyse zu bestimmen, die dagegen für den einzelnen Fall stets einen grossen Werth hat, und die namentlich dann, wenn man einzelne Bestandtheile, sei es auch nur unter dem Mikroskop, mineralogisch erkennt, weitere Schlüsse auf die übrige Zusammensetzung erlaubt.

Wenn nun schon die chemische Zusammensetzung der eruptiven Gesteine, welche man als ziemlich ursprüngliche Bildungen anzusehen hat, so ausserordentlich schwankend ist, um wie viel weniger kann man dann bei den sendimentären, die aus der Zusammenschwemmung des Zerstörungsmaterials vorher vorhandener Gesteine hervorgingen, oder bei den aus diesen durch Umwandlung entstandenen, eine constante Zusammensetzung erwarten, und in der That zeigen auch die Analysen dieser Gesteine um so weniger Uebereinstimmung, je mehr sie das Resultat mechanischer Zusammenschwemmung sind. Nur einige chemische Niederschläge wie Gyps, Steinsalz u. s. w. zeigen sehr constante Zusammensetzung.

Aus der blossen chemischen Analyse dichter Gesteine auf deren mineralogische Zusammensetzung zu schliessen, oder dieselbe daraus zu berechnen, bleibt immer sehr misslich, da die erhaltenen Resultate stets einer mehrfachen Deutung fähig sind. Der Werth solcher Analysen kann aber

jedoch sehr gesteigert werden, wenn man aus Uebergängen in krystallinische Zustände auf die mineralogische Zusammensetzung zu schliessen berechtigt ist.

Einen sehr grossen Einfluss auf das Resultat der Analysen hat auch der mehr oder weniger frische oder verwitterte Zustand der Gesteine. Um die ursprüngliche Natur der Gesteine kennen zu lernen, muss man sie stets in ganz frischem Zustande untersuchen. Die Analyse von Verwitterungszuständen hat nur ein Interesse für die Beurtheilung des Verwitterungsprozesses, nicht aber für die der Gesteinsbildung, denn die elementare Zusammensetzung wird dadurch oft sehr bedeutend verändert. Kieselsäure, Kali und Natron gehen durch Auflösung verloren, Wasser und Kohlensäure treten hinzu, es bilden sich Hydrate und Karbonate von Eisen, Kalk und Talk. Die Zahlenverhältnisse der Bestandtheile werden dadurch oft ganz ausserordentlich verändert.

Die oben berührten sehr grossen Abweichungen in der chemischen Zusammensetzung mineralogisch übereinstimmender, und deshalb gleich benannter Gesteine, könnten die Vermuthung hervor rufen, dass jene mineralogischen Bestimmungen unwesentliche seien, und dass man den Unterschied der Gesteine eigentlich nur in ihrer chemischen Constitution aufzusuchen habe. Aber abgesehen davon, dass jene mineralogischen Unterscheidungen grösstentheils mit dem geologischen Vorkommen sehr gut übereinstimmen, und auch abgesehen von der grossen praktischen Schwierigkeit, welche sich daraus ergeben würde, wenn man jedes Gestein, um es zu erkennen, erst chemisch analysiren müsste, so stimmen doch auch alle bis jetzt bekannten Analysen viel zu wenig mit einander überein, als dass sich erwarten liesse, man könne auf diesem Wege wirklich und wesentlich von einander verschiedene und begrenzte Mineralaggregate als Gesteinsarten oder Species feststellen. Namentlich entziehen sich die Gesteinsanalysen in ihrer Totalität noch jeder Berechnung zu Formeln der Art, wie sie sich für Mineralspecies berechnen lassen, sie deuten vielmehr durchaus auf inconstante Stoffvereinigungen hin, wie sich das von Mineralaggregaten nicht anders erwarten lässt, deren Mengungsverhältnisse nicht constant sind.

Verfolgt man die herrschende Ansicht über den Ursprung aller Eruptivgesteine consequent, so könnte man eigentlich erwarten, dass dieselben alle eine ursprünglich gleiche Zusammensetzung haben müssten. Doch darauf komme ich im letzten Abschnitt zurück.

Da die Resultate der chemischen Analysen an und für sich nicht zur Unterscheidung der Gesteine benutzt werden können, so werde ich sie auch nicht in die Charakteristik aufnehmen, vielmehr nur, wo diess nützlich erscheint, die beobachteten Schwankungen des so besonders wichtigen Kieselsäuregehaltes angeben. Es genügt das zur Zeit um so mehr, da man alles Specielle in *Roth's* Gesteinsanalysen (1861) mit grosser Sorgfalt zusammengestellt und einen Auszug daraus in den Tabellen S. 46 und 47 findet.

Uebergänge der Gesteine in einander.

Die Gesteine bilden durch alle die Merkmale oder Eigenschaften, welche man zu ihrer Unterscheidung zu benutzen pflegt, auch Uebergänge in einander. Sie gehen in einander über nach ihrer Mengung, nach ihrer Textur und nach ihrer Entstehung.

Durch ihre Mengung gehen sie in einander über, indem ein neuer mineralischer Bestandtheil hinzutritt, oder ein vorhandener verschwindet. So geht z. B. Kalkstein ganz unmerklich über in Dolomit, indem zu dem Kalkspath etwas und immer mehr Dolomit hinzutritt, bis zuletzt die Masse wesentlich aus Dolomit besteht. So geht ferner Glimmerschiefer in Gneiss über, indem etwas und dann mehr Feldspath im Gemenge auftritt; oder umgekehrt, Gneiss in Glimmerschiefer, durch Abnahme des Feldspathes bis zum Verschwinden.

Durch die Textur gehen sie in einander über, indem diese ohne irgend eine scharfe Grenze sich ändert, so z. B. Granit in Gneiss, indem er etwas schiefrig wird; oder Granitporphyr in porphyrartigen Granit, indem die dichte Grundmasse feinkörnig wird; oder Basalt in Dolerit, indem seine wesentlichen Gemengtheile mehr und mehr erkennbar, mit körniger Textur hervortreten.

Durch ihre Bildung gehen die Gesteine in einander

über, in so fern gewisse Gesteine nur Umwandlungsproducte anderer sind, der Art, dass man einzelne Stadien solcher Umwandlungsreihen mit besonderen Namen belegt hat. Auf diese Weise geht Schieferthon über in Thonschiefer und Thonglimmerschiefer; Torf in Braunkohle, diese in Steinkohle, diese in Anthracit und letzterer in Graphit. Gabbro oder Granit gehen durch Umwandlung sogar über in Serpentin.

Diese letzteren sind im allereigentlichsten Sinne des Wortes Uebergänge, welche durch die Aenderung der Substanz in der Zeit bedingt werden, während jene ersteren nur durch vermittelnde Zwischenstufen ohne scharfe Abgrenzung bedingt sind, die aber doch von Anfang an etwas verschieden waren und blieben.

Alle dergleichen Uebergänge vermehren natürlich nicht wenig die Schwierigkeiten der Gesteinsbestimmung, und machen eine wünschenswerthe Schärfe oder Genauigkeit derselben oft geradezu unmöglich. Immer wird man wieder darauf hingewiesen, dass unter jedem Gesteinsnamen nur eine besonders charakteristische Gesteinserscheinung, gleichsam als Centrum festgestellt werden kann, die dann von mehr oder weniger zweifelhaften Abstufungen oder Variationen umgeben ist.

Es sind hier noch einige Erscheinungen zu besprechen, welche an und in Gesteinen vorkommen, die zwar nicht zu ihrer Unterscheidung benutzt werden können, wohl aber bei Beschreibung ihres Vorkommens nothwendig berücksichtigt werden müssen.

Schichtung der Gesteine.

Viele Gesteine zeigen eine mehr oder weniger deutliche Zusammensetzung aus, oder Trennung in, unter einander parallele Platten, welche erkennbar durch periodische Uebereinanderlagerung entstanden sind. Wo eine solche Entstehungsweise der Platten sich nachweisen lässt, da nennt man dieselben Schichten, und die dadurch hervorgebrachte Erscheinung Schichtung. Eine Schicht ist daher immer das Ablagerungsresultat einer Zeitperiode, und jede obere Schicht ist etwas neuerer Entstehung als die darunter lie-

gende. Man nennt die Dicke einer Schicht ihre Mächtigkeit, was unter derselben ist, ihr Liegendes, was darüber folgt, ihr Hangendes; die horizontale Erstreckung derselben nennt man ihr Streichen, und die steilste Neigung derselben gegen die Horizontalebene ihr Fallen.

Schichtung zeigen ganz vorzugsweise deutlich die sedimentären Gesteine, doch erkennt man sie oft auch noch in den metamorphischen, und selbst Eruptivgesteine können ausnahmsweise wirklich geschichtet sein, wenn z. B. Lavaströme wiederholt über einander flossen und erstarrten.

Absonderung der Gesteine.

Alle grösseren Gesteinsmassen zeigen innere Zerklüftungen, d. h. sie sind von Spalten durchzogen und dadurch in Theile von verschiedenem Volumen, und von verschiedener Form abgesondert. Die allgemeine Ursache dieser Absonderung ist offenbar eine Contraction der Masse, welche bei den eruptiven Gesteinen durch ihre Erkaltung, bei den sedimentären durch ihre Austrocknung bedingt wurde, bei den metamorphischen aber sich entweder von der Ablagerung her erhalten hat, oder durch den Umwandlungsprozess aufs neue hervorgerufen worden ist.

Bei den meisten Gesteinen ist die Absonderung eine regellose, unbestimmt massige, zuweilen zeigt sich jedoch eine gewisse Regelmässigkeit in derselben, d. h. die trennenden Klüfte folgen so constanten Richtungen, und sind so vertheilt, dass dadurch eine Absonderung in ziemlich regelmässige Platten, Schalen, Säulen, Parallelepipede oder Kugeln hervorgebracht wird.

Diese sogenannten regelmässigen Absonderungen verdienen eine etwas eingehendere Besprechung, obwohl sie durchaus nicht von der mineralogischen Zusammensetzung der Gesteine, sondern lediglich von den Umständen ihrer Entstehung, und besonders ihres Festwerdens abhängig sind.

Plattenförmige Absonderung. Die Gesteinsmasse ist in parallele Platten zerspalten, die aber nicht wie Schich-

ten, eine nach der andern, sondern alle gleichzeitig, und nach der ersten Bildung des Gesteins entstanden. Das ist überhaupt der am meisten charakteristische Unterschied zwischen Schichtung und Absonderung, dass die erstere ein Resultat periodischer Uebereinanderlagerung, die letztere dagegen durch Zerspaltung der fertig vorhandenen Masse entstanden ist.

Plattenförmige Absonderung kommt am häufigsten bei eruptiven Gesteinen vor, seltner auch bei sedimentären oder metamorphischen.

Schalige Absonderung ist nur eine Modification der plattenförmigen, welche sich durch Krümmung der einzelnen, oft dünnen Platten unterscheidet.

Säulenförmige Absonderung. Die Gesteinsmasse ist in 3- bis 9seitige, am häufigsten 5- oder 6seitige Säulen zerspalten, deren Dicke an jedem einzelnen Orte ungefähr eine gleiche ist, während sie an verschiedenen Orten zwischen wenigen Zollen und vielen Fussen schwankt. Sehr dünne Säulen nennt man auch wohl Stengel oder Stifte, sehr dicke dagegen Pfeiler. Auch die Länge der einzelnen Säulen ist natürlich ungleich. Man kennt Säulen von mehr als 200 Fuss Länge. Sehr lange Säulen sind aber in der Regel gegliedert, d. h. durch rechtwinklige Klüfte in kürzere Stücke, sogenannte Glieder, zerspalten. Diese Abgliederung zeigt manchmal auch kugelförmige Flächen, und diese sonderbare Erscheinung deutet dann immer eine Zusammensetzung der Säulen aus Kugeln an, die an einigen Orten sogar höchst deutlich hervor tritt. Säulenförmige Absonderung zeigt besonders häufig und schön der Basalt, in ähnlicher Weise aber auch der Diabas, Diorit, Aphanit und Quarzporphyr, viel seltener der Trachyt, Granit oder Syenit. Bei allen diesen Gesteinen ist sie offenbar Folge einer besonderen Art der Abkühlung, auch pflegen bei ihnen die Säulenaxen rechtwinklig auf den grösseren Abkühlungsoberflächen zu stehen; bei Lavaströmen z. B. senkrecht gegen ihre Oberfläche, bei Basaltgängen senkrecht gegen die Spaltenwände. Wo andere Stellungen vorkommen, sind sie durch besondere Ursachen, z. B. durch Bewegungen bedingt worden. Aber auch sedimentäre Gesteine zeigen zuweilen säulenförmige oder stänglige Absonderung, die entweder durch einseitiges Austrocknen, oder in einzel-

nen Fällen, local, auch wohl durch Wärmewirkung angrenzender Eruptivgesteine bedingt ist.

Parallelepipedische Absonderung. Die Gesteine sind von Klüften nach drei bestimmten Richtungen durchschnitten, welche bei rechtwinkliger Kreuzung Würfel oder vierseitige Tafeln, bei schiefwinkliger dagegen, rhomboëderähnliche Formen hervorbringen. Bei geschichteten Gesteinen ist die eine dieser drei Richtungen oft durch die Schichtung gegeben, bei eruptiven sind sie dagegen alle drei neuerer Entstehung.

Kugelförmige Absonderung. Die Gesteine bestehen aus lauter durch Klüfte von einander getrennten Kugeln, deren Zwischenräume indessen ebenfalls von Gesteinsmasse erfüllt sind. Diese Kugeln sind dann sehr oft noch concentrisch schalig abgesondert, und zuweilen zugleich in Säulen übereinander geordnet. Es ist im letzteren Falle also säulenförmige, kugelige und concentrisch schalige Absonderung mit einander verbunden. Eine Modification der kugeligen Absonderung ist die *knollige*, bei welcher die einzelnen Massen mit gerundeten Oberflächen sich nur mehr oder weniger der Kugelform nähern. Diese geht dann auch noch über in *wulstige Absonderung*. Dergleichen Absonderungen kommen mehr oder weniger deutlich bei den verschiedenartigsten Gesteinen vor.

Alle Absonderungen pflegen durch Verwitterung der Gesteine viel deutlicher hervorzutreten, ja es scheint sogar, als seien sie zuweilen überhaupt nur Folgen der Verwitterung, doch ist es wohl sehr wahrscheinlich, dass auch in diesen Fällen eine Anlage dazu schon früher vorhanden war.

Concretionsformen und andere besondere Erscheinungen in Gesteinen.

An die Absonderung der Gesteine durch Zerklüftung lässt sich am besten ihre innere Sonderung durch concretionäre Wirkungen anschliessen. Dadurch sind in den Gesteinen besondere Formenerscheinungen bedingt, welche man

als Kugeln, Knollen, Wülste, Septarien, Stylolithen, Tuten, Nägel u. s. w. zu unterscheiden pflegt.

Kugelförmge Concretionen, wohl zu unterscheiden von kugeliger Absonderung, finden sich am häufigsten in Sandsteinen, aber auch in Thongesteinen, Mergeln, Kalksteinen, Dolomiten, Quarzporphyren, Pechsteinen und Grünsteinen kommen sie vor. Man hat für diese kugelähnlichen Gestalten vielerlei Benennungen angewendet, so z. B. Adlersteine, Adlereier, Imatrasteine, Brillensteine, Laukasteine u. s. w. Manche sind innen dicht, andere hohl, oder mit Krystalldrusen ausgekleidet; einige enthalten lose Theile, als Klappersteine. Einige sind zu Zwillingen oder Viellingen traubig gruppirt, oder sie bilden nur unregelmässig nierenförmige Massen. Diese gehen über in knollige oder wulstige Concretionen, Steinwülste, Schlangensteine, Lösskindel u. s. w. Wieder andere nähern sich der Linsenform und man nennt sie Schwielen oder Septarien; letzteres ist die specielle Bezeichnung für linsenförmige Concretionen, welche im Innern unregelmässig zerspalten sind. Die Spalten sind oft wieder von neueren Mineralbildungen, wie Kalkspath, Braunspath oder Eisenspath ausgefüllt. Wird ihre Oberfläche durch Wasser stark abgespült, so kommt es wohl vor, dass die Spathadern, als härter an der Oberfläche der Septarien netzförmig hervortreten.

Dergleichen sonderbare Steinformen sind von *Ehrenberg*, *Parrot* und *Glocker* ausführlich beschrieben und abgebildet worden, Auszüge von den Abhandlungen der ersteren finden sich in *v. L.* und *Br.* Jahrbuch 1840, S. 680 und 714; des letzteren Schrift über die Laukasteine erschien zu Breslau 1854.

Stylolithen sind sehr eigenthümliche Bildungen in gewissen Kalksteinen, Dolomiten oder Mergeln. Sie bestehen aus der Länge nach gestreiften unregelmässigen Cylindern, welche rechtwinklig auf der Schichtung stehen und oft plötzlich endigen. *Quenstedt* suchte sie in *v. L.* und *Br.* Jahrbuch 1837, S. 496 durch die wieder ausgefüllten Räume, in noch weichem Gestein aufwärts bewegter Muschelschalen zu erklären.

Tuten sind concentrisch gerunzelte kegelförmige Con-

cretionen in gewissen Mergeln oder mergeligen Kalksteinen genannt worden,

Nägel dagegen, kleinere und mehr pyramidale Concretionen oder Absonderungen ähnlicher Art.

Eine befriedigende Erklärung für die letzten drei sonderbaren Erscheinungen ist noch nicht bekannt.

Besondere Aussenformen der Gesteine.

Es dürfen hier auch einige andere meist äusserliche Formenerscheinungen an Gesteinen nicht ganz unerwähnt bleiben, da aber für sie eine auch nur einigermassen systematische Verbindung oder Aneinanderreihung unmöglich ist, so werde ich ohne solche nach einander besprechen: *Stalaktiten und Stalagmiten*, Dendriten, Rutschflächen, besondere Gesteinsoberflächen und Geschiebe.

Stalaktiten oder Tropfsteinbildungen nennt man Gestaltungen, welche in der Art wie Eiszapfen entstanden, indem eine, z. B. in einer Höhle, oder in einem Blasenraum, von der Decke herab tropfende Solution, Niederschläge von Kalkspath, Kalksinter, Aragon, Chalcedon, Brauneisenerz, Manganerz, Schwefelkies oder dergleichen, zurückliess, die nun den Eiszapfen ganz entsprechende Formen zeigen. Sind diese Bildungen dagegen durch herabfallende Tropfen von unten nach oben gebildet, so nennt man sie Stalagmiten. Beide finden sich in Kalk- oder Dolomithöhlen, zuweilen ausserordentlich schön und grossartig entwickelt. In Blasenräumen ähnlich, aber natürlich kleiner. Ihre ursprüngliche normale Stellung ist nothwendig die senkrechte. Findet man sie in irgend einer anderen, so müssen während oder nach ihrer Bildung Bewegungen stattgefunden haben.

Dendriten nennt man die oft pflanzenähnlichen Krystallisationen oder Niederschläge von Manganoxyd, oder auch von Eisenoxyd auf den Kluftflächen vieler Gesteine. Ihre Entstehung scheint eine den Eisblumen an Fensterscheiben, oder den sogenannten Silberbäumen einigermassen ähnliche zu sein.

Rutschflächen, Reibungsflächen, Schlifffläche n, Spiegelflächen oder Harnische nennt man von Natur

glatt geschliffene, zuweilen sogar polirte und dabei nach einer Richtung gefurchte oder gekritzte Gesteinsflächen, die sich an den verschiedenartigsten festen Gesteinen, theils im Erdinnern, theils an der äusseren Oberfläche von Felsen vorfinden. Die ersteren rühren sämmtlich von Verschiebungen der Gesteinsmassen aneinander her und gehören zu den deutlichen Beweisen von solchen Bewegungen in der festen Erdkruste. Die letzteren, an der Aussenfläche von Felsen, können allerdings ebenso entstanden, und nur später erst frei gelegt sein, in Wirklichkeit sind aber die letzteren sehr oft sogenannte Gletscherschliffe, d. h. Folgen von der Reibung eines über Felswände fortbewegten Gletschers. Die letzteren unterscheiden sich von den ersteren durch die constante Richtung ihrer Furchen, welche stets der Thalneigung entspricht, und ferner dadurch, dass sie nie zwischen den Furchen hervorragende Leisten zeigen, wie das bei jenem zuweilen der Fall ist. Natürlich finden sie sich nur in Gebirgsgegenden, in denen einst Gletscher vorhanden waren. Doch soll auch Treibeis zuweilen ähnliche Abschleifungen an felsigen Meeresküsten bewirken.

Besondere Gesteinsoberflächen. Manche harte Felsoberflächen zeigen eine eigenthümliche Glättung bei welliger, oder nach einer Richtung etwas gefurchter Form derselben. Man hat beobachtet, dass vom Winde bewegter Sand in sehr langen Perioden solche eigenthümliche Abschleifungen bewirkt. Das von *Naumann* zuerst beschriebene Wurzener Phänomen scheint hierher zu gehören. (*v. L.* und *Br.* Jahrbuch 1844, S. 557, 561, 680; 1848, S. 497.)

Wie laufendes Wasser selbst harte Gesteine nach und nach abrundet und ausnagt, ist Jedermann bekannt. Die eigenthümliche Erscheinung der Riesentöpfe verdient aber in dieser Beziehung noch besondere Berücksichtigung. Diese kreisrunden Aushöhlungen entstehen an Wasserfällen oder Stromschnellen durch wirbelnde Bewegung, welche Sand, oder kleine Steine mit sich führt, und dadurch nach und nach eine glatte runde Vertiefung ausschleift. Man findet solche Kessel in Flussbetten von wenigen Zollen bis zu mehreren Fussen im Durchmesser, und selbst bis über manns-

tief. Wo Wasserfälle, Bäche oder Flüsse zur Erklärung der Riesentöpfe nicht mehr vorhanden sind, da muss man solche als früher vorhanden gewesen vermuthen.

An die Riesentöpfe schliessen sich die sogenannten Karren oder Karrenfelder an, die man indessen nur auf Kalkstein- und Dolomitoberflächen kennt. Gewöhnlich kommen sie nur in hochgelegenen Gegenden vor, sehr häufig in den Alpen. Sie bestehen in Rinnen von $^1/_4$ Zoll bis 2 Fuss Breite, welche durch Regenwasser an den Felswänden, ihrer stärksten Neigung folgend, ausgewaschen wurden.

Gesteine von local ungleicher Härte werden ferner durch Regenwasser zuweilen sehr eigenthümlich ausgewaschen, der Art, dass sie eine zackige, leistige oder selbst bienenzellenähnliche Oberfläche erhalten. So z. B. der Quadersandstein in der sächsischen Schweiz, der thonhaltige Gyps am Kiffhäuser u. s. w.

Endlich hat man auch mehrfach die Spuren von Regentropfen beobachtet, welche während der Schichtenbildung, etwa in Ebbezeiten, auf deren Oberfläche gefallen sind, und hier kleine Vertiefungen mit erhöhten Ringen hervorgebracht haben, die von der nächsten Schicht überdeckt und so für alle Zeit erhalten wurden. (*Froriep*'s neue Notizen 1859, B. 11, S. 134; *Ann. d. Sc. géol.* 1843, p. 61. *Compt. rend.* 1861, t. 53, p. 649. *Lyell* in *Royal Institution of Great Britain* 1851, 4. Apr. und Geologie [Uebersetzung 1858] I, S. 390, II, S. 150.)

Auch Thiere nehmen an der Umgestaltung der Gesteinsoberflächen Theil. Gewisse Muschelarten (Bohrmuscheln) haben die Eigenthümlichkeit, sich an den Meeresküsten in Kalk- oder Dolomitfelsen, ja selbst in viel härtere Gesteine, wie z. B. Glimmerschiefer, mehrere Zoll tief einzubohren, und so nach und nach die Oberfläche zu durchlöchern. Man kann dadurch zuweilen alte Küstenlinien erkennen.

Geschiebe pflegt man durch Wasser abgerundete einzelne Steine zu nennen, es giebt aber auch solche Geschiebe, welche nicht durch Wasser, sondern durch Bewegung der Gletscher abgerundet worden sind, und sogar solche, welche

sich in Gesteinsspalten gebildet zu haben scheinen, deren Wände mehrfach bewegt wurden. Ueberdiess zeigen sich an Geschieben mancherlei besondere Erscheinungen, die Beachtung verdienen.

Vor allen Dingen sind die meisten Geschiebe nicht kugelähnlich abgerundet, sondern platt oder länglich linsenförmig, eiförmig u. s. w. Diese sehr allgemeine Erscheinung rührt offenbar daher, dass die meisten Gesteine nach zwei oder drei normalen Richtungen der Zerstörung durch Abrollen ungleichen Widerstand entgegen setzen. Bei schiefrigen oder linearparallelen Gesteinen ist das sehr begreiflich, bei dichten oder körnigen, ohne erkennbare Spur von planem oder linearem Parallelismus, ist es schon etwas auffallender und deutet einen Parallelismus der einen oder der anderen Art an, welcher sich der gewöhnlichen Beobachtung entzieht.

Die durch Gletscher gebildeten Geschiebe zeigen zuweilen Schrammen oder Kritzen an ihrer Oberfläche.

Am Fusse der Alpen, in der Gegend von Wien, hat man viele Geschiebe gefunden, welche sehr tiefe Schrammen und gewaltsame Eindrücke zeigen, oder auch theilweise zerbrochen und aus ihren Theilen wieder verbunden sind.

In einigen Conglomeraten, (wie in der Nagelfluhe bei St. Gallen) findet man sehr oft Geschiebe, theilweise in einander eingedrückt (gewöhnlich Kalksteingeschiebe), und in anderen Conglomeraten, wie bei Waldenburg in Schlesien, sind Geschiebe von Spalten durchsetzt, ihre Theile etwas verschoben und doch in dieser verschobenen Stellung wieder verkittet. Ganz besonders merkwürdig sind aber die dolomitischen Kalksteingeschiebe in einem Conglomerat bei St. Lauretta im Leithagebirge, welche z. Th. hohl sind.

Ueber diese besonderen Formen und Erscheinungen an Geschieben ist ziemlich viel geschrieben worden, ich habe das meiste davon in meinen geologischen Fragen 1858, S. 198 bis 212 besprochen und füge hier nur noch einige neuere Beobachtungen hinzu. *Württenberger* in *v. L.* und *Br.* Jahrbuch 1859, S. 153; *Deicke* das. 1860, S. 219; *Gurlt* das. 1861, S. 225; Berggeist 1860, S. 382.

Form und Lagerung der Gesteinsmassen.

Die Form und die Lagerungsweise der Gesteinsmassen sind natürlich beide abhängig von ihrer Entstehungsart.

Eruptive Gesteine zeigen weder bestimmte Formen noch constante Lagerungsverhältnisse, während bei sedimentären, und den aus ihnen entstandenen metamorphischen, beide sich auf gewisse Normen zurückführen lassen.

Die Formen, unter denen Eruptivgesteine auftreten, hängen ab von der Art der Wege, welche sich ihrem Empordrängen aus dem Erdinnern öffneten. Sie füllen daher mehr oder weniger regelmässige Zerspaltungen oder grosse unregelmässige Räume zwischen anderen Gesteinen aus, oder sie sind aus Oeffnungen übergeflossen und bilden Anhäufungen analog den Lavaströmen, Lavafeldern und Lavakegeln.

Deutliche Spaltenausfüllungen nennt man Gänge, die Ausfüllungen unregelmässiger Räume Stöcke oder stockförmige Massen, die man wieder nach ihrer Stellung in stehende oder liegende Stöcke zu unterscheiden pflegt. Nach allen Richtungen sehr ausgedehnte Anhäufungen von Eruptivgesteinen, welche durch Empordrängung entstandene grössere Lücken in der festen Erdkruste auszufüllen scheinen, bezeichnet man als Massivs oder Gebiete. Diese haben zuweilen einen annähernd kreis- oder ellipsenförmigen Horizontalschnitt und treten dann auch auf geognostischen Karten mit dieser Gestalt hervor. Von solchen Massivs laufen aber oft kleinere gangförmige Verzweigungen als Ramificationen (Apophysen) nach verschiedenen Richtungen aus.

Ueberströmungen können entweder als schmale Streifen sich nach einer Längsrichtung wie gewöhnliche Lavaströme ausdehnen, oder aber breite Oberflächen als mächtige Platten überdecken und in beiden Fällen können sie später wieder von neueren Gesteinsbildungen überdeckt worden sein.

Bei allen diesen Massenentwickelungen ist die Form der Oberflächen nur in gewissem Grade von der Gestalt der Körper abhängig, welche in das Erdinnere hinabreichen. Nur

der äussere Umriss wird dadurch bestimmt, nicht die eigentliche Reliefform. Diese kann bei sehr neuen Eruptivgesteinen, in Folge ihrer vulkanischen Entstehungsweise eine kegelförmige sein, wie bei vielen Basalten, Phonolithen oder Trachyten; sie ist aber bei allen älteren Eruptivgesteinen grösstentheils eine Folge lange dauernder Umgestaltung durch Verwitterung und mechanische Abschwemmung, der Art, dass sie viel mehr von der besonderen Widerstandsfähigkeit der Masse, als von deren erster Oberflächengestaltung abhängig ist.

Die Gestalt der sedimentären und metamorphischen Gesteine nähert sich stets der Platten- oder flachen Linsenform. Ihr Material lagerte sich auf mehr oder weniger ebenen Oberflächen ab, und glich dabei die etwa vorhandenen Unebenheiten aus, so dass wenigstens die oberen Schichten einer solchen Ablagerung sich immer sehr regelmässig plattenförmig, oder sehr breit linsenförmig gestalteten. Die allgemeine Gestalt und Verbreitung dieser Gesteine entspricht darum mehr oder weniger der besonderen Gestalt und Verbreitung jeder einzelnen Schicht derselben. Nur ihre Unter- oder Bodenfläche kann grosse Unebenheiten zeigen, ja es können in ihr sogar vorhandene Spalten durch Material der Ablagerung ausgefüllt worden sein, so dass diese Spaltenausfüllungen nun gangförmige Verzweigungen in das unterliegende Gestein bilden. Dergleichen finden sich jedoch nur selten.

Zerspaltungen der Erdkruste sind überhaupt auf sehr verschiedene Art ausgefüllt worden, durch heissflüssige Injection, durch mechanische Ablagerung von oben oder durch chemischen Niederschlag aus Solutionen. Alle diese Spaltenausfüllungen nennt man Gänge.

Obwohl die sedimentären Gesteine in der Regel grosse plattenförmige Schichtensysteme bilden, so kommen bei ihnen doch auch sogenannte stockförmige Anhäufungen, (vorzugsweise liegende Stöcke oder Lagerstöcke) vor, welche sich von der gewöhnlichen Platten- oder flachen Linsenform, durch verhältnissmässig grosse Dicke, bei geringer Horizontalverbreitung, und durch Unregelmässigkeit der Gestalt un-

terscheiden, und welche zuweilen durch Ausfüllung von Hohlräumen entstanden sein mögen.

Die Lagerungsverhältnisse der Gesteine lassen sich eintheilen in unregelmässige und regelmässige. Die unregelmässige Lagerung ist charakteristisch für die eruptiven; die regelmässige für die sedimentären und metamorphischen Gesteine.

Die unregelmässige Lagerung ist im Allgemeinen Folge einer gewaltsamen Durchbrechung der vorhandenen festen Erdkruste. Die Eruptivgesteine haben sich mit unbestimmter Form zwischen das Vorhandene eingedrängt, und dabei nur manchmal sehr regelmässig gestaltete Spalten als Gänge ausgefüllt. Man bezeichnet solche gewaltsame Durchbrechungen als „Durchsetzungen“ und kann aus ihrem deutlichen Vorhandensein schliessen, dass das durchsetzende Gestein überhaupt neuerer Entstehung ist als das durchsetzte, nicht aber wie viel neuer es ist.

Die regelmässige Lagerung, welche sich, wie gesagt, vorherrschend bei den sedimentären und metamorphischen Gesteinen findet, steht in Einklang mit deren innerer Schichtung.

Man unterscheidet hierbei besonders:

1) Parallele Wechsellagerung oder gleichförmige Lagerung, wenn zwei oder mehrere Gesteine als unter einander parallele Schichten mit einander abwechseln und so ganze Schichtensysteme von im Allgemeinen platten- oder flach linsenförmiger Gestalt bilden.
2) Abweichende oder ungleichförmige Lagerung, wenn die Schichten zweier aneinander grenzender Gesteine oder Schichtensysteme ungleichen Richtungen folgen, wobei sie einander zufallen, oder von einander abfallen können (synklinal und antiklinal), oder wobei sie zugleich
3) Uebergreifende Lagerung zeigen können, der Art, dass die Schichtenenden des einen Systemes durch die Schichtenflächen des anderen überdeckt werden.
4) Muldenförmige Einlagerung und
5) Mantelförmige Umlagerung, sowie

6) Untergeordnete Einlagerung sind an sich leicht verständliche Ausdrücke.

Die ursprünglich regelmässige Lagerung der sedimentären und metamorphischen Gesteine ist aber sehr oft durch spätere Vorgänge, Durchsetzungen von Eruptivgesteinen, Senkungen u. s. w. mehr oder weniger gestört worden, und selbst einige der ebengenannten Fälle sind oft erst Folgen solcher Störungen. Die natürliche oder ursprüngliche Lage der sedimentären oder metamorphischen Gesteine und ihrer Schichten, ist nothwendig die horizontale, oder doch ziemlich horizontale. Findet man davon sehr starke Abweichungen, so sind diese in der Regel Folgen von Störungen, deren specielle Ursachen sich indessen nicht immer deutlich erkennen lassen.

Dergleichen Störungen der Lagerung bestehen:

1) In Aufrichtung, starker Neigung der Schichten oder Schichtensysteme.
2) Biegung, Faltung und Windung der Schichten oder Schichtensysteme.
3) Zerknickung,
4) Verwerfung oder
5) Ueberstürzung derselben.

Auch diese Ausdrücke bedürfen meist keiner weiteren Erklärung, mit Ausnahme der Bezeichnung „Verwerfung", worunter man einseitige Verschiebungen der Lage versteht, die in Folge von Zerspaltungen eingetreten sind.

Aus den Lagerungsverhältnissen kann man sehr oft, aber nicht immer, die Altersverhältnisse der Gesteine bestimmen. Die Principien, welche in dieser Beziehung gelten, sind ungefähr folgende.

1) Ueberlagernde Gesteine sind in der Regel jünger als die von ihnen überlagerten.

   Ausnahmen hiervon finden nur in Folge von Ueberstürzungen, oder von schräg auf- oder eingedrungenen Eruptivmassen statt. Dergleichen Ausnahmen lassen sich aber aus Nebenumständen meist leicht erkennen.

2) Durchsetzende Gesteine sind stets jünger als die durchsetzten.

   Hiervon können nur scheinbare Ausnahmen statt-

finden, in so fern eine steil hervorragende Gesteinspartie später umlagert worden ist, und nun möglicher Weise für eine Durchsetzende gehalten werden kann.

3) Gesteine, welche bei ihrer Entstehung erkennbar Störungen der Lagerungsverhältnisse schon vorhandener Gesteine hervorgebracht haben, sind nothwendig allemal jünger als die Gestörten.

Auch hiervon können nur scheinbare Ausnahmen stattfinden, in so fern als auch durch die theilweise Zerstörung von früher vorhandenen Gesteinsmassen, z. B. Auflösung von Steinsalz, die Lagerung der darüber befindlichen gestört worden ist.

4) Aus dem blossen Niveau lässt sich nicht auf das Alter der Gesteine schliessen, denn die älteren Sedimentärgesteine können durch Hebung oder Aufrichtung in das höchste Niveau gerückt sein, und die ältesten wie die jüngsten Eruptivgesteine können ihrer Natur nach ebensowohl im höchsten als tiefsten beobachtbaren Niveau angetroffen werden.

Anordnung der Gesteine.

Man hat sehr verschiedene Principien bei der Anordnung der Gesteine befolgt, keines derselben lässt sich ganz consequent durchführen, ein selbstständiges System der Anordnung ist überhaupt unmöglich, wo man es nicht mit abgrenzbaren Arten, sondern mit in einander übergehenden Gemengen von sehr verschiedener Entstehungsweise zu thun hat; mit Mineralgemengen, die im Laufe der Zeit aus ganz verschiedenen Rücksichten von einander getrennt und benannt worden sind.

Die zweckmässigste Anordnung der Gesteine scheint mir immer noch die nach ihrer Entstehungsweise zu sein. Hiernach werde ich unterscheiden:

I. Eruptivgesteine, höchst wahrscheinlich alle durch Erstarrung aus einem heissflüssigen Zustande hervor gegangen.

A) Kieselarme oder basische.

a) vulkanische. Hauptrepräsentanten sind die Basalte.

b) plutonische. Hauptrepräsentanten sind die sogenannten Grünsteine (Diabas, Diorit u. s. w.)

B) Kieselreiche oder saure.

a) vulkanische. Z. B. die Trachyte.

b) plutonische. Z. B. die Granite.

II. Metamorphische krystallinische Schiefergesteine. Höchst wahrscheinlich durch Umwandlung aus sedimentären entstanden, nach ihrer mineralogischen Zusammensetzung aber den eruptiven nahe verwandt. Z. B. Gneiss, Glimmerschiefer, Chloritschiefer u. s. w.

III. Sedimentäre Gesteine. Alle durch Ablagerung entstanden.

1) Thonreiche, wie Thon und Schieferthon.

2) Kalkreiche, wie Kalkstein und Dolomit. (Gyps und Anhydrit schliessen sich an.)

3) Kieselreiche, z. B. Sandsteine und Conglomerate.

4) Tuffbildungen.

An diese Hauptgruppen, in grosser Verbreitung auftretender Gesteine, reihe ich dann, fast ohne alle innere Ordnung noch diejenigen an, welche seltener vorkommen, nur untergeordnete Einlagerungen oder besondere Lagerstätten bilden, und bei denen zum Theil auch die Entstehungsweise noch sehr zweifelhaft ist. Hierher gehören z. B. viele Kieselgesteine, die Kohlen, die Eisensteine, Serpentine u. s. w. Auch manches Problematische verweise einstweilen in diese Abtheilung.

Da bei der Beschreibung der Gesteine oft auch ihr geologisches Alter zu berücksichtigen ist, so halte ich es für gut, hier noch die Reihenfolge der grossen geologischen Perioden anzugeben, wie man dieselben nach der Aufeinanderfolge der sedimentären Ablagerungen zu trennen und zu benennen pflegt. Bei Besprechung der sedimentären Gesteine werde ich dieser allgemeinen Zeiteintheilung noch eine speciellese folgen lassen:

1) Neuzeit oder recente Periode.

2) Diluvial-Zeit oder Periode.

3) Tertiärperiode. (pliocän, miocän und eocän).

4) Kreideperiode.
5) Juraperiode.
6) Triasperiode.
7) Steinkohlenperiode.
8) Grauwackenperiode. (devonisch, silurisch und cambrisch.)

I. Eruptivgesteine.

Aus ihrer Lagerung und aus ihrem übrigen Verhalten geht hervor, dass sie in einem weichen Zustande aus dem Erdinnern gegen die Oberfläche empor gepresst worden sind. Sie erstarrten theils zwischen schon vorhandenen Gesteinen, theils nach ihrem Ueberfliessen über dieselben. Der weiche Zustand, in welchem sie sich während ihres Empordringens befunden haben müssen, war höchst wahrscheinlich bei Allen durch hohe Temperatur bedingt, d. h. ein heissflüssiger. Durch Abkühlung sind sie dann in einen festen mit krystallinisch körniger, porphyrartiger, dichter, glasartiger oder zugleich blasiger, selbst schiefriger Textur übergegangen. Mandelsteinartig und wackenartig konnten sie erst später werden.

Bei einigen derselben lässt sich durch viele Umstände sehr deutlich nachweisen, dass sie sich im Schmelzzustande befanden; sie gehen, z. Th. noch jetzt beobachtbar, als Laven an thätigen Vulkanen, aus diesem Zustande hervor, und man nennt sie deshalb vulkanische Gesteine.

Bei anderen ist der einst heissflüssige Zustand nicht so deutlich erkennbar, und es scheint derselbe mit ihrer Zusammensetzung, und ihrem Verhalten hie und da sogar einigermassen in Widerspruch zu stehen. Man glaubt, dass diese in der Tiefe erstarrten, oder dass es die im Erdinnern, unter hohem Druck erstarrten Theile von Lavaergiessungen sind, und nennt sie deshalb plutonische Eruptivgesteine.

Diese Ansicht steht durchaus in Einklang mit der Art ihres Vorkommens und dürfte zugleich auch jene scheinbaren Widersprüche ihrer Natur und Entstehung, durch die sehr ungleichen Bedingungen des Erstarrens, sowie durch nachträgliche Umänderung befriedigend erklären.

Alle Eruptivgesteine bestehen vorherrschend aus Ge-

mengen verschiedener Feldspathspecies (Leucit oder Nephelin), mit Pyroxen, Amphibol, Glimmer, Quarz, Magneteisenerz oder einigen anderen Mineralien. Man trennt sie, und zwar die vulkanischen wie die plutonischen, wieder in kieselsäurearme oder basische, und kieselsäurereiche oder saure.

Die ersteren zeichnen sich aus: durch Mangel an Quarz, das Vorherrschen kieselarmer, oft kalkreicher Feldspathspecies, gemengt mit Pyroxen oder Amphibol, durch häufig blasigen oder mandelsteinartigen, sehr selten glasartigen Zustand, sowie im Allgemeinen durch dunkle Färbungen.

Die letzteren zeichnen sich dagegen aus: durch kieselreiche Feldspathspecies, oft mit viel Quarz, durch selten blasigen oder mandelsteinartigen, öfters dagegen glasartigen Zustand und im Allgemeinen durch hellere Färbungen.

Ich könnte noch hinzufügen, dass die basischen Gesteine häufiger dicht und porphyrartig als deutlich körnig, häufiger vulkanisch als plutonisch, häufiger in kleinen Massen als in sehr grossen zusammenhängenden Gebieten gefunden werden; während die sauren umgekehrt häufiger deutlich körnig und porphyrartig als dicht, häufiger plutonisch als vulkanisch, häufiger in grossen Gebieten als in sehr beschränkter Ausdehnung vorkommen. Das sind aber doch nur Resultate ungefährer Abschätzung.

Bunsen hat zuerst auf den wissenschaftlichen Werth dieses früher nur ganz im Allgemeinen erkannten Unterschiedes aufmerksam gemacht, und aus Massenanalysen gleichsam normale Zusammensetzungen für diese zwei Gruppen von Eruptivgesteinen berechnet, die bereits S. 43 mitgetheilt worden sind. An diese berechneten Werthe schliessen sich die einzelnen Gesteine nur ungefähr an. In Wirklichkeit schwanken die gefundenen Werthe ungefähr zwischen umstehenden Grenzen.

Die Verschiedenheit drückt sich demnach am deutlichsten im Kieselsäuregehalt aus, da zeigt sich bei den meisten Gesteinen wirklich eine Art von Sprung. Von Kalkerde und Talkerde ist im Allgemeinen etwas mehr in den basischen als in den sauren Gesteinen vorhanden. Aber die hier etwas willkürlich, nach den bekannten Analysen be-

	Basische Gesteine.	Saure Gesteine.
Kieselsäure	45—55	60—80
Thonerde	10—20	8—16
Eisenoxydul / Eisenoxyd	1—15	1—15
Kalkerde	1—10	1—5
Talkerde	1—6	0—4
Kali	1—4	1—6
Natron	1—5	1—6
Wasser	0—7	0—8

zeichneten Grenzen werden nach beiden Richtungen zuweilen überschritten, und es giebt Eruptivgesteine, die man nicht mit Sicherheit der einen oder der anderen Gruppe zurechnen kann, bei denen sogar für die Kieselsäure jener Sprung vollständig ausgefüllt und ausgeglichen wird. Diese Mittelgesteine lassen sich nur nach geologischen Beziehungen oder mineralogischen Verwandtschaften der einen oder der anderen Gruppe zurechnen.

Wenn man von unwesentlichen Verschiedenheiten absieht, so reducirt sich die Mannichfaltigkeit der Eruptivgesteine ausserordentlich. Sie schwinden dann beinah auf zwei, jenen beiden Gruppen entsprechende Hauptverbindungen zusammen, die nur mit ungleicher Textur auftreten oder durch einzelne Mineralien verschieden sind. Aber alle die zur Erscheinung kommenden Ungleichheiten sind durch Bildungsumstände bedingt, und deshalb sehr beachtenswerth.

Diese beiden Hauptverbindungen sind:

1) Kieselarmer Feldspath (an dessen Stelle auch wohl Nephelin oder Leucit), verbunden mit Pyroxen oder Amphibol, auch Glimmer, Magneteisenerz u. dergl.
2) Kieselreicher Feldspath, verbunden mit Quarz, Glimmer, auch wohl Amphibol u. dergl.

Darüber, sowie über die wahrscheinlichen oder möglichen Ursachen der verschiedenartigen Entwickelung zu einzelnen Gesteinen, werde ich mich in den Schlussabschnitten weiter aussprechen.

A.

Kieselarme oder basische Eruptivgesteine.

Es sind Gemenge verschiedener Feldspathspecies mit Pyroxen, Amphibol oder dunklem Glimmer. Magneteisenerz ist sehr häufig, Olivin zuweilen beigemengt. In einigen ist der Feldspath durch Nephelin oder Leucit vertreten. Quarz fehlt den meisten ganz.

Ihre Textur ist dicht, porphyrartig oder krystallinisch körnig, selten zugleich schiefrig, öfters aber blasig oder mandelsteinartig. Sie finden sich oft im wackenartigen Zustande.

a. vulkanische kieselarme Eruptivgesteine.

Diese kommen als Laven an wirklichen Vulkanen vor, aber auch als Ueberreste längst erloschener Vulkane, in welchem Falle sie sehr oft isolirte Kegelberge oder Spaltenausfüllungen (Gänge) zwischen älteren Gesteinen bilden.

Sie unterscheiden sich von den in der Tiefe erstarrten, plutonischen, durch das Vorherrschen kieselarmer Feldspathspecies, wie Labrador, oder an deren Stelle Nephelin oder Leucit; ferner durch das Vorherrschen des Augites statt der Hornblende, und durch den gänzlichen Mangel von Quarz als Gemengtheil. Sie zeigen auch viel deutlichere Spuren einer hohen Temperatur und schneller Abkühlung als jene.

Man kennt sie bis jetzt nur von verhältnissmässig jugendlichem Alter, vielleicht weil die älteren vulkanischen Bildungen grösstentheils wieder zerstört sind.

Basaltische Gesteine.

(Normalpyroxenische Gesteine *Bunsen's*, Basaltit *Senft's*, Trapp z. Th.)

Es sind vorherrschend Verbindungen von Labrador und Augit mit etwas Magneteisenerz. Statt des Labradors tritt aber auch Oligoklas, Nephelin, Leucit oder Hauyn auf, und viele enthalten zugleich

Olivin. Im frischen Zustande sind sie schwarz oder grau.

Man hat diese Gesteine theils nach ihrer etwas ungleichen mineralischen Zusammensetzung, theils nach ihrer Textur verschieden benannt. Die üblichsten Unterscheidungen sind die folgenden:

Dolerit, bestehend aus Labrador und Augit;

Nephelindolerit, bestehend aus Nephelin und Augit;

Basalt, dieselben Gemenge im dichten Zustande;

Leucitfels, bestehend aus Leucit und Augit.

Dazu kommen aber einige weniger häufige Verbindungen und Variationen, welche besondere Namen erhalten haben, oder wenigstens als häufig wiederkehrende Varietäten zu unterscheiden sind. Als besondere Benennungen solcher führe ich hier an Anamesit, Tholeiit, Analcimit, Allogovit, Hauynophyr.

Alle diese Gesteine zeigen in ihrem Vorkommen grosse Uebereinstimmung. Sie finden sich als Lavaergiessungen an noch thätigen, an in der neuesten geologischen Periode erloschenen Vulkanen, oder sie bilden isolirte Kegelberge, welche als Ueberreste, Kerne, älterer Vulkane anzusehen sind. Zugleich bilden sie aber sehr oft auch Gänge, d. h. Ausfüllungen von Spalten in älteren Gesteinen, welche in der Regel mit grösseren Massen ihrer Art in Verbindung zu stehen scheinen. Wo sie als wirkliche Laven auftreten, da sind sie gewöhnlich mit blasigen oder schlackigen Varietäten, mit Tuffbildungen von entsprechender Zusammensetzung, aber nicht mit glasartigen Zuständen verbunden. Es unterliegt keinem Zweifel, dass diese Gesteine durch Erstarrung aus einem heissflüssigen Zustande hervorgegangen sind und noch hervorgehen. Den Beweis, auch für die älteren, erkennt man häufig an ihren Einwirkungen auf andere Gesteine, mit denen sie während jenes Zustandes in Berührung kamen. Diese zeigen nämlich oft Veränderungen, welche sich am einfachsten, oder überhaupt nur durch Hitzeinwirkungen erklären lassen, z. B. locale Verglasung, Veränderung des Oxydationszustandes, Austreibung von Bitumen oder Kohlensäure, Veränderung der Textur oder der Absonderung. Weniger häufig sind durch das Empordringen basalti-

scher Gesteine auch die Lagerungsverhältnisse auffallend gestört worden, während dagegen dieselben an ihren Grenzen sehr oft Bruchstücke der durchbrochenen Gesteine umhüllt, und dadurch manchmal sogar Reibungsbreccien gebildet haben.

Obwohl die Entstehung dieser Gesteine als eine echt vulkanische, z. Th. der allerneuesten geologischen Periode angehört, so finden sie sich doch auch in vielen Gegenden, in welchen die vulkanische Thätigkeit längst erloschen ist, und unter Lagerungsverhältnissen, aus denen man schliessen muss, dass sie älter als gewisse tertiäre Ablagerungen sind. Solche ältere basaltische Gesteine, deren ursprüngliche Oberfläche gewöhnlich theilweise oder ganz zerstört und abgeschwemmt ist, schliessen sich ihrer Natur nach schon den mineralogisch verwandten plutonischen Gesteinen, besonders gewissen Grünsteinen innig an und bilden Uebergänge in dieselben. Sie scheinen durch Zeit und Lage manche Veränderungen ihres ursprünglichen Zustandes erlitten zu haben, ihre Blasenräume sind mit neuen Mineralbildungen erfüllt (Mandelstein), es haben innere Zersetzungen oder Umwandlungen stattgefunden, es haben sich Karbonate, Zeolithe und andere wasserhaltige Mineralien gebildet, welche nun an der factischen Zusammensetzung einen innigen Antheil nehmen, während sie ursprünglich wahrscheinlich nicht vorhanden waren, oder der frische ursprüngliche Zustand ist in einen wackenartigen verändert. Eine scharfe Grenze zwischen vulkanisch und plutonisch lässt sich nicht feststellen. Sehr auffallend bleibt es bei dem Allen, dass man mit Sicherheit noch keine echt basaltischen Gesteine gefunden hat, welche entschieden älter als tertiär sind, oder vielmehr, da es bei den Trachyten derselbe Fall ist, dass die älteren Eruptivgesteine sich im Allgemeinen etwas von den neueren und neuesten unterscheiden. Es ist das deshalb sehr auffallend, da man aus anderen Gründen zu dem Schluss berechtigt ist, dass die vulkanische Thätigkeit des Erdkörpers sich während aller geologischer Perioden in ähnlicher Weise geäussert und ähnliche Producte geliefert habe als jetzt. Wo sind nun diese älteren mit den jetzigen übereinstimmenden Producte hingekommen? Ein sehr grosser

Theil derselben kann allerdings, und wird sehr wahrscheinlich, als Oberflächenbildung wieder zerstört, oder als eine etwas tiefere, innerlich verändert worden sein, immerhin aber müsste man erwarten, von echten festen basaltischen Gesteinen hie und da wenigstens Geschiebe in alten Conglomeraten aufzufinden, was eben merkwürdiger Weise bis jetzt noch nicht der Fall gewesen, wenigstens noch nicht sicher nachgewiesen ist. Allerdings berichten englische Geologen von basaltischen und phonolithischen Geschieben in devonischen Ablagerungen, da aber diese Berichte sehr isolirt da stehen, und es viele englische Geologen mit den Gesteinsbestimmungen nicht sehr genau zu nehmen pflegen, so ist darauf vorläufig noch kein grosser Werth zu legen.

1) **Dolerit** und **Anamesit**, (Doleritlava, Mimesit, basaltischer Grünstein, Graustein, z. Th. Nephelindolerit).

Krystallinisch körniges Gemenge von Labrador und Augit, mit etwas titanhaltigem Magneteisenerz. Im Nephelindolerit ist der Labrador durch Nephelin vertreten.

Spec. Gew. 2,7—2,9.
Kieselsäuregehalt: 42—57.

Das Gemenge des von *Hauy* Dolerit genannten Gesteins ist nur selten so grobkörnig, dass man die einzelnen Mineralbestandtheile deutlich erkennen kann, häufig bildet es vielmehr eine feinkörnige dunkelgraue bis fast schwarze Masse, in welcher man mit unbewaffnetem Auge Labrador und Augit nicht zu unterscheiden vermag. Diesen feinkörnigen Zustand des Dolerites hat *v. Leonhard* mit dem besonderen Namen Anamesit bezeichnet.

Wenn das Gemenge deutlich ist, so stellt sich der Labrador in weissen oder hellgrauen tafelförmigen Individuen, der Augit in schwarzen säulenförmigen dar. Beide diese wesentlichsten Gemengtheile bilden aber gemeinsam mit Magneteisenerz, etwas kohlensaurem Eisenoxydul und Kalk meist auch noch eine höchst feinkörnige Grundmasse, welche jene deutlicheren Gemengtheile zusammenhält, wo sie nicht unmittelbar mit einander verwachsen sind, in welcher man die Bestandtheile mit dem Auge nicht zu unter-

scheiden vermag. Das Magneteisenerz tritt indessen zuweilen in Form von Octaëdern sehr deutlich hervor.

Der dem Auge unsichtbare, aber mit Hülfe von Säuren erkennbare Gehalt an kohlensaurem Eisenoxydul und Kalk, sowie ein ausserdem noch in jener Grundmasse vorhandenes unbestimmtes Silikat von Thonerde und Natron, wurde zuerst durch *Bergemann* nachgewiesen, indem er zeigte, dass fast aller Dolerit aus einem in Salzsäure zersetzbaren, und einem unzersetzbaren Antheil zusammen gesetzt ist. Der erstere besteht aus jenen Karbonaten, Magneteisenerz und dem unbestimmten Silikat, der letztere aus Augit und wahrscheinlich auch Labrador, da dieser sich nicht nur in Wärme und Kälte, sondern überhaupt sehr ungleich gegen Salzsäure verhält. Der meiste Dolerit enthält auch 1 bis 2 Procent Wasser, welches jedoch *Bergemann* für zufällig und nachträglich hinzugekommen annimmt.

Aus mehreren Analysen berechnete *Bergemann* die mineralische Zusammensetzung des Dolerites vom Meissner in Hessen und von der Aulgasse bei Siegburg, wie folgt:

	Meissner.	Aulgasse.
Labrador	47,91	30,06
Augit	9,27	35,43
Magneteisenerz	8,97	3,61
Silikat (?)	22,21	2,71
Karbonate	11,29	27,75

Wenn nun schon zwei für den Dolerit so charakteristische Varietäten wie diese beiden, so grosse Unterschiede der mineralischen Zusammensetzung zeigen, so darf man sich nicht wundern, dass das Gestein trotz ähnlicher äusserer Erscheinung überhaupt sehr variirt, und namentlich auch in seiner elementaren Zusammensetzung sich sehr ungleich verhält.

Zu den mehr oder weniger wesentlichen Bestandtheilen gesellen sich aber beim Dolerit noch eine ziemliche Anzahl accessorischer, welche nur local oder sehr untergeordnet auftreten, so z. B. Nephelin, Sodalith, Melanit, Glimmer, Bronzit, Hornblende, Olivin, Titaneisenerz und Eisenglanz.

In Klüften und Blasenräumen auch allerlei Zeolithe und deutlich auskrystallisirte Karbonspäthe.

Der Nephelingehalt nimmt zuweilen sehr zu, indem er den Labrador verdrängt, dadurch entstehen Uebergänge in Nephelindolerit. Durch Verdichtung geht das Gestein in Basalt über, und diese Uebergangsstadien der Textur können bezeichnet werden durch die Benennungen: Dolerit, Anamesit, Basalt.

Als Texturvarietäten des Dolerites sind zu bezeichnen:

a) Gemeiner Dolerit, die Hauptbestandtheile sind deutlich erkennbar. Klein Priesen bei Tetschen in Böhmen.

b) Anamesit, feinkörnig, die Hauptbestandtheile sind kaum noch erkennbar. Steinheim bei Hanau.

c) Porphyrartiger Dolerit mit Krystallen von Labrador oder Augit, ziemlich selten,

d) blasiger oder schlackiger Dolerit, nur die feinkörnigeren Varietäten (Anamesite) pflegen so vorzukommen, häufig an Vulkanen. Steinheim bei Hanau. Noch seltener sind

e) mandelsteinartige Dolerite mit ausgefüllten Blasenräumen. Gewisse Zersetzungszustände nennt man

f) Doleritwacke oder wackenartigen Dolerit, diese lassen sich aber in der Regel nur durch Uebergänge oder durch das Zusammenvorkommen, sicher als zum Dolerit gehörig erkennen.

Eine wichtige Mengungsvarietät ist der

g) Nephelindolerit (Nephelinfels, Nephelinit).
Krystallinisch körniges Gemenge von Nephelin und Augit mit titanhaltigem Magneteisenerz.
Spec. Gew. 2,2—2,6.
Kieselsäuregehalt: 41—51.

Dieses früher für gewöhnlichen Dolerit gehaltene Gestein, wurde zuerst durch *v. Leonhard* als selbstständig bezeichnet und benannt. Es ist ein Dolerit, in welchem der Labrador durch Nephelin vertreten wird. Accessorisch finden sich darin: dünne Nadeln von Apatit, etwas Sanidin, Olivin und Titanit. Durch Verdichtung geht derselbe über in Nephelinbasalt, welcher vom gewöhnlichen Basalt kaum zu unterscheiden ist. Als Untervarietäten der Textur kennt man

α) porphyrartigen Nephelindolerit, porphyrartig durch Nephelinkrystalle, am Katzenbuckel im Odenwald.

β) Es kommen auch blasige mandelsteinartige und wackenartige Nephelindolerite vor, so wie feinkörnige dem Anamesit entsprechend, z. B. am Löbauer Berg.

Vielleicht gehört noch Vieles zum Nephelindolerit, was bisher zum gewöhnlichen Dolerit gerechnet worden ist. Deutlich erkannt

wurde das Gestein z. B. bei Meiches in Hessen, am Löbauer Berg in der Oberlausitz, bei Tichlowitz an der Elbe in Böhmen.

Der Dolerit pflegt unregelmässig massig, säulenförmig, plattenförmig oder kugelförmig abgesondert zu sein. Er bildet Lavaströme, isolirte Kegel und Gänge in älteren Gesteinen.

Das Gestein ist in allen Erdgegenden, besonders in vulkanischen so häufig, dass einzelne Fundorte nicht weiter genannt zu werden brauchen. Erwähnt möge hier nur werden, dass die von *G. Rose* im 4. Band des Kosmos als „doleritartige Trachyte" bezeichneten Gesteine des Aetna, Stromboli u. s. w. wohl zum Dolerit gehören.

v. Leonhard, Basaltgebilde 1832, I., Nephelin im Dolerit, 1822.
Bunsen, in Poggend. Annalen, B. 83, S. 197.
Abich, Vulkanische Erscheinungen 1841, S. 74.
Gmelin, in Poggend. Annalen 1840, B. 49, S. 233 und v. L. u. Br. Jahrb. 1840, S. 549.
Bergemann, in Karstens Archiv 1847, B. 21, S. 1 und 41.
Heusser, in Poggend. Annalen 1852, B. 85, S. 299.
G. Rose, über Dolerite des Hauran und der Trachonen, in Neumanns Zeitschr. f. Erdkunde 1859, B. 7, S. 265.
Delesse, in *Ann. des mines* 1858 [5], t. 13, p. 369.
Durocher, in *Ann. des mines* 1841 [3], t. 19, p. 559.
Hartung, die Azoren 1860, S. 97.
v. Rath, in der Zeitschr. der deutsch. geol. Ges. 1860, B. 12, S. 40.
Zirkel, in der Zeitschr. der deutsch. geol. Ges. 1859, B. 11, S. 539.

Ueber Nephelindolerit:

Gumprecht, in Poggend. Annalen, B. 42, S. 177.
v. Klipstein, in Karstens Archiv, 1840, B. 14, S. 248.
G. Rose, in Karstens Archiv, 1840, B. 14, S. 261.
Schill, in v. L. u. Br. Jahrb. 1857, S. 43.
Löwe, in Poggend. Annalen 1836, B. 38, S. 158.
Girard, in Poggend. Annalen 1841, B. 54, S. 559.
Heideprim, in d. Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1850, S. 149.
Hesse, im Journ. f. prakt. Chem. 1858, 75. S. 216.

Anhang.

Tholeiit nannte *Steiniger* ein Gestein vom Schaumberg bei Tholei, von welchem er glaubte, dass es ein Gemenge aus Albit und Titaneisen sei. Nach *Bergemann's* Untersuchung besteht derselbe aber aus 70 Labrador, 5 Augit, 3 Magneteisen, 11 unbestimmtem Silikat und 9 kohlensaurem Kalk und Eisenoxydul, ist also seiner Zusammensetzung nach zum Dolerit oder Ba-

salt zu rechnen, wenn man das Gestein nicht etwa als plutonisch zum Melaphyr rechnen will.

Bergemann in Karstens Archiv 1847, B. 21, S. 4 und 12.

Analcimit nannte *Gemellaro* ein Gestein der Cyclopen-Inseln, welches ursprünglich ein nephelinhaltiger Dolerit gewesen zu sein scheint, jetzt aber ungefähr zu $^2/_3$ seiner Masse aus Analcim besteht, der indessen vorzugsweise Klüfte und Blasenräume erfüllt.

Es liessen sich hier allenfalls auch noch zwei vulkanische Gesteine anreihen, welche gemeinsam als Oligoklasdolerite bezeichnet werden könnten. Ich meine den Andesit *L. v. Buch's* und den Trachydolerit *Abich's*. Beides sind Gemenge aus Oligoklas, Augit, Hornblende, Magneteisenerz und etwas Glimmer, gewöhnlich von dunkler Farbe. Da aber ihr Kieselsäuregehalt oft 60 Procent übersteigt, und sie nicht selten im glasartigen Zustande überhaupt aber von trachytischem Ansehen gefunden werden, so habe ich sie, wie es allgemein üblich ist, bei den Trachyten untergebracht; jedenfalls stehen dieselben aber auf der Grenze zwischen den trachytischen und basaltischen Gesteinen und vermitteln einen Uebergang zwischen beiden.

2) Basalt (und Nephelinbasalt, Basaltlava, Basanit, Trapp z. Th. Allogovit).

Ein dichtes fast oder ganz schwarzes Gestein mit mattem muschligem Bruch. Unerkennbar gemengt, wesentlich aus Labrador (oder Nephelin), Augit und Magneteisenerz, oft aber mit Karbonaten und zeolithischer Substanz verbunden. In der dichten Masse treten häufig erkennbare Körner, oder selbst Krystalle von Olivin, Labrador, Augit und Magneteisenerz deutlich hervor.

Spec. Gew. 2,9—3,1.
Kieselsäuregehalt: 40—56.

Die mineralischen Bestandtheile der Basaltmasse kann man wegen ihrer Kleinheit und innigen Verbindung mit dem Auge nicht erkennen und hat dieselbe deshalb früher für eine einfache Mineralsubstanz gehalten, während sie in Wirklichkeit offenbar nichts anderes ist, als der dichte Zustand von Dolerit oder Nephelindolerit. Auffallend bleibt dabei allerdings noch die vergleichsweise viel grössere Häufigkeit des Olivins im Basalt. *Cordier* glaubte zuerst unter dem Mikroskop die doleritische Zusammensetzung des Basaltes zu erkennen; *Hessel* bestätigte diese Ansicht durch Berechnung von Analysen; viele Beispiele des allmäligen Ueber-

gehens von Basalt in Dolerit sprachen ebenfalls dafür. Sicher festgestellt wurde die Zusammensetzung der Basaltmasse aus den oben genannten Mineralien aber erst durch die genaueren Analysen von *Gmelin*, *Löwe*, *Girard*, *v. Bibra*, *Gräger*, *Sinding*, *Petersen*, *Ebelmen*, *Baumann*, *Rammelsberg*, *Schmid* und *Bergemann*.

Schon *Gmelin* fand, dass ein Theil der Basaltmasse in Salzsäure auflöslich ist, ein anderer Theil nicht. Der nicht auflösliche Theil dürfte grösstentheils Augit und Olivin, vielleicht auch Labrador sein; der auflösliche Magneteisenerz, Karbonspath und zeolithische Substanz, (wenn es ein Nephelinbasalt war, auch der Nephelin). Das Mengenverhältniss dieser durch ihre Auflöslichkeit und Nichtauflöslichkeit in Salzsäure trennbaren Bestandtheile ist wie beim Dolerit sehr ungleich, es schwankt für den auflöslichen Theil zwischen 36 und 88 Procent, und fast eben so ungleich scheint auch das quantitative Verhältniss der einzelnen mineralischen Bestandtheile zu sein. Dass unter diesen Umständen auch die Analysen verschiedener Basalte sehr ungleiche Werthe für die entfernteren oder elementaren Bestandtheile ergeben müssen, und wirklich ergeben, versteht sich von selbst.

Aus diesen Analysen hat man aber nicht nur erkannt, dass der Basalt wie der Dolerit, sehr oft etwas, wahrscheinlich erst durch Zersetzung entstandene Eisenspath-, Kalkspath- und Zeolithsubstanz beigemengt enthält, sondern es ist dadurch auch sehr wahrscheinlich geworden, dass zwar die meisten Basalte wie gewöhnlicher Dolerit, einige dagegen wie Nephelindolerit zusammengesetzt sind, d. h. dass sie statt Labrador Nephelin enthalten. *Girard* hat das zuerst beim Basalt des Wickensteins in Schlesien erkannt. Die Trennung dieser beiden ungleich gemengten Basalte ist aber durch äussere Kennzeichen kaum sicher möglich, wo nicht Uebergänge in deutlich gemengte Dolerite zu Hülfe kommen, wie z. B. am Löbauer Berg. Aus diesem Grunde erscheint es mir nicht zweckmässig einen Nephelinbasalt vom Labradorbasalt als besonderes Gestein abzutrennen, obwohl diese Unterscheidung vom rein mineralogischen Standpunkte wich-

tiger sein würde als die von Dolerit und Basalt, welche doch nur Texturvarietäten derselben Masse sind.

Ausser den mehr oder minder wesentlichen Gemengtheilen des Basaltes, zu denen also auch der Nephelin gehört, treten in demselben sehr oft auch noch andere Mineralien als accessorische Bestandtheile porphyrartig eingesprengt auf, so z. B. basaltische Hornblende, Oligoklas, dunkelbrauner Glimmer, Rubellan, Zirkon (Hyacinth), Saphir, Apatit, Granat, Bronzit, Eisenglimmer, Titaneisenerz, Eisenkies u. s. w. Diese Mineralien mögen unter besonderen localen Umständen theils ursprünglich aus der Masse auskrystallisirt, theils, wie Eisenkies und Eisenglimmer, wohl erst durch spätere Umbildungsprozesse entstanden sein. Von ähnlichen inneren Veränderungen unter Mitwirkung von Dämpfen oder Wasser, rühren sehr wahrscheinlich auch die unsichtbaren Gehalte an Karbonspäthen, Zeolithen und Wasser her. Ganz entschieden sind aber durch solche Vorgänge die Mineralien in den Blasenräumen und schmalen Spalten des Gesteins entstanden, wie Hyalith, Chalcedon, Zeolithe, Karbonspäthe, Grünerde und dergl.

Die wesentliche Textur des Basaltes ist die dichte, durch krystallinisch körnig werden geht er in Anamesit und Dolerit über. Aber in die dichte Hauptmasse sind nicht selten zahlreiche einzelne Krystalle oder krystallinische Körner von Augit, Hornblende, Olivin, Magneteisenerz und dergl. porphyrartig eingestreut, oder sie ist von Blasenräumen durchzogen und diese sind z. Th. auch wieder von jenen neueren Mineralbildungen ausgefüllt. Dazu kommt zuweilen auch noch eine Art rundlich körniger oder fleckiger Beschaffenheit, welche das Resultat einer Zersetzung zu sein scheint.

Als Texturvarietäten sind demnach zu unterscheiden:

a) Gemeiner dichter Basalt, sehr häufig, z. B. am Stolpner Schlossberg in Sachsen.

b) Porphyrartiger Basalt oder Basaltporphyr, ebenfalls häufig. Leschtina bei Tetschen.

c) Blasiger oder schlackiger Basalt, oft vorzugsweise basaltische Lava genannt, da diese an der Oberfläche allerdings blasig zu sein pflegt. Kammerbühl und Wolfsberg in Böhmen.

d) Mandelsteinartiger Basalt oder Basaltmandelstein, niemals ganz neuer Entstehung. Schlackenwerth bei Carlsbad.

e) Körnig fleckiger oder doleritähnlicher Basalt. Gewöhnlich unterscheiden sich dunklere Körner in einer helleren grauen Masse. Es ist ein Zersetzungsstadium z. B. zwischen Arnsdorf und Steinschönau in Böhmen, Stoppelskuppe bei Eisenach.

f) Wackenartiger Basalt oder Basaltwacke (Eisenthon *Werner's*). Dunkelbraune oder graue, fast erdige Masse, in welcher sich zuweilen die Texturerscheinungen a, b, c, und d deutlich wiederholen. Pascopole bei Teplitz.

Ganz ausnahmsweise scheint beim Basalt auch ein glasähnlicher Zustand vorzukommen, welchen *Breithaupt* als besondere Mineralbildung Tachylyt genannt hat. Er findet sich z. B. bei Dransfeld im Vogelsgebirge, und als Salband von Basaltgängen auf Island.

Hier lassen sich nun passend einige Mengungsvarietäten anreihen, welche, wenn sie sich stets deutlich erkennen liessen, z. Th. sogar als ganz besondere Gesteine abgetrennt werden könnten.

g) Gemeiner oder Labradorbasalt. Aus Labrador, Augit, Magneteisenerz und meist auch etwas Olivin bestehend.

h) Nephelinbasalt, in welchem der Labrador durch Nephelin vertreten ist, nach *Girard* soll er Spuren von Fettglanz zeigen, und dadurch sich etwas vom gewöhnlichen Basalt unterscheiden. Aber es wird sicher auch Zwischenstufen oder Uebergänge zwischen beiden geben, die sich nicht unterscheiden lassen.

i) Hauynophyr nannte *Rammelsberg* ein Gestein vom Vulture bei Melfi unweit Neapel, welches wesentlich aus Augit und Hauyn, mit etwas Olivin, Glimmer und Leucit besteht, in welchem also der Labrador des Basaltes oder Dolerites durch Hauyn vertreten zu sein scheint. Insofern dieses Gestein dicht oder körnig ist, kann man es zum Basalt oder Dolerit rechnen. Das gleichzeitige Auftreten von Leucit nähert es aber auch dem Leucitfels.

Auch die basaltische Lava von Niedermendig am Rhein enthält ziemlich viel deutlich hervortretenden Hauyn, während die Vermuthung aufgestellt worden ist, dass dieses, wegen seiner blasigen Beschaffenheit zu Mühlsteinen sehr geeignete Gestein, seiner Zusammensetzung nach zum Nephelinbasalt gehöre.

k) Allogovit nannte *Winkler* gewisse dunkelgraue oder röthliche Gesteine des Allgaues, welche nach ihm aus Labrador, Augit und Magneteisenerz innig gemengt sind, und danach zum Basalt gehören, obwohl sie sich durch ihre Färbung einigermassen davon unterscheiden. Diese kann nun Folge etwas ungleicher Mengung oder angehender Zersetzung sein.

Der Basalt zeigt ganz besonders häufig regelmässig säulenförmige Absonderung, zuweilen aber auch plattenförmige, kugelige mit concentrischen Schalen, knollige oder selbst unbestimmt massige. Er bildet Lavaströme und Lagen zwischen Basalttuff, isolirte Kegelberge und Gänge zwischen älteren Gesteinen. Sehr charakteristisch und mannichfaltig im böhmischen Mittelgebirge.

v. Leonhard, Basaltgebilde, 1832, I.
Hessel, Analysen in v. Leonhard's Taschenbuch 1824, S. 119.
Abich, Vulkanische Bildungen, 1841.
Bergemann, Analysen in Karstens Archiv 1847, B. 21, S. 88.
Sartorius v. Waltershausen, physik. geogr. Skizze von Island, S. 64.
Schmid, Analysen in der Zeitschr. d. d. geol. Gesellsch. 1853, B. 5, S. 230 und Poggend. Annalen 1853, B. 99, S. 291.
Rammelsberg, in der Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1859, S. 493, S. 1861, S. 4 und 273, über Hauynophyr.
Schill, in v. L. u. Br. Jahrbuch 1857, S. 44 (Hegau), und in G. Leonhard's Beitr. z. miner. Kenntn. v. Baden, 1854. H. 3, S. 43. (Kaiserstuhl).
Hartung, die Azoren, 1860, S. 97.
Girard, über Nephelinbasalt in Poggend. Annalen 1841, B. 54, S. 562.

3) Leucitfels, (Leucitophyr, Leucitporphyr, Leucitlava, Leucilit, Sperone).

Mehr oder weniger deutliches Gemenge von Leucit und Augit mit Magneteisenerz. Porphyrartig oder dicht.

Spec. Gew. 2,5—2,9.
Kieselsäuregehalt: 45– 54.

Man kann den Leucitfels als einen Dolerit oder Basalt betrachten, in welchem der Labrador durch Leucit vertreten ist. Diese Verschiedenheit der Mengung ist aber in der Regel mit leicht erkennbaren Ungleichheiten der Eigenschaften verbunden. Zunächst ist selbst die dichte Grundmasse des Leucitfelses mehr grau oder röthlichgrau gefärbt als bei Dolerit oder Basalt, dazu kommt aber noch, dass der Leucit in ihr sehr gewöhnlich mit seiner charakteristischen Krystallform deutlich hervor tritt. Es ist überhaupt bezeichnend für dieses Mineral, dass man es fast nur porphyrartig in Gesteine eingewachsen kennt, nicht in Drusen auskrystallisirt. Neben dem Leucit liegen zuweilen auch deutliche

Augitkrystalle in der dichten oder feinkörnigen Hauptmasse. Accessorisch aber kommen darin noch vor: dunkler Magnesiaglimmer, Sodalith (Sanidin, Labrador?), Nephelin, Olivin, Hauyn, Granat und Spuren von Apatit. In Klüften und Blasenräumen sind Zeolithe sehr häufig. Durch Zunahme des Nephelingehaltes geht der Leucitfels in Nephelindolerit oder Nephelinbasalt über.

Als Texturvarietäten lassen sich besonders die sehr deutlich

a) porphyrartigen und die ziemlich oder ganz
b) dichten unterscheiden, es giebt aber auch
c) blasige und
d) mandelsteinartige.

Der Leucitfels bildet alte und neue Laven an der Somma und am Vesuv (Ströme von 1828 und 1832), findet sich aber auch an ganz erloschenen Vulkanen wie am Roccamonfina, im Albanergebirge bei Rom, bei Rieden und Bell unweit Andernach. Ganz neuerlich fand man einen Leucitporphyr mit wackenartig zersetzter Grundmasse und über zollgrossen Leucitkrystallen, deren Masse grösstentheils in Orthoklas (oder Kalioligoklas) umgewandelt ist, bei Böhmisch Wiesenthal am höchsten Rücken des Erzgebirges. Es drängt sich durch diesen letzteren Fund unwillkürlich die Frage auf, ob nicht in manchen älteren Leucitgesteinen der Leucit mit undeutlicher oder gänzlich entstellter Form in Feldspath umgewandelt sein könne, so dass man sie nicht mehr als Leucitgesteine zu erkennen vermag. Auffallend ist es wenigstens, dass man noch keine alten Leucitgesteine gefunden hat.

Abich, Natur und Zusammenhang der vulkanischen Bildungen, S. 128.

Deville, im *Bullet. de la soc. géol. d. Fr.* 1856, [2], t. 12, p. 612.

Dufrenoy, *Mém. p. s. a. un descr. géol. d. Fr.*, t. 4, p. 368. *Compt. rend.* 1845, t. 21, p. 326.

Wedding, in d. Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1858, B. 10. S. 395.

v. Rath, in d. Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1860, B. 12, S. 37. (Zittau).

Naumann, in v. L. u. Br. Jahrb. 1860, S. 61, 1861, S. 59. (Wiesenthal).

Rammelsberg, in d. Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1859, B. 11, S. 493 und 1861, B. 13, S. 96. (Vesuv und Wiesenthal).

b. Kieselarme plutonische Eruptivgesteine.

Es sind Verbindungen von Feldspathspecies mit Pyroxen, Amphibol oder Glimmer; zu diesen wesentlichsten Bestandtheilen kommen oft noch etwas Chlorit, Nephelin und Magneteisenerz. Quarz findet sich nur ganz ausnahmsweise im Gemenge, die meisten sind quarzfrei. Mineralogisch wie chemisch sind sie danach den basaltischen Gesteinen ziemlich ähnlich zusammengesetzt, die Hauptunterschiede bestehen nur etwa in der grösseren Häufigkeit der Hornblende als wesentlicher Gemengtheil, dem öfteren Vorkommen des Chlorites, und des wenn auch seltnen des Quarzes als Beimengung, sowie in der bei manchen entwickelten schiefrigen Textur. *Alle diese Verschiedenheiten können wahrscheinlich auf Rechnung des Erstarrens in grösserer Tiefe und des langen Verharrens im bedeckten Zustande geschrieben werden.* In diesem Zustande mögen manche Umbildungen oder Neubildungen stattgefunden haben, wie z. B. die des Chlorites, welcher die augitischen Grünsteine von den Basalten charakteristisch, wenn auch nicht ganz wesentlich zu unterscheiden pflegt, und ihnen vorzugsweise ihre grünliche Färbung verleihen dürfte. Ich theile diese plutonischen basischen Gesteine in Grünsteine, Melaphyre, Porphyrite, Glimmertrappe und Syenite. Einige dieser Gesteine nähern sich durch die Höhe ihres Kieselsäuregehaltes allerdings schon der kieselsäurereichen Abtheilung.

Grünsteine.

(Trapp z. Th.)

Es sind wesentlich Gemenge einer Feldspathspecies mit Pyroxen oder Amphibol. Ihre vorherrschend dunkelgrüne Färbung verdanken sie wie es scheint theils der Hornblende, theils geringen Beimengungen von Chlorit.

Man pflegt dieselben nach ihrer ungleichen mineralogischen Zusammensetzung zunächst in

- Diabas, bestehend aus Feldspath, Augit und Chlorit,
- Gabbro, bestehend aus Feldspath und Pyroxen

Diorit, bestehend aus Feldspath und Amphibol, zu unterscheiden, daran reihen sich aber einige Mengungsvarietäten an, welche besondere Benennungen erhalten haben, wie Kalkdiabas, Eukrit, Teschinit, Augitfels, Malakolithfels, Euphodit, Norit, Hypersthenit, Timazit, Kalkdiorit und Anorthitdiorit, während man im dichten Zustande die Gemengtheile überhaupt nicht mehr sicher zu unterscheiden vermag und diesen deshalb Aphanit genannt hat. Enthält aber die dichte aphanitische Grundmasse einzelne erkennbare Mineralkörner oder Krystalle porphyrartig eingestreut, so sind dafür noch die besonderen Benennungen Kalkaphanit, Labradorporphyr, Oligoklasporphyr, Augitporphyr und Uralitporphyr in Anwendung gebracht worden.

Alle diese Grünsteine pflegen besonders häufig untergeordnete Massen, Gänge oder Lagergänge zwischen schiefrigen Ablagerungen der Grauwackenperiode zu bilden, mit denen zuweilen ihnen zugehörige, und selbst Grauwackenversteinerungen enthaltende Tuffbildungen der Art wechsellagern, dass man daraus zu schliessen berechtigt ist, viele dieser Grünsteine seien während der Grauwackenbildung entstanden. Auf diese Weise zeigen sich z. B. die Grünsteine des Voigtlandes, Fichtelgebirges, Harzes und Rheingebietes, sowie die im Silurgebiet Böhmens mit Grauwackenbildungen verbunden, und ganz Aehnliches hat man in verschiedenen anderen Erdgegenden beobachtet. Aber man kennt auch echte Grünsteine, welche viel neuere Ablagerungen durchsetzt haben, in Ungarn und Siebenbürgen (der Timazit) sogar mitteltertiäre Sandsteine. Die neuesten Tertiärbildungen, welche so häufig von Basalten durchbrochen wurden, sind dagegen noch nirgends von echten Grünsteinen durchsetzt beobachtet worden. Niemals bilden sie echte Lavaströme, sie scheinen vielmehr stets mehr oder weniger plutonischer Entstehung zu sein, und darauf beruht vielleicht allein ihre allerdings nur geringe Verschiedenheit von den basaltischen Gesteinen. Es ist leicht möglich, dass dieselbe basische Gesteinsmasse, welche in der Nähe der Oberfläche erstarrend, basaltische Gesteine lieferte, in grösserer Tiefe erstarrend, theils ursprünglich, theils durch nachfolgende Ver-

änderungen zu pyroxenischem oder amphibolischem Grünstein wurde. Die elementare Zusammensetzung beider ist im Allgemeinen ganz übereinstimmend, der mineralogische Unterschied nur gering. Chlorit, der einen Theil der augitischen Grünsteine von den Basalten unterscheidet, ist sehr gewöhnlich ein Umwandlungsproduct.

4) Diabas (Hyperit, Trapp Skandinaviens).

Ein krystallinisch körniges Gemenge von Oligoklas, Labrador oder Anorthit mit Pyroxen und etwas Chlorit. Im frischen Zustand dunkelgrün.

Spec. Gew. 2,7—2,9.
Kieselsäuregehalt: 43—56.

Das Gemenge des Diabases, welcher zuerst von *Hausmann* als ein besonderes Gestein aufgestellt und von den übrigen Grünsteinen geschieden wurde, ist oft sehr feinkörnig und dann wird es schwer, die Feldspath- und Pyroxenspecies zu bestimmen oder den Chlorit deutlich als solchen zu erkennen. Der Feldspath scheint in den meisten Fällen weisser oder graugrünlicher Oligoklas oder Labrador zu sein, der Pyroxen am häufigsten Hypersthen, doch auch gemeiner Augit. Der kleine Chloritgehalt bedingt vorzugsweise die grünliche Färbung. Accessorisch treten darin sehr oft Magneteisenerz, Magnetkies, Eisenkies, zuweilen auch etwas Kupferkies auf. Als accessorische Bestandmassen in Klüften, Adern, Nestern und Blasenräumen dagegen: Quarz, Strahlstein, Asbest, Katzenauge, Pistazit, Prehnit, Axinit, Kalkspath, Braunspath, Talkspath u. s. w.

Die Textur ist vorherrschend feinkörnig, geht aber ins dichte (Aphanit) über, und wird auch zuweilen porphyrartig, schiefrig, variolithisch oder mandelsteinartig.

Die Verwandtschaft des Diabases mit dem Dolerit ist sehr gross, am unterscheidendsten bleibt die Chloritbeimengung und dadurch veranlasste grünliche Färbung. Ist diese ein Umwandlungsproduct, so beruht der ganze ursprüngliche Unterschied vielleicht nur im Niveau der Erstarrung. Auch der Umstand, dass die Blasenräume des Diabases, wo dergleichen überhaupt vorhanden, fast stets ausgefüllt sind, erklärt sich durch langes Verharren in der Tiefe, unter modificirenden hydroplutonischen Einwirkungen.

Als Texturvarietäten sind zu unterscheiden:

a) Körniger Diabas. Häufig bei Berneck, Saalburg u. s. w.

b) Feinkörniger bis dichter Diabas, übergehend in Aphanit, kommt in der Regel mit a zusammen vor.

c) Porphyrartiger Diabas. In feinkörniger Grundmasse treten Krystalle von Labrador, Oligoklas, Pyroxen oder Uralit auf. Ist die Grundmasse dicht, so werden diese Varietäten auch wohl als Labradorporphyr, Oligoklasporphyr, Augitporphyr oder Uralitporphyr bezeichnet. (Vergl. unter Aphanit.)

d) Schiefriger Diabas oder Diabasschiefer, undeutlich schiefrig, übergehend in Aphanitschiefer. Vorkommen mit a und b.

e) Mandelsteinartiger Diabas oder Diabasmandelstein. Die Blasenräume sind erfüllt mit Kalkspath, Chlorit, Grünerde, Chalcedon und dergl. Berneck im Fichtelgebirge.

f) Variolithischer Diabas (Variolith z. Th.). In der Hauptmasse treten rundliche Concretionen von dichtem, radialfasrigem oder concentrisch schaligem Felsit (Labrador) auf. Sehr charakteristisch bei Berneck, wo der violette Kern der kleinen Felsitkugeln von einer weissen Hülle umgeben ist.

g) Wackenartiger Diabas oder Diabaswacke, zersetzt, entfärbt, erdig, kann nur durch ihr Vorkommen als solche bestimmt werden.

Als Mengungsvarietäten und sich hier anschliessende Gesteine sind zu bezeichnen:

h) Gemeiner Diabas.

i) Kalkdiabas. In der feinkörnigen bis dichten Diabasgrundmasse liegen kleine rundliche Körner von Kalkspath, welche nicht Ausfüllungen von Blasenräumen zu sein scheinen. Diese etwas problematische Varietät ist von *Oppermann* Kalktrapp, von Anderen Blatterstein, Kalkaphanit, Diabasmandelstein, und wenn etwas schiefrig, Schalstein genannt worden. Lobenstein im Fichtelgebirge.

k) Eukrit (Anorthit-Augitgestein). Ein krystallinisch körniges Gemenge von Anorthit und Augit, zuweilen mit etwas Olivin, Hornblende und Epidot. Letzterer scheint erst durch Zersetzung entstanden zu sein. Dieses Gestein vom Gümbelberge bei Neutschin in Mähren, könnte nach seiner mineralischen Zusammensetzung fast noch besser dem Dolerit als dem Diabas angereiht werden, nach *Tschermack* und *Krafft* verhält es sich aber geologisch wie ein plutonisches Gestein.

l) Teschinit nannte *Hohenegger* eine vorherrschend felsitische Gesteinsmasse, in welcher Hypersthen lange schwarze Nadeln bildet, und welche zuweilen auch zarte Nadeln von Apatit enthält. Das Gestein durchsetzt in der Umgegend von Teschen, theils stock-, theils gangförmig, Kreidebildungen und selbst

eocäne Ablagerungen. Nach *v. Hochstetter* gehören dazu auch Gemenge von Hornblende und Anorthit, sowie von Augit und Labrador, mit Beimengungen von Eisenkies, Magneteisenerz, Glimmer und Chlorit, also Gemenge, welche man theils zum Diorit, theils zum Diabas, Hypersthenit oder sogar Dolerit rechnen könnte.

(Mehr anhangsweise gehören hierher:)

m) Augitfels, (Lherzolith), ein körniges bis dichtes meist aus Augit bestehendes Aggregat, dunkelgrün, braun oder grau. Accessorisch etwas Talk, Steatit, Schörl, Hornblende oder Kalkspath enthaltend. Dieses dem Diabas nur verwandte Gestein, bildet untergeordnete Massen am See Lherz bei Vicdessos in den Pyrenäen.

n) Malakolithfels, bildet nach *Herter* und *Porth* kupfererzhaltige untergeordnete Massen, die wesentlich aus dichtem Salit (Malakolith) bestehen, im körnigen Kalkstein bei Rochlitz am Fusse des Riesengebirges.

Die Diabase und die ihnen verwandten hier geschilderten Gesteine pflegen unbestimmt massig, säulenförmig, kugelig oder knollig abgesondert zu sein.

Die echten Diabase finden sich am häufigsten zwischen Grauwackenbildungen, so z. B. im Voigtland, Fichtelgebirge und Harz, wo zuweilen der zunächst angrenzende Thonschiefer in eine Art Hornfels umgewandelt ist.

G. Rose, über die Grünsteine in Poggend. Annalen 1835, B. 34, S. 1.

Oppermann, Dissertation über Schalstein und Kalktrapp 1836.

Hausmann, über die Bildung des Harzgebirges, S. 22.

v. Rosthorn und *Canaval*, Kalktrapp oder Schalstein in Kärnthen, in v. L. u. Br. Jahrb. 1855, S. 584.

Langel beschreibt als Blatterstein des Harzes etwas schwerlich hierher Gehöriges, indem er den Namen sonderbarer Weise von der Schiefertextur ableitet. *Bullet. de la soc. géol. de Fr.* 1860, t. 18, p. 103.

Genth, über Eukrit, in den Annalen der Chemie und Pharm. 1848, B. 66, S. 17.

Haughton, über Eukrit, im *Quarterl. Journ. of the geol. soc.* 1856, 12, S. 197.

Tschermack und *Krafft*, über Eukrit in d. Berichten d. Wiener Akademie 1860, S. 40 u. 127.

Hohenegger, über den Teschinit, in: Die geogn. Verhältnisse der Nordkarpathen 1861, S. 43.

v. Hochstetter, desgl. im Jahrb. d. geol. Reichsanst. 1853, S. 319.

v. Charpentier, über Augitfels, im *Essai sur la const. géol. des Pyrénées* 1823, p. 245.

Marrout, über Augitfels, in *Ann. des mines* 1828, [2], t. 4, p. 307.
Herter und *Porth*, über Malakolith, im Jahrbuch der geol. Reichsanst. 1859, S. 10.
Kjerulf, (Diabas), in: Christiania Silurb. 1855, S. 26.
Delesse, (Diabas), in *Ann. des mines* 1858, [5], t. 13, p. 374.

5) Gabbro (inclusive Hypersthenit, Norit, *Euphotide, Diallage-rock, Jade, Granitone).*

Das sind Gemenge von Labrador oder Saussurit mit Diallag, Smaragdit, Hypersthen und einigen andern Mineralien, welche sich durch Unregelmässigkeit der Mengung und Textur auszeichnen.

Spec. Gew. = 2,8—3,1.
Kieselsäuregehalt = 44—46 Proc.

Die italienische Bezeichnung Gabbro, welche *L. v. Buch* zuerst für bestimmte Gesteine anwendete, kann enger und weiter gefasst werden, aber selbst die engere Bedeutung ist etwas schwankend. *Naumann* versteht darunter ein Gemenge von Labrador oder Saussurit mit Diallag und Smaragdit und trennt davon den Hypersthenfels oder Hyperit, welcher wesentlich aus Labrador und Hypersthen besteht. Mit diesen Gesteinen sehr verwandt sind aber auch diejenigen, welche man Norit und *Euphotide* genannt hat. Ich werde sie alle hier als zusammengehörige Varietäten besprechen. Im etwas feinkörnigen Zustande sind sie schwer von einander zu unterscheiden und durch Verdichtung der Masse werden sie wohl alle zu Aphanit.

Da die Textur dieser Gesteine vom sehr grobkörnigen Zustande bis zum feinkörnigen, dichten und schiefrigen oft schnell, d. h. in geringem Abstand wechselt, so kann bei ihnen die Trennung von Texturvarietäten zu gar nichts nützen. Ich unterscheide daher nur nachstehende Mengungsvarietäten:

a) Gabbro, im engeren Sinne (*Diallage-rock, Granitone*), besteht unregelmässig verwebt aus Labrador oder Saussurit und Diallag oder Smaragdit, auch wohl aus allen gemeinsam. Er ist sehr grobkörnig, feinkörnig bis dicht, zuweilen auch schiefrig oder fleckig (variolithisch). Der Feldspath erscheint als Labrador grob bis feinkörnig, weiss, grau oder violett; als Saussurit dicht, weiss oder grünlich. Der Diallag tritt in grossen Individuen, halbmetallisch glänzend, grau bis grün auf; der Smaragdit grasgrün und perlmutterglänzend. Kleine

Mengen von Karbonspäthen sind dem Gestein oft unsichtbar, aber durch Aufbrausen mit Säuern erkennbar beigemengt; sie werden wohl secundärer Entstehung sein. Als sichtbare accessorische Gemengtheile finden sich Glimmer, Talk, Hornblende (besonders an den Rändern des Diallag), Strahlstein, Granat, Eisenkies, Magneteisenerz, Titaneisenerz, Eisenglanz und Apatit. Auch diese dürften z. Th. secundäre Bildungen sein. In Nestern oder Adern kommen Kalkspath und Quarz vor.

Das Gestein geht über, durch Umwandlung in Serpentin (so bei Siebenlehn in Sachsen), durch Verdichtung in Aphanit, scheinbar sogar auch in Diorit, Diabas und Granit.

Massige Absonderung herrscht vor. Das Gestein durchsetzt ältere Gesteine und Formationen massig oder gangförmig, bildet scheinbar parallele Einlagerungen darin, wird aber auch sehr häufig von granitischen Gängen durchsetzt, die dann gewöhnlich etwas Orthit enthalten, so bei Rosswein und Böhrigen in Sachsen. Im Radauthal am Harz, wo es leicht mit Diabas verwechselt werden kann, enthält es auch Wollastonit, Schillerspath und Rutil, sowie auf Klüften Desmin, Prehnit und Albit. Bei La Prese in Oberitalien besteht es nach *Breithaupt* vorherrschend aus metallophanem Amphibol (Schillerspath) und einem Feldspath vom höchsten Gewicht mit etwas braunem Glimmer. Durch stärkere Verwitterung der feldspathigen Gemengtheile treten oft die pyroxenischen stark über die Oberfläche hervor.

b) Euphotide der französichen Geologen ist nach *Delesse* wesentlich eine Verbindung von Feldspath und Diallag, mit etwas titan- und chromhaltigem Magneteisenerz, Eisenkies, Serpentin und Karbonaten. Der Feldspath ist Saussure's Jade, welchen dann *Beudant* Saussurit nannte; er nähert sich sowohl dem Labrador als dem Vosgit und dem Anorthit. Der Diallag tritt oft als die Varietät Smaragdit auf, welche nach *Haidinger* eigentlich aus einer Verbindung von Amphibol und Pyroxen besteht. Der Talk bildet kaum erkennbare kleine Blättchen, der Serpentin zarte Adern. Die Karbonate bestehen aus unsichtbaren Theilchen von Kalkspath, Dolomit und Eisenspath. Accessorisch finden sich auch noch Hornblende, Glimmer und Granat. Besonders charakteristisch in den Alpen und auf Corsica.

c) Norit *Scheerer's*, (nicht *Esmark's*), ist ein Gemenge von Hypersthen oder Diallag, Labrador, natronhaltigem Orthoklas und selbst etwas Quarz. Der feldspathige Bestandtheil dieses auf der Insel Hitteröe (Norwegen) auftretenden Gesteins, ist zuweilen so überwiegend, dass die ganze Masse fast nur wie ein körniges Feldspathgestein erscheint.

d) Hypersthenit (Hyperit, Hypersthen-Syenit, Selagit), besteht aus einem grobkörnigen bis dichten Gemenge von Labrador

und Hypersthen. Labrador, grob- bis feinkörnig, grau, grünlich oder blaulich, herrscht vor. Der Hypersthen erscheint dunkelbraun bis grün, auf Spaltungsflächen metallartig perlmutterglänzend, an den Rändern zuweilen von Hornblende umsäumt. Verwitterung greift den Labrador stärker an und lässt den Hypersthen hervortreten. Accessorisch finden sich in dem Gestein: Titaneisenerz, Granat, Hornblende, Olivin, brauner Glimmer, Apatitnadeln, Eisenkies und Magneteisenerz. Es ist gewöhnlich massig abgesondert, und bildet Gänge oder stockförmige Massen zwischen älteren Gesteinen. Charakteristische Fundorte sind: Höllenmühle bei Penig in Sachsen, Neurode in Schlesien, Insel Skye (Schottland), Elfdalen in Schweden.

e) Der Monzon-Hypersthenit von *Richthofen's* weicht von dem gewöhnlichen etwas ab. Er besteht aus einem oft sehr deutlichen krystallinisch körnigen Gemenge von dunkelgrünem bis schwarzem Hypersthen, mit grünlich weissem Labrador. Gewöhnlich ist der Hypersthen überwiegend, zuweilen aber herrscht der Labrador ganz vor, und es liegen dann in ihm deutliche Krystalle von gemeinem schwarzem Augit, die auch in den hypersthenreichen Abänderungen nicht ganz fehlen. Ausserdem kommen noch dunkelbraune Glimmertafeln und Krystalle von Titaneisen in dem Gestein vor. Dasselbe durchsetzt am Monzoni, in Südtyrol, echten quarzfreien Syenit gangförmig.

v. Buch, im Magaz. d. Gesellsch. naturforsch. Freunde zu Berlin 1810, B. IV., S. 128.

v. Rath, in Poggendorff's Annalen 1855, B. 95, S. 555, (Schlesien).

Delesse, *Bullet. de la soc. géol. de France* 1849, [2], t. 6, p. 410, 435, 547 u. *Ann. des mines* 1849, [4], t. 16, p. 323.

Scheerer, in der Gaea Norwegica II., S. 313.

Keilhau, daselbst III., S. 377.

v. Richthofen, geogn. Beschr. von Süd-Tyrol 1860, S. 146.

Keibel, Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1857, B. 9, S. 573.

Koch, Jahrb. d. Ver. f. Naturk. in Nassau 1858, 13, S. 123.

Kjerulf, Christianias Silurbildungen 1855, S. 23.

Streng, Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1858, B. 10, S. 174.

Drysdale, *London and Edinb. phil. Journ.* 1833, 15, S. 386.

Ebelmen, *Ann. des mines* 1847, [4], t. 12, p. 629.

Jentsch untersuchte den Hypersthenit von Neurode in Schlesien, welcher in dunkelgrünlich brauner Grundmasse hellglänzende Punkte und deutliche Partien von Chlorophäit enthält, und schliesst aus seinen mikroskopischen und chemischen Untersuchungen, dass das Gestein bestehe: aus etwa 27 Oligoklas, 25 Augit als Grundmasse, 39 glasigem Feldspath, 5 Magneteisenerz, 2 Chlorophäit und 2 Apatit. Er fand den Kiesel-

säuregehalt sehr hoch, nämlich 56,5. Poggend. Annalen 1855, B. 95, S. 418 und v. L. u. Br. Jahrbuch 1857, S. 436.

6) Diorit.

Ein krystallinisch körniges Gemenge von Feldspath und Amphibol. Der Feldspath ist nicht Orthoklas. Im frischen Zustande meist dunkelgrün.

Spec. Gew. 2,6—2,9.
Kieselsäuregehalt: 47—58.

Das Gemenge des zuerst von *Hauy* Diorit genannten Gesteins ist oft so feinkörnig, das es schwer wird, die Species des Feldspathes wie des Amphiboles zu bestimmen, wenn sich auch in den meisten Fällen erkennen lässt, dass die Feldspaththeilchen jene feine Parallelstreifung zeigen, welche dem Orthoklas fehlt, dafür aber beim Albit, Oligoklas, Anorthit und Labrador in der Regel gefunden wird. *G. Rose* hielt in seiner ersten Arbeit über Grünsteine den Feldspath des Diorites für Albit, später gelangte er zu der Ansicht, dass Albit überhaupt nicht als Gemengtheil krystallinischer Gesteine vorkomme. Wenn nun auch diese Ansicht nur von Wenigen getheilt wird, so stimmen doch alle Beobachter darin überein, dass der im Diorit für Albit gehaltene Feldspath in der Regel Oligoklas ist. *Delesse* erkannte indessen auch Labrador und Anorthit als wesentlich im Gemenge vieler Diorite, so dass man hiernach schon rücksichtlich der Feldspathspecies einige Mengungsvarietäten dieses Gesteins unterscheiden kann. Aehnlich verhält es sich nun aber auch mit dem Amphibol. Gewöhnlich ist es die gemeine Hornblende, welche als zweiter wesentlicher Gemengtheil des Diorites auftritt, zuweilen ist es aber eine mehr strahlsteinartige Varietät und in vielen serbischen, siebenbürgischen und ungarischen Grünsteinen unterschied *Breithaupt* vor Kurzem eine ganz neue Amphibolspecies, von schwarzer Farbe und grünlich grauem Strich, als wesentlichen Gemengtheil, welche er nach dem Fundort der ersten Bestimmung Gamsigradit nannte.

Da es nicht leicht, bei feinkörnigem Zustande des Gemenges oft sogar unmöglich ist, diese einzelnen Feldspath- und Amphibolspecies sicher zu erkennen, so erscheint es nicht zweckmässig, danach ganz selbstständige Gesteine zu

unterscheiden, wohl aber ist es wünschenswerth, wo nur immer möglich diese mineralogisch etwas verschiedenen Gemenge als Varietäten des Diorites von einander zu trennen. Den Gamsigraditdiorit hat *Breithaupt* nach einem Fundort Timazit genannt und dieser zeigt auch geologisch insofern ein etwas abweichendes Verhalten von den meisten anderen Dioriten, als er die älteren Tertiärbildungen jener Länder durchbrochen hat, während die meisten Diorite viel älter zu sein pflegen.

Vom chemischen Standpunkte sind alle diese mineralogischen Verschiedenheiten von so geringer Bedeutung, dass man sie füglich als die Resultate etwas ungleicher Erstarrungsumstände derselben Masse betrachten kann. Damit soll nicht etwa gesagt werden, man möge sie überhaupt unbeachtet lassen, ich bin im Gegentheil der Meinung, dass es von sehr grossem Interesse sein würde, wenn es gelänge, ihren speciellen Ursachen auf die Spur zu kommen, was natürlich nur dann möglich wird, wenn man an recht vielen Orten genaue Beobachtungen darüber anstellt.

Accessorisch finden sich im Diorit zuweilen brauner und schwarzer Glimmer, Eisenkies, Magnetkies, Magneteisenerz, Titaneisenerz, Titanit, Granat, Pistazit und Quarz. Einige davon mögen secundärer Entstehung sein, so z. B. Eisenkies und Pistazit, welcher letztere aus der Hornblende hervorgegangen zu sein scheint und zuweilen die grüne Färbung verstärkt.

Da der Unterschied zwischen Diorit und Syenit wesentlich nur in dem Auftreten des Orthoklases als wesentlicher Gemengtheil des letzteren beruht, so können natürlich auch feinkörnige Syenitvarietäten leicht mit Diorit verwechselt werden. Es lassen sich für diese Unterscheidung indessen einige Hülfsmerkmale benutzen, welche zwar nicht immer erkennbar oder ganz zuverlässig sind, aber doch stets Beachtung verdienen. Es sind folgende: Der Diorit ist häufiger feinkörnig als der Syenit und gewöhnlich durch die Hornblende mehr grünlich gefärbt als dieser; im Diorit pflegt der Feldspath leichter zu verwittern, als die Hornblende, und letztere deshalb auf Verwitterungsoberflächen oft stark hervor zu treten, während der Syenit gleichmässiger ver-

wittert und in eine Art Gruss zerfällt; der Diorit enthält in der Regel mehr Kiesbeimengung als der Syenit und dieser häufiger Titanit oder Wöhlerit als jener. Auch die Texturvariationen, die Absonderung und das Vorkommen pflegen etwas verschieden zu sein, wie sich aus deren kurzer Darstellung ergeben wird.

Als Texturvarietäten des Diorites ohne Berücksichtigung der ungleichen Mengung lassen sich unterscheiden:

a) Körniger Diorit, die normalste Varietät. Z. B. am Klumpen bei Ebersbach in der Oberlausitz.

b) Feinkörniger bis dichter Diorit, übergehend in Aphanit. Belmsdorf bei Bischofswerda in der Oberlausitz.

c) Porphyrartiger Diorit oder Dioritporphyr, mit Krystallen von Feldspath oder Amphibol, übergehend in Aphanitporphyr.

d) Schiefriger Diorit oder Dioritschiefer. Die Schiefertextur meist unvollkommen, übergehend in Aphanitschiefer.

e) Kugeldiorit (*Diorite globaire*). Die Kugelbildung ist nur eine locale Erscheinung im Diorit. Sehr charakteristisch und schön kennt man dieselbe bei Santena und Ajaccio auf Corsica. Das Gestein besteht hier nach *Delesse* aus einem Gemenge von Anorthit, schwärzlich grüner Hornblende und etwas Quarz, gehört also zugleich einer der Mengungsvarietäten an. Jene Mineralien bilden wechselnde concentrische Lagen um Kerne, in welchen entweder der Anorthit oder die Hornblende ganz vorherrscht, und die zugleich radial stänglige Textur zeigen. Dadurch entstehen fest eingewachsene Kugeln von 1 bis 3 Zoll Durchmesser, deren Querbruch concentrische helle und dunkle Ringe zeigt.

Auch im Timazit von Schemnitz kommen beim Stephanschacht Kugeln vor, aber ohne concentrische Anordnung des Innern.

f) Mandelsteinartiger Diorit kommt nur selten und nur mit feinkörniger bis dichter Grundmasse vor, die schon in den Zustand des Aphanites übergeht.

g) Wackenartiger Diorit oder Dioritwacke. Dieser zersetzte, entfärbte und etwas erdige Zustand, kann nur durch Uebergänge mit Sicherheit als zum Diorit gehörig erkannt werden. Es wiederholen sich aber bei ihm die vorstehenden Texturunterschiede.

Als Mengungsvarietäten sind hierher zu rechnen:

h) Gemeiner Diorit, wesentlich nur aus Oligoklas und Hornblende bestehend. Etwas abweichend gemengt ist der Diorit der Hühnberge am Thüringer Wald insofern als sein Feldspath Lithion enthält, und durch die ganze Masse zerstreut

sehr viele kleine Apatitnadeln auftreten. Dieses z. Th. sehr grobkörnige Gestein geht an den Grenzen gegen das durchsetzte Rothliegende in ganz dichten Zustand über.

i) Anorthit-Diorit, in welchem der Oligoklas z. Th. oder ganz durch Anorthit ersetzt ist, wie z. B. in dem Kugeldiorit von Corsica, der zugleich etwas quarzhaltig ist.

k) Timazit, (Trachytgrünstein), besteht nach *Breithaupt* aus einer grauen oder grünlichgrauen Felsitgrundmasse, in welcher Krystalle von weissem Feldspath (Albit oder Mikroklin), schwarzem Amphibol (Gamsigradit), etwas Glimmer, Magneteisenerz und Eisenkies liegen. Die feinkörnige bis dichte Grundmasse stimmt am meisten mit Labrador überein.

Der Gamsigradit zeigt am Spaltungsprisma den Winkel von 124° 26′, die Härte 7, und das spec. Gew. 3,1, sowie grünlichgrauen Strich. Der Glimmer bildet sechsseitige braune Tafeln, das Magneteisenerz sehr kleine Körner oder Krystalle, der Eisenkies sehr kleine Hexaëder.

Nach einer Schmelzprobe *Dr. Rube's* enthält der Timazit vom Gamsigrad in Serbien ungefähr 51 Kieselsänre. Dass dieses Gestein auch in Siebenbürgen und Ungarn, besonders in den Erzdistricten, häufig ist und eocäne Sandsteine durchsetzt hat, wurde schon erwähnt. Ich habe früher von Borsabánya in der Marmaros ein Gestein unter dem Namen Labradorfels beschrieben, weil seine vorherrschende Grundmasse aus Labrador besteht. Nach *Breithaupt* stimmt dasselbe im Wesentlichen mit dem Timazit überein, nach *Dr. Rube's* Untersuchung enthält es jedoch über 63 Kieselsäure und reiht sich dadurch schon den saueren Gesteinen an.

Da nach *Delesse* der Diorit von Pont-Jean in den Vogesen ebenfalls Labrador enthält, so ist es wohl möglich, dass auch dieser zum Timazit gehört.

l) Kalkdiorit hat *Senft* ein dunkelgrünes, mehr oder weniger deutliches Gemenge von Hornblende, Oligoklas und Glimmer genannt, welches von Kalkspath durchzogen ist, und bei Ruhla im Thüringer Walde eine Einlagerung im Glimmerschiefer bildet.

Die Diorite sind am häufigsten unregelmässig zerklüftet, zuweilen aber auch säulenförmig, kugelig oder knollig abgesondert. Sie bilden sehr oft untergeordnete Massen, Gänge und dergl. zwischen schiefrigen Grauwackenbildungen, aber auch in Granit, Gneiss, Glimmerschiefer, sowie ausnahmsweise in viel neueren Bildungen.

Der Norit *Esmark's* (verschieden von dem *Scheerer's*) scheint nur eine in Norwegen sehr verbreitete, Quarz und Glimmer enthaltende Varietät des Diorites zu sein.

Der Ophit *Palassou's* ist nach der Beschreibung ein ziemlich dichter Diorit. Der Glimmerdiorit von *Delesse* dürfte dagegen wegen seines Orthoklasgehaltes besser zum Syenit, als hierher zu rechnen sein.

G. Rose, über Grünsteine, in Poggend. Annalen 1835, B. 34, S. 1.

Riviere, *Bullet. de la soc. géol. d. Fr.* 1844, 1., p. 528.

Keibel, Analysen in d. Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1857, B. 9, S. 575, v. L. u. Br. Jahrb. 1859, S. 445.

Hunt, in *Sillm. amer. Journ.* 1859 [2] 27, p. 340.

v. Richthofen, geogn. Beschr. von Süd-Tyrol, 1816, S. 111. Der Diorit von Klausen enthält strahlsteinartige Hornblende mit Oligoklas.

Delesse, über den Anorthit-Kugeldiorit, welcher zuerst 1785 von *Besson* im *Journ. de Phys.* beschrieben wurde, und über Vogesendiorite, *Ann. des mines* 1859, t. 16, p. 160 und 339, 1851, S. 149.

Breithaupt, über den Timazit, in der Berg- und hüttenm. Zeit. 1861, S. 51. Ueber die Verbreitung des Timazites vergl. *Cotta*, Gangstudien, B. 4, S. 28, 56, 65 und 85.

Senft, über den Kalkdiorit, in der Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1858, S. 308.

Esmark, über den Norit, im Magaz. for Naturvidenskabern, B. 1, S. 207.

Charpentier, über den Ophit, *constit. géogn. des Pyrénées*, 1823, p. 481.

Dufrenoy, über den Ophit, *Ann. des mines*, 1832, [3], t. 2, p. 21.

v. Rath, der Diorit von Neurode in Schlesien besteht aus 56 Hornblende und 44 Saussurit. Die erstere ist nach *G. Rose* hier aus Augit entstanden. Poggend. Annalen 1855, B. 95, S. 555.

7) Aphanit (Trapp z. Th., Melaphyr z. Th.).

Eine dichte scheinbar homogene meist dunkelgrüne bis schwarze Masse, ungefähr von der Härte des Feldspathes, sehr zäh, zuweilen porphyrartig durch Krystalle von Feldspath, Amphibol oder Pyroxen, auch blasig oder mandelsteinartig.

Spec. Gew. 2,6—2,9.

Kieselsäuregehalt: 43—58.

Es ist unmöglich, mit dem blossen Auge zu erkennen, woraus die Hauptmasse des Aphanites besteht, und deshalb gerade hat *Hauy* diesem Gestein den Namen Aphanit gegeben. Aus den Uebergängen dieser dichten Masse in Diabas, Gabbro oder Diorit geht jedoch hervor, dass dieselbe als der dichte Zustand dieser Mineralverbindungen anzuse-

hen ist und sich zu ihnen gerade so verhält, wie der Basalt zum Dolerit und Nephelindolerit, was auch mit den Resultaten der chemischen Analysen und dem Vorkommen ganz überein stimmt.

Die Kleinheit und innige Verbindung der einzelnen Gemengtheile, verbunden mit ihrer mineralogischen Aehnlichkeit, macht es unmöglich mit den gewöhnlichen Hülfsmitteln zu erkennen, ob ein solches ganz dichtes Gestein zum Diabas, Gabbro oder Diorit gehöre, wo es nicht durch Uebergänge mit dem einen oder dem anderen dieser Gesteine verbunden ist, oder wenigstens Mineralien porphyrartig eingestreut enthält, welche charakteristisch für eines derselben sind, und den Schluss allenfalls erlauben, dass dieselben Bestandtheile auch Antheil an der Zusammensetzung der Grundmasse nehmen. Als solche Mineralien treten nun allerdings nicht selten Labrador, Oligoklas, Pyroxen oder Hornblende auf, da aber der Schluss aus den porphyrartig auskrystallisirten Mineralien auf die Zusammensetzung der dichten Grundmasse immerhin noch etwas unsicher bleibt, so pflegt man auch dergleichen porphyrartige Aphanite nicht ohne Weiteres einem jener bestimmten Gesteine zuzurechnen, sondern vielmehr als Aphanitporphyre oder Grünsteinporphyre verschiedener Art zu bezeichnen. Am leichtesten kann es noch durch sorgfältige mikroskopische Untersuchung dünngeschliffener Plättchen der Grundmasse gelingen, die Frage der speciellen mineralischen Zusammensetzung zu entscheiden. Solche Untersuchungen sind aber umständlich und nicht in allen Fällen, namentlich nicht auf Reisen, anwendbar. Bei den Untersuchungen der Art, welche bisher mit Aphaniten angestellt worden sind, hat sich ergeben, dass darin gewöhnlich auch die accessorischen Bestandtheile jener deutlich gemengten Gesteine vertreten sind. Die Mehrzahl der Aphanite scheint zu den pyroxenhaltigen Grünsteinen zu gehören, oder, was dasselbe ist, diese haben häufiger den dichten Zustand angenommen als die amphibolischen. Textur und Mengungsvarietäten wiederholen sich natürlich z. Th. ganz ähnlich im dichten, wie im körnigen Zustande.

Als Texturvarietäten lassen sich unterscheiden:

a) Gemeiner dichter Aphanit.

b) Porphyrartiger Aphanit oder Aphanitporphyr, mit Krystallen von Labrador, Oligoklas, Hornblende, Augit oder Uralit. Danach unterscheidet man Labradorporphyr, Oligoklasporphyr, Augitporphyr oder Uralitporphyr, welche nachher besonders besprochen werden.

Bei Manebach, Herges und Tabarz im Thüringerwalde kommen Aphanitporphyre, deren Feldspathkrystalle noch nicht sicher bestimmt sind, ausgezeichnet schön vor.

c) Schiefriger Aphanit oder Aphanitschiefer, meist nur undeutlich- oder dick-schiefrig.

d) Blasiger Aphanit, ziemlich selten, und zuweilen erst durch Wiederauswittern der früher vorhandenen Ausfüllungen von Blasenräumen entstanden. Es ergiebt sich letzteres aus dem Umstande, dass die Blasenräume zuweilen an der zersetzten Oberfläche leer, im frischen Innern aber noch ausgefüllt sind.

e) Mandelsteinartiger Aphanit oder Aphanitmandelstein. Die Blasenräume sind am häufigsten mit Kalkspath oder Zeolith erfüllt.

f) Wackenartiger Aphanit oder Aphanitwacke. Durch Zersetzung entfärbt und erdig, nur aus dem Vorkommen bestimmbar.

Als Mengungsvarietäten lassen sich, ausser der gemeinen ganz dichten, unterscheiden:

g) Kalkaphanit (Schalstein z. Th.). In der dichten zuweilen schiefrigen Masse liegen Kalkspath- oder Braunspathkörner, welche nicht Ausfüllungen von Blasenräumen sind.

h) Variolithischer Aphanit (Variolith). Die dichte Grundmasse enthält hirsekorn- bis nussgrosse Concretionen von grünlicher oder violettgrauer Farbe, radialfasriger oder concentrischer Textur, die fest verwachsen, kaum scharf umgrenzt sind. Sie bestehen aus einem wahrscheinlich labradorischen Felsit, enthalten aber oft auch etwas Pistazit in concentrischen Lagen. Accessorisch in der Grundmasse: Eisenkies und Magneteisenerz, in Klüften und Höhlungen Quarz, Pistazit, Kalkspath und Chlorit.

Delesse untersuchte und beschrieb sehr genau die Variolithe der Durance und erwähnt dabei auch die des Fichtelgebirges, Savoyens u. s. w. *Ann. des mines* 1850, t. 17, p. 116. Ihre kugelförmigen Concretionen zeigen oft einen röthlich violetten oder grauen Kern, darum eine helle Rinde und um diese eine etwas heller grüne Schale, als die Grundmasse, in der sie liegen. In der Grundmasse erkannte er mikroskopisch kleine Feldspathtafeln.

i) Labradorporphyr (schwarzer Porphyr) von Elbingerode. Die schwarze Grundmasse enthält Krystalle von Labrador und kleine Theile eines noch unbestimmten dunkelgrünen Minerals.

Spec. Gew. = 2,7. Kieselsäuregehalt = 56—58 Proc. Die scheinbar dichte Grundmasse fand *Streng* unter der Loupe deutlich krystallinisch, bestehend aus einem helleren und einem dunkelgrün bis schwarz gefärbten Minerale. Wahrscheinlich sind das dieselben Bestandtheile, welche auch deutlich hervortreten. Die Labradorkrystalle zeigen oft einen dunklen matten Kern, umgeben von einem hellen glänzenden Rahmen, die Zwillingsstreifung setzt durch beide gleichmässig fort. Zuweilen ist umgekehrt der Kern hell und glänzend, der Rahmen aber matt und dunkler. Accessorisch, aber selten und nur sehr klein, treten darin auf: braunschwarze Glimmerblättchen, Schwefelkies und Magneteisenerz. Das Gestein durchsetzt bei Elbingerode am Harz devonische Schiefer und Kalksteine.

Hierher gehören nun wohl auch die durch *Delesse* beschriebenen Gesteine von Belfaly und Ternuay in den Vogesen, welche auch Augit enthalten und z. Th. als Mandelsteine ausgebildet sind, das von *Kjerulf* als Melaphyr beschriebene Gestein von Barnekjern bei Christiania, sowie manche andere sogenannte Melaphyre und *Porfido verde antico*.

Streng, in v. L. u. Br. Jahrb. 1860, S. 397.

Delesse, in *Ann. des mines* 1847, [4], 12, p. 228.

Kjerulf, Christiania Silurbecken 1855, S. 28.

k) Oligoklasporphyr nannte *G. Rose* ein diabasartiges oder aphanitisches Gestein am Ural, welches in einer dunkelgrünen ziemlich oder ganz dichten Grundmasse Krystalle von Oligoklas enthält. Vieler *Porfido verde antico* gehört dazu. Ebenso das etwas Eisenkies und Kupferkies enthaltende Gestein von Lescines in Belgien, welches *Delesse* beschrieb, (wenn es nicht zum Glimmerdiorit gehört), und einige von *Kjerulf* beschriebene Gesteine aus der Umgegend von Christiania.

G. Rose, Reise nach dem Ural, II, S. 571.

Delesse, *Bullet. de la soc. géol. de France* 1849 [2], t. 6, p. 386. 1850 [2], t. 7. p. 310.

Kjerulf, Christiania Silurbecken 1855, S. 9.

l) Augitporphyr, (oft Melaphyr genannt). Eine dichte, meist dunkelgrüne Grundmasse enthält Krystalle von Augit.

Frh. v. Richthofen rechnet hierzu die meisten Gesteine des Fassagebietes, welche gewöhnlich als Melaphyre bezeichnet worden sind. Diese enthalten in basaltähnlicher Grundmasse Krystalle von Augit und Labrador oder auch Oligoklas. Stets Titaneisenerz eingesprengt. Sie bilden vielerlei Varietäten, besonders auch blasige und mandelsteinartige.

v. Richthofen, Süd-Tyrol 1860, S. 128.

m) Uralitporphyr nannte *G. Rose* ein Gestein am Ural welches in einer dichten, dunklen, wahrscheinlich diabasischen

Grundmasse Krystalle von Uralit enthält. Dieser Uralit ist Hornblendesubstanz in Augitform.

G. Rose, Reise nach dem Ural, II, S. 370.

Die 4 letzten Varietäten kann man gemeinsam auch als Aphanitporphyre oder Grünsteinporphyre bezeichnen, während sie wohl sämmtlich zuweilen unter dem Namen Melaphyr angeführt worden sind. Auch die Timazite Ungarns treten, z. B. in der Gegend von Schemnitz, oft mit dichter aphanitischer Grundmasse auf, in welcher einzelne Krystalle oder krystallinische Theile von Amphibol (Gamsigradit) oder Feldspath deutlich hervortreten.

Die Aphanite sind am häufigsten unbestimmt massig abgesondert oder stark zerklüftet, zuweilen aber auch regelmässig säulenförmig, kugelig oder knollig. Die Art ihres Vorkommens entspricht dem der Diabase, Diorite und Gabbros, mit denen sie sogar sehr oft zusammen gefunden werden. Wahrscheinlich sind es nur Erkaltungsmodificationen derselben. Für diese Vermuthung liefert die sächsische Oberlausitz vortreffliche Bestätigungen. Im Granitgebiet treten dort eine Menge kleiner deutlich gemengter Dioritkuppen auf, daneben aber schwächere Gänge von 5 bis 20 Fuss Mächtigkeit, deren Zustand ein feinkörniger, fast dichter ist. Bei Belmsdorf, unweit Bischofswerda beobachtete ich sogar einen solchen 20 oder 30 Fuss mächtigen Dioritgang, der in der Mitte feinkörnig, gegen die natürlich am schnellsten abgekühlten Spaltenwände hin aber fast dicht ist. Ausläufer desselben in den Granit und schmale Gänge in dem Hauptgang von nur 2 Zoll Mächtigkeit, bestehen sogar aus einer vollkommen dichten Masse, die man leicht für Basalt halten kann, da sie fast ganz schwarz ist. Diese Texturunterschiede derselben Mineralverbindung sind augenscheinlich alle Folgen ungleich schneller Erstarrung, die unter übrigens gleichen Umständen offenbar im Verhältniss zum Volumen oder zur Mächtigkeit der abzukühlenden Masse steht.

Hierüber: Erläuter. z. geogn. Karte v. Sachsen 1839, H. 3, S. 24. Sonst noch über Aphanit: *Delesse* in *Ann. des mines* 1849, t. 16, p. 350.

Melaphyre.

8) Melaphyr.

Dunkele, grünliche, bräunliche oder schwarze dichte, porphyrartige, blasige oder mandelsteinartige Gesteine, stets ohne Quarz. Innige Gemenge von Felsit, Pyroxen, Amphibol und Magneteisenerz.

Spec. Gew. 2,6—3,1.

Kieselsäuregehalt: 54—62.

Der Name Melaphyr ist seit *Brongniart* von verschiedenen Geologen für so vielerlei vorherrschend dichte, dunkelfarbige und stets quarzfreie Eruptivgesteine, und besonders auch für mandelsteinartige, verwendet worden, dass sich durchaus nicht mehr ein ganz bestimmter Begriff damit verbinden lässt, wenn man nicht jedesmal den Namen eines Autors hinzufügt, und selbst dann noch wird die Sache zuweilen sehr zweifelhaft bleiben, wenn sich die Angabe nicht auf ein bestimmtes Localvorkommen bezieht.

Dunkle vorherrschend dichte oder mandelsteinartige Gesteine, die aus innigen Gemengen von irgend einem Feldspath, Pyroxen, Amphibol und Magneteisenerz bestehen, giebt es eben sehr vielerlei, und wir haben dergleichen bereits mancherlei unter den Benennungen Basalt und Aphanit kennen gelernt, die wieder nur dichte Zustände gewisser deutlicher Gemenge sind. Vieles von dem, was zuweilen Melaphyr genannt worden ist, gehört entschieden zu unseren Basalten oder Grünsteinen. Man hat aber auch die Gesteine, welche wir unter der Benennung Porphyrite kennen lernen werden, sehr oft als Melaphyre bezeichnet, und es ist fraglich, ob nach Abzug alles dessen, was sich den Basalten, Grünsteinen und Porphyriten zurechnen lässt, noch irgend ein besonderer Melaphyr übrig bleibt.

Unter diesen Umständen halte ich es für zweckmässig, die Benennung Melaphyr nur als eine gleichsam vorläufige, für diejenigen vorherrschend dichten und dunklen basischen Eruptivgesteine beizubehalten, deren Zusammensetzung oder Zugehörigkeit zu deutlicher gemengten noch nicht erkannt ist, in derselben Art etwa, in der man sich oft genö-

thigt sieht, den Ausdruck Grünstein für dioritische, diabasische oder gabbroartige Gesteine zu verwenden, deren genauere mineralische Zusammensetzung noch nicht erkannt ist.

Obwohl ich aber geneigt bin für meine Person den Ausdruck in so unbestimmter Weise anzuwenden, so halte ich es doch für nöthig, hier die wichtigsten der verschiedenen Einzelbestimmungen kurz anzuführen, woraus zugleich die grosse Ungleichheit derselben recht deutlich hervor gehen wird.

a) *Al. Brongniart*, von welchem die Benennung Melaphyr herrührt, bezeichnete denselben als *Pâte noire d'Amphibole pétrosilicieux, enveloppant des cristaux de Feldspath.* Was hier unter Amphibole *pétrosilicieux* zu verstehen sei, ist um so weniger sicher, da zu jener Zeit (1813) die Unterschiede zwischen Amphibol und Pyroxen noch nicht so festgestellt und geläufig waren, als gegenwärtig.

b) *L. v. Buch* wendete die Brongniart'sche Benennung Melaphyr zunächst auf die schwarzen Gesteine des Fassathales und der Seisser Alp an (vergl. S. 97, l.), die er auch wohl schwarze Porphyre oder Augitporphyre nannte, weil sie in einer schwarzen augitreichen Grundmasse Krystalle von Augit enthalten. Er rechnete dazu aber ferner viele Gesteine des Harzes, des Thüringer Waldes u. s. w., bei denen er eine analoge Zusammensetzung vermuthete, und denen er ganz vorzugsweise die Ursache der Gebirgserhebungen, sowie an vielen Orten der Dolomitbildung zuschrieb. Als Hauptmerkmale dieser Gesteine bezeichnete er: dunkle Farbe, grossen Augitgehalt und gänzlichen Mangel an Quarz als Gemengtheil. In v. Leonhard's Taschenbuch 1824, II, S. 289, 372, 437 und 471.

c) *Naumann* sagt darüber: „Die Gesteine, welche *Al. Brongniart* unter dem etwas seltsam gebildeten Namen Melaphyr einführte, sind grösstentheils identisch mit denen, welche *Faujas-de-Saint-Fond* unter dem schwedischen Namen Trapp vereinigte, dessen sich auch *Warmholz, Steiniger* und Andere in demselben Sinne bedient haben. *Werner* nannte sie Trapp-Porphyr oder Trapp-Mandelstein, *Zobel* und *v. Carnal* Porphyrit, *Freiesleben* Pseudoporphyr, *v. Raumer* Basaltit, und in manchen französischen Schriften werden sie auch z. Th. unter dem Namen Spilit aufgeführt. Trapp und Melaphyr dürften wohl gegenwärtig die gebräuchlichsten Benennungen sein; weil jedoch

der schwedische Trapp nach *Erdmann* ein diabasisches Gestein ist, während die unter demselben Namen aufgeführten Gesteine der Faröer und Islands basaltische Gebilde sind, so scheint es am zweckmässigsten mit *L. v. Buch* für die hier zu betrachtenden Gesteine den Namen Melaphyr beizubehalten." Dieselben werden dann bezeichnet als: klein- oder versteckt-krystallinische (also dichte) Gemenge von Labrador und wahrscheinlich Augit, in welchen aber nur der Labrador erkennbar, oft als eingesprengte Krystalle, hervortritt, und welche sehr zur Mandelsteinbildung geneigt sind. Magneteisenerz fehlt darin wohl nie, ebenso enthalten sie gewöhnlich kohlensaures Eisenoxydul und kohlensauren Kalk unsichtbar beigemengt; sowie etwas Rubellan und Glimmer. Der petrographische Unterschied von den Basalten scheint sich demnach auf den Mangel des Olivins zu beschränken und auf den Umstand, dass der Augit nicht sicher zu erkennen ist. Geognosie und in v. L. u. Br. Jahrbuch 1860, S. 1.

d) *Frh. v. Richthofen* suchte, um der Verwirrung ein Ende zu machen, welche der Name Melaphyr nach und nach hervorgerufen, die Bestimmung *Brongniart's* wieder herzustellen, und glaubt z. B. am Schneidemüllersberg bei Ilmenau, im Schleusethal am Thüringer Wald, zwischen Landshut und Glatz in Schlesien, bei Oberstein und zwischen Botzen und Colmann in Tirol ihr entsprechende Gesteine erkannt zu haben. Er beschreibt sie so:

Dichte Grundmasse, dunkelgrün oder braun bis schwarz, Bruch uneben ins Muschelige neigend, schimmernd, Härte des Feldspathes oder geringer. Spec. Gew. = 2,7. Darin oft Krystalle von Feldspath, (Oligoklas oder Labrador). Andere Mineralien sind nur ausnahmsweise erkennbar. In seinem grösseren Werk über Tyrol rechnet er dazu z. B. auch das Gipfelgestein der Margola, welches aus einem innigen Gemenge von Oligoklas, Labrador, Augit und Hornblende besteht, sowie ein feinkörniges Gemenge von Oligoklas und Hornblende mit viel Oligoklas und wenig Augitkrystallen, welches *v. Klipstein* Mulattporphyr genannt hatte.

Ueber die mineralische Zusammensetzung der dichten Grundmasse schliesst v. R. aus den Resultaten der chemischen Analysen, den ausgeschiedenen Mineralien, der mikroskopischen Untersuchung, und dem specifischen Gewicht, dass sie wesentlich aus Oligoklas und Hornblende bestehen, mit Beimengungen von Apatit, Titaneisen, zuweilen auch etwas Magneteisenerz und Chlorophäit oder Magnesiaglimmer. In ihr liegen oft Labradorkrystalle, ausnahmsweise vielleicht auch solche von Augit, Hornblende, Epidot oder Glimmer, nie Quarz oder Olivin.

In Blasenräumen kommen Quarz, Chalcedon, Karbonspäthe

und Zeolithe vor. Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1856, S. 589, wo S. 593 zugleich ein sehr vollständiges Literaturverzeichniss gegeben ist. Sitzungsber. d. Wiener Akad. d. Wissensch. 1857, B. 27, S. 293, Bemerkungen über die Trennung von Melaphyr und Augitporphyr, Wien 1859, und geogn. Beschr. von Süd-Tyrol 1860, S. 141.

e) *E. Söchting* sucht dagegen zu beweisen, dass *v. Richthofen's* Bestimmung der Grundmasse unsicher sei, dass dieselbe nach den durch die Untersuchung erlangten Resultaten eben so gut aus Labrador und Augit bestehen könne, und dass auf *Brongniart's* Hornblendebestimmung überhaupt gar kein Werth zu legen sei (Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1857, S. 427). *Söchting* selbst beschrieb früher die sogenannten Melaphyre des Thüringer Waldes als innige Gemenge von Labrador und Augit in der Zeitschr. d. ges. Naturwissenschaften 1854, S. 199.

f) *Girard*, welcher von dem Gesichtspunkte ausgeht, dass man die Gesteine zuerst geologisch, und dann erst mineralogisch und chemisch zu bestimmen habe, d. h. dass über das Zusammengehören und folglich auch die Benennung, mehr ihr geologisches als ihr mineralogisches und chemisches Verhalten entscheiden müsse, bekämpfte ebenfalls *v. Richthofen's* Ansicht in Beziehung auf den Melaphyr, scheint aber dabei allerdings v. R. etwas missverstanden zu haben, welcher im Wesentlichen nur das Unklare des Begriffes Melaphyr dadurch zu beseitigen sucht, dass er *Brongniart's* erste Bestimmung möglichst aufrecht erhalten wissen will, und in Folge davon eine Menge gewöhnlich Melaphyr genannte Gesteine davon ausscheidet, während *Girard* nun nachzuweisen sucht, dass viele dieser Gesteine wirklich Augit und keine Hornblende enthalten, was v. R. gar nicht leugnet, sondern nur in Folge davon sie nicht zum Melaphyr rechnet. Man kann *v. Richthofen's* Melaphyrbeschränkung vielleicht unpraktisch oder inconsequent nennen; unpraktisch, weil sie den üblichen Begriffen zu sehr widersprechend, keine Aussicht auf Erfolg hat, inconsequent im Vergleich mit der von ihm durchgeführten Erweiterung des Trachytbegriffes; deshalb braucht sie aber noch nicht an sich unrichtig zu sein, selbst wenn man den von *Girard* voran gestellten Grundsatz als richtig anerkennen will. *Girard* selbst hält den Melaphyr von Ilfeld für ein Gemenge eines feldspathhaltigen Minerales mit Augit, worin der letztere nur $^1/_5$ oder $^1/_6$ von der ganzen Masse ausmacht. Ob der vorwaltende Gemengtheil Labrador oder Oligoklas sei, lässt er unentschieden. Kleine schwarze Körner in demselben hält er für Magnet- oder Titaneisen. Er vergleicht dann noch einige andere Melaphyre mit dem von Ilfeld. v. L. u. Br. Jahrb. 1858, S. 173.

g) *Streng* unterscheidet bei Ilfeld Melaphyrporphyr, Melaphyr und Melaphyrmandelstein. Der erstere, welcher zu

unserem Porphyrit gehören dürfte, enthält in einer homogenen hornsteinartigen grauen oder braunen Grundmasse, kleine, höchstens 1 Linie lange weisse oder grünliche Feldspath-Krystalle mit Zwillingsstreifung, welche aus Oligoklas oder Labrador bestehen, zuweilen damit verwachsene Krystalle eines unbestimmten dunkelgrünen Minerals, kleine rothbraune Granatkörner, ein hellgrünes Mineral, vielleicht erst durch Zersetzung entstanden, und sehr kleine Magneteisenerztheilchen.

Der Melaphyr besteht aus einer im frischen Zustande blauschwarzen, deutlich krystallinischen, wachsartig glänzenden spröden, durch Verwitterung grünlichen, grauen oder braunen, matten Hauptmasse, die wahrscheinlich aus Felsit mit Augit, Hornblende oder einem noch unbestimmten diallagartigen Minerale und etwas Magneteisenerz besteht. In dieser Grundmasse erkennt man sehr kleine Krystalle jenes diallagartigen Minerales, zugleich etwas grössere Säulen desselben Minerals, welche regelmässige unter einem Winkel von 60° sich kreuzende Zwillingsverwachsungen zeigen, und deutliche Blättchen von Rubellan. In einem zweiten Aufsatz wird das diallagartige Mineral als ein thonerdehaltiger Schillerspath bestimmt.

Der Melaphyrmandelstein besteht aus einer homogenen braunen Grundmasse von der Härte 5—6, und enthält kleine Mandeln, welche mit Grünerde, Chalcedon und kohlensaurem Kalk erfüllt sind.

Das spec. Gew. dieser Varietäten schwankt zwischen 2,6 und 2,7, ihr Kieselerdegehalt beträgt nach dem Mittel ziemlich vieler Analysen für den Melaphyrporphyr 61,3, für den Melaphyr und Mandelstein 56,4. Sie bilden gemeinsam eine mächtige Platte zwischen dem unteren und oberen Rothliegenden der Gegend. Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1858, S. 99 und 1859, S. 78. Ueber die Lagerung dieser Gesteine *Bäntsch*, in den Abhandl. d. naturf. Ges. zu Halle 1858.

h) *G. Rose* bestimmte den Ilfelder Melaphyr, wie folgt:

Eine feinkörnige fast dichte Masse von schwarzer oder brauner Farbe, zuweilen mit kleinen nadelförmigen oder mit ebenfalls sehr kleinen grünlichweissen Krystallen in dieser Masse, welche ausserdem öfters blasig oder mandelsteinartig ist.

Die Grundmasse besteht nach den angestellten mikroskopischen und chemischen Untersuchungen höchst wahrscheinlich aus einem innigen krystallinischen Gemenge von Oligoklas mit Augit oder Hornblende, Magneteisenerz und etwas Apatit. Die feinen nadelförmigen Krystalle scheinen in Schillerspath umgewandelter Augit zu sein, die grünlich weissen Kryställchen vermochte *Rose* nicht zu bestimmen. Local kommen auch noch kleine Glimmerkrystalle und unregelmässig begrenzte Körner in der Masse vor, welche aus Vestan zu bestehen scheinen.

Die oft sehr regelmässig gestalteten, z. B. birnförmigen Blasenräume enthalten concentrische Lagen von Chalcedon und Quarz sowie Kalkspath.

Specieller werden unterschieden:

Schwarzer Melaphyr von den Rabenklippen. Im dichten Gemenge herrschen durchsichtige prismatische Krystalle vor, dazwischen liegen grössere weisse Krystalle. Magneteisenerzkörner sehr klein.

Schwarzer Melaphyr von Wiegersdorf: Grundmasse unter dem Mikroskop undeutlicher als die vorige, darin liegen diallagähnliche Augitkrystalle.

Rother Melaphyr vom Birkenkopf. Die braunrothe Grundmasse enthält grüne nadelförmige Augitkrystalle.

Rose vergleicht diese Melaphyre am meisten denen von Löwenberg, Lähn und Landshut in Schlesien.

Zeitschrift d. d. g. Gesellsch. 1859, S. 280.

i) Mandelstein von Oberstein, dieses durch seine schönen Achatmandeln bekannte Gestein wird von vielen Geologen zum Melaphyr gerechnet, so z. B. von *v. Dechen*, *Dufrenoy*, *Elie de Beaumont* und *Naumann*. Seine meist braune oder grünliche vorherrschend wohl felsitische Grundmasse enthält oft kleine Krystalle von Feldspath und Mandeln, die aus Achat und anderen Mineralien bestehen. Hiernach möchte ich dieses Gestein zum Porphyrit rechnen.

Delesse hat diesen Mandelstein zuerst sorgfältig untersucht. Das spec. Gew. beträgt 2,68, die chemische Analyse ergab 51,13 Kieselsäure, 29,73 Thonerde und Eisenoxydul, 4,73 Kalkerde, 40,73 Talkerde und Alkalien, 3,68 Wasser und Kohlensäure. Daraus, sowie aus der mineralogischen Untersuchung schliesst D., dass die Hauptmasse wesentlich aus Labrador bestehe, in ihr treten zuweilen viele kleine, weisse durchscheinende Labradorkrystalle auf, und ihre oft grünliche Färbung scheint von Chloritbeimengung herzurühren. Zuweilen erkennt man auch etwas Augit und kleine braune Glimmerblättchen darin, überall scheint sie fein vertheiltes Magneteisenerz zu enthalten.

In den zahlreichen Mandeln, deren Durchmesser zwischen 1 Linie und 1 Fuss schwankt, fand *Delesse* Achat, Opal, Quarz, Chlorit, Kalkspath, verschiedene Zeolithe, Eisen- und Manganoxydhydrat.

Der Obersteiner Mandelstein, welcher mit dichten, feinkörnigen und porphyrartigen Varietäten verbunden ist, bildet in der Steinkohlenformation jener Gegend theils mächtige Gänge, und Massen, theils parallele Zwischenlagen. Er scheint ungefähr in der Periode empor gedrungen zu sein, in welcher die Ablagerung des Rothliegenden begann. Vielleicht gehört hierher auch der S. 75 erwähnte Tholeiit.

Delesse, in den *Ann. des mines* [4], t. 16, p. 511. *Steininger*, geogn. Beschr. d. Landes zwischen Saar und Rhein 1840, S. 110.

k) *Senft* bezeichnet als Melaphyre fast alle dunklen quarzfreien Eruptivgesteine des Thüringer Waldes. Sie bestehen nach ihm vorherrschend aus dichter Labradormasse gemengt mit magnetischem Titaneisenerz, Kalkspath, Eisenspath und Eisenchlorit (Delessit). Er unterscheidet zunächst Grünsteinähnliche, Basaltähnliche und Felsitporphyrähnliche, sowie dann nach der Textur: 1) körnige, doleritähnlich bei Schmiedefeld, 2) porphyrische (Melaporphyr), die wieder in Labrador-Melaporphyr (Trappporphyr), Glimmerporphyr und Eisenchlorit-(Delessit-)Porphyr zerfallen, 3) Melaphyr-Mandelsteine und 4) dichte oder feinkörnige Melaphyre. Das sind sehr vielerlei Gesteine.

Bericht der Naturforscherversammlung zu Wien 1858, S. 144.

Ueber die sogenannten Spilite der westlichen Alpen, welche ebenfalls zu den Melaphyren gerechnet werden, vergl. *Gueymard* in den *Ann. des mines* 1850, [4], t. 18, p. 54 u. *Delesse* daselbst 1857, [5], t. 12, p. 457.

Porphyrite.

(Quarzfreie Porphyre.)

Da sie alle durch Uebergänge innig mit einander verbunden sind, und auch geologisch eine gleiche Stellung einnehmen, so werde ich sie nur als Varietäten eines Gesteins unterscheiden, aber als solche selbstständig beschreiben.

9) Porphyrit, (Feldspathporphyr, Hornblendeporphyr, Glimmerporphyr) enthält in einer meist dunklen felsitischen Grundmasse vereinzelte Krystalle von Feldspath, Glimmer oder Hornblende. Die Grundmasse ist zuweilen zugleich blasig oder mandelsteinartig.

Spec. Gew. 2,6—2,7.

Kieselsäuregehalt: 59—61.

Unter Porphyr ohne weiteren Zusatz, pflegt man vorzugsweise die quarzhaltigen Felsitporphyre oder Quarzporphyre zu verstehen, aus diesem Grunde hat *Naumann* in seiner Abhandlung über Ilfeld vorgeschlagen, die quarzfreien Porphyre mit vorherrschend felsitischer Grundmasse, unter der für einige derselben schon früher angewendeten gemeinsamen Benennung Porphyrite zusammen zu fassen,

das ist jedenfalls eine glücklichere Wahl der Benennung als die von *G. Rose* für einige derselben in Vorschlag gebrachte: Syenitporphyr. Viele dieser Gesteine stehen, wie ihr hoher Kieselsäuregehalt (49—61 Proc.) zeigt, schon auf der Grenze zwischen den basischen und sauren Gesteinen, sie gehören aber in ihrer Mehrzahl doch noch zu den basischen. Quarz kommt darin nur ganz ausnahmsweise vor.

Wegen ihrer vorherrschend dunklen Färbung, und wegen des Mangels an Quarz sind sie häufig zu den Melaphyren gerechnet worden. Auch glaube ich, wie schon bemerkt, wirklich, dass ein Theil der sogenannten Melaphyre zu den Basalten oder Grünsteinen, der andere Theil zu den Porphyriten zu rechnen sein wird, so dass für ein selbstständiges Gestein Melaphyr kaum noch etwas übrig bleibt. Da aber die Entscheidung über die Zurechnung zu dem Einen oder dem Andern oft sehr schwer ist, so mag die Benennung Melaphyr für dergleichen zweifelhafte Gesteine immerhin bequem und zweckmässig sein. Man könnte hiergegen einwenden, es sei dann wohl richtiger den Namen Porphyrit aufzugeben und dafür Melaphyr zu sagen, da sich die Bezeichnung Porphyrit zunächst nur auf ein Texturverhältniss bezieht, welches nicht als wesentliche Unterscheidung anzusehen ist, und da wirklich die Porphyrite nicht stets porphyrartige Textur zeigen. Einer solchen Neuerung, wie sie *Senft* wirklich beabsichtigt zu haben scheint, steht nur der allzugrosse Missbrauch entgegen, welcher nun einmal mit der Benennung Melaphyr getrieben worden ist, so dass es schwer sein dürfte, dieselbe wieder für etwas Bestimmtes zur Geltung zu bringen, während man sie für unbestimmte Dinge leichter beibehalten mag.

Die Porphyrite lassen sich nach ihrer ungleichen Mengung in unterscheidbare Varietäten spalten, so weit das bei Gesteinen überhaupt möglich ist. Zu dieser Spaltung dienen am besten die in der felsitischen Grundmasse deutlich porphyrartig hervortretenden Mineralien. Danach trenne ich hier Porphyrit, mit Feldspathkrystallen, Hornblendeporphyrit mit Feldspath und Hornblendekrystallen, und Glimmerporphyrit mit Feldspath und Glimmerkrystallen.

Alle Porphyrite sind am häufigsten massig abgesondert

oder stark zerklüftet, seltner regelmässig säulen- oder plattenförmig. In Deutschland kennt man sie nirgends von viel neuerer Entstehung als das Rothliegende, dieses durchsetzen sie zuweilen noch, und sehr oft kommen sie mit demselben zusammen vor. In Süd-Tyrol scheinen viel jüngere aufzutreten. Sie nehmen nirgends sehr grosse zusammenhängende Gebiete ein, und sind überhaupt bei weitem nicht so verbreitet als die Quarzporphyre.

A. Porphyrit im engeren Sinne (Feldspathporphyr, quarzfreier Porphyr).

Eine dichte meist dunkelbraune Felsitgrundmasse enthält Krystalle von Feldspath, Oligoklas oder auch Orthoklas, nebenbei auch von anderen Mineralien.

Spec. Gew. 2,6—2,7.

Kieselsäuregehalt, bei Ilfeld im Mittel 61,3, also sehr hoch.

Die Farbe der Grundmasse schwankt wohl auch ins Graue, Rothe, Violette oder Blaue und ausser den Feldspathkrystallen kommen darin zuweilen accessorische Beimengungen von Granat, Titanit, Magneteisenerz, Eisenglanz, Eisenkies u. s. w. vor. Dergleichen Porphyrite sind im südlichen Norwegen sehr verbreitet, wegen des rombischen Querschnittes ihrer Feldspathkrystalle hat sie *L. v. Buch* z. Th. Rhombenporphyre genannt. Bei Elfdalen in Schweden verarbeitet man sie vielfach zu kleinen Kunstwerken. Sie sind ferner im Lennegebiet und am Südrand des Harzes sehr verbreitet. Da sie an letzterer Localität neuerlich besonders genau untersucht und beschrieben worden sind, so möge ein Auszug aus diesen speciellen Beschreibungen hier Platz finden.

Der Porphyrit (Melaphyr-Porphyr *Streng's*) von Ilfeld am Harz, enthält in einer dunkelbraunen oder grauen dichten Grundmasse Krystalle von Felspath, sowie ausserdem ein dunkelgrünes und ein heller grünes Mineral, rothen Granat und feine Schüppchen von Eisenglanz. Die Grundmasse besteht nach *Streng* vorherrschend aus Orthoklas, was indessen *Rose* bezweifelt. Dünn geschliffene Blättchen derselben zeigen nach *Rose* unter dem Mikroskop eine durchsichtige Hauptmasse, ganz erfüllt von schwarzen Körnern unregelmässiger Umgrenzung, und dieselbe enthält ausserdem schwarze Punkte und Striche. Die Feldspathkrystalle und Körner sind nach *Streng* Labrador (?). Das dunkelgrüne Mineral halten *Baentsch* und *Girard* für Augit, *Rose* hält es dagegen für ein Zersetzungsproduct aus Hornblende. Durch Verwitterung werden nach *Streng* auch noch schwarzglänzende Körner von Titaneisenerz erkennbar. Es scheinen bei Ilfeld keine blasigen oder mandelsteinartigen Varietäten dieses Gesteins vorzukommen, wenn

nicht die als Melaphyr beschriebenen Ilfelder Mandelsteine als solche anzusehen sind, wogegen sich aber *Streng* und *Naumann* aussprechen.

Die Masse dieses Gesteins ist oft pfeilerförmig abgesondert. Es bildet eine ausgedehnte Decke im Gebiet des Rothliegenden, welche wahrscheinlich durch gangförmige Verzweigungen in die Tiefe hinabreicht.

Sehr verwandt mit diesem Porphyrit von Ilfeld sind nun z. B.: der Porphyrit von Korgon im Altai, mit graulichweissen Oligoklastafeln und Eisenglanzblättchen in röthlichbrauner Grundmasse; der Porphyrit von Hainersreuth im Fichtelgebirge, mit röthlichweissen Oligoklaskrystallen und sehr wenig Eisenglanz in rothbrauner Grundmasse; der Porphyrit von Pentlandshills bei Edinburg, mit Oligoklaskrystallen und Eisenglanz flimmern in bräunlichrother Grundmasse; der Porphyrit vom Ziegenrücken bei Hohenelbe, mit Oligoklaskrystallen in dunkler Grundmasse, und der Porphyrit von Rovigo bei Lugano mit Oligoklaskrystallen in dunkler Grundmasse. Auch die S. 104 nach *Delesse* geschilderten Mandelsteine von Oberstein dürften hierher gehören.

Von Mulatto und Cavalese in Süd-Tyrol beschreibt *v. Richthofen* Porphyrite, welche in dichter meist röthlicher Grundmasse tafelförmige Feldspathkrystalle enthalten, oder welche nur aus feinkörniger Grundmasse ohne Krystalle bestehen. Einige enthalten Libenerit in der Form von Nephelin oder Orthoklas. Diese Gesteine bilden schmale Gänge, welche alle anderen Gesteine jener Gegend durchsetzen.

Will man Texturvarietäten trennen, so dürften es folgende sein:

a) Porphyrartiger,
b) Dichter,
c) Mandelsteinartiger Porphyrit oder Mandelstein.
d) Porphyritwacke, etwas zersetzt. Bei Marienberg in Sachsen nennt man solche Wackengänge im Gneiss „Kalchgänge". *Streng*, Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1858, S. 106 und 1861, S. 87.
G. Rose, das. 1859, S. 296.
Naumann, in v. L. u. Br. Jahrb. 1860, S. 24.
Girard, das. 1858, S. 145.
Baentsch, die Melaphyre des Harzes, 1858.
v. Richthofen, geog. Beschr. von Süd-Tyrol 1860, S. 149.
Kjerulf, Christiania Silurbecken 1855, S. 29. Der Rhombenporphyr (Melaphyr *Kjerulf's*) des Vettakollen, enthält grosse Labradorkrystalle in felsitischer, nach *Kjerulf* zugleich augitischer Grundmasse.

B) Hornblendeporphyrit oder Hornblendeporphyr. (Dürfte meist *v. Richthofen's* Melaphyr entsprechen.)

In einer dichten, meist dunklen felsitischen Grundmasse liegen Krystalle oder krystallinische Theile von Hornblende und Feldspath, (Oligoklas).

Spec. Gew. = 2,6—2,7.

Kieselsäuregehalt bei Potschappel = 59.

Die oft ganz überwiegende dichte felsitische Grundmasse ist im frischen Zustande gewöhnlich braun, violett-braun, oder grau gefärbt, wird aber durch Verwitterung heller.

Die Hornblende bildet kleine Säulen oder Nadeln, welche durch Verwitterung oder Bleichung der Grundmasse besonders deutlich hervortreten. Die Feldspathkrystalle oder Körner (Oligoklas?), sind oft sehr innig mit der Grundmasse verwachsen und ihre Species ist deshalb schwer bestimmbar. Neben der Hornblende kommt zuweilen (bei Wilsdruff in Sachsen) auch etwas dunkler Glimmer vor, dadurch entstehen Uebergänge in Glimmerporphyr. Quarz fehlt im Gemenge durchaus. Die Grundmasse ist zuweilen auch blasig oder mandelsteinartig. *Diday* untersuchte den wahrscheinlich hierher gehörigen blauen Porphyr, welcher zu Chaux bei Fréjus den Buntsandstein durchsetzt und Krystalle von Hornblende und Albit enthalten soll.

Dieses Gestein ist nicht sehr verbreitet bekannt. Im Plauenschen Grunde bei Dresden tritt es in der Nachbarschaft des Syenites auf, von dem es möglicherweise einen dichteren Zustand darstellen könnte. Es ist hier älter als die Steinkohlenformation, deren untere Schichten davon schon Fragmente enthalten. Seine Absonderung ist unregelmässig massig mit glatten Flächen. Die Massen nähern sich etwas der Säulenform.

Zu diesem Gestein gehören viele antike Porphyre, besonders der *Porfido rosso antico*, welcher in rother Grundmasse weisse Feldspathkrystalle, schwarze Hornblendenadeln und gewöhnlich auch etwas Eisenglanz enthält.

Auch das Gestein des Hutberges bei Weissing östlich von Dresden, welches *Jenzsch* Amygdalophyr nennt, scheint als etwas hornblendehaltig hierher, jedenfalls aber zu den Porphyriten zu gehören. Dieses ist oft mandelsteinartig und enthält in den Blasenräumen Hornstein, Chlorophäit, Chalcedon, Quarz, Eisenkies, sowie zuweilen eine dem Petalit ähnliche Feldspathspecies, welche *Jenzsch* Weissigit genannt hat.

Als Texturvarietäten lassen sich auch hier unterscheiden:

a) Porphyrartiger Hornblendeporphyrit.
b) Dichter Hornblendeporphyrit.
c) Mandelsteinartiger Hornblendeporphyrit.
d) Wackenartiger Hornblendeporphyrit.

Delesse, über die antiken rothen Porphyre, im *Bullet. géol.* 1850, p. 532, daraus in v. L. u. Br. Jahrbuch 1851, S. 422.

Jenzsch, in v. L. u. Br. Jahrbuch 1853, S. 386 u. 1854, S. 406.

Naumann, Erläuter. zur geogn. Karte von Sachsen 1845, H. 5, S. 202.

Diday, *Ann. des mines*, e, II, 193, v. L. u. Br. Jahrbuch 1855, S. 704.

C. Glimmerporphyrit oder Glimmerporphyr.

Eine dichte, meist dunkle, felsitische Grundmasse enthält Krystalle, oder krystallinische Theile von Glimmer und Feldspath.

Spec. Gew. 2,6—2,8.

Kieselsäuregehalt bei Meissen: 59.

Die felsitische Grundmasse ist im frischen Zustande braun oder violettbraun gefärbt, wird aber durch Verwitterung heller. In ihr liegen deutliche dunkle Glimmerblättchen, oft sechsseitige Tafeln, und Feldspathkörner oder Krystalle, theils häufig, theils nur vereinzelt. Der Feldspath scheint theils Oligoklas, theils Orthoklas zu sein, er zeigt sich weiss, grünlich oder röthlich, manchmal bildet er lauter dünne Tafeln.

Zuweilen gesellen sich zu diesen auskrystallisirten Mineralien auch etwas Hornblende oder Quarz, und dadurch entstehen dann Uebergänge in Hornblendeporphyrit oder Granitporphyr.

Auch blasige und mandelsteinartige Textur finden sich, in welchem Falle dann die porphyrartig eingestreuten Krystalle mehr zurück zu treten pflegen. Die Mandeln enthalten Grünerde, Kalkspath und kieselige Mineralien.

Der Glimmerporphyrit, welcher besonders im Thüringer Walde sehr verbreitet ist, zeigt dort gewöhnlich unbestimmt massige Absonderung, auch wohl eine gewisse Tendenz zur Säulenform. Mit Quarzporphyren zusammen auftretend, zeigt er sich dort älter als diese, und zugleich älter als das Rothliegende, dessen Conglomerate viele Geschiebe desselben enthalten. Bei Meissen durchsetzt charakteristischer Glimmerporphyr den Syenitgranit, und die darin enthaltenen Granitgänge, sehr häufig gangförmig, und diese Gänge bestehen an ihren Salbändern und in schmalen Verzweigungen gewöhnlich nur aus der dichten Grundmasse ohne Krystalle. Bei Zwickau ist das Gestein mit zugehörigen Mandelsteinen verbunden.

Texturvarietäten sind:

a) Porphyrartiger Glimmerporphyrit.
b) Dichter Glimmerporphyrit.
c) Mandelsteinartiger Glimmerporphyrit.
d) Wackenartiger Glimmerporphyrit.

Cotta, in v. L. u. Br. Jahrb. 1845, S. 75.

Glimmertrappe.

Die Benennung Glimmertrapp rührt von *Naumann* her, welcher dieselbe für gewisse aus Glimmer und Feldspath gemengte Gesteine des Ergebirges in Vorschlag brachte, für die er selbst neuerlich in seiner Geognosie die allerdings ältere französische Benennung Minette bevorzugt hat. Unter diesen Umständen wird es erlaubt sein, jene Bezeichnung auf eine ganze Gruppe verwandter Gesteine zu übertragen, deren Gemeinsames darin besteht, dass sie vorherrschend aus Verbindungen von Glimmer und Feldspath ohne eigentliche Porphyrtextur bestehen, und keinen, oder doch nur ganz ausnahmsweise, Quarz enthalten.

Ich rechne in diese Gruppe die Gesteine Minette, Fraidronit, Kersanton und Kersantit, obwohl es nicht sicher ist, dass sie alle zu den eruptiven Gesteinen gehören. So lange das nicht entschieden ist, mögen sie wegen ihrer grossen mineralogischen Verwandtschaft hier aufgenommen werden. Ganz scharfe Abgrenzungen der Gruppen sind ja ohnehin unmöglich. Auch diese Gesteine lassen sich am zweckmässigsten als blosse Varietäten eines Gesteins betrachten, ihre Benennung möge die von *Naumann* vorgeschlagene bleiben:

10) Glimmertrapp.

Eine Verbindung von Feldspath und Glimmer.

Spec. Gew. 2,5—2,9.

Kieselsäuregehalt: 50—65.

Varietäten:

A. Minette, (Glimmertrapp im engeren Sinne).

Eine felsitische Grundmasse enthält sehr viel Glimmer. Zuweilen tritt auch etwas Orthoklas oder Hornblende deutlich darin hervor. Graue Färbung herrscht vor.

Spec. Gew. 2,5—2,9.

Kieselsäuregehalt: 50—65.

Der schwärzlich braune Magnesiaglimmer ist in diesem Gemenge zuweilen so überwiegend, dass man ihn allein deutlich sieht. Accessorisch sind ausser Hornblende zuweilen auch etwas Chlorit und Magneteisenerz beigemengt. Kalkspath und

Eisenspath sind wohl nur secundäre Erscheinungen in dem Gestein. Quarz als Gemengtheil fehlt wahrscheinlich ganz.

Das Gestein Minette, welches zuweilen schwer vom Glimmerporphyr oder auch vom Kersantit zu unterscheiden ist, findet sich bei Framont in den Vogesen sehr verbreitet, wo es von den Bergleuten seinen Namen erhielt, den zuerst *Voltz* in die Wissenschaft einführte. Bei Oederan in Sachsen bildet es untergeordnete Partien im rothen Gneiss, unweit Dippoldiswalda durchsetzt es deutlich gangförmig den grauen Gneiss des Weissritzthales.

Voltz, *Geognosie de l'Alsace*, p. 55.

Naumann, Erläuter. zur geogn. Karte von Sachsen 1838, H. 2, S. 96.

Cotta, in v. L. u. Br. Jahrb. 1853, S. 561.

Delesse, in den *Ann. des mines* [5], t. 10, p. 317 und *Compt. rend.* 1857, t. 44, p. 766. Ausz. in v. L. u. Br. Jahrbuch 1858, S. 848 und 1860, S. 724.

G. Leonhard, über Minette im Odenwald, Verhandl. d. nat. med. Vereins zu Heidelberg, II, S. 7 und v. L. u. Br. Jahrb. 1861, S. 495.

B. Fraidronit.

Eine grünliche felsitische Grundmasse ist mit viel oder wenig Glimmer gemengt. Accessorisch tritt darin zuweilen etwas Eisenkies und Quarz auf.

Diese Zusammensetzung ähnelt offenbar sehr der der Minette und man kann den Fraidronit füglich als eine blosse Varietät derselben bezeichnen. *Lan*, welcher die von *Dumas* dafür bereits gebrauchte Benennung beibehält, schliesst aus der Analyse auf eine beträchtliche Beimengung von Chlorit, welcher zugleich die grünliche Färbung bedingen dürfte, und auf Eisen- und Kalk-Karbonate, welche er für zufällige Bestandtheile hält. Oft durchziehen zarte Kalkspathadern die ganze Masse des Gesteins. Durch Verwitterung zerfällt dasselbe in Kugeln oder in eine Art Gruss. Im Dep. der Lozère und in den Cevennen durchsetzt es gangförmig Talkschiefer, Glimmerschiefer, Gneiss und Granit.

Lan, in den *Ann. des mines* [5], t. 6, p. 412, v. L. u. Br. Jahrb. 1858, S. 609.

C. Kersanton.

In einer grünlich grauen Grundmasse erkennt man hexagonale Tafeln von braunem bis schwarzem Glimmer, seltner, bei körniger Textur, auch Krystalle von Feldspath.

Kieselsäuregehalt ungefähr 53.

Der in der Regel vorherrschende Feldspath der Hauptmasse, wie der hie und da auskrystallisirte, ist kein Orthoklas, wahrscheinlich Oligoklas. Der Glimmer ist Magnesiaglim-

mer, derselbe umhüllt zuweilen, ausser seinem Auftreten in der Hauptmasse auch noch kleine runde Körner (Mandeln?) von Kalkspath oder Quarz. Markasit und Magneteisenerz finden sich accessorisch beigemengt. Kalkspath durchzieht oft das Gestein in zarten Adern.

Der Kersantit, welchen *Rivière* zuerst benannte, ist offenbar sehr verwandt mit Glimmerporphyrit, Minette und Kersanton. Er ist sehr verbreitet in den Gegenden von Brest und Quimper in der Bretagne, wo man ihn viel als Baustein verwendet.

Rivière, im *Bullet. de la soc. géol. d. Fr.* 1844, [2], t. 1, p. 528.

Dufrenoi, Expl. de la carte géol. de la France 1844, I. p. 198

Delesse, Ann. des mines 1851, t. 19, p. 175.

D. Kersantit.

Ein fasriges oder porphyrartiges Gemenge von Oligoklas und Glimmer, oft mit etwas Hornblende und Quarz.

Kieselsäuregehalt ungefähr 64.

Der in der Regel vorherrschende Oligoklas bildet allein oder mit Glimmer die fein krystallinische oder dichte Grundmasse, in dieser liegen zwillingsstreifige Krystalle von Oligoklas, weiss, grünlich oder durch Zersetzung geröthet; dunkle Blättchen von Magnesiaglimmer; einige kleine Quarzkörner; oft etwas fasrige Hornblende, besonders in den schmäleren Gängen des Gesteins, und durch die ganze Masse zerstreut, sehr kleine Theilchen von Magneteisenerz. *Carrière* fand auch etwas rothen Granat darin mit Hornblende verbunden, an Stellen, wo diese häufiger und das Gestein etwas schiefrig ist. Bei Visembach, wo das Gestein von Erzgängen durchsetzt ist, enthält es auch Magnetkies und Eisenkies An einigen Stellen ist es mandelsteinartig, die Mandeln bestehen aus Quarz, Chlorit, Epidot und Kalkspath.

Die porphyrartigen Varietäten, dieses von *Delesse* benannten Gesteins, schliessen sich offenbar innig an die Porphyrite, oder auch an den Granitporphyr an, im übrigen steht es dem Kersanton sehr nahe, von dem es sich fast nur durch den Hornblendegehalt, mehr Quarz und zuweilen schiefrige Textur unterscheidet.

Bei Visembach und Sainte-Marie in den Vogesen bildet dieses Gestein untergeordnete Massen und Gänge im Gneiss, die Gänge sind an ihren Salbändern oft ganz dicht. *Fournet* beobachtete ein ähnliches Gestein im Granit bei Francheville in der Bretagne.

Delesse, in den *Ann. des mines* 1851, t. 19. p. 165.

Syenite.

Man rechnet zum Syenit sehr oft alle Granite, welche etwas Hornblende enthalten. Diese schliesse ich aber hier aus und ordne sie als Syenit-Granite zu den Granitvarietäten. Dadurch wird der Begriff des Syenites im engeren Sinne allerdings sehr beschränkt, ich rechne dazu nur solche Gemenge, welche wesentlich aus Orthoklas und Hornblende bestehen, wie das Gestein des plauenschen Grundes bei Dresden. Ganz scharf sind solche Grenzen freilich nicht zu ziehen, accessorisch mag auch etwas Glimmer oder selbst Quarz in diesen Gesteinen gefunden werden, diese Mineralien nehmen aber dann keinen wesentlichen Antheil an der Zusammensetzung. Es erscheint mir das um so mehr gerechtfertigt, da diese echten oder quarzfreien Syenite nur 50--60 Proc. Kieselsäure enthalten, und somit zu den basischen Gesteinen gerechnet werden können, während die quarzhaltigen 60—70 Kieselsäure enthalten und somit entschieden saure Gesteine sind. Zufällig steht auch der Ursprung der Benennung Syenit dieser Abtrennung durchaus nicht im Wege, da er bekanntlich auf dem Irrthum beruht, die zuerst so benannten antiken Gesteine stammten von Syena in Aegypten, was nicht der Fall ist. *Rozière* hat deshalb schon vorgeschlagen das Gestein umzutaufen, und künftig Sinait zu nennen, da am Sinai wirklicher Syenit vorkommt, bei Syena dagegen nur Granit. *Werner*, welcher die Benennung zuerst in die wissenschaftliche Petrographie einführte, bezog dieselbe ganz vorzugsweise auf das quarzfreie Gestein des plauenschen Grundes, welches er indessen 1787 in seiner Klassification der Gebirgsarten noch Grünstein nannte.

In die Gruppe der Syenite rechne ich aber ausser dem echten Syenit auch noch als verwandte Gesteine den Miascit, Zirkonsyenit und Foyait.

11) Syenit.

Ein krystallinisch körniges Gemenge von Orthoklas und Hornblende meist mit etwas Titanit.

Spec. Gew. 2,7—2,9.

Kieselsäuregehalt in dem des plauenschen Grundes bei Dresden ungefähr 55.

Der Orthoklas ist gewöhnlich der vorherrschende Bestandtheil, durch seine meist röthliche Farbe wird auch die Färbung des ganzen Gesteins bedingt, und durch die Hornblende nur noch mehr ins Braunrothe verdunkelt. Es giebt jedoch auch Syenite mit ziemlich weissem Orthoklas, oder solche, denen etwas Oligoklas beigemengt ist. Den Andesin, welchen *Delesse* in einigen Syeniten der Vogesen erkannt zu haben glaubte, hält dagegen *G. Rose* nur für ein Zersetzungsproduct von Oligoklas. Durch parallele Lage der Orthoklasindividuen oder Zwillinge entsteht zuweilen eine Art undeutlicher Parallel- oder Schiefertextur, durch das Hervortreten einzelner grösserer Zwillingskrystalle dagegen porphyrartige. Die Hornblende ist bisweilen zu säulenförmigen Individuen ausgebildet, gewöhnlich aber bildet sie nur ein krystallinisch körniges Gemenge mit dem Orthoklas. Zu diesen beiden Hauptbestandtheilen des Syenites gesellt sich nun aber in der Regel etwas Titanit (oder auch Wöhlerit), welcher sehr kleine, oft nur mit der Loupe erkennbare, braune, demantglänzende Krystalle im Gemenge bildet. Nur accessorisch treten darin etwas Glimmer, Quarz, Eläolith (Nephelin), Zirkon, Magneteisenerz und Eisenkies auf. Epidot, welcher theils in der Masse, theils in Klüften des Gesteins gefunden wird, ist wahrscheinlich erst durch Zersetzung von Hornblende entstanden, aus demselben Vorgange leitet *Bischof* auch den geringen unsichtbaren Gehalt an kohlensaurem Kalk ab, welcher sich oft durch schwaches Aufbrausen mit Säuern zu erkennen giebt.

Die Zunahme von Glimmer und Quarz bedingt Uebergänge in Syenitgranit oder Syenitgneiss; die Zunahme von Eläolith und Zirkon, solche in Miascit und Zirkonsyenit. Da ferner manche echte Syenite neben dem Orthoklas auch etwas Oligoklas enthalten, so wird dadurch ein Uebergang in Diorit angebahnt, denn Diorit ist wesentlich nichts anderes als ein Syenit, in welchem statt Orthoklas Oligoklas auftritt. Dieser geringe Unterschied, welcher gewöhnlich mit etwas grobkörnigerer Textur des Syenites verbunden ist, kann möglicher Weise lediglich eine Folge der ungleichen Tiefe der Erstarrung sein. Der Syenit zeigt sich auch

nach seinen Lagerungsverhältnissen als ein mehr plutonisches Gestein als der Diorit.

Nach der Textur lässt sich höchstens unterscheiden:

a) Gemeiner Syenit, gleichförmig körnig wie der im plauenschen Grunde.

b) Porphyrartiger Syenit, mit einzelnen grösseren Orthoklaskrystallen.

Frhr. v. Richthofen hat ein hierher gehöriges Gestein des Visenathales bei Predazzo in Tyrol Syenitporphyr genannt. Bei diesem besteht die Grundmasse aus einem körnigen Gemenge von Orthoklas mit untergeordneter Hornblende und zu weilen auch etwas Oligoklas, worin bis 3 Zoll lange Zwillinge von Orthoklas liegen.

Es würde falsch ausgedrückt sein, wenn man behaupten wollte dichte, blasige und mandelsteinartige Varietäten des syenitischen Gemenges gebe es nicht. Dergleichen sind nur nicht, als durch Uebergänge dazu gehörig, bekannt und in Folge davon versteht man unter Syenit nur deutlich körnige Gemenge von Feldspath und Hornblende. Unter den Aphaniten sind sicher auch solche, welche, wenigstens nach ihrer chemischen Zusammensetzung, so genau mit echten Syeniten übereinstimmen, dass bei langsamerer und plutonischerer Erkaltung ganz füglich ein Syenit hätte daraus hervorgehen können. Sie verhalten sich zu dem Syenit, wie der Petrosilex zum Granit. Dass aber der Syenit nicht mit dergleichen dichten Gesteinen geologisch verbunden auftritt, mag eben in seiner durchaus plutonischen Entstehung begründet sein, bei welcher die Erstarrung stets und überall sehr langsam erfolgte. Wir finden beim Granit denselben Fall wiederkehren.

Eigentliche Mengungsvarietäten sind nicht anzuführen, wenn man nicht jene Uebergänge in Granit und Diorit, welche durch das Auftreten von Glimmer, Quarz und Oligoklas bedingt werden, als solche bezeichnen will. Der Zirkonsyenit ist passender als eine Varietät des Miascites anzusehen. Dagegen scheint mir hier der Ort, anhangsweise das Gestein unterzubringen, welches *Delesse*

Glimmerdiorit (*Diorite micacée*) genannt hat. Dasselbe besteht aus einem krystallinisch körnigen Gemenge von Hornblende, Orthoklas, Oligoklas, Glimmer und sehr wenig Quarz. Meist dunkel, fast schwarz. Kieselsäuregehalt nur 48.

Danach kann man dieses Gestein recht eigentlich als ein Mittelding zwischen Diorit, Syenit und Granit ansehen. Es tritt in den Vogesen zwischen Granit auf.

Der Syenit ist meist grossmassig oder dick plattenförmig abgesondert. Er bildet ganze Berge und ausgedehnte Gebiete, nur selten deutliche Gänge in anderen Gesteinen, während er dagegen ziemlich häufig von Granitgängen durchsetzt wird oder granitische Ausscheidungen enthält. Er kommt oft auch mit grossen Granitgebieten zusammen vor und geht dann gewöhnlich durch Syenitgranit in Granit über. Besonders charakteristisch ist der Syenit des plauenschen Grundes. Bei Ditro in Siebenbürgen enthält er statt Titanit viel Wöhlerit.

Naumann, über den sächsischen Syenit, Erläuter. z. geog. Karte von Sachsen 1845, H. 5, S. 116.

L. v. Buch, über den Monzon-Syenit, in v. Leonhard's Taschenbuch 1824, S. 345.

v. Richthofen, über den Monzon-Syenit, in geogn. Beschr. von Süd-Tyrol 1860, S. 144. Derselbe enthält ausser Orthoklas und Hornblende auch etwas Oligoklas, Glimmer und Eisenkies. Daselbst S. 150 über Syenitporphyr.

Delesse, über Glimmerdiorit, zu welchem er auch Gesteine vom Kuhlenberg bei Harzburg (Gabbro?) und vom Felsberg bei Darmstadt rechnet, in den *Ann. des mines* 1851, [4], t. 19, p. 150 und Karstens Archiv 1851, B. 24, S. 280.

Die übrigen Arbeiten über Syenit beziehen sich z. Th. auf quarzreiche Gesteine, die ich zum Syenitgranit rechne, so

v. Dechen, in v. L. u. Br. Jahrb. 1858, S. 339.

v. Rath, in v. L. u. Br. Jahrb. 1858, S. 339.

Streng, in Poggend. Annalen 1853, B. 90, S. 132.

Kjerulf, Christiania Silurbecken 1855, p. 8, 12 und 15.

Delesse, im *Bullet. de la soc. géol. de Fr.* 1850, t. 7. p. 524, der hier beschriebene *Syenit rose d'Égypte* ist Granit. *Ann. des mines* 1847, [4], t. 12, p. 268, 1848, [4], t. 13, p. 685, 1852, [5], t. 3, p. 384, 1858, [5], t. 13, p. 389. Ueber Vogesensyenit, in v. L. u. Br. Jahrbuch 1848, S. 769.

12) Miascit.

Ein grob bis feinkörniges krystallinisches Gemenge von Orthoklas, Nephelin, Sodalith und schwarzem Glimmer. (In den Mengungsvarietäten auch andere Mineralien.)

Der Orthoklas in diesem Gemenge, welches *G. Rose*

zuerst bei Miask am Ural auffand, ist als *Breithaupt's* Mikroklin, weiss oder grau; der gelblichweisse Nephelin (Eläolith), nur wenig fettglänzend; der Sodalith grau oder schön blau; der schwarze Glimmer ein nahe optisch einaxiger Astrit. Zu diesen Hauptbestandtheilen gesellen sich aber oft noch mehr accessorisch: Davin, Wöhlerit, Zirkon, Magneteisenerz, Eisenkies, Pyrochlor, Cancrinit, Apatit, Monazit, selbst Quarz, Hornblende u. s. w. Dadurch werden dann Uebergänge in Granit, Syenit und besonders Zirkonsyenit veranlasst. Bei Miask wird die Textur zuweilen etwas schiefrig; bei Ditro in Siebenbürgen, wo der Miascit an der Grenze zwischen Syenit und Glimmerschiefer innig mit ersterem verbunden auftritt, ist der blaue Sodalith manchmal in Lagen geordnet, die Textur überhaupt sehr ungleichmässig, ganz grob und auch feinkörnig.

G. Rose, Reise nach dem Ural, B. II, S. 47, 93 und 535 und Poggendorff's Annalen, B. 47, S. 375.
Breithaupt, Berg- u. hüttenm. Zeit. 1861, S. 493.
Cotta. Berg- u. hüttenm. Zeit. 1862, S. 73.

Als Mengungsvarietäten lassen sich an den Miascit anreihen:

A. Zirkonsyenit.

Ein krystallinisch körniges Gemenge von Orthoklas, Nephelin (Eläolith), Zirkon und meist nur wenig Hornblende.

Dieses Gestein schliesst sich sowohl durch seine wesentlichen als durch seine accessorischen Bestandtheile dem Miascit innig an. Dabei ist die Mengung local so ungleich, dass oft zwischen wesentlich und unwesentlich schwer zu unterscheiden ist. Hauptfundort ist die Gegend von Laurvig und Brevig in Norwegen, hier treten auch noch Eukolith und Eudialyt als accessorische Bestandtheile auf.

L. v. Buch, Reise nach Norwegen, I, S. 133.
Haussmann, Reise nach Skandinavien, II, S. 103 und V., S. 235.

B. Foyait.

Krystallinisch körniges Gemenge von Orthoklas Nephelin (Eläolith) und Hornblende.

Spec. Gew. = 2,6.

Der weisse oder grauweisse Orthoklas bildet lange Leisten mit Zwillingsverwachsung (aber nicht ausgebildete Krystalle) und herrscht durchaus vor.

Der röthliche und fettglänzende Eläolith tritt in einzelnen hexagonal umgrenzten Individuen auf.

Die grünlich schwarze Hornblende bildet säulenförmige Krystalle oder Körnchen und kleine Partien von Körnern.

Ausser den grobkörnigen finden sich auch feinkörnige dichte und porphyrartige Varietäten, porphyrartig durch Orthoklas- und Eläolithkrystalle in einer feinkörnigen Grundmasse. Die Orthoklaskrystalle enthalten zuweilen in sich Eläolith und Hornblende. Die Textur wechselt oft sehr schnell, ähnlich wie beim Gabbro.

Accessorisch treten darin auf: Titanit und Magneteisenerz sehr häufig, hexagonale braune Glimmerblättchen und Eisenkies.

Massig abgesondert, bildet das Gestein die Berge Foya und Picota in der Provinz Algarvien (Portugal). Nach ersterem hat *Blum* den Namen gewählt.

Blum in v. Leonhard's Jahrbuch 1861, S. 426.

B. Kieselreiche Eruptivgesteine.

Es sind Verbindungen von Orthoklas, Sanidin oder Oligoklas mit Quarz, Glimmer oder Hornblende. Accessorisch oder statt der genannten, enthalten sie auch mancherlei andere Mineralien. Ihr Kieselsäuregehalt beträgt in der Regel über 60 Procent, und steigt selbst bis über 80. Sie zeigen meist körnige oder porphyrartige, zuweilen auch dichte oder glasige Textur, selten blasige, fast nie mandelsteinartige. Manchmal sind sie auch etwas schiefrig und bilden dadurch sogar Uebergänge in einige krystallinische Schiefergesteine. Sie lassen sich wie die kieselarmen wieder trennen in vulkanische und plutonische.

a. Vulkanische kieselreiche Eruptivgesteine.

In ihnen herrscht als Feldspathspecies Sanidin oder Oligoklas vor, der kalkreichere Labrador, welcher in den kieselarmen Gesteinen so oft mit Pyroxen verbunden ist, fehlt fast ganz. Diese Feldspäthe sind gemengt mit etwas Hornblende, seltner auch mit etwas Quarz, doch ist der Kieselsäuregehalt immer ein hoher. Augit kommt fast nur accessorisch darin vor. Sie zerfallen wesentlich in Trachyte und Phonolithe, aber die ersteren zeigen eine

so grosse Mannichfaltigkeit der Zusammensetzung und Textur, dass dieser Umstand zu mancherlei besonderen Benennungen Veranlassung gegeben hat, wie Perlstein, Obsidian u. s. w. Die Trachyte treten auch als wirkliche Laven an thätigen Vulkanen auf, was bei den Phonolithen fast gar nicht vorzukommen scheint, vielleicht weil sie in gewissem Grade das Resultat einer Umwandlung dichter oder porphyrartiger trachytischer Gesteine sind.

So sehr auch die Trachyte, wo sie charakteristisch entwickelt sind, sich von den Basalten unterscheiden, so giebt es doch zwischen diesen beiden extremen Producten der vulkanischen Thätigkeit Zwischenglieder, welche den Uebergang beider in einander auf eine Weise vermitteln, dass von einer scharfen Abgrenzung gar nicht die Rede sein kann, es wird darum in einzelnen Fällen in der That sehr schwer trachytische Gesteine von basaltischen zu unterscheiden.

Trachyte.

Die Benennung Trachyt (Rauhstein) rührt von *Hauy* her, welcher damit die rauhe Beschaffenheit der meisten dieser Gesteine bezeichnen wollte. Unter Trachyt im engeren Sinne verstand man bis vor Kurzem gewöhnlich ein krystallinisch körniges Gemenge, in welchem Sanidin vorherrscht, und nur untergeordnet mit anderem Feldspath, etwas Hornblende (oder auch Augit), Glimmer oder selbst Quarz verbunden ist. Gewöhnlich lässt sich eine feinkörnige oder sogar dichte Grundmasse unterscheiden, in welcher einzelne Mineralien deutlicher hervortreten.

Daran reihten sich aber unabweislich eine Anzahl Texturvarietäten, von wesentlich gleicher mineralogischer Zusammensetzung und durch Uebergänge verbunden an, die man als trachytische Gesteine bezeichnete, ohne sie gerade zum eigentlichen Trachyt zu rechnen, so z. B. Trachytporphyr, Perlstein, Obsidian, Bimsstein und manche dichte oder poröse Trachytlaven. Dazu kam ferner die Beobachtung, dass manche der Gesteine, die man ohne genauere mineralogische Untersuchung für Trachyte von der angegebenen Zusammensetzung gehalten hatte, in Wirklichkeit etwas an-

ders zusammengesetzt sind. Der früher für so wesentlich gehaltene Sanidin ist nämlich in dergleichen Gesteinen theilweise oder vollständig durch Oligoklas ersetzt, so dass man hiernach, da der trachytische Charakter der Gesteine aufrecht erhalten bleibt, Sanidintrachyte und Oligoklastrachyte unterscheiden kann, die indessen wieder durch Zwischenstufen mit einander verbunden sind, und deren geologische Stellung und Bedeutung eine wesentlich gleiche zu sein scheint. Da bei feinkörniger oder dichter Beschaffenheit, der noch dazu durch Uebergänge verbundene Unterschied schwer oder gar nicht zu erkennen ist, so ist die Trennung dieser Mengungsvarietäten nicht immer möglich, zumal da auch die Texturvariationen für beide wesentlich dieselben zu sein scheinen. Man kann unter diesen Umständen hier wie bei anderen Gesteinen nur einzelne besonders typische Varietäten als Fixpunkte oder Mittelpunkte hervorheben, welche durch zahlreiche Uebergangsstufen der Textur wie der Mengung mit einander verbunden sind.

Es dürfte in diesem Falle zweckmässig sein, zunächst eine allgemeine Uebersicht der Mengungs- und Texturvarietäten trachytischer Gesteine zu geben und daran dann eine Schilderung derjenigen anzuschliessen, welche man als vorzugsweise typische durch besondere Benennungen ausgezeichnet hat.

Ehe noch der Unterschied der Feldspathspecies in den Trachyten erkannt war, unterschieden *Beudant* in seiner Reise durch Ungarn und *Burat* in seiner *Descr. des terrains volc. de la France centr.* 1833, und *Naumann* folgende Varietäten:

a) Trachyte.

Tr. granitoide, granitähnlicher Trachyt, z. B. am Hauderlo bei Schemnitz.

Fasriger oder gneissähnlicher Trachyt, z. B. auf Pantellaria.

Tr. schistoide, schiefriger Trachyt, z. B. am Pas de Compain im Cantal.

Tr. à gros cristaux, feldspathreicher Trachyt, am Drachenfels bei Bonn.

Tr. amphibolique, hornblendereicher Trachyt, z. B. bei Schemnitz (vielleicht *Breithaupt's* Timazit).

Tr. micacé, glimmerreicher Trachyt. Monte Catini in Toscana

Domit oder *Tr. terreux*, Domit oder thonsteinähnlicher Trachyt, z. B. am Puy de Dôme.

Tr. porphyroide, porphyrähnlicher Trachyt. Schemnitz und Kremnitz in Ungarn.

Tr. homogène, einfacher Trachyt, oft phonolithähnlich. Monts-Dores im Velay.

Tr. semi-vitreux, halbglasiger Trachyt. Tokai in Ungarn, Island.

Masegna, nach *Naumann* echte Trachyte der Euganeen.

Nenfro Brocchi's, nach *Naumann* echte Trachyte der Cimini-Berge.

Nekrolith Brocchi's, nach *Naumann* Trachyt von Viterbo und Tolfa.

b) Quarzführende Trachytporphyre.

Perlitähnlicher Trachytporphyr. Ungarn.

Poröser Trachytporphyr. Ungarn.

Rundblasiger Trachytporphyr. Ungarn.

Porphyre meulière, Mühlensteinporphyr oder cavernoser Trachytporphyr. Illiniker Thal in Ungarn.

Thonsteinähnlicher Trachytporphyr. Ponza-Inseln.

c) Quarzfreie Trachytporphyre.

Perlitähnlicher Trachytporphyr ohne Quarz. Ungarn.

Thonsteinähnlicher Trachytporphyr ohne Quarz. Ungarn.

Bimssteinähnlicher Trachytporphyr ohne Quarz. Ungarn.

Schiefriger Trachytporphyr ohne Quarz. Ponza-Inseln.

d) Perlite und Perlsteinporphyre.

Perlite testacé, körnigschaliger Perlit. Telkebánya in Ungarn.

Sphärolithischer Perlit oder Sphärolithfels. Schemnitz in Ungarn.

Perlite porphyrique, Perlitporphyr. Ungarn.

Perlite rétinitique, pechsteinartiger Perlit. Ofen in Ungarn. Lipari.

Perlite lithoide compacte, thonsteinartiger Perlit. Ungarn.

Perlite ponceux, Perlitbimsstein. Ungarn.

e) Obsidian.

Reiner Obsidian.

Porphyrartiger Obsidian oder Obsidianporphyr.

Sphärolithischer Obsidian.

f) Bimsstein.

Obsidianbimsstein.

Perlitbimsstein.

Trachytbimsstein.

g) Andesit.

h) Trachytdolerit.

In den Zersetzungsproducten des Trachytes und namentlich in dem sogenannten Alaunstein ist natürlich der frische Zustand nicht deutlich wieder zu erkennen.

Aus dieser Uebersicht ergiebt sich zunächst nur die

ungemeine Mannichfaltigkeit der Gesteinsvarietäten, welche zu den Trachyten im weiteren Sinne gerechnet werden können. Der Werth oder die Bedeutung dieser Variationen erscheint mir indessen ziemlich ungleich. Ihre Abgrenzungen sind oft schwankend, einige treten nur ganz local auf, bei einigen ist sogar die Zurechnung zum Trachyt etwas zweifelhaft. Untersucht und beschreibt man eine Gegend, so muss man natürlich auch die kleinsten Gesteinsmodificationen beachten, in einer allgemeinern Darstellung der Gesteine können aber unmöglich alle geringen Modificationen Berücksichtigung finden.

G. Rose hat im 4. Bande des Kosmos folgende Gruppirung aller trachytischen Gesteine in 6 Abtheilungen vorgeschlagen.

1. Abth. Die Grundmasse enhält nur Krystalle von glasigem Feldspath, welche tafelartig und in der Regel gross sind. Hornblende und Glimmer treten darin entweder gar nicht, oder doch nur äusserst sparsam und als ganz unwesentliche Gemengtheile hinzu. Phlegräische Felder, Ischia, la Tolfa u. s. w. Augit zeigt sich in kleinen Krystallen in Trachyten des Mont-Dore, doch sehr selten; in den phlegräischen Feldern neben Hornblende gar nicht, eben so wenig als Leucit, von welchem letzteren aber doch *Hoffmann* über dem Lago Averno und *G. Rose* am Abhange des Monte nuovo einige Stücke gesammelt haben.

2. Abth. Die Grundmasse enthält einzelne glasige Feldspath-Krystalle und eine Menge kleiner schneeweisser Oligoklas-Krystalle. Die letzteren sind oft regelmässig mit dem glasigen Feldspath verwachsen und bilden eine Hülle um denselben. Hornblende und Glimmer, und in einigen Abänderungen Augit treten zuweilen in geringer Menge hinzu. Hierher gehören die Trachyte vom Drachenfels und von der Perlenhardt im Siebengebirge, viele Abänderungen des Mont-Dore und Cantal.

3. Abth. Die Grundmasse dieser dioritartigen Trachyte enthält viele kleine Oligoklaskrystalle mit schwarzer Hornblende und braunem Magnesiaglimmer. Hierher gehören die Trachyte von Aegina, dem Kozelniker Thal bei Schemnitz, von Nagyag in Siebenbürgen, von Montabaur im Herzogth. Nassau, vom Stempelberg und der Wolkenburg im Siebengebirge, vom Puy de Chaumont bei Clermont, und von Liorant im Cantal; der Kasbegk im Kaukasus, die mexicanischen Vulkane von Toluca und Orizaba. Auch die Domite *L. v. Buch's* gehören in diese Abtheilung. In der weissen feinkörnigen Grundmasse der Trachyte des Puy de Dôme liegen glasige Krystalle, die man stets für Feldspath (Orthoklas) gehalten hat, die aber auf der deutlichen Spaltungsfläche immer gestreift und Oligoklas

sind. (Die hier aus Ungarn und Siebenbürgen citirten Beispiele gehören zu *Breithaupt's* Timazit.)

4. Abth. Die Grundmasse enthält Augit und Oligoklas: der Pic von Teneriffa, die mexicanischen Vulkane Popocatepetl und Colima; die südamerikanischen Vulkane Tolima, Purace bei Popayan, Pasto und Cumbal, Rucu-Pichincha, Antisana, Cotopaxi, Chimborazo, Tunguragua. In dem Tunguragua kommen neben den Augiten auch vereinzelt schwärzlich grüne Uralitkrystalle vor. (Diabas oder Dolerit?)

5. Abth. Ein Gemenge von Labrador und Augit, ein doleritartiger Trachyt: Aetna, Stromboli u. s. w. (Warum sollen diese Gesteine nicht wirkliche Dolerite sein?)

6. Abth. Eine oft graue Grundmasse, in der Krystalle von Leucit und Augit mit sehr wenig Olivin liegen: Vesuv und Somma; auch die ausgebrannten Vulkane Vultur, Rocca Monfina, das Albaner Gebirge und Borghetto. (Das ist unser Leucitfels.)

Man sieht der Begriff Trachyt ist hier viel weiter gefasst als üblich, es sind fast alle vulkanischen Gesteine dazu gerechnet.

Ganz neuerlich unterschied *Frhr. v. Richthofen* die Trachytgebilde Ungarns und Siebenbürgens in rhyolitische und trachytische. Die letzteren sind fast ausschliesslich Hornblende-Oligoklas-Trachyte, nur bei einigen späteren untergeordneten Eruptionen ist Sanidin der vorherrschende Feldspath, wie überhaupt der Schwerpunkt der ganzen Gruppe nach *v. R.* nicht mehr im Sanidin-, sondern im Oligoklas-Gebiet liegt. Niemals aber steigt der Gehalt an Kieselsäure so weit, dass dieselbe überschüssig ausgeschieden vorkommt. *v. R.* theilt nun diese Gesteine in „Grünstein-Trachyte" und „Graue Trachyte", die ersteren, (unsere Timazite) entsprechen oft vollkommen den ältesten Dioriten und Diorit-Porphyren. Die letzteren bestehen aber ebenfalls vorherrschend aus Oligoklas und Hornblende, wozu zuweilen noch etwas Augit kommt.

Zu den rhyolithischen Gesteinen rechnet *v. R.* dann den gesammten Complex der kieselsäurereichsten Gemenge unter den neueren Eruptionsgesteinen. In Ungarn namentlich die Trachytporphyre, Perlite u. s. w. v. L. u. Br. Jahrbuch 1859, S. 304 und 1861 S. 98 nach dem Jahrb. d. geol. Reichsanst. 1860, Sitzungsber. S. 92.

Diese beiden Gruppen der echten Trachyte und der Rhyolithe scheinen allerdings von allgemeiner geologischer

Bedeutung zu sein, sie verhalten sich zu einander innerhalb der saueren Gesteinsreihe wieder wie kieselsäureärmere und kieselsäurereichere Gesteine, und während sie beide ein und derselben grossen in Ungarn tertiären Eruptionsperiode angehören, zeigen sich innerhalb derselben die kieselärmeren Trachyte (mit Einschluss der Timazite) als die älteren, die kieselreicheren Rhyolithe dagegen als die jüngeren Bildungen. Aehnliches scheint sich aber durch alle Eruptionsperioden wiederholt zu haben und zeigt sich bei plutonischen wie vulkanischen Gesteinen. Wo Syenite und Granite zusammen vorkommen pflegt der kieselreichere Granit das jüngere Gestein zu sein, ebenso durchsetzen Granitgänge in Sachsen sehr oft den kieselärmeren Gabbro. Im Thüringer Walde sind durchschnittlich die Quarzporphyre jüngerer Entstehung als die kieselärmeren Glimmerporphyrite, während sie beide derselben grossen Periode angehören. Im böhmischen Mittelgebirge, dessen Kegel theils aus Basalt, theils aus Phonolith bestehen, die beide in der Tertiärperiode gebildet zu sein scheinen, zeigt sich wiederum der etwas kieselreichere Phonolith als das durchschnittlich jüngere dieser Eruptivgesteine, so dass man sich nach dem Allen fast veranlasst sehen kann, die etwas spätere Bildung der kieselreicheren Eruptivgesteine, wo sie mit kieselsäureärmeren derselben grossen Eruptionsperiode angehören, für ein allgemeines Gesetz zu halten. Der Basalt macht allerdings davon zuweilen Ausnahmen, so in Ungarn, wo er die Trachyte durchsetzt, es fragt sich aber dann, ob er nicht einer besonderen noch neueren Periode angehört.

Dass eine scharfe Grenze zwischen den saueren und basischen vulkanischen Gesteinen eben so wenig zu ziehen ist, als zwischen den vulkanischen und plutonischen Abtheilungen, hat durchaus nichts Ueberraschendes, es müsste im Gegentheil jede scharfe Abgrenzung auf diesem Gebiete unerklärbar erscheinen. So finden sich denn in der That jene Mittelgesteine ein, die man fast mit gleichem Recht zu den Grünsteinen oder Trachyten rechnen kann, wie die Timazite, oder bei denen es zweifelhaft erscheinen mag, ob man sie an die Basalte oder Trachyte anschliessen soll, wie Trachytdolerit und Andesit. Der letztere wurde zu-

erst in Folge seiner geologischen Stellung und rauhen Beschaffenheit ohne Weiteres als Trachyt bezeichnet. Dann hielt man den in ihm vorherrschenden Feldspath für Albit und *L. v. Buch* nannte nun das Gestein zum Unterschied vom gewöhnlichen Trachyt Andesit; wenn nun auch dieser Feldspath, wie neuerlich gefunden worden ist, nicht Albit, sondern stets Oligoklas sein sollte, so liegt doch darin kein Grund, die von dem wichtigen Verbreitungsgebiet entlehnte Benennung wieder aufzugeben, wie im Kosmos vorgeschlagen wird, so lange man überhaupt noch einige Selbstständigkeit für das Gestein anerkennt. Anders verhält es sich mit der Zurechnung zu grösseren Gesteinsgruppen. Wenn darin Pyroxen und Amphibol neben dem Oligoklas eine wesentliche Rolle spielen, wenn Quarz ganz fehlt, und zuweilen dunkler Magnesiaglimmer, Olivin und Titanit, stets auch etwas Magneteisenerz auftritt, so kann das allerdings wohl veranlassen den Andesit als vulkanische Bildung an die Basalte, oder ausserdem an die Grünsteine anzureihen, während dagegen der etwas hohe Kieselsäuregehalt, 59—67, sowie der zuweilen etwas glasartige Zustand dem entgegen steht, und das Gestein mehr den Trachyten nähert. Es ist eben in dieser Beziehung ein Mittelgestein, wie es deren viele giebt. *Roth* unterscheidet überdiess noch einen Pyroxen-Andesit und einen Amphibol-Andesit. Zu ersterem rechnet er viele vulkanische Gesteine von Island und Teneriffa, zu letzterem die sogenannten Trachyte der Wolkenburg und des Stenzelberges im Siebengebirge, die Domite des Puy de Dôme und viele Laven des Aetna.

Es geht aus dem Vorstehenden bereits hervor, dass die Trachyte sehr oft wesentlichen Antheil an der Zusammensetzung der thätigen Vulkane nehmen und wirkliche Lavaströme bilden, dass sie aber ausserdem auch häufig an sogenannten erloschenen Vulkanen auftreten und einzelne Kegelberge oder zusammenhängende Berggruppen in Gegenden bilden, in welchen seit der Tertiärperiode keine Eruptionen mehr stattgefunden haben. Die letzteren nähern sich auch in ihrer Beschaffenheit schon den plutonischen Gesteinen. Noch ältere als tertiäre Trachyte sind mit Sicher-

heit nicht bekannt, ein Umstand, der allerdings eben so schwierig zu erklären ist, als der Mangel älterer Basalte.

Bringen wir mit *v. Richthofen* alle trachytischen Gesteine in zwei besondere Gruppen (Trachyte und Rhyolithe) unter, so lassen sich diese allerdings etwas leichter von einander unterscheiden, als die einzelnen Gesteine in diesen Gruppen, welche dann mehr auf den Werth von Mengungs- und Texturvarietäten herabsinken. Jedenfalls sind sie sämmtlich durch allmälige Uebergänge mit einander verbunden, welche durch Zunahme oder Abnahme dieses oder jenes Gemengtheiles bedingt werden. Ich werde sie hier rücksichtlich der Nummerirung wie Varietäten, in der Form der Schilderung aber wie besondere Gesteine behandeln.

13) Trachyt.

Gemenge von Sanidin, Oligoklas (oder selbst Albit und Labrador?) mit etwas Hornblende oder Augit und dunklem Glimmer. Eine rauhe Grundmasse enthält oft deutlichere Mineraltheile ausgeschieden.

Spec. Gew. 2,4—2,8.

Kieselsäuregehalt: 50—67.

In allen diesen Verbindungen pflegen die feldspathigen Gemengtheile durchaus vorzuherrschen, die verschiedene Gruppirungsweise der einzelnen Mineralien ergiebt sich aus den unter besonderen Benennungen aufzuführenden Mengungsvarietäten. Nach der Textur kann man bei den meisten derselben unterscheiden:

a) Körnigen Trachyt.

b) Porphyrartigen Trachyt mit grösseren Feldspathkrystallen.

c) Ziemlich dichten Trachyt, dabei wohl auch porphyrartig.

d) Blasigen Trachyt, oft vorzugsweise Trachytlava genannt.

e) Zersetzten Trachyt, manche zersetzte Varietäten werden wegen ihres Alaungehaltes Alaunstein genannt.

A. Sanidin-Trachyt.

Grob oder feinkörnige bis dichte Aggregate von Sanidin, mit Beimengungen von etwas Hornblende, oder Glimmer.

Spec. Gew. = 2,4—2,6.

Kieselsäuregehalt: 59—66 Procent.

In dem vorherrschend aus Sanidin bestehenden Gemenge kommen ausser Hornblende und Magnesiaglimmer accessorisch

auch noch Magneteisenerz, Sodalith, Olivin, Titanit und Augit oder Quarz vor. Aus dem häufigen Ueberwiegen des Natron gehaltes über den Kaligehalt geht ferner als wahrscheinlich hervor, dass die dichte Grundmasse, welche das erkennbare Mineralaggregat durchdringt oder verbindet, auch noch ein natronreiches Mineral wie Oligoklas, Sodalith oder Nephelin enthält. Der Sanidin tritt zuweilen porphyrartig hervor. Die Färbung des Gesteins schwankt zwischen graulichweiss und dunkelgraubraun. Bei den meisten ist die Textur eine etwas porphyrartige, mit körniger oder auch dichter Grundmasse, einige sind zugleich blasig, an der Oberfläche sogar schlackig, aber nicht mandelsteinartig. Durch Zersetzung wird nicht ein wackenartiger, sondern mehr ein thonsteinartiger Zustand hervorgebracht, die Masse erscheint dann fast weiss, während sie im frischen Zustande oft sehr dunkel gefärbt ist. Die Absonderung ist gewöhnlich eine unregelmässige.

Hierher gehören nach *Roth* die Trachyte von Rabertshausen im Grossh. Hessen, vom Kapellenberg (mit etwas Pyrop), der Mondhalde und dem Silberbrunnen am Kaiserstuhl, von Gleichenberg in Steiermark, vom Monte Olibano bei Pozzuoli, ferner Laven vom Monte nuovo, von den Azoren u. s. w. Am Laager See enthält der graue poröse Sanidingranit ziemlich viel Hauyn.

B. Sanidin-Oligoklastrachyt (Drachenfelstrachyt).

Ein krystallinisches Gemenge von Sanidin und Oligoklas, mit Magnesiaglimmer und Hornblende, auch etwas Augit, Magneteisenerz und Titanit.

Spec. Gew. = 2,6—2,7.

Kieselsäuregehalt = 60—67.

Das durch grosse porphyrartig in der körnigen Grundmasse liegende Sanidinkrystalle so charakteristische Gestein vom Drachenfels bei Bonn, galt lange Zeit für den Haupttypus der Trachyte, und man hielt allen Feldspath in demselben für Sanidin. Nun ergiebt sich aber aus dem bedeutenden Natrongehalt (bis 5 Proc.), dass die Grundmasse wahrscheinlich vorherrschend aus Oligoklas besteht. Besonders merkwürdig ist es, dass in diesem porphyrartigen Trachyt die grossen Sanidinkrystalle oft eine parallele Lage haben und zuweilen zerbrochen sind, während beide Bruchhälften noch nahe beisammen in der Grundmasse liegen.

Hierher gehören nach *Roth* auch noch die Trachyte vom Kühlsbrunnen im Siebengebirge und vom Freienhäuschen in der Eifel, sowie nach *v. Richthofen* viele Trachyte Ungarns und Siebenbürgens.

C. Oligoklas-Trachyt (Domit).

In welchem nur Oligoklas als Feldspath erkenn-

bar ist, gar kein Sanidin, gemengt mit etwas Hornblende oder Augit und dunklem Glimmer.

Diese Trachyte sind noch am wenigsten genau untersucht, accessorisch kommen auch manche andere Mineralien darin vor. Nimmt ihr Hornblendegehalt zu, so gehen sie in grünsteinartige Gesteine über, z. B. in die Grünstein-Trachyte *v. Richthofen's* oder Timazite *Breithaupt's*. Ob man auch den Andesit und Trachytdolerit ohne Weiteres hierher zu rechnen habe, mag zweifelhaft sein, ich bespreche sie deshalb lieber für sich. Am Stenzelberg und an der Wolkenburg im Siebengebirge findet sich diese Varietät ziemlich frisch, am Puy de Dôme in Centralfrankreich dagegen sehr zersetzt, rauh, fast zerreiblich, als sogenannter Domit. Es erscheint gewagt, hier Texturvarietäten zu unterscheiden.

Am Stenzelberge zeigt dieses Gestein eine eigenthümliche cylindrische Absonderung in sogenannte Umläufer, die concentrischschaligen runden Säulen entsprechen. Für gewöhnlich findet sich massige Absonderung.

D. Andesit.

Eine feinkörnige oder dichte, selbst glasartige Grundmasse von meist dunkelgrauer bis schwarzer Farbe enthält nach *G. Rose* Krystalle von Oligoklas und Augit. Nach *Abich* dagegen Albit oder Oligoklas, etwas Sanidin und Hornblende, sowie stets auch Magneteisenerz. Dazu kommt zuweilen noch dunkler Glimmer.

Spec. Gew. 2,6—2,7.

Kieselsäuregehalt: 50—67.

Roth unterscheidet einen Amphibol- und einen Pyroxen-Andesit, da aber nach ihm letzterer ebenfalls etwas Hornblende enthält, so dürfte diese Trennung schwer durchzuführen sein. Zu ersterem gehören nach ihm die unter Oligoklastrachyt genannten Localitäten, zu letzterem viele vulkanische Gesteine von Island und Teneriffa.

Der Feldspath dieses durch *L. v. Buch* benannten Gesteins, wurde zuerst ganz für Albit gehalten, *G. Rose* erkannte nur Oligoklas darin. Auch über die anderen Gemengtheile bestehen Zweifel. Die Grundmasse ist zuweilen leicht zermalmbar. Bekannte Localitäten des Vorkommens sind: der Pichincha, Chimborazo, Antisana und Cotopaxi, nach *Abich* auch der Kaukasus und der Ararat.

E. Trachydolerit.

Gemenge von Oligoklas (oder Labrador) mit Hornblende oder Augit, etwas Magneteisenerz und oft auch Glimmer. Diese Mineralien liegen in einer grauen oder braunen Grundmasse.

Spec. Gew. 2,7 - 2,8.

Kieselsäuregehalt: 54—61.

Man kann hornblende- und augithaltige Varietäten unterscheiden, die letzteren stehen dem Dolerit sehr nahe. Blasige Varietäten kommen ebenfalls vor. Als Fundorte bezeichnet *Abich*, welcher das Gestein unterschied und benannte: den Pic von Teneriffa, den Schivélutsch in Kamtschatka, die Insel Liscanera bei Stromboli und die älteren Aetnalaven als hornblendehaltig; dagegen den Erhebungskrater des Stromboli und den Centralkegel der Rocca-monfina als augithaltig.

Deiters erkannte in dem Gestein der Löwenburg im Siebengebirge eine vollständige Uebergangsstufe zwischen Trachyt und Dolerit. Unter dem Mikroskop ergiebt sich seine Hauptmasse als aus krystallinischem Feldspath (entweder Oligoklas oder Labrador) bestehend, darin liegen zerstreute Krystalle von parallelstreifigem Feldspath, von Hornblende, Augit, Magneteisenerz und selbst etwas Olivin. Der Kieselsäuregehalt geht hier bis 52 herab.

Beudant, Reise durch Ungarn, übers. von Kleinschrod 1825.

Abich, Vulkanische Erscheinungen 1841, Vulkanische Bildungen 1849, Natur des armenischen Hochlandes 1843, S. 25, und Poggend. Annalen 1840, B. 50, S. 345.

Bunsen, in Poggend. Annalen, B. 83, S. 197.

Sartorius v. Waltershausen, die vulk. Gesteine in Sicilien und Island 1853.

Schill, in G. Leonhard's Beitr. z. mineral. Kenntn. von Baden 1854, H. 3, S. 46.

Deville, *sur le trachytisme d. roches*, in *Compt. rend.* 1859, t. 48. p. 16,

Engelbach, in den Erläuter. d. geogn. Karte von Hessen, Sect. Schotten. Darmst. 1859, S. 43.

Rammelsberg, in d. Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1859, B. 11, S. 434.

Zirkel, die trachytischen Gesteine der Eifel, in d. Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1859, B. 11, S. 507.

L. v. Buch, über Andesit, in Poggendorff's Annalen, B. 37, S. 189.

v. Dechen trennte in seiner geogn. Beschr. des Siebengebirges (Verhandl. d. nat. Ver. d. Rheinlande 1852) acht Abtheilungen des Trachytes, die er aber in seinem späteren geogn. Führer durch das Siebengebirge wieder aufgegeben zu haben scheint. *Zehler* unterschied 1837 in seinem Siebengebirge sogar 40 Trachytvarietäten.

v. Rath, in seiner Abhandl. die Trachyte des Siebengebirges 1860, trennte:

A. Drachenfelser Trachyt, die weisse oder graue Grundmasse enthält Krystalle von glasigem Feldspath

und Oligoklas, auch etwas Magnesiaglimmer und Hornblende. Accessorisch Titanit, Magneteisenerz, Augit und Apatit. Kieselsäuregehalt: 65—66.

B. Wolkenburger Trachyt, die graue bis schwarze, selbst röthliche Grundmasse umschliesst Krystalle von Oligoklas, keinen glasigen Feldspath, aber etwas Hornblende und Magnesiaglimmer. Accessorisch Augit, Olivin, Magneteisenerz, Schwefelkies und vielleicht etwas Quarz. Kieselsäuregehalt: 59—62.

C. Trachyt der Rosenau (aber nicht anstehend, nur in Blöcken gefunden), die Grundmasse enthält Krystalle von glasigem Feldspath, keinen Oligoklas, seltner etwas Magnesiaglimmer, Hornblende, Sphen und Magneteisenerz. Kieselsäuregehalt: 78,8.

Die Grundmasse scheint bei allen dreien eine vorherrschend felsitische zu sein. Ihr schwaches Aufbrausen dürfte von später entstandenen Karbonaten herrühren, eben so ist ihr kleiner Zeolithgehalt wohl ein Zersetzungsresultat.

Deiters, die Trachydolerite des Siebengebirges in d. Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1861, S. 99.

v. Richthofen, im Jahrb. d. geol. Reichsanst. 1860, Sitzungsber. S. 92, Auszug in v. L. u. Br. Jahrbuch 1859, S. 304 und 1861, S. 98.

14) Rhyolith.

Eine dichte, emailartige oder glasige Grundmasse enthält oft Körner oder Krystalle von Sanidin, Oligoklas, Glimmer oder selbst Quarz.

Spec. Gew. 2,3—2,6

Kieselsäuregehalt: 67—82.

Die Grundmasse, welche stets vorherrschend felsitischer Natur sein dürfte, aber vom einfach dichten bis in den glasartigen Zustand übergeht, unterscheidet sich besonders durch den grösseren Kieselsäuregehalt von der der eigentlichen Trachyte, und dasselbe gilt für die Gesteine in ihrer Totalität, daher tritt in den Rhyolithen auch viel öfter freier Quarz auf als in den eigentlichen Trachyten, während sie gar nicht oder viel seltner Hornblende oder Augit enthalten. Ich fasse da unter der gemeinsamen Benennung wieder als getrennt zu besprechende Varietäten zusammen: Trachytporphyr, Perlit, Obsidian und Bimsstein, die alle auch noch Untervarietäten unterscheiden lassen.

A. Trachytporphyr (Liparit).

Eine dichte felsitische Grundmasse enthält

Krystalle von Feldspath und zuweilen auch von Glimmer oder Quarz. Da diese allgemeine Charakteristik im Wesentlichen mit der mancher Porphyrite und Quarzporphyre übereinstimmt, so ist es vielleicht besser zu sagen: Trachytporphyr nennt man diejenigen vorherrschend felsitischen porphyrartigen Gesteine mit dichter Grundmasse, welche geologisch mit Trachyten verbunden sind.

Spec. Gew. 2,4—2,6.

Kieselsäuregehalt: 67—81.

Die Trachytporphyre sind durchschnittlich bedeutend kieselsäurereicher als die bisher betrachteten Trachyte, auch enthalten sie nur ganz ausnahmsweise Spuren von Hornblende oder Augit in der vorherrschenden felsitischen Grundmasse, die von der der Quarzporphyre kaum zu unterscheiden ist. Da einige Trachytporphyre auch Körner oder Krystalle von Quarz oder Glimmer oder von beiden Mineralien zugleich enthalten, so wird dadurch die Uebereinstimmung mit Quarzporphyr, Granitporphyr oder Glimmerporphyrit noch grösser und in der That so gross, dass für einzelne Stücke eine Unterscheidung ganz unmöglich ist. Es bleibt somit als charakteristisch nur noch die geologische Verbindung mit den echten Trachyten und der petrographische Uebergang in Perlite oder Bimssteine. Der in den Trachytporphyren auskrystallisirte Feldspath ist wohl am häufigsten Oligoklas, zuweilen aber auch Sanidin. Beide kommen aber auch in Quarzporphyren vor.

Die wichtigsten Texturvarietäten, welche sich aber fast alle wieder in quarzhaltige und quarzfreie spalten lassen, sind:

a) Gemeiner Trachytporphyr, mit dichter im frischen Bruch oft etwas glänzender, meist heller felsitischer Grundmasse, in welcher mehr oder weniger Krystalle von Sanidin oder Oligoklas, Glimmer oder auch Quarz hervortreten. Am Schlossberg von Nevsohl, grünliche dichte Grundmasse mit Krystallen von Feldspath, Quarz und Glimmer. Im Illinicker Thal bei Schemnitz, gelbliche Grundmasse, besonders mit Glimmerkrystallen.

b) Perlitähnlicher Trachytporphyr. Die Grundmasse

ist oft etwas emailartig und enthält ausser jenen Krystallen kleine dichte Feldspathkugeln (Sphärolithe), oft mit radialfasriger Textur auch wohl mit Kernen von Quarz oder Glimmer. Sie gehen über in Perlit.

c) Thonsteinähnlicher Trachytporphyr. Die Grundmasse ist matt oder erdig, und gewöhnlich von festeren härteren Adern oder Nestern durchzogen. Bereghsasz in Ungarn.

d) Blasiger oder cavernöser Trachytporphyr, auch Mühlsteinporphyr genannt. Die Grundmasse enthält runde Blasenräume oder ist von ganz unregelmässigen kleinen Hohlräumen durchzogen, deren Wände zuweilen von etwas Chalcedon oder Quarz bedeckt sind. Ausfüllungen wie in echten Mandelsteinen finden sich aber nicht darin. Illiniker Thal bei Schemnitz.

e) Bimssteinähnlicher Trachytporphyr, bildet den Uebergang von der blasigen Varietät in Bimsstein.

f) Schiefriger Trachytporphyr. Die schiefrige Textur wird durch vielfachen Wechsel dünner Lagen von etwas verschiedener Beschaffenheit hervorgebracht.

Gewisse Abänderungen auf Island hat *Forchhammer* mit den besonderen Benennungen Krablit oder Baulit bezeichnet. Nach *Bunsen* sind das Gemenge aus Orthoklas und Quarz.

Alle diese Varietäten mit unbestimmt eckiger Zerklüftung, säulen- oder plattenförmiger Absonderung, finden sich häufig in gewissen trachytischen Gebieten, wie z. B. in der Umgegend von Schemnitz in Ungarn, in den Euganeen, auf den Ponza-Inseln und auf den Liparischen Inseln.

Beudant, Voyage en Hongrie 1822. an vielen Stellen

Poullet Scrope, Ponza-Inseln, in *Transact. of the geol. soc.* [2] II, p. 195.

Abich, Vulkanische Bildungen 1849, S. 23. Vulkanische Erscheinungen 1841, S. 20, geol. N. d. Armenischen Hochlandes 1843, S. 44.

K. v. Hauer, Jahrb. d. geol. Reichsanst. 1859, S. 466.

Forchhammer, im Journ. f. prakt. Chemie 1843, S. 390.

Bunsen, in Poggend. Annalen 1851. B. 83, S. 201.

B. Perlit (Perlstein, Perlsteinporphyr).

Eine emailartige Hauptmasse enthält runde Körner von z. Th. concentrisch schaliger Zusammensetzung.

Spec. Gew. 2,3—2,4.

Kieselsäuregehalt: 70—77.

Die ganze Masse der Perlite ist die der Trachytpor-

phyre, nur durchschnittlich noch etwas kieselsäurereicher in diesem besonderen Zustande. Dieser Zustand wechselt aber oft mit dem einfach dichten obsidian- oder durch Sanidinkrystalle porphyrartigen, und bildet zugleich Uebergänge in Bimsstein. Hie und da treten ausser den Sanidinkrystallen auch Glimmerblättchen, rothe Granaten oder selbst Quarzkrystalle darin auf. Nach der Textur unterschied *Beudant*:

a) Körnig schaligen Perlit (*T. testacé*).
b) Sphärolithischen Perlit mit dichten oder radialstrahligen Felsitkügelchen.
c) Perlitporphyr.
d) Pechsteinartigen Perlit.
e) Thonsteinartigen Perlit, und
f) Perlitbimsstein.

Alle diese Varietäten finden sich z. B. in den Trachytgebieten Ungarns bei Schemnitz, Tokai, Telkebánya u. s. w., bei Zimapan in Mexico, auf den Liparischen Inseln u. s. w.

Beudant, *Voyage en Hongrie* III, p. 363.

v. *Pettko*, in Haidingers Abhandlungen 1847, B. 1, S. 298 und über Schemnitz in den Abhandl. d. geol. Reichsanst. 1853, B. II, No. 1.

Er nennt die Varietät mit Felsitkugeln Sphärolithfels.

Erdmann, Journ. f. techn. Chemie 1832, 15, S. 38.

Delesse, *Bullet. d. l. soc. géol.* 1854, [2], t. 11, p. 109, v. L. u. Br. Jahrb. 1856, S. 195.

C. Obsidian und Bimsstein.

Obsidian ist ein vulkanisches Glas, zuweilen porphyrartig durch Sanidinkrystalle, dieses Glas geht aber durch Blasigwerden über in den ausgezeichnetsten schaumartigen Bimsstein.

Spec. Gew. 2,3—2,5.
Kieselsäuregehalt: 71—82.

Auch diese glas- oder schaumartigen Zustände gehören durchaus nur als Texturvarietäten zu den Trachyten und besonders den Trachytporphyren oder Rhyolithen. Ihre Färbung ist beim Obsidian meist dunkelschwarz, braun oder grünlich, beim Bimsstein dagegen weiss oder graugelblich. Man kann nach der Textur unterscheiden:

a) Gemeinen Obsidian, nur Glas.
b) Obsidianporphyr, mit Sanidinkrystallen, oder auch Glimmerblättchen.
c) Sphärolithischen Obsidian, mit Felsitkugeln, übergehend in Perlit.
d) Blasigen Obsidian, übergehend in echten Bimsstein. Dieser ist oft langfasrig und so porös, dass er sogar auf Wasser schwimmt.

Diese vulkanischen Glasarten finden sich immer nur in trachytisch vulkanischen Gegenden, sehr ausgezeichnet z. B. am Pic von Teneriffa, auf den Liparischen Inseln, auf Island, in Mexico u. s. w.

Beudant, *Voyage en Hongrie* III, p. 389.
Erdmann, Journ. f. techn. Chem. 1832, 15, S. 36.
K. v. Hauer, Jahrb. d. g. Reichsanst. 1854, S. 868.
Damour, Poggend. Annalen 1844, B. 62, S. 287.
Mundoch, *Phil. mag. and Journ.* 1844, [2], 25, p. 495.
v. d. Boon-Meesch, Poggend. Annalen 1828, B. 12, S. 616.

Phonolithe.

Da aus dieser Gruppe wesentlich nur ein Gestein bekannt ist, so fällt die allgemeine Schilderung derselben mit der speciellen des Gesteins zusammen.

15) Phonolith (Klingstein, Porphyrschiefer).

Eine dichte im frischen Zustande dunkelgraugrünliche Grund- oder Hauptmasse zeigt hie und da einzelne Spaltungsflächen von glasigem Feldspath. Die Masse ist in der Regel etwas schiefrig oder dünnplattig abgesondert, beim Daraufschlagen hell klingend. Durch Verwitterung bildet sich eine scharf abgegrenzte weisse Rinde.

Spec. Gew. 2,4—2,6.
Kieselsäuregehalt: 50—62.

Die Benennung Phonolith schlug *Klaproth* als mehr wissenschaftliche Uebersetzung der früher üblichen Bezeichnung Klingstein vor, und dieser Vorschlag ist sehr allgemein angenommen worden. Man hatte die Eigenthümlichkeiten dieses Gesteins, seine Verschiedenheit vom Basalt, Trachyt, Felsitfels u. s. w. längst erkannt, ohne jedoch zu wissen, woraus es eigentlich bestehe. *Gmelin* zeigte zuerst, dass es aus einem in Salzsäure auflöslichen und einem unauflös-

lichen Antheil besteht. Der erstere wurde für Zeolithsubstanz, der letztere für Feldspathsubstanz, die ganze Masse daher für ein inniges Gemenge von Zeolith und Feldspath (Sanidin) gehalten.

Aus den genaueren mikroskopischen und chemischen Untersuchungen der Neuzeit ergab sich indessen, dass die Zusammensetzung der Phonolithmasse keine so einfache und z. Th. sogar eine ganz andere ist; ja es ist dadurch selbst fraglich geworden, ob die Phonolithe im ganz frischen Zustande überhaupt zeolithische Substanz enthalten. Jedenfalls ist häufig Nephelin damit verwechselt worden, den schon früher *Breithaupt* und *Rose* als Krystalle darin erkannten, *Rammelsberg* aber als wahrscheinlich auch in der Grundmasse vorhanden nachwies.

G. Jenzsch glaubt aus der mikroskopischen und chemischen Untersuchung mehrerer sehr charakteristischer Phonolithe Böhmens auf folgende mineralische Zusammensetzung derselben schliessen zu dürfen:

Sanidin,	berechnet zu	53,55	Procent.
Nephelin	„ „	31,76	„
Amphibol (Arvendsonit)		9,34	„
Titanit,	berechnet zu	3,67	„
Eisenkies	„ „	0,04	„

Diese Zahlenwerthe können sich natürlich local sehr ändern, und als accessorisch erkennt man in dem Gestein zuweilen auch noch deutlich: Oligoklas, Augit, Magneteisenerz, Olivin, Hauyn, braunen Glimmer, Leucit und Nosean, letzteren am seltensten. Zeolith (Natrolith), der zuweilen die Klüfte des Gesteins erfüllt, mag wohl als Zersetzungsproduct auch in der Masse vorkommen.

Nach seinem Kieselsäuregehalt könnte man das Gestein fast eben so gut noch zu den basischen als zu den sauern Gesteinen rechnen, es bildet eine der Mittelstufen zwischen den kieselarmen und kieselreichen Eruptivgesteinen, es enthält nie Quarz als Gemengtheil, schliesst sich aber geologisch mehr an die Trachyte als an die Basalte an. Wo es, wie so häufig, mit den letzteren zusammen vorkommt, übernimmt es gleichsam die Rolle des Trachytes.

Der kleine Wassergehalt, 0,6—8 Proc., scheint z. Th.

wenigstens erst ein secundäres Product angehender Zersetzung zu sein, und ebenso das Auftreten mancher accessorischer Mineralien in der Masse, besonders aber in den Klüften und Hohlräumen.

Der Phonolith wird zuweilen porphyrartig durch deutlich hervortretende Sanidinkrystalle und Hornblendenadeln. Die sehr deutlich porphyrartigen Abänderungen sind in der Regel weniger schiefrig und etwas zersetzt. Durch angehende Zersetzung treten die Krystalle deutlicher hervor. Auch Titanit ist dann oft besser erkennbar. Manche Phonolithe sind dunkel gefleckt oder sie enthalten rundliche Körner von besonderer Beschaffenheit und Färbung, was indessen wie beim Basalt ebenfalls vorzugsweise eine Folge angehender Zersetzung zu sein scheint. Manche sind durchaus zersetzt, kaolinisirt, und zeigen erdigen Bruch mit heller Färbung. Ganze Berge bestehen aus solchem wenigstens anscheinend zersetzten Phonolith, der auffallender Weise kaum Spuren von schiefriger Textur zeigt. *Naumann* nennt diese Varietät trachytähnlichen Phonolith. Blasige und mandelsteinartige Textur kommt ebenfalls fast nur bei dieser Varietät vor, niemals bei dunklen, frischen und deutlich schiefrigen. *Jenzsch* ist sogar der Ansicht, dass die scheinbaren Blasenräume und Mandeln des Phonolithes in Wirklichkeit keine solchen, sondern auf andere Art entstanden seien, nämlich durch eine Art Zersetzungs- und Auslaugungsprozess, was allerdings mit ihrem Mangel in ganz frischem Gestein stimmt, doch finden sich in einigen Phonolithen auch sehr entschiedene Blasenräume. Diese Hohlräume enthalten, wie die Klüfte am häufigsten Zeolithe, namentlich Apophyllit, Chabasit, Comptonit, Desmin, Natrolith, Analzim oder Kalkspath und Hyalith.

Als Texturvarietäten lassen sich hiernach unterscheiden:

a) Gemeiner Phonolith, dunkel, dicht, schiefrig und klingend. Mileschauer in Böhmen, Milzburg in der Rhön.

b) Porphyrartiger Phonolith. Dieselbe Masse mit deutlichen Hornblende-, Augit- oder Sanidinkrystallen. Aussig und Jakuben bei Tetschen in Böhmen.

c) Trachytähnlicher Phonolith, nicht schiefrig, nicht klin-

gend, rauh, ziemlich hellgrau, oft porphyrartig, drusig oder mandelsteinartig. Aussig in Böhmen.

d) Gefleckter Phonolith, Luschwitz bei Aussig in Böhmen.

e) Blasiger Phonolith, Blattendorf bei Haida in Böhmen.

f) Mandelsteinartiger Phonolith (?) Marienberg bei Aussig in Böhmen.

Besonders die schiefrigen Phonolithe sind oft zugleich platten- oder säulenförmig abgesondert, die nicht schiefrigen meist nur unregelmässig massig.

Das Gestein bildet fast noch schönere isolirte Kegelberge als der Basalt, so besonders im Böhmischen Mittelgebirge und in der Oberlausitz. Viel seltner nimmt es grosse zusammenhängende Berggebiete ein, und gangförmig findet man es seltner als den Basalt. Auf dem Continent von Europa kennt man den Phonolith überall nur von tertiärer oder noch neuerer Entstehung und nirgends als ein echt plutonisches Gestein. Dagegen aber auch nirgends als eigentliche Lava an thätigen Vulkanen. Es scheint daraus hervorzugehen, dass sein Zustand mehr oder weniger immer schon die Folge einer Erstarrung unter Bedeckung oder einer Umwandlung ist. Für letzteres spricht der, wenn auch nicht constante, Zeolithgehalt. Nach *Lyell* soll in Forfarshire auch Phonolith von devonischem Alter vorkommen; es käme darauf an, ob das auch wirklich Phonolith ist.

Gmelin, in Poggend. Annalen 1828, B. 14, S. 259.

Struve, in Poggend. Annalen 1826, B. 7, S. 348.

Meyer, in Poggend. Annalen 1839, B. 47, S. 192.

Redtenbacher, in Poggend. Annalen 1839, B. 48, S. 494.

Schill, in G. Leonhard's Beitr. z. miner. Kenntn. von Baden 1854, III, S. 59.

Schmid, in Poggend. Annalen 1853, B. 89, S. 295, v. L. u. Br. Jahrb. 1856, S. 845.

Jenzsch, in der Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1856, S. 167, und Poggend. Annalen, B. 99, S. 417.

v. Rath, in der Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1856, S. 291, und 1860, S. 29.

Engelbach, in den Erl. z. geogn. Karte v. Hessen, Sect. Schotten, 1859, S. 45.

b. Kieselreiche plutonische Eruptivgesteine.

Der Granit ist das Hauptgestein unter den kieselreichen plutonischen, wie der Trachyt unter den vulkanischen.

Die andern lassen sich aus ihm ableiten, es sind wesentlich nur Textur- und Mengungsvarietäten. Der Granitporphyr, Quarzporphyr, Felsitfels und Pechstein, welche sich dem Granit beinahe nur als andere Zustände derselben Substanz anschliessen, verhalten sich zu ihm ungefähr wie die Rhyolithe zu den Trachyten. Man könnte sie darum alle granitische Eruptivgesteine nennen, wenn nicht einer solchen Bezeichnung der mit dem Worte Granit verbundene Begriff körniger Textur entgegen stände.

Alle diese Gesteine sind in der Regel Mineralverbindungen, in denen Orthoklas oder dessen Substanz vorherrscht, oft mit anderen Feldspäthen verbunden und gemengt mit Quarz, Glimmer, Chlorit, Talk, etwas Hornblende u. s. w., nie mit Augit.

Die Variation dieser Mineralverbindungen und ihrer Textur liefert folgende besonders benannte Gesteine und Varietäten.

1) Granit, aus Feldspath, Quarz und Glimmer gemengt, körnig, zugleich auch wohl porphyrartig u. s. w. Als Mengungsvarietäten reihen sich an: Protogin, Syenitgranit, Schörlgranit, Adulargranit, Granitit, Eisengranit, Graphitgranit, Beresit, Aplit.
2) Granitporphyr und sogenannter Syenitporphyr. Dieselben Bestandtheile, in einer meist dichten Grundmasse Krystalle oder Körner von Feldspath, Quarz und Glimmer oder Chlorit.
3) Quarzporphyr, dichte Felsitgrundmasse (von derselben chemischen Zusammensetzung wie Granit) mit Krystallen von Feldspath und Quarz.
4) Felsitfels oder Petrosilex, nur die Grundmasse des Quarzporphyrs, ohne Krystalle darin.
5) Pechstein und Pechsteinporphyr, dieselbe Substanz in einem glasähnlichen Zustande, zuweilen mit Krystallen von Feldspath oder auch Quarz. Wasserhaltig.

Es mag inconsequent erscheinen, wenn ich die letzteren 4 als besondere Gesteine bespreche, anstatt sie wie in der Trachytgruppe die Rhyolithe als blosse Varietäten zu behandeln; der Grund dafür ist nur der, dass sie sich in der Regel leichter trennen lassen.

16) Granit.

Ein krystallinisch körniges Gemenge von Feldspath, Quarz und Glimmer. In gewissen Mengungsvarietäten Chlorit, Talk, Hornblende, Schörl.

Spec. Gew. 2,6—2,7.

Kieselsäuregehalt: 62—81 Proc.

Die einzelnen Mineralkörner, unter denen die des Feldspathes gewöhnlich vorherrschen, die des Glimmers den geringsten Raum einnehmen, sind ohne Bindemittel durch krystallinische Flächen fest mit einander verwachsen, und gross genug, um sie noch deutlich zu erkennen. Eine dichte Grundmasse zwischen ihnen fehlt. Aber ihre Grösse variirt: es giebt sogenannte Riesengranite, deren einzelne Bestandtheile oft die Grösse einer Wallnuss überschreiten, grobkörnige, mittelkörnige und feinkörnige. Zu den letzteren wird man alle diejenigen rechnen, deren Bestandtheile kaum grösser als ein Senfkorn sind. Sind die Mineralkörner noch kleiner, so werden sie undeutlich, das Gestein geht in den dichten Zustand über, und kann dann nach den üblichen Begriffen nicht mehr Granit genannt werden.

In der That kommen solche dichte Zustände des Granitgemenges vor, und wir werden sie als Felsitfels oder Petrosilex und bei den Uebergängen des Granites in andere Gesteine kennen lernen.

Der Feldspath des Granites ist vorherrschend Orthoklas, dazu gesellt sich aber sehr oft etwas Oligoklas. Ein Granit, der nur Oligoklas als feldspathigen Gemengtheil enthält, wurde noch nicht sicher beobachtet, ebenso ist es noch unsicher, ob auch Albit und Labrador in granitischen Gemengen auftreten. Der Orthoklas des Granites variirt etwas, in der Regel ist es der gemeine undurchsichtige, von gelblich weisser oder röthlicher, seltner grauer oder grünlicher Färbung; an manchen Orten, wie z. B. in der Centralkette der Alpen, ist es aber vorherrschend die etwas durchsichtige, glasähnliche und oft rissige Varietät des Orthoklases, welche man Adular genannt hat. Vom Oligoklas unterscheidet sich der Orthoklas des Granites am leichtesten durch seinen meist frischeren Zustand, Perlmutterglanz und

einfache Zwillingsverwachsung, während der Oligoklas etwas Fettglanz und zarte parallele Streifung durch vielfache Zwillingsverwachsung zeigt, oder stärker zersetzt, matt, gebleicht, sogar in eine ganz andere, specksteinartige Substanz umgewandelt ist. Manchmal bildet der Oligoklas dünne Rinden an den Orthoklaskörnern.

Der Orthoklas tritt aber nicht nur in dem normalen Granitgemenge auf, sondern er bildet oft auch noch besondere grössere Zwillingskrystalle in demselben, in welchem Falle man das Gestein porphyrartigen Granit nennt. Dergleichen Feldspathkrystalle erreichen zuweilen den Durchmesser von mehreren Zollen, und in ihrem Innern sieht man wohl wieder etwas Glimmer oder Quarz ausgebildet, der Art, dass dergleichen Krystalle gleichsam feinkörnige Granitkerne, oder ihrer äusseren Form nach parallele Zonen enthalten. Im Fichtelgebirge findet man die sehr grossen Orthoklaszwillinge zuweilen zerbrochen und ihre zusammengehörigen Bruchstücke nahe bei einander von Granitmasse umschlossen, ähnlich wie die Sanidinkrystalle im Trachyt des Drachenfelses.

Der Quarz tritt im Granit nur sehr selten in Form ausgebildeter Krystalle (Diploëder) auf, in der Regel bildet er vielmehr ganz unregelmässige Körner oder zunächst mit dem Feldspath verwachsene Partieen. Er ist ziemlich durchsichtig und farblos, oder weiss, dunkelgrau, glasglänzend, durch seine Härte am leichtesten erkennbar. Merkwürdig ist es, dass dieser am schwersten schmelzbare Gemengtheil des Granites häufig so zwischen Feldspath und Glimmer eingefügt ist, dass er, besonders von ersterem, Eindrücke angenommen hat, woraus hervorgeht, dass er etwas später fest geworden ist als dieser.

Bei Rumburg in Böhmen kommt als Gemengtheil des Granites eine dunkelblau gefärbte Varietät des Quarzes vor.

Der Glimmer bildet im Granit dünne Blättchen oder hexagonale Täfelchen, deren Spaltungsebene nach den verschiedensten Richtungen gestellt ist, und in Folge davon keine schiefrige Textur bedingt. Zuweilen sind sie auch zu kleinen Bündeln angehäuft, oder es verlaufen lange Glimmerstrahlen durch das Gestein. Es ist am häufigsten

Kaliglimmer oder Magnesiaglimmer, zuweilen auch Lithionglimmer, weiss, grau, braun, schwarz, seltner gelb oder grün von Farbe. Manchmal treten in denselben Granit zweierlei ungleich gefärbte Glimmerarten auf, oder es umsäumt ein schmaler Rahmen von weissem Kaliglimmer den dunklen Magnesiaglimmer. Es ist jedoch oft schwer die Species an diesen kleinen Blättchen genau zu bestimmen, am leichtesten wird es noch durch ihr optisches Verhalten möglich sein. Bemerkenswerth ist es wohl, dass Kaliglimmer und Turmalin (Schörl) nur in plutonischen eruptiven oder metamorphischen Gesteinen und in plutonischen Gangbildungen (als ursprünglich) vorzukommen scheinen. In vulkanischen Eruptivgesteinen findet man sie nicht.

Die genannten wesentlichen Gemengtheile werden aber in granitischen Gesteinen zuweilen durch andere vertreten, wodurch dann Mengungsvarietäten entstehen, die man z. Th. besonders benannt hat. Ich füge hier diese Namen nur in Klammern bei, während sie unten als Mengungsvarietäten weiter zu besprechen sind. Als solche Stellvertreter für den Glimmer treten auf: Margarodit, Talk, Chlorit (Protogin), Schörl (Schörlgranit), Graphit (Graphitgranit), Eisenglimmer (Eisengranit). Oder es kommt zu den drei wesentlichen Gemengtheilen noch ein vierter als local ganz charakteristisch hinzu, z. B. Hornblende (Syenitgranit) oder Schwefelkies (Beresit).

Durchaus nur accessorisch finden sich dagegen zuweilen im Granit: Turmalin, Granat (stets Trapezdodekaëder), Andalusit, Topas, Beryll, Pinit, Apatit, Flussspath, Pistazit, Korund, Zirkon, Titanit, Gadolinit, Orthit, Pyrorthit, Allanit, Cordierit, Magneteisenerz, Zinnerz, Arsenkies, Molybdänglanz und ged. Gold.

Uebergänge des Granites in andere Gesteine werden verursacht, theils durch das Hinzutreten oder Verschwinden von Gemengtheilen, theils durch die Textur. Talk, Chlorit, Schörl oder Hornblende bedingen Uebergänge in Protogin, Schörlfels oder Syenit. Durch Verschwinden des Feldspathes entsteht Greisen, durch das des Quarzes Glimmertrapp (Minette) und durch das des Glimmers Aplit und eine Art Granulit. Nehmen die Glimmerblättchen im

Granit eine annähernd parallele Lage an, so wird er dadurch etwas schiefrig und geht über in Gneiss, wird die Grundmasse eines porphyrartigen Granites sehr feinkörnig bis dicht, so geht er dadurch in Granitporphyr über, oder in Quarzporphyr, wenn gleichzeitig der Glimmer verschwindet. Wird endlich das ganze Gemenge höchst feinkörnig bis dicht, so wird es zu Felsitfels (Petrosilex).

Varietäten der Textur:

a) Gemeiner Granit. Grob-, mittel- oder feinkörnig. Wahrscheinlich das verbreitetste unter allen Eruptivgesteinen. Ist die Textur ungewöhnlich grobkörnig, so hat man dafür die Bezeichnung Riesengranit angewendet. Trebendorf bei Eger. Sehr feinkörnig ist dagegen z. B. eine Varietät von Kerbersdorf bei Eger, Welsau bei Redwitz und der Wiener Pflasterstein.

b) Porphyrartiger Granit, auch Gebirgsgranit genannt, porphyrartig durch grosse Orthoklaskrystalle in der körnigen Hauptmasse viel seltner auch durch Quarzkrystalle. Carlsbad und Ellenbogen, Ochsenkopf und Göpfersgrün im Fichtelgebirge u. s. w. Als eine hierher gehörige Untervarietät kann man den Rappakivi Finnlands betrachten, in welchem der fleischrothe Feldspath nur rundliche Körner, oft mit grünlichen Oligoklashüllen bildet, während die Hauptmasse gewöhnlich sehr verwittert ist.

c) Gneissgranit, mit etwas schiefrigem Gefüge. Wahrscheinlich muss man geologisch Vieles von dem hierzu rechnen, was neuerlich rother Gneiss (Gneissit) genannt worden ist, und sich wie ein Eruptivgestein verhält. Vielleicht auch manchen grauen Gneiss.

d) Schriftgranit (Pechmatit *Hauys*), der ganz vorherschende und zu grossen Individuen ausgebildete Orthoklas ist von Quarz nach einem bestimmten krystallographischen Gesetz derart durchwachsen, dass dadurch in gewissen Bruch- oder Schnittrichtungen schriftähnliche Figuren hervorgebracht werden, während der meist weisse Glimmer in abgesonderten Partieen angehäuft ist. Dieses eigenthümliche Gemenge bildet in der Regel nur untergeordnete Massen oder Gänge von geringer Ausdehnung in gewöhnlichem Granit, Gneiss oder Glimmerschiefer, diese aber recht häufig, so z. B. im Schloitzbachthale bei Tharand in Sachsen.

e) Pechmatit trennt *Naumann* vom Schriftgranit, und versteht darunter eine Varietät, welche sehr gross und unregelmässig körnig aus Orthoklas, Quarz und silberweissem Glimmer gemengt ist. Er enthält häufig noch Turmalin und kommt ebenso vor, wie der Schriftgranit, oft mit ihm zusammen. Daran lassen sich aber am besten auch noch die anderen un-

regelmässig gemengten sehr feldspathreichen Granitvarietäten anreihen, welche z. B. von dunklen Glimmerstrahlen durchzogen sind, oder in denen der Feldspath blumige Stängel bildet (Blumengranit). In allen diesen stets nur kleine Räume einnehmenden, und durch besondere Umstände bedingten granitischen Gemengen treten vorzugsweise häufig vielerlei accessorische Mineralien auf, wie Albit, Turmalin, Topas, Beryll, Granat, Gadolinit, Orthit u. s. w. Ihre Lagerungsweise zwischen krystallinischen Schiefern ist zuweilen der Art, dass man sie kaum für eruptiv halten kann.

f) Miarolith nannte *Fournet* einen oligoklasreichen drusigen Granit der Gegend von Lyon und von Baveno in den Alpen.

Varietäten der Mengung, bei denen sich manche Texturvarietäten wiederholen.

g) Protogin, ein Granit, welcher Talk oder Chlorit statt des gewöhnlichen Glimmers enthält. Sehr verbreitet in den westlichen Alpen. Zwischen Schneeberg und Eibenstock im Erzgebirge enthält vieler Granit nur zeisiggrünen Talk statt Glimmer, welcher in Verbindung mit fleischrothem Feldspath und weissem Quarz diesem Gestein ein sehr besonderes Ansehen verleiht.

h) Syenitgranit, Granit mit Hornblende. Verschwinden allmälig Quarz und Glimmer aus dem Gemenge, so geht das Gestein in Syenit über. Durch grosse Orthoklaskrystalle oft porphyrartig. Sehr häufig bei Moritzburg und Meissen in Sachsen. Ueberhaupt gehört hierzu das Meiste, was gewöhnlich Syenit genannt worden ist, nämlich alle diejenigen Syenite, welche Quarz und Glimmer als charakteristische Beimengung enthalten. Von einer scharfen Abgrenzung kann natürlich nicht die Rede sein.

i) Schörlgranit, Granit mit Schörl an der Stelle des Glimmers; meist feinkörnig, und gewöhnlich Gänge in anderem Granit bildend, so z. B. bei Heidelberg. Sehr ausgezeichnet bei Predazzo in Tirol, aus Orthoklas, Quarz und Schörl gemengt.

k) Adulargranit und ebenso Adularprotogin, mit Adular an der Stelle des gemeinen Feldspathes. Sehr verbreitet in den Alpen.

l) Granitit schlug *G. Rose* vor, alle Granite zu nennen, welche viel Oligoklas mit rothem Orthoklas, Quarz, wenig schwärzlich grünem Magnesiaglimmer und dabei keinen weissen Glimmer enthalten. Hauptmasse des Riesengebirges, Brocken am Harz, Brixen in Tirol. Es ist das übrigens der Zusammensetzung nach ganz dieselbe Varietät wie der Miarolith *Fournet's*.

m) Rumburger Granit, mit blauem Quarz, kommt ausser bei Rumburg in Böhmen auch am Pic blanc in der Montrosa-Kette vor.

n) Graphitgranit, mit Graphit an der Stelle des Glimmers, z. B. bei Passau an der Donau.

o) Eisengranit, mit Eisenglimmer an der Stelle des gewöhnlichen. Mehrfach im Fichtelgebirge. Eisengrube bei Dossenheim im Odenwald.

p) Beresit, Granit mit Schwefelkies und meist wenig Glimmer. Bildet mächtige Gänge im Thonschiefer bei Beresowsk am Ural, die wieder von goldhaltigen Quarzgängen durchsetzt sind.

q) Aplit oder Halbgranit hat man eine Varietät von ganz untergeordneter Verbreitung genannt, welche nur aus Orthoklas und Quarz besteht und sich somit mineralogisch dem Granulit anschliesst.

Man könnte auch den Greisen zu den Granitvarietäten rechnen, als einen Granit ohne Feldspath, er geht wirklich in Granit über, die besondere Art seines Vorkommens veranlasst mich indessen ihn bei den besonderen Gesteinen zu besprechen.

Alle Granite sind am häufigsten unregelmässig massig oder dickplattenförmig abgesondert. Durch Verwitterung bilden sich zuweilen ellipsoidische Körper mit concentrischen Schalen, bei denen nur der Kern noch ganz frisch und fest ist. An der Oberfläche grosse Blöcke.

Der Granit gehört unstreitig zu den verbreitetsten Gesteinen auf der Erde und wenn man den gleich zusammengesetzten Gneiss dazu rechnet, so ist diese Mineralverbindung jedenfalls die verbreitetste und die wichtigste unter Allen. Dabei tritt der Granit in allen Erdgegenden unter analogen Lagerungsverhältnissen auf. Sehr häufig bildet er ausgedehnte Massivs, welche zuweilen die Kernmasse ganzer Gebirge darstellen. Sehr oft wird er aber auch gangförmig angetroffen, und solche Gänge von etwas anderer Textur oder Mengung durchsetzen dann entweder die grossen Granitmassivs, oder auch krystallinische Schiefergesteine und alte Sedimentärbildungen. Granitische Durchsetzungen, zuweilen begleitet von allerlei Contactbildungen, wie Reibungsbreccien, Verkieselungen, Knotenschiefer, Chiastolitschiefer, körnig gewordenem Kalkstein u. s. w., hat man überhaupt bis in die Jurabildungen aufwärts beobachtet, so hoch herauf aber nur ganz ausnahmsweise, z. B. in den Alpen. Die meisten Granite, deren Lagerung man beobachten kann, scheinen älter als die Kohlenformation und tiefplutonischer Entstehung zu sein.

Die eruptive Entstehung der Granite, etwa mit Ausnahme einiger nur unter besonderen Umständen vorkommender Varietäten, geht aus ihren gewöhnlichen Lagerungsverhältnissen und Contactbeziehungen ganz unzweifelhaft hervor. Gegen den einst heissflüssigen Zustand, sind dagegen einige beachtenswerthe Zweifel erhoben worden, welche namentlich auf dem späteren Festwerden des Quarzes und auf dem Mangel erkennbarer Hitzeinwirkungen gegen durchbrochene Gesteine beruhen. Diese Umstände dürften sich indessen ganz befriedigend durch eine stets tief innerliche, echt plutonische Erstarrung, vielleicht sogar unter Mitwirkung von Wasser, erklären lassen. Die grosse mineralogische Verwandtschaft mit den trachytischen Gesteinen spricht jedenfalls für eine ähnliche Bildungsweise.

Dass man keine neu vulkanischen Granite finden kann, ist sehr natürlich, sobald diese Art der Mineralverbindung in ihrer Entstehung auf das tiefe Erdinnere beschränkt ist. Zu einer Freilegung war dann allemal sehr viel Zeit nöthig. Der vulkanische Theil dieser Eruptivbildungen wird wohl aus den Trachyten bestehen.

Der Name Granit ist nach *Emmerling's* Lehrb. d. Mineralogie zuerst im J. 1698 von *Tournefort* angewendet worden, nach *Breislack's* Lehrb. der Geologie indessen schon im J. 1596 von *Caesalpinus*. Man verstand darunter lange Zeit wahrscheinlich jedes grobkörnig gemengte Gestein, sicherer festgestellt wurde der Begriff erst durch *Werner*. Stets hat man sich veranlasst gesehen, mit dem Granit im engeren Sinne einige verwandte Gesteine in eine Gruppe zu vereinigen, deren Ausdehnung indessen nothwendig stets etwas schwankend blieb. 1849 schlug *G. Rose* in der Zeitschr. d. d. geol. Gesellschaft, S. 352 folgende neue Eintheilung der granitischen Gesteine vor:

1) Granit, wesentlich aus Orthoklas, Quarz, weissem (Kali-) Glimmer, schwarzem (Magnesia-) Glimmer und Oligoklas bestehend. Darin accessorisch: Hornblende, Orthit, Titanit, Apatit und Eisenkies.
2) Granitit, wesentlich aus Orthoklas, Oligoklas, Quarz und Magnesiaglimmer bestehend. Darin accessorisch: Hornblende, Orthit, Zirkon, Titanit, Eisenkies, Kupferkies und Molybdänglanz. Da auch *Rose's* eigentlicher Granit wieder in Varietäten ungleicher Mengung zerfällt, die unter sich ziemlich eben so verschieden sind als vom Granitit, so sieht man keinen rechten Grund für diese schärfere Abtrennung und neue Benennung.

3) Syenit, wesentlich aus Orthoklas, Oligoklas, Hornblende, Magnesiaglimmer und Quarz bestehend. Darin accessorisch: Titanit, Apatit, Magneteisenerz u. s. w.

Der Unterschied des Syenites vom Granitit besteht also hiernach nur in der grösseren Häufigkeit der Hornblende, die vom accessorischen zum wesentlichen Gemengtheil geworden ist. Es ist das unser Syenitgranit; der echte Syenit des plauenschen Grundes entspricht gar nicht diesem Begriff, da er nur sehr selten Glimmer und vielleicht gar keinen Quarz enthält. Deshalb werden denn auch von *Rose* wieder Mengungsvarietäten aufgestellt, die unter sich z. Th. viel verschiedener sind, als dieser Syenit überhaupt vom Granit.

4) Porphyr, wesentlich aus Orthoklas, Oligoklas, Quarz und Magnesiaglimmer bestehend. Darin accessorisch: Cordierit, Granat, Orthit und Eisenkies. Die wesentliche Verschiedenheit vom Granit oder Granitit besteht nur in der Textur.

Da Oligoklas und Glimmer bei vielen hierher gerechneten Gesteinen ganz fehlen, so werden wieder Mengungsvarietäten nöthig, deren Unterschied unter sich fast grösser ist, als der des Gesteins von anderen.

5) Syenitporphyr, eine Grundmasse enthält Krystalle von Orthoklas, Oligoklas, Magnesiaglimmer und Hornblende. Accessorisch noch Granat, Nephelin, Titanit, Quarz, Magneteisenerz, Eisenglanz und Eisenkies.

Das ist ein durchaus anderes Gestein als das, was man seit *Werner* gewöhnlich Syenitporphyr genannt hat, es ist unser Porphyrit, der sich, wie wir gesehen haben, ganz füglich in wesentlich nur feldspathhaltigen, Feldspath und Hornblende enthaltenden, und Feldspath und Glimmer enthaltenden trennen lässt, wenn auch keine scharfen Grenzen vorhanden sind, die überhaupt für die Gesteine fehlen.

Die Literatur über den Granit ist begreiflicher Weise eine sehr reichhaltige, ich beschränke mich deshalb hier auf die Erwähnung einiger Abhandlungen, welche besondere Erscheinungen besprechen.

G. Rose, über den Granitit des Riesengebirges, Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1857, S. 513.

Cotta, über den Rumburger Granit mit blauem Quarz. Erläuter. z. geogn. Karte v. Sachsen 1839, H. 3, S. 14.

Fournet, über Miarolith, *Mém. sur la géol. des Alpes*, part. 2, p. 24, u. *Bullet. de la soc. géol.* [2], t. 2, p. 495.

Böthlinkg, über den Rappakivi, der zuweilen auch als quarzfreier Granit auftritt und sich dann dem Glimmertrapp nähert. v. L. u. Br. Jahrb. 1840, S. 613.

v. Rosthorn und *Canaval*, über Albitgranit und Turmalingranit in den Alpen. v. L. u. Br. Jahrb. 1855, S. 584.

v. Richthofen, über Granitit, Turmalingranit und Tur-

malinsyenit, geogn. Beschr. von Süd-Tyrol 1860, S. 108 und 148.

Axel Gadolin unterscheidet Granitgänge im Gneiss des Ladoga-See's, ältere mit Albit und zweierlei jüngere mit viel Oligoklas im Gemenge. Verhandl. der k. russ. mineral. Ges. zu Petersburg. 1857/58, S. 85.

Svanberg glaubt nach Analysen, dass ausser Orthoklas noch andere orthoklastische Feldspäthe in Granit auftreten. Journ. f. prakt. Chem. 1844, B. 31, S. 161.

Delesse unterscheidet in den Vogesen: *Protogine* und *Granite syenitique des Ballons*. *Bullet. de la soc. géol.* 1852. [2], t. 11, p. 464. Ferner: *Granite des Ballons*, *Granite des Vosges* u. *Filons de granite*. *Ann. des mines* [5], t. 3, p. 369. Ueber den Pegmatit mit Turmalin von Saint-Etienne in den Vogesen. *Ann. des mines* 1849, [4], t. 16. Ueber den Pegmatit von Irland. *Bullet. de la soc. géol.* 1853, [2], t. 10, p. 568.

Haughton erkannte durch Analysen in irländischen Graniten auch Margaredit statt Glimmer. *Quarterl. Journ. of the geol. soc.* 1856, V. 12, p. 177 und 1858, V. 14, p. 300.

G. Leonhard unterscheidet bei Heidelberg Gebirgsgranit, ältern und jüngern Ganggranit. Gegend um Heidelberg 1844.

Bunsen, über Granitbildung. Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1861, S. 96.

17) Granitporphyr und Syenitporphyr.

Eine dichte oder feinkörnige Felsitgrundmasse enthält Krystalle oder krystallinische Körner von Feldspath, Quarz und Glimmer oder Chlorit.

Spec. Gew. 2,6—2,7.

Kieselsäuregehalt: 61—64.

Die gelbliche, bräunliche oder dunkelgrüne Grundmasse ist nicht immer ganz dicht, sondern zuweilen feinkörnig, dann erkennbar vorherrschend aus Feldspath mit wenig Quarz, Glimmer oder Chlorit gemengt. Der letztere Fall bedingt natürlich Uebergänge in porphyrartigen Granit oder Protogin. Es entscheidet jedoch über die Trennung und Benennung der Gesteine einigermassen stets auch ihr geologisches Vorkommen.

Die zahlreichen Feldspathkrystalle, welche im Granitporphyr deutlich hervortreten, sind in der Hauptsache stets Orthoklaszwillinge, diese zeigen aber nicht selten eine von ihrer Kernmasse verschiedene äussere Rinde, die aus einer gesetz-

mässig verwachsenen, anderen Feldspathspecies, wahrscheinlich Oligoklas bestehen, auch kommen neben den grösseren zuweilen kleinere Krystalle oder Körner von Feldspath vor, die wie jene äusseren Rinden zarte parallele Zwillingsstreifung zeigen, und folglich wohl ebenfalls aus Oligoklas bestehen.

Der Quarz bildet am häufigsten kleine Körner oder Krystalle von rauchgrauer Farbe, manchmal aber auch grössere Diploëder (nach der früheren Ansicht Doppelpyramiden), welche dann auffallend deutlich hervortreten.

Vom dunklen Glimmer sind meist nur zarte Schüppchen oder dünne sechsseitige Tafeln vorhanden. Wenn derselbe, wie im sogenannten Syenitporphyr durch Chlorit vertreten ist, dann bildet dieser dunkelgrüne schuppige Körner oder er ist innig mit der Grundmasse verflösst und färbt sie dunkelgrün.

Nach diesen Modificationen lassen sich mehrere Varietäten unterscheiden.

a) Gemeiner Granitporphyr. In einer durchaus dichten Felsitgrundmasse liegen Krystalle, Körner oder Blättchen von Orthoklas (oder auch Oligoklas), Quarz und Glimmer. Grundmasse oft ziemlich dunkel. Durch Verschwinden des Glimmers geht das Gestein über in gewöhnlichen Quarzporphyr. Häufig im Thüringer Wald, z. B. bei Schmiedefeld und im Drusenthal mächtige Gänge bildend.

b) Granitähnlicher Granitporphyr. Die Grundmasse gleicht z. Th. einem feinkörnigen Granit, in ihr aber treten deutliche Krystalle von Orthoklas und grosse Quarz-Körner, sowie Glimmerblättchen hervor. Häufig in der Gegend von Schellerhau und Bärenburg im Erzgebirge. Kann eben so gut, z. Th. sogar besser, zum porphyrartigen Granit gerechnet werden.

Bei Niederschöna unweit Freiberg, wo ein hierhergehöriges Gestein einen Gang im Gneiss bildet, enthält dasselbe grosse helle Orthoklaszwillinge mit frischem Aeusseren und zersetztem Kern, der oft in eine grünliche steinmarkartige Substanz umgewandelt ist. Es scheint fast als habe hier der Kern der Orthoklaskrystalle aus Oligoklas oder aus einem Gemenge von Orthoklas und Quarz bestanden. Auch der prachtvoll säulenförmig abgesonderte Granitporphyr von Altenhain bei Frankenberg im Erzgebirge ist zu dieser Varietät zu rechnen, zeigt aber nicht die Naundorfer Feldspathercheinungen.

Bei Liebenstein am Thüringer Walde durchsetzt ein Granitporphyr mit höchst feingranitischer Grundmasse gangförmig

den gewöhnlichen Granit, in diesem treten weisse Orthoklaskrystalle mit braunen Rändern besonders deutlich hervor, während das Gestein ausserdem noch dichte dunkle Flecke oder Bruchstücke von einem durchsetzten Grünstein enthält.

c) Glimmerreicher Granitporphyr. Das Gestein, welches *Kittel* zuerst unter dem Namen Granitporphyr beschrieb, und welches bei Aschaffenburg zwischen Syenit hervortritt, besteht aus einer glimmerreichen feinkörnigen bis dichten felsitischen Grundmasse (einer Art Minette), in welcher zahlreiche Quarzkörner oder Krystalle und etwas weniger zahlreiche, aber meist viel grössere Feldspathkrystalle liegen. Die Quarzkrystalle zeigen nach *Kittel* oft prismatische Flächen. Die Orthoklaskrystalle sind theils einfache, theils Zwillinge, sehr frisch, ohne Randbildung, mit scharfen Grenzen, aber merkwürdiger Weise durchaus abgerundet, so dass ihr Querbruch immer elliptisch erscheint.

d) Chloritischer Granitporphyr, sehr oft Syenitporphyr genannt, wahrscheinlich weil man die eingemengten Chloritheilchen mit Hornblende verwechselt hat; doch scheint das Gestein hie und da wirklich auch etwas Hornblende accessorisch zu enthalten. Die Grundmasse ist dicht oder feinkörnig, braun oder dunkelgrün, oft sehr quarzreich, chlorit- oder auch glimmerhaltig. Der Chlorit bildet kleine schuppige Partieen oder Körner darin, der Quarz Diploëder, der Orthoklas Zwillingskrystalle, welche zuweilen mehr als ein Zoll im Durchmesser haben. In den erzgebirgischen Syenitporphyren (*Werner's*) zeigen sich diese Orthoklaskrystalle sehr oft durch eine mehrere Linien dicke äussere Feldspathumhüllung von anderer Färbung, und mit zuweilen deutlicher Zwillingsstreifung aus. Den Orthoklaskern umgiebt hier eine Rinde von Oligoklas, welche manchmal heller (grünlichgelb) manchmal dunkler (braun) als der Kern gefärbt und in der Regel auch etwas zersetzter ist. Dieses Gestein durchsetzt bei Frauenstein und Altenberg den Gneiss, Glimmerschiefer, Granit und Quarzporphyr in Form sehr mächtiger und meilenlanger Gänge. Der Kieselsäuregehalt beträgt bei Frauenstein nach *Rube* ungefähr 64.

Etwas verschieden davon zeigt sich das Gestein, welches mehrere kleine Felshügel in der Gegend von Wurzen in Sachsen bildet, und welches *Naumann* unter der Bezeichnung grüner Porphyr beschrieb. Hier ist die Grundmasse wahrscheinlich durch Chloritgehalt dunkelgrün, auch enthält sie überall etwas Magneteisenerz. *Dr. Rube* bestimmte den Kieselsäuregehalt zu ungefähr 61. Auch dieses Gestein ist jünger als der Quarzporphyr derselben Gegend.

e) Die Grundmasse dieser Varietäten kommt an ihren Grenzen zuweilen auch ohne Krystalle vor, und gleicht dann sehr

einem glimmerarmen oder etwas chloritischen feinkörnigen Granit.

Alle diese Varietäten pflegen massig oder auch säulenförmig abgesondert zu sein. Sie bilden grosse Massiv's oder mächtige Gänge. Blasige oder mandelsteinartige Abänderungen, sowie zugehörige Tuffbildungen sind gar nicht bekannt.

Kittel, geogn. Verh. d. Umg. von Aschaffenburg 1840, S. 30.
Naumann, Erläuter. zur geogn. Karte von Sachsen 1836, H. 1, S. 139.

18) Quarzporphyr (Felsitporphyr, Euritporphyr, rother Porphyr).

Eine dichte felsitische Grundmasse enthält Krystalle oder krystallinische Körner von Feldspath und Quarz.

Spec. Gew. 2,5—2,6.
Kieselsäuregehalt: 70—81.

Dass die dichte Grundmasse der Quarzporphyre ganz vorherrschend aus felsitischer Substanz bestehe, ist durch Härte, Gewicht, Färbung und chemische Analyse hinreichend erwiesen. Dass diese dichte oder sehr feinkörnige Feldspathsubstanz grösstentheils Orthoklas sei, wird durch ihren hohen Kieselsäuregehalt und die eingeschlossenen Krystalle höchst wahrscheinlich. Der Kieselsäuregehalt ist aber selbst für Orthoklas noch zu hoch und man vermuthet deshalb, dass demselben auch noch etwas Quarz innig beigemengt sei. Dadurch ist aber die Schmelzbarkeit dieser Substanz vor dem Löthrohre nicht bemerkbar verändert. Das innige Gemenge von Feldspath und Quarz schmilzt fast wie Feldspath allein. Die Farbe dieser Grundmasse schwankt meist zwischen gelblich und röthlich, geht jedoch auch ins Braune und Graue bis Weisse über, ausnahmsweisse kommen auch violette und grüne Varietäten vor.

Der Aggregatzustand dieser Grundmasse ist theils ursprünglich, theils durch Verwitterung etwas verschieden. Zuweilen ist sie ganz dicht und hornsteinartig mit glattem muschligem Bruch; am häufigsten dicht mit unebnem mattem Bruch, was durch Uebergänge in einen erkennbar krystallinischen Zustand bedingt zu sein scheint; zuweilen erscheint sie endlich rauh, matt, fast erdig, was eine Folge angehen-

der Zersetzung (Kaolinisirung der Feldspathsubstanz) sein dürfte. Hiernach hat man früher die Substanz für wirklich ungleich gehalten und demgemäss bezeichnet, woraus die Benennungen Hornsteinporphyr, Feldsteinporphyr und Thonsteinporphyr oder selbst Thonporphyr hervorgingen. Das sind Unterschiede, die allerdings factisch bestehen, aber doch nur durch ungleiche Aggregat- oder Zersetzungszustände derselben Substanz bedingt werden. Diese Grundmasse der Quarzporphyre, welche zuweilen auch fast oder ganz ohne Krystalle als Gestein gefunden wird, hat ferner noch besondere Benennungen erhalten wie Felsitfels, Eurit, Petrosilex und Hälleflinta; daher auch die Benennungen Felsitporphyr und Euritporphyr. Blasige oder mandelsteinartige Textur zeigt dieselbe nur höchst selten.

Die eingeschlossenen Krystalle bestehen bei dem echten Quarzporphyr nur aus Feldspath und Quarz. Gesellt sich auch Glimmer oder Chlorit hinzu, so bedingt das Uebergänge in Granitporphyr. Die Feldspathkrystalle sind in der Regel Orthoklas, dessen gewöhnliche Zwillingsverwachsung oft sehr deutlich erkennbar ist, zuweilen kommt dazu auch Oligoklas oder Sanidin. Alle Feldspathkrystalle sind entweder scharf auskrystallisirt und deutlich von der Grundmasse getrennt, oder innig mit ihr verwachsen und verflösst, so dass man sie im letzteren Falle eigentlich nur krystallinische Körner nennen kann.

Die Quarzkrystalle, weiss, grau oder fast schwarz erscheinend, dabei oft durchsichtig, bilden entweder kleine, selten über erbsengrosse, scharfkantige Diploëder ohne jede Spur prismatischer Flächen, oder sie sind an den Ecken und Kanten mehr oder weniger stark abgerundet, oder endlich sie bilden nur rundliche Körner ohne Krystallflächen. Jene Abrundung der Krystalle ist zuweilen so auffallend, dass sie die Idee erweckt hat, es habe eine wirkliche mechanische Abrundung vorher scharfer Krystalle stattgefunden, was bei echten Porphyren schwerlich der Fall ist. Die Menge der Quarzkrystalle ist, wie die der Feldspathkrystalle sehr ungleich, und nimmt local bis zum völligen Verschwinden ab, so dass dadurch Uebergänge in quarzfreien Porphyrit oder in Felsitfels hervorgebracht werden. Vom echten Por-

phyrit unterscheidet sich dergleichen quarzarmer Porphyr jedoch stets noch durch seinen viel grösseren Kieselsäuregehalt. Dieser ist bei den Quarzporphyren sogar durchschnittlich etwas grösser als bei den Granitvarietäten, ähnlich wie er in der rhyolithischen Abtheilung der Trachyte grösser ist als in der trachytischen. Zwischen manchen Quarzporphyren (besonders den Sanidin oder Oligoklas enthaltenden) und manchen Trachytporphyren ist petrographisch eigentlich gar kein Unterschied vorhanden, sie lassen sich dann in einzelnen Handstücken auch nicht von einander erkennen. In solchen Fällen entscheidet nur das geologische Vorkommen, das Auftreten in granitischen oder in trachytischen Gebieten, oder der Uebergang in deutlichere Varietäten. Zwischen den deutlichen Krystallen oder Körnern der Quarzporphyre liegen oft in der dichten Grundmasse noch kleinere, aber doch mit dem Auge oder unter der Loupe erkennbare Quarztheilchen zerstreut.

Wirklich accessorische Gemengtheile finden sich in den Quarzporphyren nur selten, und wo es der Fall ist, da dürften sie meist erst secundärer Entstehung sein, hervorgebracht durch Umbildung oder durch Neubildung, so z. B. Pinit, Talk, Steinmark, Chlorit, Pinguit, Eisenkies und Eisenglanz. Ziemlich häufig enthält er dagegen in Adern, Klüften, Nestern oder Concretionen einige Mineralien, welche ebenfalls durch secundäre Ausscheidung aus der Masse oder späteres Eindringen von Solutionen entstanden zu sein scheinen, so z. B. Quarz, Hornstein, Chalcedon, Achat, Opal, Steinmark, Kalkspath, Braunspath, Flussspath, Schwerspath, Eisenglanz und Dendriten von Eisen- und Manganoxyden.

Die porphyrartige Textur des Gesteins ist zuweilen verbunden mit schiefriger oder dünn lagenförmiger (Bandporphyr), mit drusiger (Mühlsteinporphyr) oder fleckiger; oder es liegen in der Grundmasse kleinere oder grössere Felsitkugeln zerstreut (Kugelporphyr).

Nach dem Allen lassen sich als Texturvarietäten unterscheiden:

a) Gemeiner Quarzporphyr, mit dichter Grundmasse und Krystallen von Feldspath und Quarz.
   α) Hornsteinporphyr,
   β) Feldsteinporphyr,
   γ) Thonsteinporphyr oder Thonporphyr.

Alle häufig, z. B. im Thüringer Walde, bei Meissen und bei Tharand.

b) Schiefriger Porphyr, Schalen- oder Bandporphyr. Aus dünnen Lagen von etwas ungleicher Beschaffenheit oder Färbung zusammengesetzt. Dadurch erscheint der Querbruch bandartig gestreift und das Gestein spaltet leichter nach den Lagen als quer herüber. Die Lagen sind zuweilen stark gebogen und gewunden. Mohorn bei Freiberg, Winterstein im Thüringer Wald, Wachenberg im Odenwald.

c) Fleckenporphyr. Die Grundmasse enthält wurmförmige Flecken von anderer Färbung oder Beschaffenheit. Man hat diese Abänderung auch wohl Kattunporphyr genannt. Leukersdorf bei Chemnitz.

d) Poröser, drusiger oder Mühlsteinporphyr. Von kleinen unregelmässigen Höhlungen oder Drusenräumen durchzogen, die nur in wenigen Fällen wirkliche Blasenräume zu sein scheinen, häufiger durch Auswitterung entstanden. Tannebergsthal im Erzgebirge, Regenberg bei Friedrichsroda im Thüringer Walde, hier mit Kugelporphyr verbunden.

e) Kugelporphyr oder Pyromerid. Die Grundmasse enthält ausser den Krystallen zahlreiche kleine oder vereinzelte grosse Felsitkugeln. Die kleinen sind zuweilen im Innern radialstrahlig, die grossen gewöhnlich septarienartig zerspalten, oder sie enthalten einen drusigen Hohlraum. Spalten oder Hohlräume sind ganz oder theilweise erfüllt mit Hornstein, Chalcedon, Achat, Quarz, Amethyst, Kalkspath, Flussspath, Eisenglimmer u. s. w. Dergleichen Kugeln kommen, wie bemerkt, oft zusammen vor, mit drusiger Beschaffenheit der Grundmasse. Regenberg und Schneekopf im Thüringer Wald. Insel Corsica.

f) Krystallarmer Porphyr, übergehend in Felsitfels (Petrosilex), oder in Porphyrit. Die Grundmasse ohne Krystalle findet sich zuweilen an den Grenzen deutlicher Quarzporphyre, so z. B. an der Weissritz dicht oberhalb Dippoldiswalde in Sachsen. Auch die Freiberger Porphyrgänge sind meist sehr arm an Feldspath- und Quarzkrystallen, enthalten aber dafür oft viel kleine Eisenkieshexaëder.

Mengungsvarietäten:

g) Orthoklas-Quarzporphyr, nur mit Orthoklas und Quarzkrystallen. Sehr häufig.

h) Oligoklas-Quarzporphyr, neben den Orthoklaskrystallen treten auch solche von Oligoklas auf, die sich dann gewöhnlich durch parallele Zwillingsstreifung, andere Färbung oder stärkere Verwitterung unterscheiden. Hierher gehört z. B. der braune Porphyr mit zolllangen deutlich ausgeschiedenen Orthoklaszwillingen bei Manebach am Thüringer Wald, welcher neben diesen viele zersetzte kleinere Oligoklaskrystalle enthält.

Manchmal ist der Oligoklas sogar in eine gelblichgrünliche speckstein-artige Substanz umgewandelt. Hermsdorf und Schönfeld im Erzgebirge.

An der Trostburg und am Monte Bocche bei Botzen in Tyrol unterschied *v. Richthofen* sogar Porphyre, welche neben Quarz nur Oligoklaskrystalle, dann aber gewöhnlich auch etwas schwarzen Glimmer in dunkler Grundmasse enthalten, während in derselben Gegend einige Porphyre nur Orthoklas und Quarz (Bronzell und Pelegrin), andere Quarz, Orthoklas und etwas Oligoklas (Castelruth, Blumau, Hoch-Eppen) enthalten. Vielleicht gehören zu den nur Oligoklas enthaltenden, auch die schönen braunen Porphyre von Lehnau bei Kemnath und vom Kronberg bei Erbendorf, deren Feldspathkrystalle alle zersetzt sind, obwohl die Grundmasse sich äusserst frisch erhalten hat.

i) Sanidin-Quarzporphyr nannte *Jenzsch* eine Varietät von Zwickau in Sachsen, welche Sanidin und Quarz enthält. Westlich von Oederan bei Freiberg finden sich Orthoklas, Sanidin und Quarz in der Grundmasse.

Es konnten hier natürlich nicht alle localen Verschiedenheiten berücksichtigt werden, welche z. Th. nur von Umwandlungen herrühren oder als accessorische Erscheinungen anzusehen sind. So sind z. B. die Feldspathkrystalle des Quarzporphyrs am Raubschlösschen bei Weinheim z. Th. in eine grünliche speckstein-artige Substanz umgewandelt; in einem orthoklasreichen Porphyr von Manebach bei Ilmenau sind alle Quarzkrystalle mit grünlichblauen, wahrscheinlich kupferhaltigen Häutchen überzogen; in dem goldhaltigen Porphyr der Csetatye in Siebenbürgen sind die grossen Quarzdiploëder sehr stark abgerundet und die Grundmasse ist oft sehr quarzreich u. s. w.

Die Quarzporphyre sind am häufigsten stark zerklüftet, zuweilen aber auch recht regelmässig säulen- oder plattenförmig abgesondert. Wohl nie knollig. Sie bilden theils zusammenhängende grosse Gebiete, die aber dann meist als verschiedene Varietäten sich durchsetzen, wie im Thüringer Wald und bei Botzen, theils isolirte Gänge in Granit, Gneiss u. s. w., wie bei Freiberg. Nur selten beobachtet man sie noch neuere als Grauwackenbildungen deutlich durchsetzend, wie bei Waldenburg in Schlesien die Kohlenformation, im Thüringer Wald sogar das Rothliegende. Sie verhalten sich in dieser Beziehung ähnlich den Graniten und scheinen in der That mit Ausnahme ihres durchschnittlich etwas höheren Kieselsäuregehaltes nur echt porphyrische Zustände derselben Masse darzustellen, denn die Bestandtheile von etwas

Glimmer sind schon in ihnen vorhanden. Der Grund des dichten Zusstandes ihrer Hauptmasse mag theils in dem etwas höheren Kieselsäuregehalt, ganz besonders aber in schnellerer Abkühlung beruhen, was namentlich für die isolirten Gänge des Gesteins gelten dürfte. Im Allgemeinen verhalten sie sich, wo sie mit Graniten zusammen vorkommen, neuer als diese, also wieder wie die Trachytporphyre zu den Trachyten.

G. Leonhard, die quarzführenden Porphyre 1851.

Naumann unterschied im 5. H. d. Erläuter. zur geogn. Karte von Sachsen 1845:

a) Dobritzer Porphyr, oder gestreifter quarzführender Porphyr.

b) Wilsdruffer blauer quarzarmer Porphyr, verbunden mit quarzfreiem, Glimmer oder Hornblende haltigem Wilsdruffer Porphyr (Porphyrit).

c) Tronitzer Porphyr, dunkel, blaulichbrauner Porphyr mit Quarz, Oligoklas und Glimmer, (Granitporphyr). Den eingeschlossenen Krystallen nach gehört hierzu auch der lavendelblaue

d) Prositz-Gaserner Porphyrgang. (Der braune quarzfreie Porphyr von Meissen ist zum Glimmerporphyrit zu rechnen).

e) Zehrener Porphyr, röthlichbraun und quarzreich.

Delesse, Porphyr von Lescines in Belgien, *Bullet. de la soc. géol.* 1850, [2], t. 7, p. 310.

Jenzsch, über Sanidin-Quarzporphyr, Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1858, S. 49.

v. Richthofen, in der Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1826, B. 8. S. 644, v. L. u. Br. Jahrb. 1859, S. 312, und geogn. Beschr. von Süd-Tyrol 1860, S. 112.

Hochmuth, Porphyre von Halle, im Bergwerksfreund 1847, B. 11, S. 450.

Streng, in v. L. u. Br. Jahrb. 1860, S. 129 u. 257.

19) Felsitfels und **Felsitschiefer** (Petrosilex, Eurit, Hälleflinta).

Eine dichte Gesteinsmasse, ungefähr von der Härte des Feldspathes, mit mattem oder glattem muschligem oder schiefrigem Bruch. Gelblich, röthlich, grau oder grünlich gefärbt.

Spec. Gew. 2,5—2,7.

Kieselsäuregehalt: 71—81.

Gerhard erkannte zuerst, dass diese Substanz, welche zugleich die Grundmasse der Quarzporphyre bildet, vorherr-

schend aus Feldspath besteht, und nannte sie deshalb Felsit. *Dolomieu* vermuthete, dass sie die wesentlichen Bestandtheile des Granites als inniges Gemenge im dichten Zustand enthalte. *Daubuisson* zeigte, dass sie wesentlich aus einem innigen Gemenge von Feldspath und Quarz bestehe, welchem er wegen seiner Schmelzbarkeit den Namen Eurit gab. Dieselbe Substanz hat man aber auch Petrosilex und in Skandinavien Hälleflinta genannt. Alle späteren Analysen haben die Zusammensetzung aus Feldspath und Quarz bestätigt, worin aber die Bestandtheile von etwas Glimmer zugleich mit enthalten sind. *Durocher* wies dann durch Vergleichung von Analysen nach, dass der Felsitfels (Petrosilex) im Allgemeinen auch quantitativ dieselbe elementare Zusammensetzung hat wie Granit, dass er daher als ein Granit im dichten Zustande betrachtet werden kann, etwa wie Basalte und Aphanite die dichten Zustände von Doleriten und körnigen Grünsteinen darstellen. Da nun trotzdem Felsitfels ungefähr so leicht schmelzbar ist als Feldspath für sich allein, so ist das für die Erklärung der Graniterstarrung sehr wichtig. Wir ersehen nämlich daraus, dass der Quarz des Granites in Verbindung mit den anderen Substanzen eben so lange flüssig bleiben konnte, als der Feldspath und der Glimmer; bei dem ungefähr gleichzeitigen Auskrystallisiren Aller kam es dann nur darauf an, welche Mineralien zuerst mit ihrer Form fertig wurden. Unter gewissen, für das Auskrystallisiren der einzelnen Mineralien günstigen Umständen langsamer Erkaltung, und je nach kleinen Verschiedenheiten der Zusammensetzung entstanden aus wesentlich demselben Mineralteig verschiedene Varietäten von Quarzporphyr, Granitporphyr oder Granit. Dass aber diese Masse am häufigsten, und namentlich in den grossen zusammenhängenden Gebieten zu Granit geworden ist, rührt wahrscheinlich von der tiefplutonischen Erstarrung her; oder man kann umgekehrt sagen, wo diese Masse tief im Erdinnern zur Erstarrung gelangte, entstanden daraus vorherrschend granitische Gesteine, wo sie näher der Oberfläche, oder an dieser selbst fest wurde, dagegen Trachyte, (Rhyolithe) und trachytische Laven.

Der Felsitfels, welcher sehr häufig in Quarzporphyr,

seltner in Granitporphyr übergeht, oder im schiefrigen Zustande durch Uebergänge mit Granulit oder Gneiss verbunden ist, lässt sich in zwei Hauptvarietäten trennen, die massige und die schiefrige; zu der ersteren rechne ich hier auch den Werneritfels, sie verhält sich als Eruptivgestein, während die schiefrige sich mehr den metamorphischen krystallinischen Schiefern anschliesst und als dichter Granulit oder Gneiss angesehen werden kann.

a) Petrosilex oder Felsitfels im engeren Sinne, nicht schiefrig, in der Regel massig abgesondert oder stark zerklüftet, oft unmittelbar mit Porphyren verbunden oder auch selbstständige Gänge bildend, welche Porphyrgängen entsprechen. Dippoldiswalda in Sachsen, Bellmannsloos bei Tharand.

b) Werneritfels nannte *Jasche* ein dichtes Gemenge von gemeinem Feldspath und Skapolith (Wernerit), mit accessorischen Beimengungen von Graphit, Magnetkies und Schwefelkies, welches am Harz das Büchenberger Eisensteinlager gangförmig durchsetzt. Ein ähnliches oder gleiches Gestein kommt nach *Axel Gadolin* auch auf der Insel Pusu im Ladoga-See vor.

c) Hälleflinta oder Felsitschiefer. Schiefrig oder aus etwas ungleichen Lagen zusammengesetzt. Zuweilen mit inniger Chloritbeimengung, oder auch etwas Glimmer enthaltend. Fast stets in paralleler Wechsellagerung mit Gneiss oder Granulit, in die das Gestein übergeht. Diese Varietät, welche besonders häufig in Schweden gefunden wird, ist oft besser zu den metamorphischen Schiefergesteinen zu rechnen, aber nicht immer lassen sich die Trennungen nach der Entstehungsart scharf durchführen. Ich komme beim Granulit und Gneiss darauf zurück.

Höchst wahrscheinlich ist die Felsitgrundmasse etwas verschieden bei den quarzführenden Porphyren der Granitgruppe und den quarzfreien der Porphyritgruppe. Die erstere wird stets mehr Kieselsäure enthalten und ihr felsitischer Antheil vorherrschend dem Orthoklas entsprechen. Diese ist unser Petrosilex. In der äusseren Erscheinung ist aber dieser Unterschied zuweilen kaum erkennbar. Gewöhnlich erscheint allerdings die Grundmasse der Porphyrite dunkler gefärbt, als die der Quarz- und Granitporphyre, aber diese Regel erleidet starke Ausnahmen nach beiden Seiten.

Gerhard, Abhandl. d. k. Akad. d. Wissensch. zu Berlin 1814 und 1815, S. 12.

Daubuisson, *Traité de Géognosie*, 1. Aufl., 1819, I, p. 112.

Durocher, *Compt. rend.* 1845, t. 20, p. 1277.

Schweizer, in Poggend. Annalen 1840, B. 51, S. 287.
Kersten, in Poggend. Annalen 1843, B. 53, S. 130.
Wolff, Journ. f. pract. Chemie, B. 34, S. 193 u. B. 36, S. 412.
Svanberg, Vet. Akad. Handl. 1850, S. 9.
Haughton, *Journ. of the geol. soc. of Dublin* 1857, 7, p. 283 und Phil. Magaz. 1857, [4], 14, p. 49.
Jasche, über Werneritfels, mineralogische Studien 1838, S. 4.
A. Gadolin, über Werneritfels, in den Verh. d. k. russ. mineral. Ges. zu St. Petersburg 1857/58, S. 85.

20) Pechstein und **Pechsteinporphyr** (Retinit, Stigmit).

Eine homogene glasartige Hauptmasse von pechähnlichem Ansehen, muschlig, fettglänzend, an den Kanten durchscheinend, sehr verschieden gefärbt, zwischen gelb, roth, braun, schwarz und grün schwankend, enthält zuweilen porphyrartig eingestreut kleine Krystalle von glasigem Feldspath, Quarzkörner und Glimmerblättchen, oft auch Felsitkugeln.

Spec. Gew. 2,2—2,3.
Kieselsäuregehalt: 63—75.

Pechstein ist nach seiner chemischen Zusammensetzung offenbar in der Hauptsache nichts anderes als der glasartige Zustand von Felsitfels, Quarzporphyr oder Granit, doch enthält er in der Regel mehr Wasser als diese Gesteine, sogar bis 6 Procent. Vielleicht ist das eine Ursache des glasartigen Zustandes. Seine Färbung hängt ab von den Beimengungsverhältnissen von Eisenoxyd, Eisenoxydul und Manganoxydul. Ersteres färbt roth und gelb, letztere färben grün, grau und schwarz. Trotz des hohen Kieselsäuregehaltes schmelzen dünne Splitter des Pechsteins vor dem Löthrohre leicht zu einem weissen blasigen Glase ohne aufzuschäumen. Früher hat man den Pechstein für ein selbstständiges Mineral gehalten, er ist aber sicher nur ein inniges Gemenge von Feldspathsubstanz und Quarz, worin auch noch die Bestandtheile des Glimmers vertreten sind. Ob dieses Gemenge wirklich glasartig amorph, oder nur ein höchst inniges krystallinisches Aggregat sei, ist sogar neuerlich in Frage gestellt worden. Vielleicht schwimmen nur einzelne zarte krystallinische Theilchen in der vorherrschend glasartigen Masse.

Die zuweilen porphyrartig darin auftretenden Sanidin-

krystalle sind klein, aber gewöhnlich sehr frisch. Quarzkörner und Glimmerblättchen finden sich nur selten ein, alle diese Einschlüsse sind dann oft von dünnen fellrothen Rinden umgeben, die offenbar durch Eisenoxyd gefärbt sind.

Sehr häufig enthält die glasartige Hauptmasse statt der Krystalle oder neben ihnen auch noch Felsitkugeln von sehr verschiedener Grösse und Beschaffenheit. Im Pechsteinporphyr bei Spechtshausen unweit Tharand bestehen dieselben $^1/_2$ Linie bis 6 Zoll im Durchmesser, aus dichtem Felsit, oder die ganz kleinen sogar aus glänzendem Sanidin, die grösseren enthalten nur selten Chalcedonadern im Innern; im grauen Pechstein von Planitz bei Zwickau erreichen sie etwa 1 bis 5 Zoll Durchmesser und sind innen in der Regel septarienartig zerspalten, die gegen die Peripherie auskeilenden Spalten mit Chalcedon und Quarz ausgefüllt; an der Fichtenmühle bei Meissen enthält gelbbrauner Pechstein unregelmässige Kugeln, deren Durchmeser bis zu 10 Fuss ansteigt, welche aus Quarzporphyr mit hornsteinähnlicher Grundmasse bestehen. Es scheint fast als seien es hier losgerissene und abgerundete Stücke von dem benachbarten Quarzporphyr, welcher vom Pechstein durchsetzt ist. Bei Corbitz, ebenfalls bei Meissen, haben die Kugeln im sehr verwitterten Pechsteine $^1/_4$ bis 3 Fuss im Durchmesser und bestehen aus dichter Felsitmasse, welche selbst wieder dichtere und dunklere kugelförmige Concretionen derselben Masse enthält. Aehnliches, mit mancherlei Modificationen, wiederholt sich auch anderwärts im Pechstein und scheint in ihm die kleineren Kugeln oder Sphärulithe des Perlsteins zu vertreten. Manchmal sind diese Kugeln wie die Krystalle von einer auffallend rothen oder von einer besonders stark verwitterten Rinde umgeben.

Der Pechstein von Planitz enthält zuweilen auch kleine Stücke sogenannter mineralischer Holzkohle (kieselreicher, entbituminisirter Steinkohle mit Pflanzentextur) eingeschlossen, welche ein Durchbrechen der dortigen Steinkohlenlager andeuten, andere besondere Mineraleinschlüsse sind im Pechstein kaum bekannt.

Das Gestein geht über in Perlstein und Obsidian, sowie andererseits durch Zersetzung in eine Art Thonstein, welche Varietät *Naumann* Pechthonstein genannt hat.

Varietäten:

a) Gemeiner Pechstein, sehr verschieden gefärbt. Triebischthal bei Meissen.

b) Pechsteinporphyr, mit Sanidinkrystallen. Mohorn und Spechtshausen zwischen Freiberg und Dresden. Den Pechsteinporphyr von Castelruth in Süd-Tyrol, welcher sanidinartigen Feldspath und runde Quarzkörner enthält, rechnet *v. Richthofen* noch ganz zum Quarzporphyr.

c) Pechthonstein *Naumann's*, ein Zersetzungsstadium, nicht selten bei Meissen.

Der Pechstein ist grösstentheils unbestimmt massig abgesondert. Er kommt in der Regel zusammen vor mit Quarzporphyren, die er dann gewöhnlich gangförmig durchsetzt, wahrscheinlich ohne deshalb von sehr ungleichem Alter zu sein. Er mag sich zu den Porphyren etwa verhalten wie die Perlite und Obsidiane zu den Trachytporphyren.

Da der Pechstein mit entschieden plutonischen Gesteinen vorzukommen pflegt und überdiess sehr wasserhaltig ist, so wird dadurch sein glasartiger Zustand allerdings etwas räthselhaft. *Bischof* und *Jenzsch* halten denselben nur für die Folge einer Umwandlung auf nassem Wege, und für einen nur scheinbar glasigen. Indessen ist es doch wohl denkbar, dass auch im Erdinnern Eruptivmassen unter besonderen Umständen, etwa unter Zutritt von viel Wasser besonders schnell abkühlen und in einen wasserhaltigen Glaszustand versetzt werden.

Knox fand im Pechstein eine bituminöse Substanz, *Transact. of the geol. soc.* 1811, Vol. I, p. 278 und Ann. d. Phys. und Chem. 1823, 22, S. 44.

Necker de Saussure, *Voyage en Ecose et aux iles Hebrides* II, p. 455. Die Pechsteine der Hebriden sollen unter der Loupe feinkörniges Gefüge zeigen und an Basalt erinnern.

Macculloch, *Descr. of de western islands* I, p. 520, über die Pechsteine der Hebriden.

v. Oeynhausen und *v. Dechen*, über die Pechsteine der Hebriden, in Karstens Archiv, B. I, S. 50.

Haughton schliesst aus seinen Pechsteinanalysen auf eine Verbindung von etwa 62 Feldspath, 30 Stilbit und 7 Quarz.

Naumann, über den Pechstein und Pechthonstein von Meissen, in den Erläuter. zur geogn. Karte von Sachsen 1845, H. 5, S. 184.

Cotta, über die Meissner und Tharander Pechsteine, Geognostische Wanderungen 1836, I, S. 40 u. 104.

Scheerer, Analysen und Folgerungen, im Art. Pechstein in Lie-

big's Handwörterbuch der Chemie 1854, 6, S. 105 u. v. L. u. Br. Jahrbuch 1855, S. 60.

Jenzsch hält den Pechstein für feinkrystallinisch, für ein Umwandlungsproduct, und die Felsitkugeln darin für noch nicht umgewandelte Porphyrreste. Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1856, S. 257.

Rentzsch, die Pechsteine, 1860.

II. Metamorphische oder krystallinische Schiefergesteine.

Die Bezeichnung metamorphisch beruht auf der Voraussetzung, dass diese Gesteine durch Umwandlung aus ursprünglich sedimentären entstanden sind; wenn nun auch mancher Gneiss eine andere Entstehung haben dürfte, so würde es doch in einer Gesteinslehre kaum ausführbar gewesen sein, diesen als Gestein von dem entschieden metamorphischen zu trennen. Die Bezeichnung krystallinische Schiefergesteine beruht dagegen auf ihrem thatsächlichen Zustande.

Ihre mineralische Zusammensetzung nähert sie am meisten den kieselreichen plutonischen Eruptivgesteinen, d. h. sie bestehen wie diese vorherrschend aus Verbindungen von Feldspath, Quarz, Glimmer, Talk, Chlorit und Amphibol. Pyroxen tritt in ihnen als wesentlicher Gemengtheil eben so wenig auf als in jenen; dass sie überhaupt den plutonischen (auch den basischen) Eruptivgesteinen verwandter sind als den vulkanischen, ist sehr natürlich, wenn ihre Umwandlung, wie wahrscheinlich ist, stets tief im Erdinnern, also plutonisch, erfolgte. Dass sie aber durchschnittlich mehr Kieselsäure und weniger Kalk- oder Talkerde enthalten als die basischen Eruptivgesteine, wird leicht erklärlich, wenn man bedenkt, dass kohlensaure Verbindungen von Kalk- und Talkerde zwischen ihnen zu besonderen Lagerstätten vereint sind, folglich in den Gemengen selbst etwas fehlen müssen. Doch werden wir auch einige krystallinische Schiefergesteine kennen lernen, welche reich daran sind und sich mehr den basischen Eruptivgesteinen anschliessen. Zu den vorherrschend saueren gehören: Granulit, Gneiss, Glimmerschiefer, Quarzschiefer, Itakolumit und Thonglimmerschie-

fer, zu den vorherrschend basischen dagegen: Chlorit schiefer, Talkschiefer und Hornblendeschiefer.

Alle diese Gesteine unterscheiden sich von den Eruptivgesteinen überhaupt, durch ihre schiefrige Textur, und noch mehr durch ihre parallele Wechsellagerung, sowie durch oft deutliche Spuren innerer Schichtung. Diese Erscheinungen finden sich allerdings ausnahmsweise auch bei eruptiven Gesteinen, und sind da erklärbar durch einseitigen Druck und wiederholtes Uebereinanderfliessen. Charakteristisch sind sie aber für Eruptivgesteine nicht, die sich ausserdem noch durch ihre Lagerungsverhältnisse meist sehr bestimmt von den metamorphischen Schiefern unterscheiden. Dabei bleiben jedoch allerdings wahre petrographische Uebergänge zwischen beiden, und in einzelnen Fällen, bei undeutlicher Lagerung, ist die Abgrenzung beider in der That recht schwierig.

Schichtung, Schieferung und parallele Wechsellagerung haben die krystallinischen Schiefergesteine mit den wenig oder gar nicht veränderten sedimentären Gesteinen gemein; dafür fehlen ihnen deutlich erkennbare organische Ueberreste (Versteinerungen), sowie mechanische Aggregate. In ihrer Zusammensetzung unterscheiden sie sich von den sedimentären durch den krystallinischen Zustand ihrer Gemengtheile. Eine scharfe Abgrenzung gegen die Sedimentärgesteine ist indessen ebenfalls nicht vorhanden, vielmehr finden deutliche Uebergänge in dieselben statt, und das ist wieder ganz natürlich, wenn sie wirklich durch Umwandlung aus denselben hervorgingen, zumal da die meisten, besonders die älteren Sedimentärgesteine, sich selbst schon nicht mehr in ihrem ursprünglichen Zustande befinden, sondern vielmehr bereits etwas umgewandelt sind, und zwar durch dieselben Ursachen, welche zuletzt eine vollständige Umwandlung in krystallinische bewirkt haben und im Erdinnern wahrscheinlich noch bewirken, durch Druck und Wärme.

Den Ausdruck metamorphisch pflegt man aber nur auf die extremen Producte dieses langsamen Umwandlungsprozesses anzuwenden, welche durch ihren krystallinischen Zustand gänzlich von den ursprünglichen Ablagerungen verschieden sind, obwohl sie mit denselben durch Uebergangs-

reihen noch auf das innigste verbunden bleiben. Das ist Sache des Gebrauchs, denn streng genommen, könnte man jeden Thonschiefer oder festen Sandstein u. s. w. schon metamorphosirt (umgewandelt) nennen, da sie, so wie sie sind, nicht ursprünglich gebildet wurden.

Die Abgrenzung der metamorphischen Gesteine lässt sich aus diesen und anderen Gründen nicht scharf und consequent durchführen. Vom geologischen Standpunkte muss man zu ihnen auch den meisten körnigen Kalkstein, Serpentin, Graphit, Magneteisenstein u. s. w. rechnen, manchen Gneiss und Granulit dagegen als eruptiv ausscheiden, dieses allerdings consequente Verfahren würde aber in einer Gesteinslehre, wie schon bemerkt, zu so vielen Unbequemlichkeiten und Schwierigkeiten führen, d. h. so schwer praktisch durchführbar sein, dass es deshalb durchaus unzweckmässig erscheint.

Aus diesen Gründen habe ich nicht die allgemeinere Bezeichnung metamorphische Gesteine, sondern die speciellere metamorphische krystallinische Schiefergesteine gewählt. Es sind das also grösstentheils kieselreiche Verbindungen, welche sich in ihrer chemischen Zusammensetzung der normaltrachytischen Formel *Bunsen's* nähern, viel seltener auch kieselarme, welche sich den basischen Eruptivgesteinen anschliessen. Eine Reihung hiernach erscheint aber bei den krystallinischen Schiefern vorläufig nicht zweckmässig, ich werde deshalb die einzelnen hierher gehörigen Mineralverbindungen, denen man besondere Namen gegeben hat, besprechen, ohne auf ihre Reihenfolge besonderen Werth zu legen, indem ich mit denen beginne, welche sich nach ihrer mineralischen Zusammensetzung am innigsten an die granitischen Gesteine anschliesen, und dann zu denen übergehe, welche sich gewissen weniger veränderten Sedimentärgesteinen am meisten nähern.

Feldspathreiche krystallinische Schiefer.

(Granulit und Gneiss).

21) Granulit (Weissstein, *Leptinite*, *Eurite schistoïde*).
Ein feinkörniges bis dichtes, schiefriges Ge-

menge von Feldspath und Quarz, meist mit etwas Glimmer.

Spec. Gew. 2,6—2,7.
Kieselsäuregehalt: 78—80.

Wegen seiner oft weissen oder hellgelblichen Farbe hat man das Gestein früher Weissstein genannt, da aber dieselbe Mineralverbindung auch mit dunkler Färbung vorkommt, so schlug *Weiss* dafür den jetzt sehr allgemein angenommenen Namen Granulit vor. Die mineralische Zusammensetzung desselben entspricht in der Hauptsache ganz der eines glimmerarmen Granites oder Gneisses (eines rothen Gneisses). Charakteristische Varietäten lassen sich aber doch noch ziemlich leicht von Granit und Gneiss unterscheiden, wie sich das aus der specielleren Beschreibung ergeben wird. Unsichere Zwischenstufen und Uebergänge sind allerdings vorhanden, und wo solche zwischen Gneiss oder Granit auftreten, da wird man sie unbedenklich als Granulitgneiss oder granulitähnlichen Granit zum Gneiss oder Granit rechnen, wo sie aber in deutlichen Granulitgebieten vorkommen, da kann man sie als Gneissgranulit zu letzterem zählen.

Der Feldspath des Granulites, meist Orthoklas, z. Th. wohl aber auch Oligoklas, ist innig oder feinkörnig mit dem in geringerer Menge mindestens weniger bemerkbar als im gewöhnlichen Granit oder Gneiss vorhandenen Quarz verbunden. Nur hie und da bildet letzterer selbstständige sehr dünne Lagen oder flache Linsen, die dann am deutlichsten auf verwitterten Oberflächen hervortreten. Glimmer bildet nur zerstreute kleine parallel liegende Blättchen, oder zusammenhängende dünne schuppige Lagen zwischen dem ganz vorherrschenden und innigen Feldspath-Quarzgemenge. In beiden Fällen steigert er die Schiefertextur. Es ist am häufigsten weisser, selten schwarzer Glimmer. Der stets überwiegende Feldspath ist meist weiss, gelblich oder hellröthlich gefärbt, und das sind deshalb auch die vorherrschenden Farben des Gesteins, zumal da der selten durchsichtige Quarz in ihm nicht dunkel, sondern milchweiss erscheint. Glimmerlagen bringen im Querbruch zuweilen dunkle Bandstreifung hervor. Es giebt aber auch Granulitvarietäten, bei denen die ganze Masse, vielleicht durch Eisenoxydul, schwärz-

lichgrün bis fast schwarz gefärbt ist, in welchem Falle dann der ältere Name Weissstein besonders unpassend erscheint.

Ausser den ganz wesentlichen Bestandtheilen Feldspath und Quarz, und dem als untergeordnet häufig vorkommenden Glimmer, tritt nun aber im Granulit sehr oft auch noch etwas rother Granat in ganz kleinen Körnern oder Krystallen eingestreut auf. Wo wenig oder kein Glimmer vorhanden, da ist der Granat geradezu charakteristisch für das Gestein, und das sind seine entschiedensten Varietäten; bei der Anwesenheit von viel Glimmer pflegt dagegen der Granat zu fehlen, und diese Varietäten bilden zugleich die Uebergänge in Gneiss. Noch ein anderer, zwar sparsam vertheilter, aber dennoch recht charakteristischer accessorischer Gemengtheil des Granulites ist blauer Disthen (Kyanit). Noch mehr local finden sich auch Schörl und Hornblende darin ein.

Das Gestein bildet Uebergänge in Granit, durch mehr deutlich körnige und undeutlicher schiefrige Textur; in Gneiss durch Zunahme des Glimmergehaltes, und in Felsitschiefer durch gänzliches Verschwinden des Glimmers und vollständige Verdichtung der Masse.

Als Varietäten lassen sich unterscheiden:

a) Gemeiner Granulit, weiss, gelblich oder röthlich, mit wenig oder keinem Glimmer, kleine Granaten und oft auch etwas Disthen enthaltend. Mehr parallel lagenförmig als eigentlich schiefrig. Rosswein in Sachsen.

b) Bandstreifiger Granulit, streifig durch parallele Glimmerzwischenlagen. An der Zschopau zwischen Sachsenburg und Schönborn in Sachsen.

c) Glimmerreicher oder Gneissgranulit, mit wenig oder keinen Granaten. Mittweida in Sachsen.

d) Granitgranulit, mehr körnig als schiefrig. Diese Varietät geht über in glimmerarmen Granit, wo sie gangförmig auftritt ist sie zum Granit zu rechnen. Gegend von Herrnhut.

e) Schwarzer Granulit, wahrscheinlich durch Eisenoxydul gefärbt. Penig in Sachsen.

f) Gefleckter oder Forellengranulit, die dunklen Flecken rühren von Hornblendebeimengung her. Glocknitzer Schlossberg bei Wiener Neustadt.

g) Turmalingranulit, mit ziemlich viel Schörlbeimengung, tritt nach *v. Hochstetter* bei Krummau in Böhmen auf.

Ausser der gewöhnlich sehr regelmässig plattenförmigen

Absonderung oder Schichtung, der Schieferung oder Lagentextur parallel verlaufend, ist gewöhnlich noch eine krummaber glattflächige Absonderung für den Granulit charakteristisch, welche die Schichten oft senkrecht durchschneidet, und diese lässt ihn zuweilen schon aus einiger Entfernung vom Gneiss unterscheiden.

Das Gestein bildet besonders in Sachsen, Böhmen und Mähren ziemlich grosse elliptische Gebiete zwischen anderen krystallinischen Schiefergesteinen. In Sachsen wird das Mittweidaer Granulitgebiet rings um- und überlagert von Glimmerschiefer und Dichroitgneiss, von welchem letzteren es auch einige grosse Schollen eingeschlossen enthält, während es fast überall von zahlreichen oft sehr deutlichen, aber schmalen Granitgängen durchsetzt ist. *Naumann* hält dieses Gebiet für eruptiver Entstehung. Es könnten wohl auch metamorphische Gesteine bei ihrer Umwandlung in gewissem Grade eruptiv geworden sein.

v. Justi beschrieb zuerst 1761 den Granulit der Gegend von Namiest in Mähren unter dem Namen Namiester Stein.
Engelbrecht, Kurze Beschreibung des Weissteins 1802.
Weiss, neue Schriften naturf. Freunde in Berlin, B. 4, S. 350.
Hornig, Analysen des Kremser Granulites, in den Sitzungsberichten der k. k. Akademie zu Wien 1851, B. 7, S. 586.
v. Hochstetter, Granulit von Krummau, im Jahrb. d. geol. Reichsanst. 1854, V, S. 11, u. im Corresp.-Bl. d. geol. mineral. Ver. zu Regensburg 1853, S. 157.
Naumann, in den Erläuter. z. geogn. Karte von Sachsen, H. 1, S. 9 und 1838 H. 2, S. 19. Karsten's Archiv 1832, B. 5, S. 393, u. Jahrb. d. geol. Reichsanst. 1856, S. 766.

22) Gneiss (Gneuss).

Ein krystallinisch körnig-schiefriges Gemenge von Feldspath, Quarz und Glimmer.

Spec. Gew. 2,6—2,7.
Kieselsäuregehalt: 64—76.

Das Gemenge des Gneisses entspricht mineralogisch ganz dem des Granites, nur die Textur ist verschieden, nämlich schiefrig. Man kann sagen schiefriger Granit wird Gneiss genannt, und diese in alle Sprachen aufgenommene Benennung stammt ursprünglich von den Freiberger Bergleuten, welche seit alter Zeit das Nebengestein ihrer Silber-

erzgänge, besonders das stark zersetzte, Gneiss oder Gneuss genannt haben.

Der Feldspath dieses Gemenges ist in der Regel Orthoklas, zuweilen aber auch Oligoklas, vielleicht sogar auch Albit. Der Orthoklas ist weiss, grau, gelb oder röthlich gefärbt, und auf den frischen Spaltungsflächen perlmutterglänzend. Gewöhnlich bildet er nur kleine Körner, zuweilen aber auch grössere Krystalle oder Linsen, sogenannte Schwielen oder Augen, welche dann oft die regelmässige Zwillingsverwachsung des Orthoklases zeigen (porphyrartiger Gneiss, Augengneiss). Der Oligoklas, welcher untergeordnet neben dem Orthoklas oder (seltener) an seiner Stelle auftritt, ist wieder erkennbar durch zarte Parallelstreifung, mehr fettartigen Glanz oder mehr vorgeschrittene Zersetzung.

Der Quarz bildet kleine weisse oder graue Linsen, oder unregelmässige dem Feldspath verwachsene Körner. Ueberdiess manchmal auch noch grössere wulstige Ausscheidungen.

Der graue, braune oder schwarze, auch weisse oder dunkelgrüne Glimmer ist in der Regel Kaliglimmer, seltner Magnesiaglimmer. Manchmal treten zwei verschieden gefärbte Glimmerarten in demselben Gneiss neben einander auf.

Accessorisch enthält der Gneiss hie und da, jedoch nicht gerade häufig: Hornblende, Chlorit, Talk, Graphit, Eisenglimmer, Dichroit, Granat, Turmalin, Andalusit, Pistazit, Zirkon, Disthen, Rutil, Titanit, Eisenkies, Magneteisenerz u. s. w. Einige dieser Mineralien bewirken durch ihr Häufigerwerden, und indem sie an die Stelle wesentlicher Gemengtheile treten, Mengungsvarietäten, so z. B. Hornblende den Syenitgneiss, Chlorit oder Talk den Protogingneiss u. s. w.

Das sind Mengungsvarietäten, welche sich leicht unterscheiden lassen. Weit schwieriger ist es in vielen Fällen den Unterschied zwischen sogenanntem grauen und rothen Gneiss festzustellen, welchen man in neuerer Zeit zu machen Veranlassung gefunden hat, weil gewisse Gneisse, die sich chemisch und geologisch ungleich verhalten, sich oft, aber nicht immer, durch ihre vorherrschend graue oder rothe Färbung unterscheiden. Der sogenannte rothe Gneiss verhält

sich nämlich zu dem sogenannten grauen, sehr oft wie ein etwas jüngeres und kieselsäurereicheres Eruptivgestein, und würde somit eigentlich als eine schiefrige Varietät des Granites, etwa als Granitgneiss, oder wie ich noch lieber vorschlagen möchte als Gneissit, zum Granit zu rechnen sein. Will man aber diese Unterscheidung durchführen, so stösst man dabei sehr bald auf grosse Schwierigkeiten, da der petrographische Unterschied keineswegs immer leicht und bestimmt festzustellen, namentlich die Textur des rothen Gneisses oft ganz vollkommen schiefrig, also durchaus nicht granitartig ist, die des grauen dagegen ausnahmsweise granitähnlich, und da ferner die Lagerungsverhältnisse oft sehr schwer zu erkennen sind. Das sind denn auch die Gründe warum ich den sogenannten rothen Gneiss petrographisch hier nicht zum Granit rechne.

Die mineralogischen Unterschiede dieser beiden geologischen Varietäten bestehen nur etwa darin, dass der graue Gneiss in der Regel dunklen Glimmer und viel weissen oder grauen Feldspath enthält, der aber durch Verwitterung zuweilen ebenfalls roth wird, und darin, dass der rothe Gneiss in der Regel nur weissen oder doch hellen Glimmer und vorherrschend viel röthlichen Feldspath enthält, der aber zuweilen auch weiss oder grau ist.

Am sichersten haben sich nach *Scheerer's* Untersuchungen bis jetzt noch die chemischen Unterschiede herausgestellt, welche wesentlich darin bestehen, dass der rothe Gneiss oder Gneissit etwa 10 Procent mehr Kieselsäure enthält als der graue. Möglichst kurz ausgedrückt und ohne Rücksicht auf kleine Schwankungen gestalten sich demnach die Unterschiede wie folgt:

A. Grauer Gneiss, mit weissem oder grauem Feldspath und ziemlich viel grauem Glimmer. Derselbe enthält 64 bis 67 Procent Kieselsäure und entspricht ungefähr der Formel $3\,(\dot{R})\,\ddot{S}i + 2\,\underline{\dot{R}}\,\ddot{S}i^3$, oder dem Schema $(\lceil\dot{R}\rceil^3 m, \underline{\dot{R}}_n)\,\ddot{S}i^3$. Es ist ein neutrales Silikat. Dazu hat *Scheerer* neuerlich noch hinzugefügt: Neben dem Orthoklas tritt zuweilen auch Oligoklas oder Albit auf, der Glimmer ist eisenreich, ein relativ basischer und

oft wellig. Hierher gehört vor Allem der Normalgneiss von Freiberg.

B. Rother Gneiss oder Gneissit, mit viel rothem Feldspath und wenig weissem Glimmer. Er enthält 74 bis 76 Procent Kieselsäure und entspricht sehr bestimmt der Formel $(\dot{R})^3\,\ddot{S}i^2 + \underline{\dot{R}}\,\ddot{S}i^4$. Es ist ein saures Silikat (ein Anderthalb-Silikat), der Feldspath ergab sich bisher stets als Orthoklas, der Glimmer, stets hoch silicirt, bildet ebene Blättchen.

Dazu gehört z. B. ein Gneiss am Michaelisstollen nördlich von Freiberg bei Eppendorf und bei Kleinschirma unweit Freiberg. Er verhält sich sehr oft wie ein Eruptivgestein, durchsetzt z. B. den grauen Gneiss deutlich gangförmig und schliesst anderwärts Bruchstücke desselben ein. Einen solchen Gang im grauen Freiberger Gneiss beschrieb ich schon 1844, ähnliche fand *H. Müller* beim Zollhaus im Muldenthale, Bruchstücke von grauem in rothem Gneiss aber zwischen Königswalde und Mildenau im Erzgebirge.

Stellen wir die Unterschiede einander gegenüber.

Grauer Gneiss.	Rother Gneiss.
Kieselsäuregehalt: 64—67.	Kieselsäuregehalt: 74—76.
Orthoklas und zuweilen Oligoklas.	Nur Orthoklas.
Viel dunkler Glimmer.	Wenig heller Glimmer.
Annähernd berechnete Gewichtsverhältnisse der Gemengtheile:	Annähernd berechnete Gewichtsverhältnisse der Gemengtheile:
25 Quarz.	30 Quarz,
45 Feldspath.	60 Feldspath,
30 Glimmer.	10 Glimmer.

Der Glimmer enthält in beiden circa 4 Proc. Wasser, und dieses Wasser betrachtet *Scheerer* als einen dem Mineral ursprünglich angehörigen basischen Bestandtheil, als eine mit $\dot{R}$ polymer-isomorphe Base.

Diese Unterschiede zwischen rothem und grauem, oder relativ sauerem und basischem Gneiss, schienen eine Zeit lang chemisch sehr bestimmte und scharf von einander getrennte zu sein. Vermuthlich weil man nur extreme Varietäten untersucht hatte. Die Analysen,

namentlich des rothen Gneisses, zeigten eine Uebereinstimmung untereinander, wie man sie nur bei Mineralspecies, nicht aber bei Gesteinen zu finden gewohnt war. Aus der Fortsetzung dieser sehr sorgfältigen Untersuchungen haben sich indessen, wie zu erwarten stand, nun auch bereits mittlere Varietäten ergeben, durch welche der scheinbar so grelle Contrast wieder ausgeglichen wird. *Scheerer* bezeichnet dieselben als

C. Mittelgneiss. Dahin gehört z. B. ein sehr feinkörniger Gneiss vom Michaelis Erbstollen am rechten Muldenufer, ein ähnlicher zwischen Seiffen Heidelberg und ein langstänglicher Gneiss zwischen Reifland und Lippersdorf im Erzgebirge, welche 68,8—69,7 und 70,2 Proc. Kieselsäure enthalten, also in dieser Beziehung die scheinbare Lücke zwischen grauem und rothem Gneiss schon so ziemlich ausfüllen.

Es werden sich wohl noch andere Zwischenstufen zwischen den Extremen auffinden lassen, und der Gneiss wird eben so wenig als irgend ein anderes Gestein eine constante chemische Verbindung darstellen. Es wird unter den metamorphischen Gneissen relativ sauere und basische, und ebenso unter den eruptiven Gneissiten (etwas schiefrigen Graniten) eben so gut relativ basische als sauere Verbindungen geben.

Sehen wir nun ab von diesen wesentlich auf chemischen Unterschieden beruhenden, wie es scheint, aber auch geologisch wichtigen, und nur z. Th. mineralogisch erkennbaren Varietäten, so lassen sich nach Textur und Mengung ferner unterscheiden,

Texturvarietäten:

a) Gemeiner oder Freiberger Normalgneiss, körnig schuppiger Gneiss *Naumann's*. Zum grauen Gneiss gehörig. Die Glimmerindividuen bilden schuppige Lamellen, welche ziemlich parallel zwischen das körnige Gemenge von Feldspath und Quarz vertheilt sind. Oft zugleich parallele Fältelung. Neben den Erzgängen enthält dieser Gneiss bei Freiberg oft etwas Eisenkies, zuweilen auch Arsenkies, Bleiglanz oder Blende als Imprägnation, wodurch dann seine Verwitterung sehr befördert wird.

b) Augengneiss oder porphyrartiger Gneiss. In dem schiefrigen Gemenge treten einzelne grössere Orthoklasindividuen, meist Zwillinge, als linsenförmige Körper oder als Kry-

stalle hervor, um welche sich die Schieferung wellig fügt. Sehr charakteristisch bei Schwarzenberg im Erzgebirge, Redwitz im Fichtelgebirge.

c) Stängelgneiss oder Holzgneiss. Die Gemengtheile sind in der Schieferungsebene nach einer Richtung stänglich angeordnet, so dass dadurch ein eigenthümlicher Linearparallelismus hervorgebracht wird. Die Stängel können aus Feldspath und Quarz, oder auch aus Glimmerstreifen bestehen. Bei extremer Ausbildung dieser Textur entsteht ein holzähnliches Gefüge, welches die Schieferung fast unterdrückt. Lippersdorf, Lengefeld, Weissenborn und Weigmannsdorf bei Freiberg, Sonnenberg in Böhmen.

d) Sehr feinschiefriger oder Schiefergneiss. Alle Gemengtheile klein, die zahlreichen parallelen Glimmerschüppchen bedingen sehr deutliche Schieferung. Auf dem Schieferbruch sieht man gewöhnlich nur Glimmer.

e) Höchst feinkörniger, fast dichter Gneiss, mit nur undeutlicher Schiefertextur. Radegrube bei Freiberg, Radeberg bei Dresden.

f) Lagengneiss. Die einzelnen Gemengtheile, oder Quarz und Feldspath einerseits und Glimmer andererseits, bilden dünne parallele mit einander wechselnde Lagen, die auf dem Querbruch Bandstreifung verursachen.

g) Granitgneiss oder granitähnlicher Gneiss. Mit sehr körniger und nur undeutlich schiefriger Textur, dadurch in Granit übergehend. Sageritz bei Grossenhain, Boxdorf bei Moritzburg, Brambach im Voigtland, Höfles bei Eger.

Die dichten oder ganz undeutlich gemengten, oder auch höchst verworren schiefrigen Abänderungen des Gneisses, welche ausnahmsweise hie und da, besonders als Contactbildungen neben jüngeren Eruptivgesteinen beobachtet werden, hat *Naumann* unter der Benennung Cornubiate zusammen gefasst. *Saussure* nannte sie Palaiopêtre, *Boase* Protcolit. Sie gehören eigentlich nur geologisch, nicht aber petrographisch zum Gneiss, da man sie nur aus ihrer Lagerung als dazu gehörig erkennen kann.

Mengungsvarietäten:

h) Granulitgneiss, mit sehr wenig und meist weissem Glimmer, dagegen vorherrschendem Feldspath oft im innigen Gemenge mit Quarz. Gehört wohl stets zum sogenannten rothen Gneiss. Grosswaltersdorf und Forchheim bei Freiberg, Lauterbach bei Marienberg, Mautern bei Mölk, Poppenreut bei Münchberg, Hochberg bei Eger; mit dunklem Glimmer, Fahrnleiten am Schneeberg im Fichtelgebirge.

i) Glimmergneiss, übergehend in Glimmerschiefer, mit viel meist dunklem Glimmer, und wenig Feldspath. In der Regel

feinschiefrig. Bei Rabenau und Dippoldiswalda in Sachsen, zwischen gewöhnlichem Gneiss, ebenso bei Gastein in den Alpen.

k) Sehr quarzreicher Gneiss, übergehend in eine Art Quarzschiefer.

l) Syenitgneiss, mit charakteristischer Beimengung von Hornblende. Umgegend von Aschaffenburg, Salzburger Alpen, Gefrees im Fichtelgebirge.

m) Protogingneiss, mit Chlorit oder Talk an der Stelle des Glimmers. Oberhasli und Montblanc in den Alpen. Am Goldberg bei Bernek im Fichtelgebirge enthält ein etwas undeutlicher Protogingneiss Fragmente von Thonschiefer, scheint also eruptiv zu sein.

n) Adulargneiss, mit Adular an der Stelle des gewöhnlichen Orthoklases. Sehr verbreitet in den Alpen, z. am Gotthard.

o) Oligoklasgneiss, mit Oligoklas an der Stelle des Orthoklases; nach *v. Hochstetter* besteht daraus vorherrschend der 7000 Fuss hohe Adamspik auf Ceylon. Derselbe enthält viel Granaten und wechsellagert mit Syenitgneiss, Granulitgneiss, Granulit und Hornblendeschiefer.

p) Gneiss mit zweierlei Glimmer, weissem und schwarzem, kommt recht häufig vor. Seerenbach bei Tharand, Lauenstein im Erzgebirge, Steingrün bei Eger.

q) Dichroitgneiss, mit Dichroit an der Stelle des Glimmers. An den Rändern des sächsischen Granulitgebietes, z. B. bei Wechselburg.

r) Eisenglimmergneiss, mit Eisenglimmer an der Stelle des gewöhnlichen Glimmers. Im südlichen Fichtelgebirge.

s) Graphitgneiss, mit Graphit an der Stelle des Glimmers. Bei Passau an der Donau.

Ich habe hier nur die wichtigsten Varietäten hervorgehoben, es würde kaum möglich sein, alle kleinen Modificationen der Textur und der Mengung besonders zu beschreiben.

Ausser den schon erwähnten accessorischen Gemengtheilen enthält der Gneiss zuweilen auch noch wulstige Concretionen oder unregelmässige Adern von Quarz, Feldspath oder einer Art Schriftgranit.

Der Gneiss ist nicht nur stets mehr oder weniger vollkommen schiefrig, sondern in der Regel auch noch parallel dieser Schieferung geschichtet (oder plattenförmig abgesondert). Eine Ungleichheit beider Richtungen ist bei diesem Gestein noch nicht beobachtet worden. Zuweilen zeigt er ausserdem auch noch eine ziemlich regelmässige schiefwinklige parallelepipedische Absonderung, wodurch er in rhomboëderähnliche Gestalten zerfällt, deren Winkel aber nicht

gleich sind, und deren eines Flächenpaar der Schieferung oder Schichtung entspricht.

Das Gestein bildet sehr ausgedehnte Gebiete in vielen Gebirgsgegenden, deren Bergformen gewöhnlich sehr verschieden sind, je nach der Stellung der Schieferung und Schichtung; flachwellig, nur mit schroffen Thaleinschnitten bei horizontaler Lage, zackig und alpinisch, bei starker Aufrichtung. Oft sind Schieferung und Schichtung auch sehr stark gewunden.

Fast überall, wo man das geologische Alter des Gneisses bestimmen kann, ergiebt es sich als ein sehr hohes. Am häufigsten kommt er mit Graniten zusammen vor, diese im Allgemeinen überlagernd, aber auch oft von ihnen durchsetzt. Auch die ältesten Sedimentärgebilde liegen in der Regel über dem Gneiss, doch giebt es davon Ausnahmen, wie in den Alpen und im Fichtelgebirge, die indessen meist sich durch spätere Störungen der ursprünglichen Lagerung erklären lassen.

Die Gneissvarietäten, welche unter sich eine vielfache parallele Wechsellagerung zeigen, oder welche sogar ganz andere, parallele untergeordnete Einlagerungen enthalten, wie Quarzschiefer, körnigen Kalkstein, Graphit u. s. w. dürften wohl sämmtlich metamorphischer Entstehung sein, hervorgegangen aus ursprünglich sandig thonigen Ablagerungen. Wir sahen aber oben schon, dass mancher Gneiss sich ganz wie ein Eruptivgestein verhält und deshalb wohl geologisch eigentlich zum Granit zu rechnen ist. Zweifelhaft mag es hier gelassen werden, ob vielleicht einige reine Gneissgebiete Ueberreste einer ersten Erstarrungskruste sind.

Scheerer, chemische Untersuchungen des Gneisses im Jahrb. d. k. sächs. Bergakademie zu Freiberg 1858, S. 210, 1861 S. 252 und 1862, S. 188, Berg- u. hüttenm. Zeitung 1861, S. 188, und v. L. u. Br. Jahrb. 1861, S. 613. Zeitschr. d. d. geol. Gesells. 1862, auch besonders erschienen, unter dem Titel: Die Gneusse des Erzgebirges.

Naumann, Erläuter. z. geogn. Karte von Sachsen II. 2, S. 265 und II. 5, S. 51.

Cotta, rother und grauer Gneiss, in v. L. u. Br. Jahrb. 1844, S. 681 und 1854, S. 39.

r, Syenitgneiss, in v. L. u. Br. Jahrb. 1850, S. 649.

Peters, Syenitgneiss, im Jahrb. d. geol. Reichsanst. 1853, S. 236.
Kittel, Syenitgneiss, Umgegend von Aschaffenburg 1840, S. 11 und 27.
v. Rath, Gneiss in Graubündten, Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1858, S. 199.
Fournet, Gneiss der Alpen, *Mém. sur la Géol. de la part des Alpes*, p. 29.
Boase, *Transact. of the geol. soc. of Cornwall*, Vol. 6, p. 390.
Quincke, *Schönfeld* und *Roscoe*, Analysen in d. Ann. der Chem. und Pharm. 1854 (91), S. 306 und 1856 (99), S. 239. v. L. u. Br. Jahrb. 1855, S. 453.
v. Hochstetter, Oligoklasgneiss, Novarra-Reise 1861, Th. I., S. 324.

Quarzreiche krystallinische Schiefer.

(Glimmerschiefer, Quarzschiefer, Itakolumit.)

23) Glimmerschiefer (*Micaschiste*).

Ein krystallinisch schiefriges Gemenge von Glimmer und Quarz.

Spec. Gew. 2,7—3,1.
Kieselsäuregehalt: 69—82.

Die schiefrige Textur ist durchaus wesentlich, obwohl sie mancherlei Modificationen zeigt. Die Mengung schwankt zwischen zwei Extremen, deren eines fast nur aus Glimmer, das andere fast nur aus Quarz besteht, letzteres nennt man Quarzschiefer.

Der Glimmer dieses Gesteins ist am gewöhnlichsten optisch zweiaxiger Kaliglimmer, zuweilen aber auch dunkler Magnesiaglimmer, Damourit oder Paragonit. Es kommen auch zwei dieser Glimmerarten zusammen vor. Die mehr oder weniger grossen Blättchen desselben liegen annähernd parallel und bedingen wesentlich dadurch die Schiefertextur des Gesteins, nur ganz ausnahmsweise werden sie auch in anderer Stellung gefunden.

Die Verbindungsweise des Glimmers mit dem Quarz variirt etwas. Bei den glimmerreichen Varietäten liegen die kleinen Körner oder Linsen des Quarzes versteckt in dem schiefrigen, fast nur aus Glimmer bestehenden Aggregat. Nimmt der Quarz an Menge zu, so bildet er grössere platte Linsen zwischen dem Glimmer, die man aber doch im Querbruch deutlich sieht. Diese Linsen dehnen sich zu dünnen

parallelen Lagen von körniger Zusammensetzung aus, und in diesen finden sich dann zuweilen Glimmerblättchen von abweichender Richtung. Die sehr quarzreichen Varietäten bestehen vorherrschend aus Quarz, der nur durch Einmengung paralleler Glimmerschuppen oder Lagen schiefrige Textur erhält.

Der Quarz tritt aber auch in sehr glimmerreichen Varietäten, ausser als wirklicher Gemengtheil oft in Gestalt unregelmässiger Wülste oder Adern auf, um die sich die Schieferung gewöhnlich herumbiegt, oder er bildet wirkliche Spaltenausfüllungen darin.

Ausser den beiden durchaus wesentlichen Bestandtheilen des Glimmerschiefers tritt in demselben sehr häufig auch noch Granat in solcher Menge und Verbreitung auf, dass man ihn dann als eine charakteristische Beimengung betrachten muss. Dieser rothe oder braune Granat bildet porphyrartig eingestreute isolirte Krystalle, meist Rhombendodekaëder, von der Grösse eines kaum sichtbaren Kornes bis zu der eines Apfels, an jeder Stelle aber ungefähr von gleicher Grösse. Die Glimmerblättchen biegen sich oft um diese Krystalle herum, als seien sie bei deren Bildung auf die Seite gedrängt worden. Bei Fahlun in Schweden findet man in einem talkigen Glimmerschiefer sehr grosse Granatdodekaëder zuweilen zerspalten und ihre Theile sind etwas gegen einander verschoben.

Ausser dem Granat finden sich im Glimmerschiefer ziemlich häufig: Schörl, Staurolith, Disthen, Andalusit, Hornblende, Chiastolith, Smaragd, Chlorit, Talk und Feldspath, schon etwas seltner kommen auch Graphit, Eisenglimmer, Cordierit, Schwefelkies oder Zinnober u. s. w. darin vor.

Durch einige dieser accessorischen Beimengungen werden zugleich Varietäten und Uebergänge in andere Gesteine bedingt, so durch Chlorit in Chloritschiefer, durch Talk in Talkschiefer, durch Feldspath in Gneiss, durch Schörl in Schörlschiefer, durch Graphit in Graphitschiefer, durch Eisenglimmer in Eisenglimmerschiefer. Durch Verdichtung der Masse und namentlich durch Undeutlichwerden des Glimmers als besonderes Mineral, geht das Gestein in Thonglimmerschiefer und durch diesen in

gewöhnlichen Thonschiefer über, so dass hierdurch eine vollständige Uebergangsreihe aus dem entschiedensten Gneiss durch Glimmerschiefer in Thonschiefer hergestellt wird. Dagegen beobachtete man einen eigentlichen Uebergang aus Glimmerschiefer in den ganz gleich zusammengesetzten körnigen Greisen, wohl niemals.

Texturvarietäten:

a) Gemeiner Glimmerschiefer (Schuppenglimmerschiefer). Etwas uneben oder schuppig schiefrig, mit viel Glimmer aber doch noch deutlichem Quarz, sehr häufig.

b) Sehr fein und ebenschiefriger Glimmerschiefer (Planglimmerschiefer). Ebenfalls häufig.

c) Gefältelter Glimmerschiefer, oder Faltenglimmerschiefer. Eine zarte parallele Fältelung bewirkt auffallenden Linearparallelismus. Grössere Faltungen, Biegungen und Windungen der Schieferung pflegen unregelmässiger zu verlaufen, doch sind auch diese zuweilen sehr parallel, so z. B. bei Schwarzenbach unweit Hof im Fichtelgebirge.

d) Gestreckter Glimmerschiefer oder Holzglimmerschiefer. Parallele Leisten oder Stengel des Quarzes bedingen diesen seltneren Linearparallelismus des Gesteins.

e) Verworrenschiefriger oder Wulstglimmerschiefer. Die Störungen der Paralleltextur sind theils durch äussere Kräfte, theils durch zahlreich eingemengte Quarzwülste bedingt Sehr häufig.

f) Lagenglimmerschiefer. Es wechseln dünne in sich schiefrige Glimmerlagen mit feinkörnigen Quarzlagen, in welchen letzteren zuweilen Glimmerblättchen von nicht paralleler Stellung vertheilt sind. Sehr charakteristisch bei Eger in Böhmen, zwischen Korbach und Gefrees im Fichtelgebirge.

g) Knotenglimmerschiefer. Es treten dunkle Knötchen oder Concretionen in der Hauptmasse hervor, wie beim Knotenschiefer (s. unter Thonglimmerschiefer). Zwischen Walpenreuth und Hühnerhof im Fichtelgebirge.

Mengungsvarietäten, bei denen sich natürlich die Unterschiede der Textur wiederholen können.

h) Granatglimmerschiefer, reich an Granaten. Sehr häufig.

i) Gneissglimmerschiefer, mit etwas Feldspath im Gemenge, bildet natürlich Uebergänge in Gneiss. Erzgebirge.

k) Chloritglimmerschiefer, mit etwas Chloritbeimengung, bildet Uebergänge in Chloritschiefer. Häufig in den Alpen.

l) Talkglimmerschiefer, mit etwas Talkbeimengung, bildet Uebergänge in Talkschiefer. In den Alpen.

m) Glimmerschiefer mit dunklem und hellem Glimmer. Zschopau in Sachsen.

n) Graphitglimmerschiefer, mit Graphitbeimengung, übergehend in Graphitschiefer.

o) Eisenglimmerhaltiger Glimmerschiefer, übergehend in Eisenglimmerschiefer. Z. B. im Fichtelgebirge.

p) Schörlhaltiger Glimmerschiefer, übergehend in Schörlschiefer. Eibenstock in Sachsen.

q) Hornblendehaltiger Glimmerschiefer, z. B. zwischen Goldmühl und Brandholz bei Berneck im Fichtelgebirge.

r) Quarzglimmerschiefer, übergehend in Quarzschiefer.

Man könnte allerdings auch den Graphitschiefer, Eisenglimmerschiefer und Schörlschiefer, welche keinen Glimmer mehr enthalten, als Mengungsvarietäten ohne weiteres hierher rechnen, es erscheint mir aber zweckmässiger, sie unter den besonderen Lagerstätten zu besprechen.

s) Kalkglimmerschiefer (Blauschiefer *v. Holger's*). Es ist das entweder ein sehr glimmerreicher und dadurch schiefriger körniger Kalkstein (Cipollin), wie er z. B. in dem Kalklager von Zaunhaus im Erzgebirge vorkommt, oder eine vielfache dünne Wechsellagerung von Glimmerschiefer und körnigem Kalkstein, wie man sie in den östlichen Alpen häufig findet.

Hier sind nun auch noch diejenigen Mengungungsvarietäten des Glimmerschiefers zu erwähnen, welche man wegen der specifischen Verschiedenheit des darin vorherrschenden Glimmers besonders benannt hat.

t) Paragonitschiefer nannte *Schafhäutl* gewisse Glimmerschiefer der Alpen, in welchen der gewöhnliche Glimmer durch Paragonit oder auch durch Damourit vertreten ist. Dahin gehört z. B. die schöne Varietät, welche am Gotthard durch die Beimengung vieler Cyanite und Staurolithe ausgezeichnet ist.

u) Amphilogitschiefer nannte *Schafhäutl* den zartschuppigen, etwas fettigen grünlichweissen Glimmerschiefer des Zillerthales in Tirol, welcher nur 40 Proc. Kieselsäure enthält.

v) Nacritid nannte *Schill* einen aus Quarz, schwarzem und weissem Glimmer bestehenden Schiefer von Pikes-Peak in Kansas. Vielleicht stimmt er mit der sächsischen m) Varietät überein.

Der Glimmerschiefer zeigt in der Regel ausser der Schieferung eine dieser parallele mehr oder weniger deutliche Schichtung, oder selbst mehrfache Wechsellagerung seiner Varietäten.

Er bildet sehr ausgedehnte Gebiete in vielen Gebirgsgegenden, in denen er dann gewöhnlich mit Gneiss oder Talk- und Chloritschiefer zusammen vorkommt, auch häufig parallele untergeordnete Einlagerungen von Quarzschiefer, Hornblendeschiefer, körnigem Kalkstein oder Dolomit, Eisen-

stein oder auch Graphit enthält. Die deutlichen Sedimentärgebilde, auch die ältesten, liegen in der Regel über ihm, doch kommen in dieser Beziehung wie beim Gneiss Ausnahmen vor. Aus seinen gewöhnlichen Lagerungsverhältnissen, sowie aus seinem Zusammenvorkommen schliesst man, dass er durch Umwandlung meist sehr alter Ablagerungen von thonig sandiger Beschaffenheit entstanden sei. Der Quarz hat sich dabei am wenigsten verändert, der Thon ist vorherrschend zu Glimmer geworden, mit Ausscheidung etwa überflüssiger Bestandtheile. Aus einem sehr quarzarmen Thonschiefer konnte so ein sehr glimmerreicher Glimmerschiefer werden; aus einem sehr quarzhaltigen oder sandigen dagegen ein quarzreicher. Aus thonigem Sandstein sogar diejenige Varietät, welche in Quarzschiefer übergeht. War etwas Kalkerde vorhanden, so konnten sich Granat, Hornblende u. s. w. bilden. Untergeordnete Einlagerungen von Kalkstein, Eisenstein, Kohle oder dergl. wurden dagegen durch dieselben Vorgänge zu körnigem Kalkstein, Eisenglimmerschiefer, Roth- oder Magneteisenstein, Graphit und dergleichen.

Man setzt voraus, diese Umwandlung habe stets tief im Erdinnern stattgefunden, unter Einwirkung hohen Druckes, hoher Temperatur, und vielleicht auch unter Mitwirkung von Wasser, als plutonischer oder hydroplutonischer Vorgang. Waren genug Alkalien in der thonigen Ablagerung vorhanden, oder konnten solche, vielleicht in Wasser gelöst, hinzutreten, so entstand Gneiss statt Glimmerschiefer. Sind diese Vermuthungen richtig, so erklären sie auch zugleich die Möglichkeit einer Glimmerschieferbildung in verhältnissmässig viel neueren Ablagerungen als gewöhnlich, wenn diese zufällig lange Zeit einer sehr starken Bedeckung ausgesetzt waren. So erscheint es möglich, dass ausnahmsweise in den Alpen gewisse sandigkalkige Zwischenlagen des Glimmerschiefers noch erkennbare Reste von Belemniten enthalten.

So häufig auch Glimmerschiefer untersucht und beschrieben worden ist, so giebt es doch nur wenig Abhandlungen, die sich vorzugsweise mit diesem Gestein beschäftigen. Ich werde hier nur ein Paar anführen, die sich auf besondere Erscheinungen beziehen

Beudant und *Naumann* beobachteten im Glimmerschiefer, ersterer in Ungarn, letzterer in Skandinavien, geschiebeartige Quarzkörner, ein Umstand, der lebhaft an einen ersten mechanischen Ursprung erinnert (Naumann's Geognosie 2. Aufl., B. I, S. 527, Anm.). Auch ich beobachtete im Kalkstein, welcher zu Jakobeni in der Bukowina parallel zwischen Glimmerschiefer liegt, deutliche Quarzgeschiebe. Jahrb. d. geol. Reichsanst. 1855, S. 7.

Schafhäutl über die besonderen Varietäten der Alpen, Ann. d. Chem. u. Pharm. 1843, S. 733. (*Schönfeld* u. *Roscoe* das. 1854, (91), S. 305).

Schill, über Nacritid, Ann. d. Chem. und Pharm. 1857, (103), S. 119.

24) Quarzschiefer (schiefriger Quarzit).

Ein vorherrschend aus Quarz bestehendes, in der Regel aber doch etwas glimmerhaltiges schiefriges Gestein.

Ich rechne den Quarzschiefer als eine Art Anhang zum Glimmerschiefer, in welchen er durch die Varietät des Quarzglimmerschiefers vollständig übergeht. Mineralogisch gehört derselbe allerdings zu den Kiesel- oder Quarzgesteinen, geologisch aber zu den metamorphischen krystallinischen Schiefern, zwischen denen er parallele, untergeordnete Einlagerungen zu bilden pflegt, und gleich denen er durch Umwandlung aus Ablagerungsgesteinen (etwa aus Sandsteinen) hervorgegangen zu sein scheint.

Ganz consequent lässt sich dieses Princip der Zurechnung freilich wieder nicht durchführen, sonst würde man z. B. den körnigen Kalkstein grösstentheils ebenfalls hierher rechnen müssen. Dieser besteht aber aus einem Minerale, welches in den krystallinischen Schiefern nicht als wesentlicher Gemengtheil auftritt, was beim Quarzschiefer der Fall ist.

Unter den Quarzgesteinen werde ich den Quarzschiefer nur der Vollständigkeit wegen nochmals erwähnen.

Als Texturvarietäten des Quarzschiefers lassen sich unterscheiden:

a) Gemeiner Quarzschiefer, aus dichtem undeutlich schiefrigem weissem Quarz bestehend, nur wenig Glimmer enthaltend. z. Th. mit deutlicher Parallelstreckung. Bei Freiberg im Gneiss.

b) Körniger Quarzschiefer oder Quarzit. Feinkörnig, an Sandstein erinnernd.

25) Itakolumit.

Ein feinkörniges und zugleich schiefriges Gemenge aus Quarz mit etwas Glimmer, Talk oder Chlorit. In dünnen Platten zuweilen biegsam.

Die Hauptmasse dieses zuerst durch *v. Eschwege* benannten Gesteins besteht aus Quarzkörnern, wie die meisten Sandsteine. Diese Körner sind aber untereinander verbunden durch dünne krystallinische Blättchen von Glimmer, Chlorit oder Talk, welche oft eine ziemlich parallele Lage annehmen und dünne Zwischenlagen bilden. Dadurch verursachen sie schiefrige Textur, während sie als etwas elastisches Bindemittel der Quarzkörner manchmal auch elastische Biegsamkeit dünner Gesteinsplatten bewirken. Aber keineswegs alle Varietäten des Itakolumites sind biegsam. Die vorherrschende Farbe des Gesteins ist gelblich, zuweilen erscheint es aber auch weiss, röthlich oder blaulichgrau.

Als untergeordnete Beimengungen treten im Itakolumit auf: Eisenglimmer, Magneteisenerz, Martit, ged. Gold und sogar Diamant. Quarz findet sich local auch in Form von Geschieben darin, wodurch der mechanische, sandstein- oder conglomeratartige Ursprung recht deutlich hervortritt. Durch Zunahme seines Eisenglanz- oder Magneteisenerzgehaltes geht der Itakolumit in Eisenglimmerschiefer und in Itabirit, durch gänzliches Ueberwiegen des Quarzes in Quarzschiefer über.

Für die schwankende Natur dieses Gesteins ist es ziemlich bezeichnend, dass es sehr verschiedene Benennungen erhalten hat. *A. v. Humboldt* nannte es Itakolumit oder *Quarz chloriteux*, *Claussen: Grès rouge, micaschiste quarzeux* und *grès itacolumite*, *v. Martius:* elastischer Sandstein, Quarzschiefer und Gelenkquarz, *Walchner:* quarzigen Talkschiefer, *Jacquemont*: *Grès schisteux*, *Shepard* rechnet es zum Glimmerschiefer, *Toumey* nennt es *Quarzrock*, oder *the quarz of the micaslate*, und deutet an, dass es ein Hornstein sein könne, *van Uxem* scheint das Gestein in Süd-Carolina sogar zum Greisen gerechnet zu haben.

Als Varietäten lassen sich unterscheiden:

a) Gemeiner Itakolumit, fest, nicht biegsam, einem festen etwas schiefrigen Sandstein gleichend.

b) Biegsamer Itakolumit, meist sehr feinkörnig und in dünnen Platten sehr biegsam.

c) Conglomeratartiger Itakolumit, mit Quarzgeschieben.

Der Itakolumit bildet nach *v. Eschwege* in Brasilien mächtige Schichtensysteme, welche sich über Strecken von mehr als 100 Meilen Länge ausdehnen. Der 5400 Fuss hohe Berg Itakolumi bei Villa Rica besteht fast ganz daraus. *Shepard* und *Lieber* fanden das Gestein in Nord- und Süd-Carolina sehr verbreitet, wo es im Allgemeinen zwischen Kalkstein und Thonschiefer lagernd, untergeordnete Einlagerungen von Talkschiefer, Eisenglimmerschiefer, Itabirit, Catawbarit und feinkörnigem Kalkstein enthält.

v. Helmersen und *Hofmann* fanden dieses Gestein auch im Ural, *v. Eschwege* in Portugal, *Schulz* in Spanien, *Gergens* im Rheinischen Schiefergebiet.

v. Eschwege, Beitr. z. Gebirgskunde von Brasilien 1832, S. 174.
O. Lieber, Gangstudien, B. 3, S. 323.
Shepard, *Report of South Carolina* 1854.
Schulz, *Bullet. de la soc. géol de la Fr.* 1834, S. 416.
Gergens, in v. L. u. Br. Jahrb. 1841, S. 566.
Lucas fand in Brasilien schon 1815 Diamanten darin. *Nauveau dicttonaire d'hist. nat.* Art. Diamant. Bestätigung durch *Heusser* und *Claraz* in der Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1859, B. 11, S. 448.
v. Humboldt, *Gissement des roches dans les deux hémisphères*, *p.* 89.
v. Martius, Reise in Brasilien, B. 2.
Clausen, *Bullet. de l'acad. de Bruxelles* 1841.
Walchner, Handbuch d. Geognosie, S. 38.
Toumey, *Report on the geology of South Carolina* 1848, S. 6.
Jacquemont, *Voyage dans l'Inde.*

Chlorit-, Talk- oder hornblendereiche krystallinische Schiefer.

Hier lassen sich nun am passendsten einige vorzugsweise kieselarme krystallinische Schiefergesteine einschieben, welche wegen des Vorherrschens von Chlorit, Talk oder Hornblende die Benennungen Chloritschiefer, Talkschiefer und Hornblendeschiefer erhalten haben. Sie gleichen in ihrer chemischen Zusammensetzung mehr den basischen

als den sauren Eruptivgesteinen, d. h. sie enthalten mehr Talk- und Kalkerde und meist weniger Kieselerde als letztere. Dazu könnte wegen seiner chemischen und z. Th. sogar geologischen Verwandtschaft auch der Serpentin gerechnet werden. Ich ziehe es indessen vor, denselben unter den besonderen Gesteinsbildungen zu besprechen, da er sehr oft auch unter ganz abweichenden Lagerungsverhältnissen auftritt und dann aus eruptiven Gesteinen entstanden zu sein scheint. Durch die Einschiebung von Chlorit-, Talk- und Hornblendeschiefer wird allerdings die zusammenhängende Uebergangsreihe vom Gneiss durch Glimmerschiefer und Thonglimmerschiefer in Thonschiefer etwas unterbrochen, es entsprechen nun aber einmal dergleichen Unterbrechungen dem Vorkommen in der Natur. Die hier in die Uebergangsreihe eingeschobenen Schiefergesteine bilden entweder untergeordnete Einlagerungen im Glimmerschiefer, oder sie treten gleichsam als dessen Stellvertreter auf.

26) Chloritschiefer (und Topfstein).

Ein schuppig schiefriges grünliches Aggregat von Chlorit, gewöhnlich mit etwas Quarz, zuweilen auch mit Feldspath, Glimmer oder Talk.

Spec. Gew. 2,7—2,8.

Kieselsäuregehalt: 31—42.

Die Hauptmasse des Gesteins bildet Chlorit von grüner oder schwärzlichgrüner Farbe und graugrünem Strich. In der Regel dickschiefrig und weich. Quarz ist entweder durch die ganze Masse verflösst und macht sie dann hart, oder er bildet darin nur zerstreute dünne Lamellen, Linsen oder unregelmässige Wülste, durchzieht sie auch wohl in Form schwacher Adern. Feldspath, Glimmer oder Talk sind nur hie und da erkennbar beigemengt. Accessorisch finden sich aber im Chloritschiefer noch sehr vielerlei Mineralien, und zwar manchmal ganz vortrefflich auskrystallisirt. Am häufigsten: Magneteisenerz, Granat, Talkspath, Strahlstein und Turmalin.

Das Gestein bildet Uebergänge in Talkschiefer, Protogingneiss, Glimmerschiefer, Thonglimmerschiefer und schiefrigen Serpentin, mit denen allen es oft wechsellagernd zusammen vorkommt. Es ist sehr verbreitet in der Central-

kette der Alpen, findet sich sehr charakteristisch im Fichtelgebirge bei Schwarzbach, Wiersberg u. s. w., und in den östlichen Karpathen. Sehr oft enthält es untergeordnete Einlagerungen von Magneteisenerz, Eisenglimmerschiefer, Kupfer- und Eisenkies, körnigem Kalkstein, Quarz u. s. w. Seine Schichtung ist in der Regel deutlich.

An den echten Chloritschiefer, der als solcher sich kaum in besondere Varietäten trennen lässt, die nicht schon bei anderen Gesteinen Berücksichtigung gefunden hätten, schliessen sich nun aber einige sehr verwandte Gesteine an, die ungefähr die Stelle von Varietäten einnehmen.

a) Chloritschiefer von Harthau bei Chemnitz. Die Hauptmasse dieses Gesteins besteht aus einem unvollkommen schiefrigen Chloritschiefer, durchzogen von vielen Quarzlagen und Adern. In dieser dunkelgrünen Hauptmasse treten in gewissen Zonen zahlreiche gelbliche Flecke sehr deutlich hervor, welche nach ihrem Ansehen eine Zeit lang für Talkflatschen gehalten wurden. *A. Knop* hat dieses Gestein genauer untersucht und gefunden, dass diese Flecke nicht aus Talk bestehen, sondern meist aus einer gelblich grünen Glimmersubstanz, einer Art Pinit, die aber selbst erst durch Umwandlung aus Oligoklas (oder Labrador) entstanden ist, welcher an manchen Stellen sich selbst noch mit seiner Krystallform und deutlichen Spaltung erhalten zeigt. Merkwürdigerweise scheinen diese Feldspathkrystalle bei ihrer Umwandlung in Glimmeraggregate einigermassen sogar ihre äussere Gestalt verändert und sich mehr als vorher der Schieferrichtung des Gesteins gefügt zu haben. Accessorisch enthält dieses Gestein oft etwas Schwefelkies, Braunspath und Titaneisen. Es spaltet in Platten oder auch holzartig und bildet untergeordnete Einlagerungen im Thonglimmerschiefer derselben Gegend.

b) Chloritoidschiefer nannte *Hunt* gewisse in Canada sehr verbreitete dunkle Schiefer, welche vorherrschend aus Chloritoid, einem dem Chlorit wie dem Ottrelit verwandten Minerale bestehen.

c) Topfstein (Lavezstein, Giltstein, *pierre ollaire*). Besteht vorherrschend aus einem filzigen, nur selten etwas schiefrigen Gewebe von Chlorit.

Spec. Gew. = 2,8—?

Kieselsäuregehalt: 30—60?

Die grünlichgraue bis schwärzliche, im Strich grünlichweisse Masse ist mild, talkig, leicht schneidbar und ganz unschmelzbar. Sie enthält zuweilen etwas Glimmer, Kalkspath, Dolomit und Magneteisenerz oder Eisenkies eingesprengt, braust daher

zuweilen mit Säure etwas. Im Feuer verliert sie 7—21 Proc. an Gewicht, was hauptsächlich von dem bis 11 Procent steigenden Wassergehalt herrührt.

Das Gestein, was leicht zu feuerfesten Geschirren, Ofenplatten u. dergl. verarbeitet wird, findet sich z. B. sehr charakteristisch in den Alpen als untergeordnete Einlagerung im Chloritschiefer und mit Serpentin zusammen, in die es übergeht. Chiavenna, Drontheim in Norwegen? Boston in Massachusetts, Potton in Canada.

Varrentrapp, Poggend. Annalen 1889, B. 48, S. 189.

Knop, Progr. der Chemnitzer Gewerbschule 1856 (?).

Brush, über den Chloritoidschiefer, v. Leonhard's Jahrbuch 1861, S. 574.

Delesse (Topfstein), *Bullet. de la soc. géol. d. Fr.* 1857. [2], t. 14, p. 281.

Studer (Topfstein), *Bibl. univers. de Genève* 1856, [4], p. 213.

27) Talkschiefer *(Stéaschiste)*.

Ein schiefriges gelbliches oder grünliches Aggregat von Talk, gewöhnlich mit etwas Quarz oder auch Feldspath gemengt. Weich, fettig anzufühlen.

Spec. Gew. 2,6—2,8.

Kieselsäuregehalt: 50—57 (bei Zebernick in Ungarn nur 27,6, bei Hinterbrühl sogar 62,1).

Die Hauptmasse des Gesteins besteht aus Talk von hellgelber, gelblichgrüner oder grünlichgrauer Farbe, perlmutter- bis fettglänzend. Da aber das Mineral Talk allein schon 64 Kieselsäure enthält, so dürfte wohl in allem Talkschiefer, der weniger enthält, Chlorit beigemengt sein. Quarz bildet darin nur untergeordnete Körner, flache Linsen, Lagen, Wülste oder unregelmässige Adern. Feldspath ist nur hie und da zerstreut zart eingesprengt, fast eben so häufig kommen accessorisch darin erkennbar: Chlorit, Glimmer, Talkspath, Granat, Strahlstein, Asbest, Magneteisenerz und Eisenkies vor. Das Gestein bildet Uebergänge in Chloritschiefer Thonschiefer, Glimmerschiefer und Protogingneiss.

Als Varietäten lassen sich unterscheiden:

a) Gemeiner Talkschiefer, ziemlich häufig in den Alpen. Mit Korund am Ochsenkopf bei Schwarzenberg im Erzgebirge zwischen Glimmerschiefer.

b) Listwänit, so hat man am Ural eine Varietät des Talkschiefers genannt, welche viel Quarz und Talkspath oder Kalkspath

eingemengt enthält, und dadurch eine etwas körnig schiefrige Textur annimmt. Derselbe wird bei Beresowsk von Beresitgängen durchsetzt, welche wieder von goldhaltigen Quarzgängen durchzogen sind.

c) Dolerine nannte *Jurine* einen Talkschiefer mit wesentlichen Beimengungen von Feldspath und Chlorit, welcher nach *Favre* in den Penninischen Alpen sehr verbreitet ist.

Der Talkschiefer ist fast stets geschichtet und bildet oft Wechsellagerungen mit anderen krystallinischen Schiefergesteinen.

G. Rose, über Listwänit, Reise nach dem Ural, II, S. 537.
Jurine, über Dolerine im *Journ. des mines* XIX, p. 374.
Favre, über Dolerine, in v. L. u. Br. Jahrb. 1849, S. 41.
Scheerer, Analyse des Talksch. von Fahlun, in Poggend. Annalen 1851, B. 84, S. 345.
Richter, Anal. d. Talksch. von Gastein, in Poggend. Annalen 1851, B. 84, S. 368.
Ferjentsik, Anal. d. Talksch. v. Zebernick, im Jahrb. d. geol. Reichsanst. 1856. S. 807.
Ragsky, Anal. d. Talksch. v. Hinterbrühl, im Jahrb. d. geol. Reichsanst. 1854, S. 642.

28) Hornblendeschiefer und **Hornblendefels** (Amphibolit).

Ein schiefriges oder feinkörniges bis dichtes Aggregat von Hornblende, mit geringen Beimengungen von Feldspath, Quarz oder braunem Glimmer. Stets dunkelgrün bis schwarz.

Spec. Gew. 3—3,1.
Kieselsäuregehalt: 48—54.

Die Hauptmasse dieses am häufigsten schiefrigen Gesteins besteht aus einem körnigen meist zugleich fasrigen Aggregat von gemeiner dunkelgrüner bis schwarzer Hornblende. Sehr häufig ist aber diesem Hauptbestandtheil etwas Feldspath, Quarz oder Glimmer beigemengt, durch deren Zunahme dann Uebergänge in Diorit, Dioritschiefer oder Syenitgneiss hervorgebracht werden. Accessorisch finden sich darin auch noch Granat, Pistacit, Eisenkies, Magneteisenerz u. s. w.

Die vorherrschenden schiefrigen Varietäten finden sich in der Regel zwischen anderen krystallinischen Schiefern und gehören offenbar zu ihnen, sie gehen aber zuweilen über

in nicht schiefrige Massen, bei denen es dann zweifelhaft wird, ob man sie noch zu den metamorphischen krystallinischen Schiefergesteinen rechnen soll. Sie könnten wohl manchmal auch eruptiver Entstehung sein, zumal da sie Uebergänge in Diorit bilden.

Texturvarietäten:

a) Hornblendeschiefer, meist dickschiefrig und zugleich fasrig durch annähernd parallele Lage mehr oder weniger dünner Hornblendestengel. Quarz und Feldspath treten, ausser im Gemenge, auch noch in Nestern oder Adern auf. Das Gestein bildet häufig untergeordnete Einlagerungen in Gneiss, Glimmerschiefer und Chloritschiefer, z. B. bei Miltitz unweit Meissen, in der Gegend von Münchberg im Fichtelgebirge.

Ausgezeichnet schöne Granatdodekaëder enthält dasselbe bei Hanover in Nord-Amerika.

b) Hornblendefels, ohne schiefrige Textur, z. B. in der Gegend von Hof im Fichtelgebirge.

Hierher gehört nun auch noch als eine Art Mengungsvarietät der

c) Strahlstein- oder Actinolithschiefer, vorherrschend aus Actinolith (Strahlstein) bestehend, deshalb ganz besonders fasrig, im übrigen wie Hornblendeschiefer. Südlich von Oberwiesenthal im Erzgebirge, Klausen in Tirol.

Man könnte hierher auch den Eklogit rechnen, da indessen die den metamorphischen Schiefern entsprechende Entstehung dieses Gesteins mindestens noch zweifelhaft ist, dasselbe zu den seltneren gehört und sich durch seinen Granatreichthum an andere Granatgesteine innig anschliesst, so werde ich es unter den besonderen Gesteinsbildungen besprechen.

Speciellere Untersuchungen über den Hornblendeschiefer finden sich fast nur in *Bischof's* Geologie (II, S. 130). Ueber den Strahlsteinschiefer vergl. *Reuss* in v. L. u. Br. Jahrbuch 1840, S. 41.

Undeutlich krystallinische Schiefer.

Sie vermitteln vollständig den Uebergang zwischen den sehr metamorphischen krystallinischen Schiefergesteinen, besonders dem Gneiss und Glimmerschiefer, in die viel weniger veränderten noch deutlich sedimentären Gesteine Thonschiefer und Schieferthon, man pflegt sie deshalb auch als Thonglimmerschiefer zu bezeichnen.

29) Thonglimmerschiefer (Phyllit, Urthonschiefer).

Ein schiefriges Aggregat, in welchem man gewöhnlich noch den Glimmer als Hauptbestandtheil erkennen oder wenigstens vermuthen kann. Zuweilen erscheint aber auch schon die ganze Masse homogen und nur stärker glänzend als beim Thonschiefer.

Spec. Gew. 2,6—2,8.

Kieselsäuregehalt: 45—74.

Der Thonglimmerschiefer ist, wie schon aus seinen vollkommenen Uebergängen einerseits in Glimmerschiefer und andererseits in Thonschiefer hervorgeht, nur eine Mittelstufe zwischen beiden; man könnte sagen ein noch nicht fertiger Glimmerschiefer, oder ein stärker umgewandelter, schon etwas krystallinischer Thonschiefer. Auch aus der chemischen Untersuchung geht das hervor. Dabei variirt aber seine Zusammensetzung eben so sehr als die des Glimmerschiefers oder Thonschiefers. Hauptbestandtheile werden immer Quarz und Glimmer oder ein dem letzteren sehr verwandtes Mineral sein, aber ihre quantitativen Verhältnisse wechseln ausserordentlich und zu diesen Hauptbestandtheilen gesellen sich auch hier Chlorit, Talk, Feldspath, Hornblende, Granat u. s. w., wodurch dann zugleich Uebergänge in Chloritschiefer, Talkschiefer, Hornblendeschiefer und Gneiss angebahnt werden.

Die Farbe des Gesteins ist am häufigsten grau, grünlich- oder blaulichgrau, doch kommen auch gelbliche, röthliche, bräunliche und violette Varietäten vor. Der Glanz zwischen perlmutterartig, seidenartig und halbmetallisch. Die Schiefertextur ist immer erkennbar, aber in sehr ungleichem Grade vollkommen. Mit ihr ist oft feine parallele Fältelung verbunden, oder auch eine zweite, die Hauptrichtung schräg durchschneidende Schieferung, wodurch dann eine holzähnliche Spaltbarkeit bedingt wird. Auch die vollkommene Schieferung ist nicht immer parallel der Schichtung.

In der scheinbar homogenen Hauptmasse erkennt man oft deutlich Quarz-Körner, Linsen, Wülste oder Adern, Glimmer- (oder Sericit-) Blätter, Chlorit, Talk, Hornblende, Feldspath, Chiastolith, Andalusit, Eisenkies, Magneteisenerz oder Graphit. Durch ihr Häufigwerden entstehen Mengungs-

varietäten. Es ist schwer bestimmt, ausgeprägte Varietäten bei einem Gestein zu unterscheiden, welches selbst eigentlich nur eine Varietät von Glimmerschiefer oder Thonschiefer, oder eine Zwischenstufe zwischen beiden ist, bei denen sich ungefähr dieselben Varietäten wiederholen.

Als Texturvarietäten kann man allenfalls unterscheiden:

a) Gemeiner Thonglimmerschiefer.
b) Gefältelter Thonglimmerschiefer.
c) Holzartiger Thonglimmerschiefer.
d) Sehr verworrenschiefriger oder wulstiger Thonglimmerschiefer.
e) Knotenschiefer, der aber zugleich eine Mengungsvarietät ist.

Mengungsvarietäten sind:

f) Glimmerreicher Thonglimmerschiefer, übergehend in Glimmerschiefer.
g) Quarzreicher Thonglimmerschiefer, übergehend in Quarzschiefer.
h) Chloritischer Thonglimmerschiefer, übergehend in Chloritschiefer.
i) Talkiger Thonglimmerschiefer, übergehend in Talkschiefer.
k) Hornblendehaltiger Thonglimmerschiefer, übergehend in Hornblendeschiefer.
l) Feldspathhaltiger Thonglimmerschiefer, übergehend in Gneiss.
m) Granathaltiger Thonglimmerschiefer, übergehend in Granatglimmerschiefer.
n) Sericitschiefer nannte *List* eine Varietät, deren Hauptmasse aus Sericit, einem grünen seidenglänzenden glimmerähnlichen Mineral besteht, und welche gewöhnlich auch etwas Quarz und Feldspath (nach *List* Albit) enthält. Die Färbung dieses Gesteins ist im Taunus, wo es sehr verbreitet gefunden wird, grünlich, grün und gelb gefleckt, oder violett. Es ist oft von Adern durchzogen, welche Quarz und Albit enthalten. Auffallend ist sein bedeutender Gehalt an Alkalien, besonders an Kali. *List* unterschied noch, zunächst nach der Farbe, drei Untervarietäten:
   α) Violett, sehr weich und dünnschiefrig. Spec. Gew. 2,88.
   β) Grün, härter, dickschiefriger, gefältelt, mit wenig Albit und mikroskopischem Magneteisenerz. Spec. Gew. 2,79
   γ) Gefleckt, weich, oft zersetzt, mit viel Albit und Quarz. Spec. Gew. 2,68.
o) Ottrelitschiefer, die meist graue Schiefermasse enthält viele

grünliche Ottrelitblättchen, Diese Varietät ist häufig in den Ardennen, sie wurde von *Gümbel* auch in der Gegend von Ebnat in Baiern gefunden.

p) Chiastolithschiefer (*schiste macle*). Die meist dunkle Schiefermasse enthält viele Chiastolithkrystalle eingestreut, welche gewöhnlich nach den verschiedensten Richtungen gestellt sind. Der Chiastolithschiefer, welcher als Varietät ebenso zum gewöhnlichen Thonschiefer als zum Thonglimmerschiefer gehört, findet sich gewöhnlich an Contacträndern plutonischer Eruptivgesteine, so z. B. neben Granit bei Gefrees im Fichtelgebirge.

q) Knotenschiefer, Fleck- oder Fruchtschiefer. Der Schiefer enthält kleine Concretionen von besonderer Beschaffenheit, Härte und Farbe. Dieselben sind meist dunkler und härter, als die Hauptmasse und bilden entweder kleine Knoten oder nur Flecke mit unbestimmter Umgrenzung, manchmal ähneln sie Fruchtkörnern; daher die verschiedenen Benennungen. Aus ihrer mineralogischen und chemischen Untersuchung hat sich kein ganz bestimmtes Resultat ergeben, danach sind sie für eine Art Fahlunit, Hornblende, Serpentin, Chiastolith oder Andalusit gehalten worden. Es ist wohl möglich, dass sie an den einzelnen Orten etwas verschieden zusammen gesetzt sind. In Beziehung auf ihre Entstehung ist es von besonderem Interesse, dass nach den sorgfältigen Untersuchungen von *Carius* der Schiefer mit den Knoten keine anderen Bestandtheile und auch nicht in anderen Verhältnissen, enthält, als derselbe Schiefer ohne Knoten in grösserer Entfernung vom Contact, so dass also keine neue Substanz hinzugekommen zu sein scheint, um die Concretionen zu bilden, die vielmehr wesentlich nur aus einer neuen Anordnung der bereits vorhandenen Bestandtheile hervor gingen. An den Graniträndern im westlichen Erzgebirge und Voigtland sind diese Knotenschiefer sehr häufig, und gehören hier ebensowohl zum Thonglimmerschiefer als zum gewöhnlichen Thonschiefer. Aehnliches sieht man bei Wechselburg in Sachsen in einem Gestein, welches schon zum Glimmerschiefer zu rechnen ist.

r) Alaunschiefer. Dieser Schiefer ist sehr kohlenhaltig und dadurch schwarz, stets ist auch Schwefelkies fein beigemengt, durch dessen Zersetzung sich dann Alaun und Eisenvitriol bilden. Bei dieser Varietät kann man übrigens nur durch die Lagerung entscheiden, ob sie zum Thonglimmerschiefer oder zum Thonschiefer zu rechnen ist, da jene an sich schwachen Unterscheidungsmerkmale, durch den Kohlengehalt vollständig verwischt sind. Charakteristisch für den meisten Alaunschiefer ist es, dass er eine sehr gewundene oder verworrenschiefrige Textur zeigt, oft von Quarzwülsten und von glänzenden aber gekrümmten Spiegelflächen durchzogen ist,

und zuweilen linsenförmige Concretionen von Stinkstein oder Anthrakonit enthält. Reichenbach im Voigtland.

s) Zeichnenschiefer, zuweilen schwarze Kreide genannt. Auch bei dieser kohlenreichen Varietät lässt sich nur aus der Lagerung bestimmen, ob sie zum Thonglimmerschiefer oder zum Thonschiefer gehört. Es ist ein quarzfreier sehr milder Schiefer, welcher durch Kohlenbeimengung schwarz gefärbt ist und sogar etwas schwarz abfärbt, so dass man allenfalls damit schreiben kann. Ludwigstadt im Thüringer Wald, da zum Thonschiefer gehörig.

Da alle diese Mengungsvarietäten eben so gut dem gewöhnlichen Thonschiefer als dem Thonglimmerschiefer zugehören, so werde ich sie auch bei jenem nochmals nennen und dabei auf die hier enthaltene Schilderung verweisen.

Ausser der Schieferung zeigt der Thonglimmerschiefer in der Regel auch Schichtung, welche hier, wie schon bemerkt wurde, nicht immer der Schieferung parallel geht. Im Uebrigen verhält er sich, was seine Lagerung und Verbreitung anlangt, ganz wie Glimmerschiefer, höchstens mit dem Unterschied, dass man ihn schon etwas häufiger mit den ältesten, noch erkennbare Versteinerungen enthaltenden Sedimentärgesteinen wechsellagern sieht. Es ist in Wirklichkeit nichts anderes als ein Umwandlungsstadium zwischen Thonschiefer und Glimmerschiefer, welches man durch diese Benennung zu fixiren versucht.

Frick, *Pleischl*, *Sauvage* und *Kjerulf* lieferten zahlreiche Analysen in Poggend. Annalen 1835, B. 35, S. 188, im Journ. f. prakt. Chemie 1844, B. 31, S. 45 u. 1855, B. 65, S. 192.

List, über den Sericitschiefer, im Jahrb. d. Vereins f. Naturk. im Herzogth. Nassau 1850, H. 6, S. 128.

Lipold, über Sericitschiefer, in den Alpen, Jahrbuch d. geol. Reichsanst. 1854, S. 201 u. 359.

Gümbel, über Ottrelitschiefer, im Corresp.-Bl. d. zool. mineral. Ver. z. Regensburg 1853, S. 153, und über Phyllit, daselbst, 1854, S. 12.

Naumann, über Knotenschiefer, Erläuter. z. geogn. Karte v. Sachsen 1838, H. II, S. 264 u. 1845, H. V, S. 50.

Kersten, über Knotenschiefer, im Journ. f. prakt. Chemie. B. 31, S. 108.

Carius, über Knotenschiefer, in den Annalen d. Chemie und Pharm. 1855, B. 94, S. 45 und in v. L. u. Br. Jahrbuch 1856, S. 595.

Müller, über Knotenschiefer, in der Berg- u. hüttenm. Zeitung 1858, S. 107.

Durocher, über Chiastolith u. Knotenschiefer, im *Bullet. de la soc. géol. de la Fr.* 1846, t. 3, p. 546.

III. Sedimentäre Gesteine.

Sie sind alle geschichtet oder wenigstens parallel über einander gelagert. Die meisten bestehen aus mechanisch zusammengeschwemmten, und durch Wasser abgelagerten Theilen zerstörter älterer Gesteine, nur wenige aus chemischen Niederschlägen von Mineralsubstanz. Viele enthalten mehr oder weniger erkennbare Ueberreste von Organismen, sogenannte Versteinerungen, einige bestehen sogar ganz wesentlich daraus.

In Folge dieses Ursprunges fehlt den meisten Sedimentärgesteinen eigentlich krystallinisches Gefüge. Einige wenige scheinen jedoch, wie schon erwähnt, wirklich chemische Niederschläge aus wässrigen Solutionen zu sein, wie z. B. Gyps und Steinsalz, und diese zeigen dann auch in der Regel krystallinisches Gefüge.

Nach ihrer Entstehungsweise kann man somit unterscheiden:

a) Mechanisch abgelagerte,
b) Chemisch abgelagerte und
c) Durch organische Vorgänge bedingte Sedimentärgesteine. Letztere zerfallen wieder in:
   α) Phytogene, durch Anhäufung von Pflanzenresten bedingt.
   β) Zoogene, durch Anhäufung thierischer Reste bedingt.

Es sind etwas andere Mineralien, die in den sedimentären Gesteinen als Bestandtheile vorherrschen, als in den eruptiven und metamorphischen. Feldspäthe, Amphibol und Pyroxen fehlen darin als eigentliche Gemengtheile fast ganz. Dafür treten besonders häufig auf: Quarz (überhaupt das häufigste Mineral der Erde), Thon (schon ein Mineralgemenge), kohlensaurer Kalk und Talk als Kalkspath (Kalkstein) und Dolomit, schwefelsaurer Kalk als Gyps und Anhydrit, Chlornatrium als Steinsalz, endlich Kohlen und Eisenerze.

Die letzteren finden sich jedoch meist nur in besonderen Lagerstätten, und so bleiben für die wichtigsten Sedimentärgesteine nur die ersteren als Hauptbestandtheile übrig, welche vorherrschend thonige, kalkige und quarzige Gesteine bilden. Zwischen die thonigen und kalkigen sind aber noch die mergeligen als verbindendes Glied einzuschieben, und an die quarzigen, welche aus Sandsteinen und Conglomeraten bestehen, reihen sich andere minder quarzhaltige Trümergesteine an, welche man als Tuffe zu bezeichnen pflegt.

Alterstabelle.

Allgemeine Abtheilungen.	Formationen oder Gesteinsbildungen in Deutschland.
Recente Ablagerungen.	Schlamm, Sand, Geschiebe, Kalktuff, Torf, Infusoriengesteine u. s. w.
Diluviale Ablagerungen.	Löss, Lehm, Sand, Geschiebe, Knochenbreccie, Bohnerz, Torf, Kalktuff, Infusoriengesteine.
Tertiäre Abl. a) pliocäne, b) miocäne, c) eocäne.	Süsswasserkalk, Tegel, Molasse, Nagelfluhe, Braunkohlenformation, Grobkalk, Flysch, Nummulitenkalk.
Ablagerungen der Kreideperiode.	Kreideformation. Quaderformation (incl. Pläner). Hilsformation (Neocom).
Ablagerungen der Juraperiode.	Deisterformation (Wealden). Juraformation (weisser u. brauner Jura). Leiasformation (schwarzer Jura oder *Lias*).
Ablagerungen der Triasperiode.	Keuper. Muschelkalk. Buntsandstein. } (Oberer *New-red-sandstone*).
Ablagerungen der Kohlenperiode.	Zechstein. Rothliegendes } (Permformation). Steinkohlenformation. Kohlenkalkstein oder Kulmformation.
Ablagerungen der Grauwackenperiode.	Devonformation (*Old-red-sandstone*). Silurformation. Cambrische Formation.

Das Material aller dieser abgelagerten Gesteine rührt grösstentheils von der Zerstörung früher vorhandener Gesteine her. Die Erstarrungsgesteine lieferten durch ihren Gehalt an Feldspath, Hornblende, Augit und Glimmer Thonschlamm und schwache Solutionen mit Gehalt von Kalk, Talk, Kiesel, Kali, Natron und Eisen; durch ihren Quarzgehalt Sandkörner, durch den Glimmergehalt auch Glimmerblättchen. Die älteren Sedimentärgesteine lieferten entsprechende Materialien zu neueren; aus allen festeren Gesteinen gingen zuweilen Geschiebe für Conglomeratbildungen hervor.

Man hat die sedimentären Ablagerungen nach der Reihenfolge ihres Uebereinanderliegens, und folglich ihres Alters in sogenannte Formationen eingetheilt, und diese wieder in Gruppen vereinigt, welche grösseren Ablagerungsperioden entsprechen. Da es zweckmässig erschien diese geologische Eintheilung nach dem Alter hier voran zu stellen, auf welche bei den einzelnen Gesteinen zuweilen Bezug genommen werden muss, so ist sie vorstehend als Alterstabelle aufgenommen.

Unter den Sedimentären folgen in der Regel krystallinische Schiefergesteine, aber keineswegs überall ist diese ganze Reihenfolge vorhanden.

Aus dem bekannten geologischen Alter der Ablagerungen lässt sich jedoch ebensowenig auf die besondere Beschaffenheit der sedimentären Gesteine, als umgekehrt aus dieser mit Sicherheit auf ihr geologisches Alter schliessen. Beide sind vielmehr in gewissem Grade von einander unabhängig, und ganz besonders ist keine Gesteinsart auf eine bestimmte Altersperiode beschränkt, wenn auch sich einige sehr allgemeine Unterschiede zwischen den Gesteinen der neueren und älteren Ablagerungen erkennen lassen, die nur nicht in jedem einzelnen Falle zutreffen.

Thongesteine.

Es sind ursprünglich Sedimente von thonigem Schlamm mit geringen Beimengungen von feinem Quarzsand, Glimmerblättchen, Eisenoxydhydrat und organischen Resten, aus welchen durch langsame Umwandlungsprozesse, hauptsächlich durch mechanische Verdichtung, festere z. Th. kohlen-

stoff- oder bitumenhaltige Gesteine hervorgegangen sind. Als solche lassen sich unterscheiden, Thonschiefer, Schieferthon, Schieferletten, Thonstein, Thon und Lehm mit ihren mancherlei Varietäten, diesen schliessen sich dann sogleich noch die Mergelgesteine an. Wollte man erstere nach ihrem Ursprung und ihrer Entwickelungsreihe ordnen, so würde man mit dem Thon und Lehm beginnen müssen, daraus wurden, vielleicht schon durch blossen Druck, Thonstein, Schieferthon und Thonschiefer, durch Beimengungen aber deren Mengungsvarietäten. Für die Aufstellung in einer Sammlung ist es indessen zweckmässiger, mit den am meisten umgewandelten zu beginnen, weil diese sich unmittelbar an die metamorphischen Schiefer anschliessen.

30) Thonschiefer und **Schieferthon** *(Schiste argileux* und *Argile schisteux).*

Schiefriger Thon mit geringen Beimengungen anderer Art, fest oder milde, aber nicht knetbar, sehr verschieden gefärbt.

Spec. Gew. 2,5 - 2,8.

Kieselsäuregehalt: 39—89, also höchst verschieden.

Die thonige schiefrige Hauptmasse enthält oft sehr kleine Glimmerblättchen und Quarztheilchen beigemengt, erscheint aber auch ganz homogen. Ihre Färbung ist am häufigsten grau, geht jedoch ins Grüne, Blaue, Violette, Schwarze, Gelbe, Braune und Rothe über, was vorzugsweise von den Oxydationszuständen des beigemengten Eisens und von einem geringen Kohlen- oder Bitumengehalt abzuhängen scheint.

Es ist ganz unmöglich eine scharfe Grenze zwischen Thonglimmerschiefer, Thonschiefer und Schieferthon zu ziehen, nur die Extreme oder Ideale dieser Umwandlungsstadien lassen sich einigermassen als von einander verschieden, charakterisiren. Der entschiedene Thonglimmerschiefer ist ein schon ziemlich krystallinisches Gemenge; der entschiedene Thonschiefer, zwar nicht krystallinisch, sondern im Bruch matt, aber doch fest und dabei sehr vollkommen schiefrig; der entschiedene Schieferthon dagegen ist weich oder milde und weniger vollkommen schiefrig, mehr ein erdiges, dabei aber etwas schiefriges Aggregat. Der entschiedene Thonglimmerschiefer enthält häufig mancherlei krystallinische Mi-

neralien accessorisch beigemengt; der echte Thonschiefer schon viel seltner und weniger Arten; der Schieferthon höchstens noch hie und da etwas Eisenkies. Bestimmtere Unterschiede als diese lassen sich aber kaum angeben.

Als Texturvarietäten kann man unterscheiden, für den Thonschiefer:

a) Gemeiner Thonschiefer, eben oder unebenschiefrig, sehr verschieden gefärbt und manchmal auch reich an accessorischen Beimengungen. Er enthält z. B, Quarz-Wülste, Linsen und Adern, Eisenkieskrystalle oder Knollen u. s. w. Zuweilen ist er sehr verworrenschiefrig. In allen deutschen Grauwackengebieten sehr häufig.

b) Dachschiefer und Tafelschiefer, so nennt man die reinsten, sehr vollkommen- und ebenschiefrigen Varietäten des Thonschiefers, oder auch des Thonglimmerschiefers, die sich leicht in dünne Tafeln spalten lassen, und dann immer noch einen hohen Grad von Festigkeit besitzen. Vom Tafelschiefer wird dazu noch verlangt, dass er durch kohlige Beimengungen dunkel gefärbt sei, während der Dachschiefer auch hellgrau und härter als jener sein kann.

Krystallisirte accessorische Beimengungen dürfen beide nicht enthalten, wenn sie ihren Benennungen entsprechend verwendbar sein sollen. Lehsten im Thüringer Wald.

c) Griffelschiefer nennt man solche reine und weiche aber dabei feste Thonschiefer, welche entweder von Natur in dünne stiftförmige Absonderungen zerfallen, oder in Folge eines holzartigen Linearparallelismus leicht in Stifte gespalten werden können. Gegend von Sonnenberg im Thüringer Wald.

d) Schieferthon ist nur eine weichere weniger feste und mehr erdige Varietät des Thonschiefers, die zuweilen auch Glimmerblättchen und Sandkörner enthält.

e) Schieferletten ist wieder nur eine kleine Modification des Schieferthones, in welcher der Thon im feuchten Zustande noch etwas plastisch oder schmierig ist.

Theilweise mit denselben Texturvarietäten treten nun noch zahlreiche Mengungsvarietäten auf, die aber zweckmässig für Thonschiefer und Schieferthon getrennt werden.

Für Thonschiefer:

f) Wetzschiefer ist eine sehr kieselreiche, dabei aber höchst innig gemengte, ganz homogen erscheinende Varietät des Thonschiefers. Oft nur undeutlich schiefrig, mit fast muschligem oder splittrigem Bruch. Katzhütte im Thüringer Wald.

g) Kohlenreicher Thonschiefer, übergehend in Alaunschiefer oder Zeichnenschiefer (Vergl. S. 190).

h) Sandiger Thonschiefer, übergehend in thonreichen Sand-

stein, oft auch Grauwackenschiefer genannt, weil besonders häufig in den Grauwackenformationen.

i) Glimmerreicher Thonschiefer, vom Thonglimmerschiefer dadurch verschieden, dass hier die Glimmerblättchen erkennbar nur mechanisch eingemengt sind. Wird ebenfalls oft Grauwackenschiefer genannt.

k) Kalkknotiger Thonschiefer (in Westphalen Kramenzelstein genannt), welcher zahlreiche linsenförmige oder wulstige Kalksteinknoten enthält, die oft von Versteinerungen herrühren. Geht über in Knotenkalkstein.

Hier wiederholen sich nun auch noch die unter Thonglimmerschiefer S. 189—191 charakterisirten Varietäten: chloritischer Th., talkiger Th., Sericitschiefer, Ottrelitschiefer, Chiastolithschiefer, Knoten- und Fleckschiefer, Alaunschiefer und Zeichnenschiefer.

Für Schieferthon:

l) Bituminöser Schieferthon, dunkelbraun gefärbt, übergehend in Brandschiefer.

m) Kohlenschiefer, durch kohlige Beimengungen dunkelgrau bis schwarz, oft etwas sandig oder glimmerreich. Wenn viel Pflanzenabdrücke darin vorkommen, nennt man denselben auch wohl Kräuterschiefer. Besonders in der Steinkohlenformation.

n) Bunter Schieferthon oder Schieferletten, gelb, roth, violett oder grün gefärbt durch ungleiche Oxydationsstufen beigemengten Eisens.

o) Sandiger Schieferthon, übergehend in schiefrigen thonigen Sandstein.

p) Glimmerreicher Schieferthon, entsprechend dem glimmerreichen Thonschiefer.

q) Mergeliger Schieferthon, mit Säuren ein wenig aufbrausend, übergehend in Mergelschiefer.

Alle diese schiefrigen Thongesteine sind in der Regel zugleich sehr deutlich geschichtet. Für den Thonschiefe ist es aber dabei noch charakteristisch, dass seine Schieferung sehr oft nicht mit der Schichtung parallel verläuft, sondern von dieser unter irgend einem Winkel durchschnitten wird, was bei weichem Schieferthon weit seltner der Fall ist.

Alle diese Varietäten sind zwar nicht auf die Ablagerungen bestimmter Perioden (nicht auf einzelne Formationen) beschränkt. Gewöhnlich kommen aber die eigentlichen Thonschiefer doch fast nur in den älteren Formationen namentlich in denen der Grauwackenperiode vor, während in den neueren Formationen fast nur Schieferthone gefunden wer-

den. Es giebt jedoch Ausnahmen von dieser Regel; in den Alpen finden sich z. B. echte Dachschiefer, gemeine, sandige und glimmerreiche Thonschiefer (Grauwackenschiefer), welche der Kreide- und sogar der Tertiärperiode angehören. Festigkeit und Vollkommenheit der Schieferung scheinen bei diesen Gesteinen durchaus Folgen entweder sehr dauernder, oder sehr energischer Einwirkung des Druckes zu sein. Ihr ursprünglicher Ablagerungszustand war wahrscheinlich allgemein nur der eines weichen thonigen, höchtens dünn geschichteten, aber nicht eigentlich schiefrigen Sedimentes. Dadurch schliessen sie sich innig an die nicht schiefrigen Thongesteine an.

Ausser den Varietäten, welche sich petrographisch von einander unterscheiden lassen, hat man nun aber, wie bei den meisten Sedimentärgesteinen noch viele nach ihrer geologischen Stellung, oder nach den darin enthaltenen Versteinerungen verschieden benannt, wofür hier einige Beispiele, nach dem Alter geordnet, folgen mögen.

1) Flysch, meist sandig glimmeriger Schieferthon oder Thonschiefer, cocän in den Alpen.
2) Fucoidenschiefer, mit Fucoidenresten, cocän oder auch älter in den Alpen und Karpathen.
3) Glaruser Schiefer, echter Thonschiefer, z. Th. Dachschiefer, in der Schweiz, der Kreide- oder Eocän-Zeit angehörig.
4) Röth, bunter Schieferthon zwischen Muschelkalk und Buntsandstein, besonders in Thüringen.
5) Werfner Schiefer, meist sandige und glimmerreiche Schieferthone, welche in den Alpen der Buntsandsteinformation entsprechen.
6) Kohlenschiefer nennt man alle Schieferthone der Steinkohlenformation, auch wenn sie nicht kohlenhaltig und dadurch dunkel gefärbt sind. Kräuterschiefer dann, wenn sie zugleich Pflanzenabdrücke enthalten.
7) Posidonomyenschiefer, dunkler Thonschiefer der Kohlenkalksteinformation (der der Leiasformation ist bituminöser Mergelschiefer).
8) Cypridinenschiefer, Thonschiefer mit Cypridinen, oberes Glied der devonischen Formation am Rhein und Harz.
9) Wissenbacher Schiefer, ein Thonschiefer der Devonformation am Harz.
10) Calceola-Schiefer, schwarzer, zuweilen mergeliger Thonschiefer der Devonformation am Harz.
11) Grauwackenschiefer, etwas feinsandiger, gewöhnlich auch glimmeriger Thonschiefer der Grauwackenperiode überhaupt.
12) Wenlock-Schiefer, ein Thonschiefer der Silurformation Englands.

13) Graptolithenschiefer, Thonschiefer (oder auch Kieselschiefer) mit Graptolithen, der Silurformation angehörig.

Von besonderen Abhandlungen oder Bemerkungen über Thonschiefer und Schieferthon erwähne ich hier nur die nachstehenden, die grösstentheils chemische Untersuchungen betreffen.

O. L. Erdmann, Thonsch. in Thüringen, Journ. f. techn. Chem. 1832, (13), S. 114.

Frick, Thonsch. in Thür. am Harz u. in Westphalen, Poggend. Annalen 1835, B. 35, S. 193.

Pleischl, Thonsch. in Böhmen, Journ. f. prakt. Chemie 1844. (31), S. 45.

Delesse, Thonsch. in den Vogesen, *Ann. des mines* 1847, [4] t. 12, p. 303, 1853, [5], t. 3, p. 747 u. *Bullet. de la soc. géol.* [2], t. 10, p. 562.

Forchhammer, Thonsch. von Christiania, Journ. f. prakt. Chem. 1845, (36), S. 394 und auf Bornholm, Berzelius Jahresber. 1844, [25], S. 405.

Dahl, Thonsch. bei Christiania, Nyt. Mag. f. Naturv. 1848, [5], S. 317.

Kjerulf, Thonsch. bei Christiania in Christianias Silurb. 1855, S. 34.

Iwanow, Thonsch. bei Christiania, *Mém. Acad. de St. Petersb.* 1859, [6], S. 325.

Wilson, Thonsch. in Schweden, Phil. Magaz. 1855, [4], S. 114, in Schottland das. [4], S. 417.

K. v. Hauer, Thonsch. in Steiermark, Jahrb. d. geol. Reichsanst. 1854, S. 362 u. 869.

Ferjenstik, Werfner Schiefer, Jahrb. d. geol. Reichsanst. 1855, S. 852.

Sauvage, Ardennenschiefer, *Ann. des mines* 1845, [4], t. 7, p. 420.

List, Taunusschiefer, Ann. d. Chem. u. Pharm. 1852 [81], S. 192 bis 260.

Kayser, Thonsch. von Clausthal, v. L. u. Br. Jahrbuch 1850, S. 682.

Schnabel, *Amelung* und *v. d. Mark*, in den Verhandl. d. naturh. Ver. d. pr. Rheinlande 1851, S. 10, 56 u. 127, 1853, S. 127 u. 1855, S. 122.

Risse, geol. Beschr. d. Gegend von Baden 1861, S. 47.

31) Thon und Lehm.

Erdige, im feuchten Zustande mehr oder weniger plastische, vorherrschend aus Thon bestehende Ablagerungen.

Eine scharfe Grenze kann zwischen Thon und Lehm nicht gezogen werden. Die reinsten und deshalb plastischsten

Varietäten pflegt man Thon, auch wohl Töpferthon oder Pfeifenthon zu nennen, sie sind gewöhnlich weiss oder graublau; die stark mit feinem Sand und Eisenoxydhydrat gemengten, und durch letzteres gelb oder bräunlich gefärbten dagegen Lehm. Der ziemlich reine Thon ist jedoch ebenfalls manchmal gelb, roth oder grünlich gefärbt, oder durch kohlige Theile sogar fast schwarz.

Wir haben also zu unterscheiden:

a) Thon. Die reinsten Varietäten weiss, oder hellblaugrau und sehr plastisch nennt man Töpferthon oder Pfeifenthon, sehr kieselreiche oder feinsandige: feuerfester Thon, bituminhaltige: bituminöser Thon, durch Oxydationsstufen des Eisens auffallend gefärbte: bunter Thon.

b) Lehm, mehr oder weniger Sand, Glimmerblättchen und dergl. enthaltender, und durch Eisenoxydhydrat gefärbter, darum weniger plastischer, fast erdiger, gelber oder brauner Thon. Derselbe enthält accessorisch beigemengt auch wohl kleine Feldspaththeilchen und bildet dann den sogenannten Glasurlehm, oder mit Kalktheilchen Mergellehm, oder mit Mergelknollen (Lösskindeln), Kiesknollen, mikroskopische Thierschalen u. s. w. Durch sehr viel Beimengung von Eisenoxydhydrat geht er über in Gelberde, als Farbe anwendbar.

c) Salzthon. Ein chlornatriumhaltiger Thon, zuweilen mit erkennbaren Körnern oder Krystallen dieses Salzes. Kommt gewöhnlich mit Steinsalz zusammen vor.

Geologische Benennungen gewisser Thonvorkommnisse.

1) Löss, oder diluvialer Lehm, oft etwas kalkig und mit Mergelknollen „Lösskindeln".
2) Tegel, miocäne oder neogene Thonbildung im Wiener Becken.
3) Braunkohlenthon, meist weiss, in Norddeutschland miocän.
4) Septarienthon mit kalkigen Concretionen, sogenannten Septarien, miocän in Norddeutschland.
5) Londonthon, eocän im Londoner Becken.
6) Plastischer Thon, eocän im Pariser Becken.
7) Hilsthon, in der Hilsformation Westphalens.
8) Speeton-Thon, in der unteren Grünsandformation Englands.
9) Wealden-Thon, in der Wieldenformation Englands.
10) Ornaten-Thon, mit *Ammonites ornatus*, in der Juraformation Schwabens.
11) Opalinus-Thon, mit *Ammonites opalinus*, im braunen Jura Schwabens.
12) Kimmeridge-Thon, in der Juraformation Englands.
13) Oxfordthon, in der Juraformation Englands.
14) Amaltheen-Thon, mit *Ammonites amaltheus*, in der Leiasformation Schwabens.
15) Turneri-Thon, in der Leiasformation Schwabens.

16) Myaciten-Thon, ausser Myaciten oft auch Pflanzenreste enthaltend, unterstes Glied der Keuperformation in Thüringen.

Dass knetbare Thonbildungen sich viel häufiger in neueren als in älteren Ablagerungen vorfinden, rührt höchst wahrscheinlich daher, dass dieselben überall, wo sie lange Zeit einem starken Druck und dabei etwa auch noch einer erhöhten Temperatur ausgesetzt waren, ihre Plastizität verloren haben und in Schieferthon, Thonschiefer oder Thonstein umgewandelt sind. Dass ihre Ablagerung in Form von Schlamm erfolgte, kann keinem Zweifel unterliegen.

Literarische Nachweisungen über Thon und Lehm erscheinen unnöthig.

32) Thonstein oder **verhärteter Thon.**

Eine dichte ziemlich feste Masse, welche vorherrschend aus Thon besteht, nicht schiefrig, mit erdigem Bruch, sehr verschieden gefärbt.

Was mit diesem Namen bezeichnet zu werden pflegt, ist nicht immer ein wirkliches Sediment, sondern zuweilen das Zersetzungsproduct irgend eines felsitischen Gesteines. Dieser Unterschied kann fast nur durch die Art des Vorkommens festgestellt werden. Die sedimentären Thonsteine sind stets, oft sogar sehr dünn geschichtet; weiss, gelblichgrau, roth, braun, grünlich oder bräunlich, manchmal bunt gestreift oder gefleckt. Dieselben enthalten zuweilen Schwefelkiesknollen, Glimmerblättchen, Abdrücke von Pflanzen, oder verkieselte Pflanzentheile eingeschlossen.

Wie die Unterscheidung der sedimentären Thonsteine von gewissen Verwitterungsproducten felsitischer Gesteine zuweilen schwierig ist, so auch die von manchen felsitischen Tuffgesteinen, z. B. von dem Porphyrtuff, der sehr gewöhnlich auch Thonstein genannt wird.

Mergelgesteine.

Sie schliessen sich innig an die Thongesteine an und bilden einen Uebergang von diesen zu den Kalkgesteinen, indem sie aus Gemengen von Thon und kohlensaurem Kalk oft mit etwas kohlensaurem Talk bestehen, dazu aber häufig auch noch feine Quarztheilchen, Glimmerblättchen, Eisenoxyd, Bitumen oder Kohle enthalten. Nach ihrem Zustand lassen sie sich wieder in schiefrige, dichte und erdige unter-

scheiden; nach dem Vorherrschen der beigemengten Substanzen dagegen in kalkige, dolomitische, sandige, glimmerige, eisenschüssige und bituminöse. Kohle tritt nur sehr untergeordnet als dunkelfärbender Bestandtheil darin auf.

Den Ausgangspunkt der Entstehung bilden wiederum schlammige Sedimente des Materials, welches etwas ungleich zusammengesetzt ist. Daraus wurden durch Druck feste steinartige, schiefrige, zuweilen auch bituminöse Massen.

An einigen dieser Gesteinsbildungen scheint indessen der thierische Lebensprocess in sofern einigen Antheil genommen zu haben, als er die kalkigen und bituminösen Bestandtheile lieferte, welche erstere unter dem Mikroskop manchmal noch organische Formen erkennen lassen.

Die Mergel sind wie die Thongesteine nicht auf die Ablagerungen bestimmter Perioden beschränkt, kommen vielmehr unter den ungleichsten Altersverhältnissen vor, und man kann in dieser Beziehung höchstens sagen, dass die älteren Formationen vorherrschend schiefrige oder feste Varietäten enthalten, während in den neueren häufiger erdige auftreten, beides aber mit Ausnahmen.

33) Mergel.

Ein erdiges, dichtes oder schiefriges Aggregat, meist weich, an der Luft zerfallend, mit Säuren aufbrausend.

Die Zusammensetzung aus Thon und Kalk oder Dolomit kann man der Masse nicht ansehen, sie ergiebt sich erst aus deren chemischem Verhalten. Es schwankt dabei der Kalk- oder Dolomitgehalt zwischen weiten Grenzen, etwa zwischen 10 und 50 Procent; wird er noch bedeutender oder geringer, so verschwindet die Eigenschaft an der Luft zu zerfallen, und man rechnet die Gesteine dann besser zu den Kalkgesteinen oder zu den Thongesteinen. Graue Färbungen herrschen vor, aber auch gelbe, braune, rothe, violette, blauliche und grünliche kommen vor.

Nach der Textur lassen sich unterscheiden:

a) Mergelschiefer, im frischen Zustande sehr ähnlich dem Schieferthon, an der Luft aber zerbröckelnd, oft mit viel beigemengtem Quarzsand, Glimmer oder Bitumen.

b) Dichter Mergel, verhärteter Mergel, Steinmergel oder Mergelstein. Ohne deutliche Schieferung, dem Thon-

stein ähnlich, aber an der Luft zerfallend. Beimengungen wie beim Mergelschiefer. Tutenmergel hat man eine ziemlich seltene Modification des dichten Mergels genannt, die eine eigenthümliche tutenförmige Absonderung zeigt.

c) Erdiger Mergel, im trocknen Zustande ähnlich dem Thon, im feuchten aber nicht plastisch. Beimengungen dieselben.

Nach der Mengung unterscheidet man:

d) Kalkmergel, mit viel kohlensaurem Kalk im Gemenge.

e) Dolomitmergel, mit Dolomit und gewöhnlich auch kohlensaurem Kalk im Gemenge. Der Unterschied zwischen d und e kann nur auf chemischem Wege festgestellt werden.

f) Thonmergel, arm an kohlensaurem Kalk und Dolomit, übergehend in Thon, Thonstein oder Schieferthon.

g) Sandmergel, mit viel beigemengtem Sand.

h) Glimmermergel, mit viel beigemengtem Glimmer.

i) Bituminöser Mergel, meist bituminöser Mergelschiefer, durch Bitumen stets dunkel, selbst schwarz gefärbt Hierher gehört auch der sogenannte Oelschiefer und der durch seinen Kupfererzgehalt ausgezeichnete Kupferschiefer.

k) Glaukonitmergel, mit viel beigemengten Glaukonitkörnchen, dadurch grünlich. Diese Körnchen rühren nach mikroskopischen Untersuchungen grösstentheils von kleinen Schalthieren her.

l) Gypsmergel nennt man von fasrigen Gypsadern oder dünnen blättrigen Gypslamellen durchzogenen Mergelschiefer.

Ausser diesen nach ihrer Beschaffenheit, wenn auch zuweilen erst durch chemische Untersuchung erkennbaren Varietäten hat man nun aber wieder einige Mergelbildungen nach ihrer geologischen Stellung benannt, so z. B.

1) Subapeninnen-Mergel, pliocän in Oberitalien.

2) Cyrenen-Mergel, mit vielen Cyrenen, miocän im Mainzer Becken.

3) Kreidemergel, in der Kreideformation Englands und Westphalens.

4) Plänermergel, in der Quadersandsteinformation Sachsens und Böhmens.

5) Folkstone-Mergel, in der Gaultformation Englands.

6) Flammenmergel, in der Quaderformation Nordwestdeutschlands.

7) Leiasschiefer, bituminöser Mergelschiefer der Leiasformation, z. Th. Oelschiefer genannt.

8) Jurensis-Mergel, mit *Ammonites jurensis*, in der Leiasformation Schwabens.

9) Posidonomyen-Schiefer, dunkle bituminöse Mergelschiefer der Leiasformation Schwabens, mit vielen *Posidonomyen*.

10) Nummismalis-Mergel, mit *Terebratula nummismalis*, in der Leiasformation Schwabens.

11) Belemnitenschiefer, dunkle bituminöse Mergelschiefer in der Leiasformation Schwabens, mit vielen Belemniten.
12) Fleckenmergel oder Allgäuschiefer, in den nördlichen Alpen dem obersten Leias entsprechend.
13) Keupermergel, meist buntfarbig, oft mit Gyps.
14) Partnachschiefer oder Bacdrillienschiefer, dickschiefrige Mergelbildung, welche in den nördlichen Alpen der Keuperformation z. Th. entspricht.
15) Bituminöser Mergelschiefer der Zechsteinformation Thüringens.
16) Kupferschiefer ist ein kupfererzhaltiger bituminöser Mergelschiefer der Zechsteinformation Thüringens, in welchen theils unsichtbar vertheilt, theils erkennbar allerlei Schwefelmetalle eingemengt sind. Ausser Kupfer enthalten diese Schwefelverbindungen auch noch Eisen, Silber, Blei, Kobalt, Nickel u. s. w.

Ueber das Vorkommen der Mergel überhaupt glaube ich nichts hinzufügen zu müssen, ebenso halte ich für unnöthig, ein Literaturverzeichniss zu geben.

Kalkgesteine.

(Kalkstein, Dolomit, Gyps und Anhydrit).

Reiner Kalkstein ist ein Aggregat von Kalkspaththeilchen, also kohlensaurer Kalk. Reiner Dolomit ist dagegen ein Aggregat von Rautenspaththeilchen, also kohlensaurer Kalk und Talk. Gyps ist schwefelsaurer Kalk mit Wasser, Anhydrit ist Gyps ohne Wasser.

Reiner Kalkstein und Dolomit kommen als Gestein in der Natur nur selten vor, in der Regel findet man vielmehr Verbindungsglieder dieser beiden Extreme, d. h. mehr oder weniger dolomitische Kalksteine, die wahrscheinlich aus einer innigen Mengung der beiden Mineralien bestehen. Diese Gesteine enthalten aber sehr gewöhnlich auch noch kleine andere Beimengungen, z. B. von Thon, Kiesel, Eisenoxyd oder Bitumen, wodurch ihre Eigenschaften und besonders ihre Färbungen mancherlei Modificationen erleiden; da nun auch noch ihre Textur eine sehr mannichfaltige ist, so entstehen daraus zahlreiche Textur- und Mengungsvarietäten.

Sind nun schon reiner Kalkstein und reiner Dolomit nicht immer leicht, manchmal sogar gar nicht, durch das blosse Ansehen von einander zu unterscheiden, so gilt das natürlich noch weit mehr für ihre vielerlei Zwischenstufen

und Mengungsvarietäten. Ich halte es zwar trotzdem für nöthig, Kalkstein und Dolomit hier als zwei verschiedene Gesteine zu besprechen, füge aber sogleich hinzu, dass es dem praktischen Geologen nicht immer möglich ist, diesen Unterschied streng durchzuführen, oder überhaupt eine scharfe Grenze zwischen beiden Gesteinen zu ziehen. In Wirklichkeit hat man sehr Vieles lange Zeit für Kalkstein gehalten, was sich durch chemische Analyse später als mehr oder weniger reiner Dolomit herausgestellt hat. Nur die chemische Analyse kann hierüber sicher entscheiden, und selbst mit ihrer Hülfe ist keine feste und natürliche Abgrenzung von Kalkstein und Dolomit zu erlangen, sondern höchstens eine willkürliche, in sofern man sich etwa darüber verständigt, bei wie viel Procent Talkerdegehalt man ein Gestein zum Dolomit rechnen will. Da der reine Dolomit 45,7 Procent kohlensaure Talkerde mit 54,3 Proc. kohlensaurer Kalkerde verbunden enthält, so könnte man etwa jene 45,7 rund halbiren und sagen wir wollen alle hierher gehörigen Gesteine, welche weniger als 23 Procent kohlensaure Talkerde enthalten, als dolomitische Kalksteine noch zum Kalkstein rechnen, die mehr Talkerde enthaltenden aber zum Dolomit. Für die Wissenschaft würde dadurch in der That gar nichts gewonnen werden, sondern nur für die Systematik, und selbst für diese nicht etwas Praktisches.

Die Unterschiede der Extreme sind etwa folgende.

Kalkstein.	Dolomit.
Härte 3.	Härte 3,5.
Spec. Gew. 2,6—2,8.	Spec. Gew. 2,8—2,9.
Krystallinisch körnig, fast nur zwischen krystallinischen Schiefern.	Krystallinisch körnig u. manchmal zuckerartig, selbst in Krystallsand zerfallend, in krystallinischen Schiefern und auch in sedimentären Ablagerungen.
Dicht, sehr häufig.	Ganz dicht, selten.
Oolithisch, oft.	Oolithisch, unsicher.
Im krystall. Zustande glasglänzend.	Im krystall. Zustande glas- bis perlmutterglänzend.
Mit Säuren stark aufbrausend.	Feste Stücke mit Säuren nicht aufbrausend. Das Pulver braust, besonders wenn erwärmt.
Pulver auf Platinblech v. d. Löthrohr adhärirend.	Pulver auf Platinblech v. d. Löthrohr etwas aufblähend und nicht adhärirend.

Das Vorkommen ist für Kalkstein und Dolomit ein sehr übereinstimmendes. Sie bilden beide im krystallinisch körnigen Zustande untergeordnete Einlagerungen zwischen krystallinischen Schiefern; ausserdem Schichten oder Schichtengruppen in Ablagerungen der verschiedensten Altersperioden. In den nicht metamorphischen Ablagerungen kommen Dolomite ebenfalls ziemlich häufig krystallinisch körnig vor, Kalksteine dagegen fast immer nur dicht, erdig oder oolithisch. Als Quellenablagerungen finden sich nur Kalksteine, keine eigentlichen Dolomite. Kalksteine pflegen ferner häufiger deutliche Versteinerungen zu enthalten als Dolomite, auch sind sie in der Regel deutlicher geschichtet als diese.

Gyps und Anhydrit sind nicht so verbreitet als Dolomit und Kalkstein, sie finden sich vorherrschend nur in deutlich sedimentären Ablagerungen, darin aber gewöhnlich krystallinisch, selten deutlich geschichtet, selten mit Versteinerungen, sehr oft zusammen mit Steinsalz. Sie pflegen viel freier von accessorischen Beimengungen zu sein als Kalkstein und Dolomit.

34) Kalkstein *(Calcaire, limestone).*

Ein körniges, dichtes, erdiges oder oolithisches Aggregat von Kalkspath. Mit Säuren stark aufbrausend. Mit dem Messer leicht ritzbar.

Spec. Gew. 2,6—2,8.

Reiner Kalkstein besteht aus 56 Kalkerde und 44 Kohlensäure. So rein kommt er aber in der Natur fast nie vor. In der Regel enthält derselbe mehr oder weniger innige Beimengungen von Dolomit, Thonerde, Kieselerde, Eisenoxyd, Eisenoxydul, Bitumen oder Kohle. Dadurch werden seine Eigenschaften etwas verändert und nehmen dergleichen Beimengungen in gewissem Grade zu, so entstehen dadurch allerlei Mengungsvarietäten. Auch die Textur des Gesteins ist sehr verschieden und verursacht Varietäten, denen man z. Th. ganz besondere Namen gegeben hat. Manche Kalksteine bestehen ganz, andere z. Th. aus Kalkschalen von Thieren und es ist sehr wahrscheinlich, dass auch viele von denen, in welchen man eine solche Zusammensetzung nicht mehr erkennen kann, ursprünglich durch die Anhäufung von dergleichen organischen Resten gebildet wurden. Sicher

giebt es aber auch Kalksteine, die durch chemischen Niederschlag von kohlensaurer Kalkerde aus wässrigen Lösungen entstanden, und einige, die das Resultat einer Verdichtung von Kalkschlamm sind, der aus der mechanischen Zerstörung älterer Kalksteine hervorging.

Ihrem Ansehen nach können Kalksteine und Dolomite am leichtesten mit Kieselgesteinen, mit dichten Felsiten und mit Gyps verwechselt werden, in diesen Fällen entschieden aber sehr leicht die grossen Härteunterschiede und das Aufbrausen mit Säuren.

Texturvarietäten:

a) Körniger Kalkstein (Marmor z. Th.), ein körniges Aggregat von erkennbaren Kalkspathindividuen (aber nicht Krystallen), die Körner schwanken in der Grösse vom kaum Erkennbaren (feinkörnig bis dicht) bis zu der Grösse einer Nuss (sehr grobkörnig). Am häufigsten weiss, doch auch graugelblich, röthlich, grünlich, blaulich und selbst schwarz. Durch Dolomitbeimengung übergehend in dolomitischen Kalkstein und Dolomit. Auch andere Beimengungen enthält der körnige Kalkstein vorzugsweise im krystallinischen Zustande und dann porphyrartig eingesprengt, was beim dichten Kalkstein nicht der Fall ist, so z. B. Glimmer, Chlorit, Talk, Amphibol, Pyroxen, Granat, Vesuvian, Feldspath, Skapolith, Chondrodit, Couzeranit, Chiastolith, Epidot, Zirkon, Titanit, Spinell, Korund, Quarz, Flussspath, Apatit, Magneteisenerz, Eisenkies, Zinkblende, Bleiglanz, Kupferkies, Anthracit und Graphit. Als Drusen, Nester oder Adern treten darin auskrystallisirter Kalkspath, Aragonit, Braunspath, Asbest, Serpentin u. s. w. auf.

Durch besonders häufiges und charakteristisches Auftreten einiger dieser Beimengungen entstehen sogar besondere Mengungsvarietäten des körnigen Kalksteins z. B.

α) Cipollin, ein glimmerreicher körniger Kalkstein, welcher dadurch zuweilen etwas schiefrig wird und in Kalkglimmerschiefer übergeht. Zaunhaus bei Altenburg in Sachsen.

β) Anthrakonit nannte *v. Moll* kohlenstoffreiche und dadurch schwarze körnige Kalksteine, welche gewöhnlich nur Nester, Linsen oder Adern in anderen Gesteinen bilden. Hierzu gehört auch der Lucullan der Alten.

γ) Ophicalcit nannte *Brongniart* ein körniges bis fast dichtes Gemenge von Kalkstein und Serpentin. Das ist der *Verde antico* der Archäologen.

δ) Calciphyr *Brongniart's* ist ein Gemenge von körnigem Kalkstein mit Graphit, Pyroxen oder Feldspath, meist porphyrartig.

ε) Hemitren *Brongniart's*, ein körniges Gemenge von Kalkstein, Hornblende und Grammatit.

Die Varietäten γ, δ, ε sind wahrscheinlich stets Contactbildungen.

ζ) Hislopite hat *Sam. Haughton* einen glaukonithaltigen und dadurch grünen körnigen Kalkstein von Takli in Ostindien genannt, welcher mit Säuren behandelt ein grünes glaukonitisches Skelett zurücklässt.

Der körnige Kalkstein zeigt in der Regel noch deutliche Spuren von Schichtung, manchmal dabei auch schiefrige Textur, übrigens aber unregelmässig massige Absonderung. Er findet sich am häufigsten als untergeordnete Einlagerung zwischen metamorphischen krystallinischen Schiefergesteinen, und ist offenbar selbst durch Umwandlung aus dichtem sedimentärem Kalkstein entstanden. Seine Einlagerungen sind zuweilen ziemlich unregelmässig gestaltet, ausgebaucht oder selbst gangförmig verzweigt. Es scheint, dass der Kalkstein während der Umwandlung mehr erweicht wurde, als die ihn umschliessenden Schiefer, und dass seine Masse in Folge davon in Brüche und Spaltungen des Schiefers eingepresst wurde. So bei Miltitz unweit Meissen und bei Auerbach an der Bergstrasse. Ausserdem findet man ihn auch noch an den Grenzen solcher Eruptivgesteine, welche dichten oder erdigen Kalkstein durchsetzt haben, so z. B. am Kaiserstuhl im Breisgau, auf den Inseln Antrim und Rathlin bei Irland.

b) Dichter Kalkstein. Die Kalkspaththeilchen sind unsichtbar klein und die Masse erscheint darum dicht. Bruch muschlig oder splittrig, matt. Vorherrschende Färbung grau oder gelblich, sie schwankt aber in Weiss, Blau, Grün, Roth, Braun, und selbst Schwarz. Auch bunt gefleckte oder geaderte (marmorirte) Abänderungen kommen vor. Accessorisch sind meist innig beigemengt: Dolomit, Thon, Kiesel, Eisenoxyd, Bitumen oder Kohle, wenn aber nur wenig davon vorhanden, so ist das kaum zu erkennen, nehmen dagegen diese Beimengungen sehr zu, so entstehen Mengungsvarietäten, z. B.

α) Dolomitischer dichter Kalkstein.

β) Bituminöser Kalkstein oder Stinkstein, Stinkkalk. Stets dunkel gefärbt, beim Reiben einen eigenthümlichen Geruch entwickelnd.

γ) Mergelkalkstein, mit ziemlich viel Thonbeimeng Meist grau und im Bruch matt, fast erdig.

δ) Kieselkalkstein, mit Kieselerde gemengt, dadurch härter als gewöhnlicher Kalkstein, besonders oft von Hornsteinadern durchzogen.

ε) Eisenkalkstein, sehr reich an Eisenoxydhydrat, dadurch braun.

Als accessorische Bestandmasse finden sich in allen diesen

dichten Kalksteinen zuweilen Adern, Lagen, Linsen, Knollen oder Nester von Kalkspath, Hornstein oder Feuerstein. Gewöhnlich enthalten sie auch Versteinerungen. Sie sind in der Regel deutlich geschichtet und treten zwischen anderen sedimentären Ablagerungen der verschiedensten Altersperioden auf.

c) Erdiger Kalkstein, z. Th. Kreide. Rauh anzufühlen, zerreiblich, die weisse Kreide sogar stark abfärbend. Bei der Kreide bestehen die kleinen nicht fest miteinander verbundenen Theilchen aus lauter sehr kleinen, nur unter dem Mikroskop erkennbaren Schalthierresten, von Foraminiferen, Polythalamien u. s. w. herrührend. In der feinerdigen Masse liegen aber gewöhnlich auch grössere Versteinerungen, Feuerstein-Knollen oder Lagen, zuweilen auch Glaukonitkörnchen, Sandkörner u. s. w. Als Untervarietäten durch Mengung kann man bezeichnen:

α) Weisse Kreide.
β) Glaukonitische Kreide.
γ) Sandiger oder aus Muschelresten bestehender erdiger Kalkstein.

Diese erdigen deutlich zoogenen Gesteine finden sich häufiger in neuen als in alten Ablagerungen, zwischen letzteren scheinen sie meist schon in dichte Kalksteine umgewandelt zu sein.

d) Oolithischer Kalkstein (Oolith, Rogenstein, Erbsenstein oder Pisolith). Derselbe besteht aus lauter fast kugelrunden Körnern von der Grösse eines Hirsekornes bis zu der einer Erbse oder darüber. Diese Art körniger Textur ist aber durchaus nicht analog der krystallinisch körnigen. Die einzelnen runden Körner liegen zwar gewöhnlich, aber nicht immer dicht an einander, zuweilen vielmehr getrennt in einer dichten Hauptmasse und stets sind sie durch eine solche unter einander verbunden. Im Querbruch zeigen die einzelnen Körner manchmal einen dichten Zustand, häufiger aber radial strahlige oder auch zugleich concentrisch schalige Textur, zuweilen sogar mit einem fremdartigen Kern, etwa einem Sandkorn in der Mitte. In einzelnen Fällen sind die runden Körner kleine Versteinerungen. Das Verhalten dieser Oolithe entspricht im übrigen dem der dichten Kalksteine. Nur der eigentliche Erbsenstein macht davon eine Ausnahme, er ist z. B. bei Karlsbad in Böhmen sehr deutlich eine Quellenbildung (Vergl. S. 37) und besteht überdiess nicht aus Kalkspath, sondern aus Aragonit.

e) Knotenkalkstein (z. Th. Kramenzelstein). Derselbe besteht aus lauter kleinen innerlich dichten Kalksteinknoten oder Wülsten, welche entweder durch dichte Kalksteinmasse, durch Mergel oder durch Thonschiefer unter einander verbunden sind. In sofern ist das zugleich eine Mengungsvarietät. Man kann als Untervarietäten trennen:

α) Kalkknoten in Kalk oder Mergel. Z. B. bei Partenkirchen in Baiern.

β) Kramenzelstein, Kalkknoten in Thonschiefer, deshalb selbst etwas schiefrig. Diese Knoten bestehen zuweilen aus lauter undeutlichen Versteinerungen. Polwand bei Saalfeld.

f) Schiefriger Kalkstein, in der Regel ist es keine echte Schieferung, sondern nur eine dünne Schichtung, welche beim Kalkstein diese Erscheinung bedingt, so z. B. bei Solenhofen in Baiern, wo man sehr dünn geschichteten Kalkstein sogar zum Dachdecken benutzt.

g) Poröser Kalkstein. Wir müssen unterscheiden:

α) Schaumkalk oder Mehlbatzen, ein poröser rauher dolomitischer Kalkstein, welcher z. B. in der Muschelkalkformation Thüringens sehr verbreitet ist.

β) Kalktuff, eine Quellenablagerung, in der Regel porös in Folge der Inkrustirung von Pflanzen.

h) Drusiger Kalkstein, zahlreiche Hohlräume sind mit Krystallrinden von Kalkspath, Braunspath und dergl. ausgekleidet

i) Zellenkalk oder Rauhkalk, mit zahlreichen eckigen Löchern, welche oft durch Auswitterung von Bruchstücken entstanden sind, und dann sich nur in der Nähe der Oberfläche finden.

k) Breccienkalk oder Kalkbreccie. (Trümmer- und Ruinenmarmor) Kalksteinfragmente sind durch Kalksteinbindemittel verkittet. Durch theilweise Auswitterung der ersteren entsteht dann zellige Textur.

l) Stylolithenkalk und Nagelkalk hat man dichte Kalksteine genannt, welche eigenthümliche gestreifte Absonderungen, sogenannte Stylolithen enthalten, oder aus keilförmigen Stücken zusammengesetzt sind.

m) Fasriger Kalkstein (Faserkalk). Dahin gehört der von kalkhaltigem Wasser abgelagerte Kalksinter (und Aragonitsinter) z. B. bei Karlsbad in Böhmen. Doch kommen auch Faserkalkschichten zwischen Mergel vor, die offenbar auf andere Weise entstanden. Der stalaktitische Kalksinter oder Tropfstein ist zwar häufig nicht fasrig, sondern späthig, aber dennoch als untergeordnete Bildung und seiner nachweisbaren Entstehung wegen hierher zu rechnen.

Ausser diesen Varietäten der Textur und Mengung hat man noch eine sehr grosse Zahl von geologischen Kalksteinvarietäten, nach ihrem Alter, ihrem Vorkommen in bestimmten Formationen, oder nach den besonders häufig darin enthaltenen Versteinerungen unterschieden und benannt. Es sind das zwar nicht wirkliche constante Gesteinsvarietäten, sie verdienen aber dennoch hier einer kurzen Erwähnung. Ihre sichere Bestimmung ist stets nur durch ihre Lagerungsverhältnisse oder durch Versteinerungen möglich, nicht durch die mineralogischen Eigenthümlichkeiten einzelner Stücke, die innerhalb der

geologischen Varietäten sehr variabel sind, oder in zwei ungleichen sich ganz gleich kommen können. Da local auch solche Varietäten zuweilen einige Bedeutung haben, so schliesse ich, wo es zweckmässig erscheint, einige Bemerkungen darüber an. Ich ordne sie ungefähr nach dem Alter, von den neueren zu den älteren vorschreitend.

1) Kalktuff, meist eine poröse oder bröcklige Quellenablagerung, voll Pflanzen- und Thierreste.
2) Travertin, dem Kalktuff ähnliche Bildungen in Italien.
3) Korallenriffe in tropischen Meeren.
4) Süsswasserkalk, Schalen von Süsswasserconchylien enthaltend.
5) Steppenkalk, eine sehr neue, halb marine (brakische) Kalksteinablagerung in Südrussland.
6) Leithakalk, tertiärer Kalkstein im Leithagebirge mit Korallen und Meeresmuscheln.
7) Litorinellenkalk, mit viel Resten von *Litorinella* im Mainzer Tertiärbecken.
8) Cerithienkalk, mit viel Cerithien-Resten im Mainzer Tertiärbecken.
9) Grobkalk (calcaire grossière), sandig und voll Muschelreste, cocän im Pariser Becken.
10) Nummulitenkalk, fast ganz aus Nummuliten bestehend, cocän, sehr verbreitet in ganz Süd-Europa.
11) Ostreenkalk voll Austernschalen cocän, nördlich von Kufstein in Tyrol.
12) Kreidekalk, ziemlich weiss, der Kreideformation angehörig.
13) Kreide, weiss, erdig, abfärbend, voll Feuersteine, oberes Hauptglied der Kreideformation in England.
14) Hippuritenkalk, voll Hippuriten, der Kreideformation entsprechend in den Alpen.
15) Rudistenkalk oder Hieroglyphenkalk, dem Hippuritenkalk entsprechend.
16) Spatangenkalk, mit vielen Spatangen, der Kreidegruppe angehörig in den Alpen.
17) Aptychenkalk, mit vielen Aptychen. Es giebt in den Alpen zweierlei; der eine gehört zur Kreide, der andere zum Jura.
18) Plänerkalk, dünn geschichtet, meist etwas mergelig, zwischen dem Quadersandstein in Sachsen.
19) Serpulit, voll Serpulareste, zur Deister- oder Wieldenformation gehörig im Deister.
20) Portland-oolith, meist oolithisch, dem oberen Jura Englands angehörig.
21) Astartenkalk, mit vielen Astarten, dem oberen Jura angehörig.
22) Diceraskalk, mit vielen *Diceras*, dem oberen Jura angehörig.

23) Korallenkalk, Polypenkalk oder Madreporenkalk, mehrfach in der Juraformation.
24) Nerineenkalk, voll Nerineen, der Juraformation angehörig.
25) Ammonitenkalk, voll Ammoniten, der Jura- oder Leiasformation angehörig.
26) Jurakalk, meist weiss, gelblich oder graulich.
27) Oxford-oolith und Great-oolith, der Juraformation Englands angehörig.
28) Plassenkalk, oberer Jura in den Alpen.
29) Vilzer Kalk, oberer Jura in den Alpen.
30) Leias- (oder *Lias-*) Kalk, meist dunkel und bituminös.
31) Gryphitenkalk, voll Gryphaeen, ältere Bezeichnung für Leiaskalk.
32) Belemnitenkalk, voll Belemniten, zur Leiasformation gehörig.
33) Dachsteinkalk, der Leiasformation entsprechend in den nördlichen Alpen.
34) Klippenkalk, von noch nicht sicher bestimmtem Alter in den Karpathen.
35) Hallstätter Kalk, ungefähr dem Keuper entsprechend, in den Alpen.
36) Muschelkalk, meist grau, sehr verbreitet im westlichen Deutschland.
37) Wellenkalk, dünn wellig oder knotig geschichtet, untere Abtheilung des Muschelkalkes in Deutschland.
38) Guttensteiner Kalk, dem Muschelkalk entsprechend, in den Alpen.
39) Encriniten- oder Trochitenkalk, voll Encrinitenreste, ein oberes Glied der Muschelkalkformation in Deutschland.
40) Terebratulakalk, fast ganz aus Resten von *Terebratula vulgaris* bestehend, mehrfach im Muschelkalk Deutschlands.
41) Rogenstein, grauer, im Buntsandstein Norddeutschlands.
42) Zechsteinkalk, meist dunkel und bituminös, Hauptglied der Zechsteinformation Deutschlands.
43) Magnesian-limestone, dolomitisch, dem Zechsteinkalk Deutschlands entsprechend in England.
44) Kohlenkalk oder Bergkalk, Hauptglied der Kohlenkalksteinformation in England. Wo er metallführend ist, auch *Metalliferous-limestone* genannt.
45) Grauwackenkalk oder Uebergangskalk, der Grauwackenperiode angehörig, meist dicht, fest und grau.
46) Stringocephalenkalk, mit vielen *Stringocephalus Burtini*, in der devonischen Grauwacke Deutschlands.
47) Eifler Kalk, zunächst unter dem vorigen liegend.
48) Orthoceratitenkalk, voll Reste von Orthoceratiten, der silurischen Grauwacke angehörig, z. B. in Skandinavien.

49) Urkalk nannte man früher sehr oft alle körnigen Kalksteine, besonders die zwischen krystallinischen Schiefern.

Die Kalksteine haben, wie schon bemerkt, eine ungleiche Entstehung. Nur wenige sind unmittelbare chemische Niederschläge aus kalkhaltigem Wasser, wohl die meisten wurden durch den Lebensprozess gewisser Thiere veranlasst, einige auch durch mechanische Zusammenschwemmung von Kalkschlamm. Die krystallinischen Kalksteine verdanken ihren Zustand grösstentheils einem plutonischen Umwandlungsprozess. Ueber ihre Lagerungsverhältnisse ist nichts nachzutragen.

Es würde nutzlos sein alle Schriften und Abhandlungen zu citiren, welche sich mit der Natur und Entstehung der Kalksteine oder ihrem localen Vorkommen beschäftigen. Ich lasse deshalb hier nur einige wenige literarische Nachweisungen folgen.

Ehrenberg, über den animalischen Ursprung vieler Kalksteine in: Die fossilen Infusorien 1837, Mikrogeologie, und v. L. u. Br. Jahrb. 1861, S. 785.

Darvin, über die Korallenkalkbildung in: *Koral islands.*

G. Rose, über die heteromorphen Zustände der kohlensauren Kalkerde, in den Abhandl. d. k. Akad. d. Wissensch. zu Berlin 1856 u. 1858.

Haughton, über Hislopite im *Philos. magaz.* 1859, [17], p. 66.

Delesse, über Hislopite, in den *Ann. des mines* 1861, t. 20, p. 435.

L. Cordier hat in den *Compte rend.* 1862, t. 64, p. 293 seine Ansichten über die Bildung der Kalksteine veröffentlicht. Er hält sie grösstentheils für chemische Niederschläge aus dem Meere, welches früher viel mehr Kalk- und Talksalze aufgelöst enthielt. *Leymerie* entwickelte in seinen *Élements de Minéralogie et de Géologie* 1861, p. 358 ähnliche Ansichten.

Die zahlreichen Analysen von Kalksteinen haben immer nur localen Werth, namentlich da wo es sich um die Unterscheidung von Kalkstein und Dolomit, oder um irgend eine Nutzanwendung handelt. Ueber Oolithbildung vergl. S. 38.

35) Dolomit *(Magnesian-limestone).*

Ein körniges, dichtes oder erdiges Aggregat von Rautenspath, oft mit etwas Kalkspath gemengt. Mit Säuren nicht oder nur schwach aufbrausend, mit dem Messer leicht ritzbar.

Spec. Gew. 2,8—2,9.

Reiner Dolomit besteht nur aus Rautenspath, also aus 54 kohlensaurer Kalkerde und 46 kohlensaurer Talkerde. So rein kommt er aber als Gestein sehr selten vor, in der

Regel enthält derselbe viel mehr kohlensauren Kalk, und besteht dann wahrscheinlich aus einem innigen Gemenge von Rautenspath und Kalkspath. Ausserdem finden sich darin aber gewöhnlich noch mancherlei andere kleine Beimengungen von Thon, Kieselerde, Eisenoxyd, Bitumen und dergl. Die wichtigsten Unterscheidungsmerkmale zwischen Dolomit und Kalkstein sind bereits S. 205. hervorgehoben worden. Im Allgemeinen verhalten sich die Dolomite durchaus wie die Kalksteine, nur findet man sie häufiger krystallinisch körnig, sogar aus kleinen Rhomboëdern zusammengesetzt.

Man hat eine Zeit lang geglaubt, alle Dolomite seien erst durch irgend einen Umwandlungsprozess aus Kalksteinen hervorgegangen. Es ist aber weit wahrscheinlicher, dass Dolomite und dolomitische Kalksteine zum grossen Theil ebenso durch Ablagerungen gebildet wurden und noch werden, wie die Kalksteine. Manche Korallenstöcke und wahrscheinlich auch viele Muschelschalen sind etwas talkerdehaltig und können somit durch ihre Anhäufung dolomitische Kalksteine liefern. Einige Dolomite mögen auch wohl durch chemischen Niederschlag aus wässrigen Lösungen gebildet sein, es bleibt aber allerdings der Ursprung mancher Dolomitanhäufungen immer noch etwas räthselhaft, und es ist keineswegs unmöglich, dass auch Umwandlungen von Kalkstein in Dolomit stattgefunden haben und im Innern der Erde noch stattfinden. Die Talkerde spielt, wie es scheint, bei sehr vielen Gesteinsumwandlungen eine wichtige Rolle; ich brauche hier nur an Chloritschiefer, Talkschiefer, Serpentin, Speckstein u. s. w. zu erinnern. Sie scheint vielfach im aufgelösten Zustande eingedrungen zu sein, und dann andere Substanzen verdrängt zu haben. *Haidinger* hat z. B. die Vermuthung ausgesprochen, dass bei erhöhter Temperatur unter hohem Druck (unter katogenen Verhältnissen) schwefelsaure Talkerdesolution kohlensauren Kalk in Dolomit und Gyps zerlegen könne, und *v. Morlot* hat diese Vermuthung durch Versuche einigermassen bestätigt.

Der Dolomit zerfällt wie der Kalkstein in viele Varietäten, welche meist denen des letzteren analog sind und auch geologisch sich sehr ähnlich verhalten. Ich kann dieselben deshalb ziemlich kurz behandeln.

Texturvarietäten:

a) **Körniger Dolomit, manchmal ganz dem körnigen Kalkstein gleichend, zuweilen aber mehr zuckerartig, aus kleinen Rhomboëdern bestehend, sogar in Dolomitsand zerfallend, oder etwas poröser als Kalkstein. Oft von Drusen und Höhlen durchzogen. Accessorische Beimengungen wie im körnigen Kalkstein, vielleicht noch etwas häufiger und mannigfaltiger. Auch findet man körnige Dolomite häufiger zwischen deutlich sedimentären Ablagerungen als körnige Kalksteine.**

b) Dichter Dolomit. Nur schwer von dichtem Kalkstein zu unterscheiden, wahrscheinlich seltner als dieser. Beimengungen und Mengungsvarietäten wahrscheinlich dieselben.

c) Erdiger Dolomit, gewöhnlich noch rauher anzufühlen als erdiger Kalkstein, was vielleicht daher rührt, dass derselbe zuweilen aus mikroskopisch kleinen Rhomboëdern besteht. Ist er durch Beimengungen grau, so wird er oft Asche oder Dolomitasche genannt.

d) Poröser Dolomit oder Rauhwacke, löcherig, oder von zahlreichen kleinen Drusenräumen durchzogen, die mit Kryställchen von Rautenspath oder Kalkspath besetzt sind, dann ist diese Varietät zugleich drusig.

e) Zelliger Dolomit, ebenfalls Rauhwacke genannt, mit eckigen Hohlräumen, entsprechend dem zelligen Kalkstein. Vergl. S. 210.

f) Breccienartiger Dolomit oder Dolomitbreccie, wieder entsprechend der Kalkbreccie S. 210.

Oolithische, knotige, schiefrige, fasrige und stylolithische Varietäten des Dolomites scheinen, wenn überhaupt, mindestens viel seltner vorzukommen als beim Kalkstein.

Die kalkigen, mergeligen, bituminösen, glimmerhaltigen, kieseligen, sandigen, eisenreichen und kohlenhaltigen Mengungsvarietäten des Dolomites entsprechen ganz denen des Kalksteins, zu den Mengungsvarietäten im krystallinischen Zustande kommen aber hier noch ein paar besondere hinzu, nämlich:

g) Chromdolomit; so nannte *Breithaupt* ein Gemenge von Dolomit, Chromeisenerz und Chromoxyd, welches bei Nischne-Tagilk am Ural vorkommt und wegen seiner schönen grünen Färbung häufig zu Kunstwerken verwendet wird. Das Chromeisenerz bildet darin zarte Körner oder Krystalle, das grüne Chromoxyd (in unbekannter Verbindung) dünne Lamellen. Dieses schöne Gestein enthält ausserdem noch etwas Eisenkies und gediegen Gold und scheint vielfach von zarten Quarzadern durchzogen zu sein.

h) Ein sehr reich und mannichfach gemengter körniger Dolomit im Binnen-Thale in den Alpen, phosphorescirt nach

Hugard etwas, und enthält folgende Mineralien: Pyrit, Quarz, viel Glimmer, Orthoklas, Turmalin, Tremolit, Chiastolith, Granat, Korund, Realgar, Auripigment, Blende, Antimonglanz, Düfrenoyit (Skleroklas, Arsenomelan), Binit, Cölestin, Baryt und Kalkspath. (*Compt. rend.* 1858, t. 46, p. 1261, v. L. u. Br. Jahrbuch 1858, S. 591.)

i) Predazzit hat *Petzold* den Dolomit genannt, welcher bei Predazzo in Süd-Tirol als locales Umwandlungsproduct neben Syenitgranit ansteht. Derselbe ist weiss und krystallinisch körnig, wie der schönste Marmor, enthält aber ausser kohlensaurem Kalk und Talk auch noch etwas Kieselthon und Wasser, weshalb ihn P. auch als ein besonderes Mineral bestimmte. (v. L. u. Br. Jahrbuch 1848, S. 583.)

Geologische Varietäten:

1) Korallendolomit der Juraformation in England und Deutschland.
2) Hauptdolomit der nördlichen Alpen, dem unteren Theil der Leiasformation entsprechend.
3) Keuperdolomit, im deutschen Keuper.
4) Flammendolomit, in der Keuperformation Schwabens.
5) Myophorien-Dolomit, in der unteren Abtheilung der Keuperformation.
6) Malbstein oder Nagelfels, Dolomit in der oberen Abtheilung der Muschelkalkformation Schwabens.
7) Wellendolomit, der unteren Abtheilung der deutschen Muschelkalkformation angehörig.
8) Magnesian-limestone, dolomitischer Kalkstein der Zechsteinperiode in England.
9) Zechsteindolomit (Rauhwacke) in Thüringen u. Franken.
10) Dolomit-Asche des Zechsteins in Thüringen.

In der Kohlenkalksteinformation, in allen Grauwackenbildungen und zwischen krystallinischen Schiefern sind viele Dolomite bekannt, aber nicht besonders benannt. Etwas seltner scheinen die Dolomite in den neuesten Formationen zu sein, wenn das nicht vielleicht nur darauf beruht, dass man noch immer viele dichte Dolomite für Kalksteine hält.

Ueber die Bildungsweise der Dolomite ist seit *L. v. Buch's* berühmter Abhandlung in v. Leonhard's Taschenbuch 1824, sehr vieles geschrieben worden. Unter den mancherlei Versuchen, seine Entstehung durch Umwandlung aus Kalkstein zu erklären, verdient noch am meisten Beachtung die durch *Haidinger* und *v. Morlot* entwickelte Hypothese, nach welcher er sich unter Ausscheidung von Gyps durch Einwirkung von schwefelsaurer Talkerdesolution (Bitterwasser) aus Kalkstein im Erdinnern gebildet hat. Für einzelne Fälle wäre ein solcher Vorgang wohl möglich. (Haidinger's naturw. Abhandl. B. I.) Für sehr viele Dolomite kommt mir die Entstehung

durch Umbildung (Krystallisation) aus Korallenriffen höchst wahrscheinlich vor, wie das auch *v. Richthofen* für Süd-Tirol 1861 trefflich nachgewiesen hat.

Schwefelsaure Kalksteine.

Gyps und Anhydrit.

Im Gyps ist der schwefelsaure Kalk mit Wasser verbunden, im Anhydrit ist er ohne Wasser.

Der Gyps scheint als Gestein weit häufiger zu sein als der Anhydrit, wenigstens findet man an der Erdoberfläche nur sehr selten Anhydrit, was jedoch z. Th. dadurch zu erklären ist, dass er hier durch Aufnahme von Wasser sich in Gyps umgewandelt hat. Im übrigen ist das geologische Vorkommen beider ein sehr übereinstimmendes.

36) Gyps.

Ein krystallinisches, seltner dichtes oder fasriges Aggregat von schwefelsaurem Kalk. Weich, meist weiss.

Spec. Gew. 2,3.

Der reine Gyps besteht aus 46,5 Schwefelsäure, 32,5 Kalkerde und 21 Wasser. Er ist so weich, dass er sich mit dem Fingernagel ritzen lässt, und unter dem Hammerschlag nur einen dumpfen Ton giebt. Diese Eigenschaften unterscheiden ihn am leichtesten von dem im Ansehen sehr ähnlichen weissen körnigen Kalkstein. Seine Textur ist am häufigsten feinkörnig (als Alabaster), dabei zuweilen zugleich porphyrartig durch grössere glänzende Gypsspathindividuen. Nur selten ist das Gestein ganz dicht, in dünnen Lagen oder schmalen Adern aber oft fasrig oder späthig. Die ursprünglich schneeweisse Farbe ist zuweilen durch Beimengung von etwas Thon oder Bitumen grau, durch Eisenoxyd gelblich oder röthlich. Accessorisch enthält die Masse, jedoch ziemlich selten, etwas Glimmer, Talk, Quarz, Borazit, Eisenkies, Kupferkies, Fahlerz, Zinkblende und Schwefel. Als Nester oder Adern treten darin auf: Schaumkalk, Anhydrit, Steinsalz, Schwefel und Hornstein.

Da der Gyps in Wasser etwas auflöslich ist, so pflegt seine freie Oberfläche stark ausgenagt zu sein.

Texturvarietäten sind:

a) Körniger Gyps oder Alabaster, fast stets weiss, etwas durchscheinend.

b) Porphyrartiger Gyps, mit Gypskrystallen in feinkörniger Gypsgrundmasse.

c) Dichter Gyps, selten, meist mit Thon oder Bitumen gemengt und dadurch grau.

d) Fasergyps, gewöhnlich nur dünne Adern oder Lagen zwischen anderem Gyps, Schieferthon oder Mergel bildend.

e) Späthiger Gyps oder Blättergyps, wie der Fasergyps vorkommend.

f) Gekrösestein, ist stets zugleich eine Mengungsvarietät, in welcher stark gewundene dünne Lagen von reinem weissem Gyps mit grauem Thongyps wechseln.

Mengungsvarietäten sind:

g) Thongyps, durch Thonbeimengung grau, gefleckt oder gebändert.

h) Bituminöser Gyps, schwer vom vorigen zu unterscheiden.

i) Glimmergyps, mit Glimmer oder Talk gemengt, analog dem Glimmerkalkstein, kommt selten und nur zwischen krystallinischen Schiefern vor, so z. B. an der Südseite des St. Gotthard in den Alpen.

Der Gyps ist nur selten deutlich geschichtet und enthält auch nur selten deutliche Versteinerungen, was beides durch die Art seiner Entstehung bedingt sein dürfte.

Er findet sich in Ablagerungen der verschiedensten Altersperioden und ausnahmsweise selbst zwischen krystallinischen Schiefern, bildet aber in der Regel nicht weit ausgebreitete parallele Schichten, sondern mehr unregelmässige Linsen, Klumpen oder stockförmige Anhäufungen, sehr oft verbunden mit Anhydrit, Steinsalz und Thon, oder auch mit Dolomit. Manchmal erscheint er sogar in abnormer Lagerung zwischen anderen Sedimentargesteinen. Man hat daraus schliessen wollen, der Gyps, welcher unter solchen Lagerungsverhältnissen auftritt, sei durch locale Umwandlung aus Kalkstein entstanden. Das wäre allerdings chemisch leicht möglich, sobald die nöthige Schwefelsäure dazu vorhanden; aber beobachtbar, oder sicher nachweisbar ist eine solche Gypsbildung im Grossen nicht. Obwohl sich nun wirklich in der Natur Gypsbildung durch Ablagerung aus Wasser, welches schwefelsaure Kalkerde aufgelöst enthält; durch Zersetzung von Schwefelkies neben Kalkspath;

und durch Wasseraufnahme des Anhydrites nachweisen lässt, und obwohl *Haidinger* und *v. Morlot* gezeigt haben, dass durch katogene Einwirkung von schwefelsaure Talkerde enthaltendem Wasser (Bitterwasser) auf Kalkstein: Gyps und Dolomit entstehen können, so bleibt doch trotz dieser vielen Möglichkeiten die Entstehung der mächtigen Gypsstöcke in den Flötzformationen, oft verbunden mit Anhydrit und Steinsalz sehr räthselhaft. Eine Umbildung aus Anhydrit, welche die formalen Erscheinungen lösen könnte, lässt das viel grössere Räthsel der Ablagerung von ursprünglich wasserfreier schwefelsaurer Kalkerde ungelöst.

Die abnormen Lagerungsverhältnisse des Gypses und die häufigen Schichtenstörungen neben demselben, lassen sich meist wohl durch theilweise Auswaschung von Steinsalz und Gyps erklären, wodurch zunächst grosse Höhlenräume, dann aber Einstürzungen der Decke bewirkt wurden. Sicher hat man daraus nicht auf eine eruptive Entstehung des Gesteins zu schliessen.

Die Gypsbildungen der verschiedenen Altersperioden haben zwar nicht besondere Gesteinsbenennungen erhalten, weil sie sich petrographisch fast gar nicht von einander unterscheiden; es ist aber immerhin nicht ohne Interesse ihr Vorkommen in Europa als Beispiel aufzustellen. Es sind hauptsächlich folgende:

1) In miocänen Ablagerungen: mit Pflanzenversteinerungen, bei Pavia in Oberitalien, mit Schwefel und Steinsalz auf Sicilien.
2) In eocänen Ablagerungen: mit Thierknochen im Pariser Becken.
3) In der Leiasformation (?): bei Bex in der Schweiz.
4) Im Keuper Deutschlands, z. Th. mit Steinsalz, aber ohne Versteinerungen.
5) Im Muschelkalk Deutschlands, mit Anhydrit und Steinsalz ohne Versteinerungen.
6) Im oberen Buntsandstein Deutschlands und der Alpen, mit Steinsalz und Anhydrit, aber ohne Versteinerungen.
7) Im New-red-sandstone Englands, mit Steinsalz, ohne Versteinerungen.
8) Im Zechstein Deutschlands, mit Steinsalz und Anhydrit, ohne Versteinerungen.
9) In der Permformation Russlands, mit Steinsalz.
10) In dem jedenfalls sehr alten Thonglimmerschiefer bei Herrengrund in Ungarn mit Fahlerz und Kupferkies.

11) In den krystallinischen Schiefern der Alpen am St. Gotthard mit Glimmer, bei Brigg in der Schweiz mit Glimmer und Talk. *Hausmann*, Bemerkungen über Gyps und Karstenit 1847. *Karsten*, über Gyps und Karstenit, in seinem Archiv 1848, B. 22, S. 545 und 578.

37) Anhydrit (Muriacit, Karstenit).

Ein körniges oder dichtes Aggregat von Anhydrit, also wasserfreier schwefelsaurer Kalkerde. Härter als Gyps. Weiss, grau oder blau.

Spec. Gew. 2,8—2,9.

Der reine Anhydrit ist weiss und kann leicht mit Kalkstein und Dolomit verwechselt werden, wovon ihn aber das Nichtaufbrausen mit Säuren selbst im pulverisirten und erwärmten Zustande leicht unterscheidet, während ihn die viel grössere Härte nicht mit Gyps verwechseln lässt. Die graue oder blauliche Färbung sind Folgen einer sehr geringen Beimengung vom Thon oder Bitumen. Bestimmte Texturvarietäten sind kaum zu unterscheiden. Sein Vorkommen fällt zusammen mit dem des körnigen Gypses, nur erscheint er fast nie an der Oberfläche, weil er hier durch Aufnahme von Wasser gewöhnlich in Gyps umgewandelt ist. (Literatur bei Gyps.)

Sandsteine, Conglomerate, Breccien und Tuffe.

Alle diese Gesteine sind aus der Wiederablagerung von Theilen mechanisch zerkleinter Gesteine hervorgegangen. Dasselbe mag zwar, nach eingetretener Zersetzung, auch bei den Thongesteinen, bei den Mergeln und selbst bei manchen Kalksteinen der Fall sein, es ist aber bei ihnen nicht so deutlich erkennbar, weil ihre Theile als sehr feiner Schlamm abgelagert wurden, und erst später mehr oder weniger sich verdichteten.

Sandsteine bestehen aus verbundenen Mineralkörnern (meist Quarzkörnern), Conglomerate aus verbundenen Geschieben, Breccien aus verbundenen Bruchstücken, an sie reihen sich die unverbundenen Materialien Sand, Gerölle und Schuttmassen unmittelbar an. Tuffe bestehen dagegen aus mehr oder weniger fest verbundenen Auswurfsproducten von Vulkanen der Gegenwart oder der Vorzeit.

38) Sandstein (Psammit, *Grès*).

Kleine Körner eines Minerals, in der Regel Quarzkörner, sind durch irgend eine Mineralsubstanz verbunden.

Alle Sandsteine sind deutlich in der Art gebildet, dass kleine Körner eines festen Minerals, gewöhnlich Quarzkörner, zusammengeschwemmt, und dann erst durch irgend ein Bindemittel mit einander vereinigt wurden. Sie entstanden also aus Sand, in den sie auch wieder zerfallen können. Die Körner sind in der Regel abgerundet, nur ausnahmsweise zeigen sie Flächen und Kanten von Krystallen. Quarz, als das häufigste, und zugleich ein hartes schwer zerstörbares Mineral, bildet die Körner der meisten Sandsteine, ausser ihm kommen auch noch Feldspaththeilchen, Glimmerblättchen, Fragmente von Muschelschalen und Grünerdekörnchen in Sandsteinen vor. Das Bindemittel dieser Körner besteht am häufigsten aus Thon, Mergel oder Eisenoxydhydrat, seltner aus Kieselmasse, kohlensaurem Kalk, Kaolin, Talk oder Asphalt.

Accessorisch treten in Sandsteinen Concretionen von Eisenoxydhydrat, manchmal Kugeln (Adlersteine, Kreiselsteine) oder Wülste bildend, Knollen von Eisenkies, Geschiebe von Bernstein, Kohle u. dergl. auf.

Alle Sandsteine sind mechanische Ablagerungen aus Wasser, darum stets geschichtet, oft wechsellagernd mit anderen Gesteinen, wie z. B. Thonschiefer, Schieferthon, Mergel u. s. w. Sie gehören durchaus nicht einer bestimmten Bildungsperiode an, sondern finden sich vielmehr in den Ablagerungen der verschiedensten geologischen Zeiträume.

Nach der Textur lassen sich unterscheiden:

a) Gemeiner Sandstein, Körner ungefähr so gross wie Senfkörner.

b) Grobkörniger Sandstein oder Grobsandstein, übergehend in Conglomerat.

c) Feinkörniger Sandstein oder Feinsandstein, übergehend in einen scheinbar dichten Zustand.

d) Krystallsandstein, dessen Quarzkörner noch die Flächen des Diploëders erkennen lassen.

Auch das Mengenverhältniss zwischen den Körnern und dem Bindemittel hat einen Einfluss auf die Textur. Einige Sand-

steine gehen durch Ueberwiegen des Bindemittels geradezu in ganz andere Gesteine über, in Mergel, Thongesteine u. s. w.

e) Schiefriger Sandstein oder Sandsteinschiefer, gewöhnlich verdankt er diese Textur einer starken Glimmerbeimengung.

f) Kugelsandstein, mit kugelförmigen Concretionen von festerem Sandstein in einer etwas mürberen Sandsteinhauptmasse. Sehr verbreitet in Siebenbürgen.

Nach der Beschaffenheit des Bindemittels lassen sich unterscheiden:

g) Thoniger Sandstein oder Thonsandstein, jedenfalls die häufigste Varietät. Durch Ueberwiegen des thonigen Bindemittels geht dieselbe über in sandigen Thon, Schieferthon oder Thonschiefer.

h) Mergeliger Sandstein oder Mergelsandstein, nach der vorigen die häufigste Varietät, durch Ueberwiegen des mergeligen Bindemittels, übergehend in sandigen Mergel oder Mergelschiefer.

i) Kalkiger Sandstein oder Kalksandstein, mit kalkigem Bindemittel, ziemlich selten. Uebergehend in sandigen Kalkstein.

k) Kieselsandstein, auch Glaswacke genannt. Mit sehr festem hornsteinartigem Bindemittel, in welchem die einzelnen Quarzkörner fest verwachsen und oft nicht mehr deutlich zu unterscheiden sind. Durch inniges Verflössen der Körner mit dem Bindemittel geht diese Varietät in Quarzit, Quarzfels oder eine Art Hornstein über. In Deutschland findet man den Kieselsandstein besonders häufig in der Braunkohlenformation.

l) Eisensandstein oder eisenschüssiger Sandstein, mit Eisenoxydhydrat oder Eisenoxyd als Bindemittel, deshalb stets braun oder roth gefärbt, manchmal auch durch ungleiche Vertheilung des Oxydes nur gefleckt oder getiegert; solche Abänderungen hat man Tiegersandstein genannt. Durch starkes Ueberwiegen des Eisenoxydhydrates als Bindemittel werden sogar Uebergänge in Brauneisenstein bewirkt.

m) Kaolinsandstein, mit Kaolin als Bindemittel, fast stets weiss, z. B. bei Weissenfels in Thüringen. Wenn solche Sandsteine nur Quarz und Kaolin enthalten, benutzt man sie als sehr feuerfeste Gestellsteine, z. B. bei Steinhaide am Thüringer Wald.

n) Talksandstein, mit talkigem Bindemittel, das ist schon eine Annäherung zum Itakolumit, der, wie wir S. 181 gesehen haben, allenfalls auch zu den Sandsteinen gerechnet werden könnte.

o) Asphaltsandstein, mit Asphalt als Bindemittel, eine nur ausnahmsweise vorkommende Varietät.

Es ist übrigens oft sehr schwer, die Natur des Bindemittels der Sandsteine festzustellen, zumal da auch mehrere Arten desselben mit einander verbunden vorkommen.

Nach der Natur der Körner lassen sich unterscheiden:

p) Quarzsandstein, *Naumann's* Quarzpsammit, mit Quarzkörnern, das ist bei weitem die häufigste unter allen Sandsteinarten.

q) Glimmersandstein (Micopsammit *Naumann's*) mit Glimmerblättchen neben den Quarzkörnern.

r) Arkose, mit Feldspathkörnern, denen aber in der Regel auch Quarzkörner und zuweilen auch Glimmerblättchen beigemengt sind, in letzterem Falle wird das Gestein dem Granit ähnlich, „Regenerirter Granit".

s) Grünsandstein mit Glaukonitkörnchen neben den Quarzkörnern, wodurch das ganze Gestein eine mehr oder weniger grüne, zuweilen sogar dunkelgrüne Färbung erhält. Nach *Ehrenberg's* mikroskopischen Untersuchungen bestehen diese Glaukonitkörnchen in der Regel aus den Steinkernen sehr kleiner Schalthiere.

t) Muschelsandstein, die Körner sind Fragmente von Muschelschalen, das Bindemittel gewöhnlich kohlensaurer Kalk. Selten.

Zu diesen petrographischen Varietäten kommen nun aber wieder eine sehr grosse Zahl von geologischen Unterscheidungen, die sich mit Sicherheit stets nur durch Lägerung oder Versteinerungen feststellen lassen, und die nur innerhalb gewisser geologischer Gebiete sich gleich bleiben.

So z. B.:

1) Neuester Meeressandstein, an einigen Küsten sich noch bildend.
2) Blättersandstein, mit Baumblätterabdrücken, im Mainzer Tertiärbecken.
3) Molassesandstein, Sandstein der Molasseformation am Nordrand der Alpen. Meist grau.
4) Braunkohlensandstein, Sandstein der Braunkohlenformation in Böhmen und Norddeutschland, miocän. Oft Kieselsandstein.
5) Wiener Sandstein, theils eocän, theils älter.
6) Karpathensandstein, wie Wiener Sandstein.
7) Fucoidensandstein, mit Fucoidenresten.
8) Nummulitensandstein, mit viel Nummuliten. Nordrand der Alpen. Eocän.
9) Rallig-Sandstein in der Schweiz. Eocän.
10) Taviglianazsandstein in der Schweiz. Eocän.
11) Macigno in Oberitalien, eocän oder älter.

12) Quadersandstein, nach seiner quaderförmigen Absonderung so genannt, bildet nebst zwischenliegendem Pläner einen Theil der Kreidegruppe in Sachsen und Böhmen.
13) Greensand, bildet als oberer und unterer, zwei Abtheilungen der Kreidegruppe in England.
14) Hilssandstein, untere Abtheilung der Kreidegruppe in Westphalen.
15) Tassello, ein Sandstein der Kreideperiode in Istrien.
16) Deistersandstein, in Westphalen, der Wieldenformation angehörig.
17) Dogger, grobkörniger, brauner, zuweilen sehr thoniger Sandstein der Juraformation in Westphalen.
18) Leiassandstein, meist hellgelb und feinkörnig, unteres Glied der Leiasformation, z. B. bei Gotha.
19) Thalassiten-Sandstein, mit vielen Thalassiten, entspricht dem Leiassandstein.
20) Keupersandstein, mehrfach in der Keuperformation Deutschlands.
21) Schilfsandstein, ein Glied des oberen Keuper in Schwaben.
22) Buntsandstein, wegen seiner oft bunten Färbung so genannt, zuweilen aber auch nur weiss, oder gelb, oder roth. Bildet vorherrschend die Buntsandsteinformation Deutschlands.
23) Vogesensandstein, unterste Abtheilung der Buntsandsteinformation in den Vogesen. Oft conglomeratartig.
24) Rother Alpensandstein (Verrucano), Vertreter der Buntsandsteinformation in den Alpen.
25) New-red-Sandstone, englische Bezeichnung für die Schichtenreihe zwischen Leias und Kohlenformation.
26) Newent-Sandstone, ein Glied obiger Schichtenreihe.
27) Weiss- oder Grauliegendes, ein weisser oder grauer, manchmal conglomeratartiger Sandstein, welcher das unterste Glied der Zechsteinformation in Thüringen bildet, und zuweilen auch einige Kupfererze enthält, dann Sanderz genannt.
28) Kupfersandstein, kupfererzhaltig, ein Glied der Permformation in Russland.
29) Rother Sandstein, frühere Bezeichnung für die Formation des Rothliegenden, welche oft rothe, namentlich auch arcoseartige Sandsteine enthält.
30) Kohlensandstein, weiss, grau oder fast schwarz, dann mit kohligen Beimengungen. Häufig in der Steinkohlenformation aller Länder.
31) Flötzleerer Sandstein, unterstes Glied der Steinkohlenformation in Westphalen, in welchem keine Kohlenlager mehr vorkommen.
32) Grauwackensandstein oder körnige Grauwacke, meist sehr fest, mit thonigem Bindemittel, wenn höchst feinkörnig, fast dicht, dann auch wohl Grauwacke oder Quarzit ge-

nannt, zuweilen aber auch grobkörnig, selbst conglomeratartig. Durch Schiefrigwerden des überwiegenden thonigen Bindemittels übergehend in sandigen Grauwackenschiefer. Häufig in allen Grauwackenablagerungen. *Delesse* scheint allerdings unter Grauwacke in den Vogesen etwas ganz anderes als einen Sandstein zu verstehen, indem er sagt, dieselbe bestehe fast ganz aus Albit und enthalte in einem feldspathigen Teig: Quarz, Hornblende, verschiedene Glimmer, Chlorit und beiläufig auch Karbonate (*Ann. des mines* III, p. 747, v. L. u. Br. Jahrb. 1856, S. 359.)

33) Spiriferensandstein, mit vielen Spiriferenresten, untere Abtheilung der Devonformation am Rhein und am Harz.

34) Caradoc-Sandstone (oft Quarzit), untere Abtheilung der Silurformation in England.

35) Llandeilo-Flags, plattenförmiger, glimmerreicher Sandstein, unterste Abtheilung der Silurformation in England.

Es erscheint unnöthig über die Sandsteine überhaupt Citate beizufügen, nur einige besondere Erscheinungen verdienen in dieser Beziehung Berücksichtigung.

Gerhard machte darauf aufmerksam, dass die Quarzkörner vieler Sandsteine eckig und durchsichtig sind. Abhandl. d. berl. Akad. 1816/17, S. 13.

Schafhäutl fand Körner von amorpher Kieselerde in Sandsteinen, v. Leonhard's Jahrb. 1846, S. 648.

Zeuschner, *Schafhäutl* und *v. Hauer* über kohlens. Kalk- u. Talkerde als Bindemittel. v. Leonhard's Jahrb. 1843, S. 166, 1846 S. 665 u. Jahrb. d. geol. Reichsanst. B. V, S. 880.

Bischof hält den Glimmer der Sandsteine für neu gebildet. Geologie II, S. 1450.

Gutberlet schrieb über die krystallinischen Sandsteine zwischen dem Vogelsgebirge und der Rhön in v. L. u. Br. Jahrbuch 1861, S. 860.

Ehrenberg über den Grünsand, Berlin 1856, in v. L. u. Br. Jahrb. 1855, S. 469 u. 1857, S. 91.

Anhang.

An den Sandstein schliesst sich am natürlichsten der lose Sand an, welcher aus unverbundenen Körnern besteht und gewissermassen die Vorbedingung zur Bildung aller Sandsteine ist.

Sand.

Meist Quarzkörner, zuweilen aber auch andere Mineralkörner, z. B. von Feldspath, Dolomit, Kalkspath, Glimmer und dergl., ohne Bindemittel.

Es erscheint unnöthig dergleichen lockere Anhäufungen von Mineralkörnern näher zu beschreiben. Sie können natürlich nach Grösse und Beschaffenheit sehr verschieden sein; einen gewissen gröberen Zustand solcher Anhäufungen pflegt man Gruss zu nennen.

Ein besonderes Interesse nehmen zuweilen die Beimengungen von Metall- oder Edelsteinkörnern in Anspruch, die aber doch immer nur untergeordnet und ziemlich local vorkommen, so z. B. Körner von Gold, Platin, Zinnerz, Magneteisenerz, Diamant, Zirkon, Hiazinth, Topas, Smaragd, Granat, Pyrop u. s. w. Auffallend ist es allerdings, dass man dergleichen Körner fast nur in sehr neuen unverbundenen Sand- oder Lehmanhäufungen, sogenannten Seifenlagern, kennt, sehr selten in festem Sandstein. Einigermassen ist diese Thatsache wohl dadurch erklärbar, dass die festen Sandsteine im Allgemeinen weniger aufgeschlossen und genau untersucht sind, als die äussersten losen Bildungen der Erdoberfläche. Ueberdiess hat man wirklich, z. B. im Molassesandstein der Schweiz, Spuren von Gold, und in einem tertiären Sandstein der Bretagne etwas Zinnerz gefunden.

39) Conglomerat (Pouddingsteine).

Abgerundete Stücke, sogenannte Geschiebe irgend eines festen Minerales oder Gesteines sind durch irgend ein Bindemittel fest mit einander vereinigt.

Die Mannichfaltigkeit der Zusammensetzung von Conglomeraten ist sehr gross, sie wird indessen dadurch einigermassen beschränkt, dass nur feste und schwer verwitternde Mineralien oder Gesteine Geschiebe bilden können, und dass ihr Bindemittel aus den in der Natur besonders häufigen Materialien, wie z. B. Thon, Sand, Quarz oder Eisenoxyd zu bestehen pflegt. Als Geschiebe findet man daher in Conglomeraten am häufigsten Quarz, Kieselschiefer, Granit, Gneiss, Glimmerschiefer, Quarzporphyr, Grünstein, Basalt, dichten Kalkstein und dergl. viel seltener Sandstein, Thonschiefer, Schieferthon, Kohle und dergl.

Alle Conglomerate gewinnen eine besondere geologische Wichtigkeit dadurch, dass sie stets jünger sein müssen, als die Gesteine, von denen ihre Geschiebe abstammen. Auf

diese Weise dienen sie an und für sich zuweilen zur Bestimmung des relativen Alters der einzelnen Gesteinsbildungen. Aus der Lage der Conglomerate zu den anstehenden Gesteinsmassen, von denen ihre Geschiebe herrühren, kann man ferner auf die Richtung stattgehabter Strömungen schliessen. Endlich lassen sich zuweilen auch noch recht interessante Einzelerscheinungen an Conglomeraten wahrnehmen, welche auf besondere Vorgänge schliessen lassen, so z. B. zerbrochene oder verworfene Geschiebe, deren Theile noch nahe beisammen liegen, Geschiebe mit Furchen, Schrammen und Frictionsstreifen und mit gegenseitigen Eindrücken, welche letztere besonders schwierig zu erklären sind. Ganz ausnahmsweise findet man bei St. Lauretta im Leithagebirge auch Kalksteingeschiebe in einem Conglomerat, deren Inneres der Oberfläche entsprechend ausgehöhlt ist.

Dass man mehr oder weniger grobe Conglomerate unterscheiden könne, versteht sich von selbst, ausserdem kann man sie entweder nach der Natur der darin vorherrschenden Geschiebe, oder nach der Beschaffenheit ihres Bindemittels benennen. Einige Beispiele werden genügen, um diese Methode für die ungemeine Mannichfaltigkeit der möglichen, oder wirklich vorkommenden Fälle anwendbar zu machen. Nach den Geschieben lassen sich z. B. unterscheiden: Quarzconglomerat, Porphyrconglomerat, Gneissconglomerat, aus vielerlei Gesteinen zusammengesetztes Conglomerat u. s. w. Nach dem Bindemittel kann man unterscheiden Conglomerat mit thonigem, sandigem, kieseligem, eisenschüssigem Bindemittel u. s. w.

Nach ihrer Lagerung oder geologischen Stellung hat man z. B. folgende Conglomerate besonders benannt:

1) Nagelfluhe, Conglomerat der Molasseformation am nördlichen Alpenrand, mit vorherrschend viel alpinischen Kalksteingeschieben, aber auch mit solchen von Quarz, Kieselschiefer, Granit, Gneiss u. s. w.
2) Plänerconglomerat in Sachsen, zum Quadersandstein gehörig, mit Geschieben von Granit, Syenit oder Quarzporphyr und Sandsteinbindemittel.
3) Hilsconglomerat, mit Kalkstein- und Eisensteingeschieben,

auch vielen Muschelresten, untere Abtheilung der Hilsformation in Westphalen.

4) Vogesenconglomerat, unterste Abtheilung der Buntsandsteinformation in den Vogesen, mit viel Quarz- und Kieselschiefergeschieben.

5) Conglomerat des Weissliegenden in Thüringen, unterstes Glied der Zechsteinformation mit viel Quarz-, Kieselschiefer- und Thonschiefergeschieben.

6) Conglomerat des Rothliegenden in Deutschland, mit Geschieben von Quarz, Kieselschiefer, Granit, Gneiss, Glimmerschiefer, Quarzporphyr und eisenschüssig sandigem Bindemittel.

7) Graues Conglomerat, unteres Glied des Rothliegenden in Sachsen.

8) Conglomerat von Hainichen in Sachsen, dem Kohlenkalkstein entsprechend, mit Geschieben von Thonschiefer, Glimmerschiefer, Gneiss, Granulit, Granit und Grünstein. Bindemittel braun, sandig.

9) Grauwackenconglomerat am Harz in Thüringen, Böhmen u. s. w., theils devonisch, theils silurisch, mit Geschieben von Quarz, Kieselschiefer, Thonschiefer, Granit u. s. w. Bindemittel grau, thonig oder sandig.

Bemerkt zu werden verdient hier noch, dass es auch sogenannte Pouddingsteine geben dürfte, welche nur wie Conglomerate aussehen, in Wirklichkeit aber keine sind, indem sie nicht zusammengekittete Geschiebe, sondern rundliche Concretionen von Kiesel- oder Kalksubstanz enthalten.

Auch in diesem Falle citire ich nur einige Bemerkungen über gewisse besondere Erscheinungen an Conglomeraten.

Haidinger, über die Lauretta-Conglomerate, in den Ber. d. k k. Akad. d. Wissensch. zu Wien 1856, 15. Juli.

Lartet, über Geschiebe mit Eindrücken, in v. L. u. Br. Jahrb. 1836, S. 196.

Blum, desgl. das. 1840, S. 525.

Daubrée, desgl. in *Compt. rend.* t. 44, p. 823.

Cotta, desgl. geol. Fragen 1858, S. 204, u. über verworfene Geschiebe, das. S. 212.

Würtenberger, desgl. in v. L. u. Br. Jahrb. 1859, S. 153.

Deicke, desgl. das. 1860, S. 219.

Gurlt, desgl. das. 1861, S. 225.

Anhang.

An die Conglomerate schliessen sich unmittelbar die unverbundenen

Geschiebe und **Gerölle**
an, die natürlich aus sehr verschiedenartigem Material bestehen können, und aus denen durch Eindringen eines Bindemittels Conglomerate hervorgehen würden.

Geologisch wichtig sind besonders die erratischen Geschiebe oder Blöcke, die zuweilen nur wenig abgerundet, weit von ihrem Ursprunge entfernt an der Oberfläche umher liegen. Sie bestehen aus den verschiedenartigsten Gesteinen und sind entweder durch Gletscher oder durch Treibeis von ihrem Ursprung in ihre jetzige Lage gelangt. Man kennt mit voller Sicherheit noch keine vortertiären erratischen Blöcke.

40) Breccie.

Eckige Bruchstücke von Mineralien oder festen Gesteinen, welche durch irgend ein Bindemittel fest, zu einem Gestein, unter einander vereinigt sind.

Wie bei den Conglomeraten, so können auch bei den Breccien die Bruchstücke und das Bindemittel aus dem verschiedenartigsten Material bestehen, woraus wieder eine ausserordentliche Mannichfaltigkeit derselben hervor geht. Eintheilung in bestimmte Varietäten ist darum auch hier unzulässig, man wird vielmehr in jedem besonderen Falle die Breccie nach den Bruchstücken oder dem Bindemittel als Quarzbreccie, Gneissbreccie, Kalksteinbreccie u. s. w. bezeichnen.

Geologisch wichtig sind die Breccien durch das nothwendig etwas höhere Alter der Bruchstücke im Vergleich zur Breccienbildung, durch das Erkennen localer gewaltsamer Gesteinszertrümmerung aus ihrer Anwesenheit, und durch den Umstand, dass sehr eckige Brüchstücke niemals einen weiten Weg vor ihrer Ablagerung zurückgelegt haben können.

Geologisch und nach der Art des Vorkommens unterscheidet man besonders:

1) Reibungsbreccien, welche an den Grenzen eruptiver Gesteine entstanden sind, und deren Bindemittel aus der Masse dieser besteht, während die Bruchstücke vom durchbrochenen Gestein herrühren. Solche finden sich sehr häufig an Grenzen

von Graniten, Porphyren, Grünsteinen, Basalten, Trachyten u. s. w. und können danach besonders benannt werden.

2) Quarzbrockenfels, Quarzstücke durch Quarz oder Eisenkiesel fest verbunden, nicht selten als Ausfüllung mächtiger Spalten in krystallinischen Schiefergesteinen, z. B. bei Schwarzenfels im Erzgebirge.

3) Knochenbreccie, deren Bruchstücke meist aus fossilen Knochen bestehen. Nicht selten in Spalten und Höhlen von Kalksteinen, wie es scheint, überall sehr neuer Entstehung.

4) Haselgebirge hat man gewisse breccienartige Gesteine genannt, welche die Steinsalzbildungen in den nördlichen Alpen zu begleiten pflegen. Sie bestehen aus Thon mit allerlei Fragmenten der benachbarten Gesteine und sind vielleicht nur durch Zusammenbrechen der Decke, nach theilweiser Auswaschung des Steinsalzes entstanden.

Auch den als besonderes Gestein zu beschreibenden Topasfels kann man zu den Breccien rechnen.

Cotta, über Breccienbildungen, in geol. Fragen 1858, S. 186.

Anhang.

An die Breccien reihen sich wieder am natürlichsten die lockern unverbundenen

Anhäufungen von Gesteinsbruchstücken oder **Schutt** an, wie sie durch Felsstürze oder künstlich durch Haldensturz gebildet werden. Etwas Weiteres darüber zu sagen erscheint hier unnöthig.

41) Tuffbildungen.

Mehr oder weniger fest verbundene Anhäufungen von vulkanischen Ausschleuderungsproducten der verschiedensten Art.

Eine bestimmtere kurze Charakteristik derselben zu geben, scheint mir bei der grossen Mannichfaltigkeit ihrer Zusammensetzung und ihres Zustandes unmöglich. Etwas deutlicher gestaltet sich vielleicht die Vorstellung durch eine Schilderung ihrer beobachtbaren Entstehungsweise. Vulkane schleudern bei ihren Eruptionen nicht nur grössere, meist schlackige Lavaklumpen, manchmal abgerundet als sogenannte Bomben, sondern auch sehr kleine Brocken und Körner „Lapilli und vulkanischen Sand“ und selbst sehr viel staubartige Lavatheilchen, sogenannte vulkanische Asche aus, dabei manchmal auch nicht vulkanische Gesteinsbrocken, welche im Kraterschlund losgerissen wurden.

Alle diese Materialien fallen bei ruhigem Wetter auf die Abhänge oder nächsten Umgebungen des Vulkanes nieder, werden aber durch Sturmwinde oft auch weit fortgeführt und dabei nach Grösse und Gewicht gesondert. Ist das Meer oder ein Süsswasserbecken in der Nähe, so fallen sie oft in diese, ausserdem aber werden sie durch nachfolgende Regenfluthen, von den steileren Abhängen herab und irgendwo zusammengeschwemmt. Auf diese Weise bilden sie lockere Decken oder durch Vermittelung des Wassers mehr oder weniger regelmässig geschichtete und mächtige Ablagerungen, in welche zugleich anderes Material, Baumstämme und dergleichen eingeschwemmt werden. Gelangen diese Producte im Meere oder in einem Süsswasserbecken zur Ablagerung, so umhüllen sie auch die vorhandenen Ueberreste von Korallen, Schalthieren, Fischen und dergleichen als Versteinerungen. So entsteht das, was man vulkanischen Tuff zu nennen pflegt, der somit eine Landbildung, eine Süsswasserbildung oder eine Meeresbildung sein kann. Bei einigen sehr hohen Vulkanen, besonders in Quito, kommen nun aber auch noch Schlammströme vor, welche durch schnelles Schmelzen der Schneedecke, oder durch Aufbersten innerer Wasserbecken entstehen, und beim heftigen Herabstürzen der Wassermassen alles zugängliche lockere Material mit sich fortreissen und in Schlamm verwandeln. Bei vermindertem Gefälle lagert sich derselbe ab, und seine Masse pflegt man Moja zu nennen, das ist aber ebenfalls eine Art von vulkanischem Tuff.

Grosse und kleine, eckige und abgerundete Theile der verschiedensten Art liegen in diesen Tuffen zuweilen bunt durcheinander, zuweilen haben sie sich aber auch nach Grösse und Gewicht gesondert, so dass manche Tuffe nur aus feinstem Staub, andere aus kleinen Körnern, wieder andere aus lauter groben Theilen bestehen. Die ersteren werden thonsteinartig, die zweiten sandsteinartig, die letzteren conglomeratartig. Bestimmte Varietäten systematisch zu trennen ist hier ganz unmöglich, ich kann nur einige für locale Vorkommnisse eingeführte Benennungen einigermassen erläutern, wobei ich mit solchen Tuffen den Anfang mache, die in der Nähe noch thätiger Vulkane

gefunden werden, und daran solche anreihe, die mit älteren vulkanischen oder sogar plutonischen Eruptivgesteinen verbunden sind. Eine wirklich plutonische, d. h. unterirdische Bildung von Tuffen ist nicht denkbar; wenn daher dennoch Tuffe zuweilen mit plutonischen Gesteinen, z. B. Grünsteinen und Quarzporphyren, verbunden sind, und ihnen zugehören, so darf man annehmen, dass zwar der obere vulkanische Theil dieser Quarzporphyre und Grünsteine zerstört und abgeschwemmt ist, die zugehörigen Tuffe in ihrer Nachbarschaft aber z. Th. zwischen anderen Ablagerungen erhalten geblieben sind. Zu Graniten gehörige Tuffbildungen sind noch gar nicht bekannt, wahrscheinlich weil die Granite die tiefsten Erstarrungsproducte sind.

A. Vulkanische Tuffe, basaltische und trachytische. Die Materialien, aus denen sie zusammengesetzt, sind Schlacken, Lapilli, Asche, Bimssteinbrocken, Lavabrocken und andere Beimengungen. Ihr Zustand ist rauh erdig bis dicht, sandsteinartig, conglomeratartig und breccienartig.

a) Peperin, graue wackenartige Grundmasse mit schwarzen Glimmerblättchen, Augit-, Leucit- und Magneteisenerzkörnern oder Krystallen. Zuweilen auch mit eckigen Stücken von Basalt, Leucitfels, Kalkstein und dergl. Im Albaner Gebirge sehr mächtig und verbreitet.

b) Basalttuff und Basalt-Conglomerat oder Breccie. Basaltbrocken von sehr verschiedener Grösse sind durch zerriebene Basalttheile, Thon und ähnliche Zersetzungsproducte verbunden. Oft kommen auch Fragmente oder Geschiebe anderer Gesteine, Theile von Augit, Hornblende, Olivin, Glimmer und Magneteisenerz, Glaukonitkörnchen u. s. w. darin vor. Nester und Adern von Kalkspath, Aragonit oder Eisenspath durchziehen hie und da das Gestein. Versteinerungen sind nicht selten darin enthalten.

c) Palagonittuff nannte *Sartorius v. Waltershausen* eine zuerst bei Palagonia in Sicilien beobachtete Varietät des Basalttuffes, welche wahrscheinlich unter Wasserbedeckung durch Umwandlung aus gewöhnlichem Basalttuff entstanden ist.

Die Hauptmasse dieses Gesteins besteht aus einer besonderen, Palagonit genannten Mineralbildung, welche dichte Massen oder Aggregate von Körnern bildet und nicht veränderte Stücke von Basalt, Dolerit oder basaltischem Mandelstein umschliesst. Der Palagonit selbst ist amorph, pechähnlich, gelb bis schwärzlichbraun, glas- bis fettglänzend, muschlig oder splittrig im Bruch. Härte 4—5. Spec. Gew. 2,4—2,6. Es ist ein wasserhaltiges Silikat von Eisenoxyd, Thonerde, Kalkerde, Talkerde, wenig Natron und Kali.

d) Puzzolan, nur locker verbundene Ablagerungen von vulkanischem Sand, sehr brauchbar zur Anfertigung von hydraulischem Mörtel.

e) Trachyttuff, Trachyt-Breccie und Conglomerat. Fragmente oder Gerölle von Trachyt sind durch feine staubartige Theile desselben Materials mehr oder weniger fest verbunden, oder es tritt auch nur dieses Bindemittel als dichte feinerdige Masse von weisser gelblicher und selbst grüner Färbung auf. Zuweilen liegen darin besser erhaltene Theile von Sanidin, Hornblende und Magneteisenerz. In Klüften haben sich opalartige Gesteine gebildet, bei Kaschau in Ungarn z. B. edler Opal. Hie und da kommen Pflanzenabdrücke und andere Versteinerungen darin vor.

f) Bimssteintuff, Bimsstein-Sand und Conglomerat. Weisse, gelbe oder graue, erdige bis dichte, sehr rauh anzufühlende Aggregate von zerriebenen Bimssteintheilen, oft Stücke oder Klumpen von Bimsstein, Trachyt u. s. w. einschliessend. Accessorisch finden sich darin auch Glimmerblättchen, Feldspathkrystalle, Magneteisenerzkörner, seltener Quarz und Granat. Manchmal hat sich der feine Bimssteinstaub zu kleinen concentrischschaligen Kügelchen (Pisolithen) vereinigt, wie das noch jetzt geschieht, wenn es bei vulkanischen Aschenfällen zugleich regnet.

g) Trass (Duckstein) am Rhein, Pausilipptuff in der Gegend von Neapel und Tosca auf Teneriffa, sind nur locale Varietäten des Bimssteintuffes, der zuweilen verkohlte Baumstämme, sowie andere organische Reste einschliesst und meist sehr gut zur Darstellung von hydraulischem Mörtel verwendet werden kann. Vieler Bimssteintuff scheint von vulkanischen Schlammströmen herzurühren und somit der Moja Südamerika's zu entsprechen.

h) Alaunstein (Alaunfels, Tolfa) hat man bei Bereghsacz in Ungarn, bei la Tolfa im Kirchenstaat u. s. w. gewisse alaunhaltige Trachyt- oder Bimssteintuffe von thonsteinähnlichem Ansehen genannt. Aber Manches von dem, was diesen Namen erhalten hat, dürfte doch eigentlich nur ein Zersetzungsproduct von trachytischen Gesteinen, also keine wirkliche Tuffbildung sein.

i) Phonolittuff und Conglomerat. Stücke oder Geschiebe von Phonolith sind durch ein erdiges bis dichtes Aggregat staubartiger Theile verbunden, worin zuweilen auch Sanidin, Hornblende, Augit und Glimmer auftreten. Z. B. im Högau und am südlichen Fuss des Erzgebirges.

B. Tuffbildungen plutonischer Gesteine.

k) Porphyrtuff oder Felsittuff, oft Thonstein genannt.

Dichte im Bruch erdige, oft bunt gefärbte Aggregate vorherrschend felsitischer etwas zersetzter Theile, nur selten erkennbar

geschichtet, aber zuweilen Pflanzenversteinerungen, besonders verkieselte Baumstämme enthaltend. Nach ihrem Vorkommen bei Chemnitz in Sachsen, als unteres Glied des Rothliegenden, vermuthet man, dass sie da als Tuffbildungen zu den Quarzporphyren gehören. Es ist aber oft sehr schwer diese Gesteine an und für sich von gewöhnlichen Thonsteinen, oder auch von gewissen Zersetzungsproducten dichter oder porphyrartiger felsitischer Gesteine zu unterscheiden.

Die Porphyrtuffmasse enthält zuweilen auch Brocken und Geschiebe von Quarzporphyr und geht dadurch in eine Art Porphyrbreccie oder Porphyrconglomerat über. In den Fugen einer solchen Porphyrbreccie kommen bei Flöha in Sachsen Feldspathkrystallisationen als Bindemittel vor.

l) Grünsteintuff und Grünsteinconglomerat. Dichtes im Bruch erdiges Aggregat von staub- oder sandartigen Grünsteintheilchen. Grau- oder bräunlich-grün, zuweilen Stücke oder Geschiebe von Grünstein, oft aber auch organische Reste einschliessend.

Bei Planschwitz in Sachsen enthält der zwischen Grauwackenschiefer liegende Grünsteintuff sehr viele Versteinerungen der Devonformation. Wahrscheinlich gehört zu dem Grünsteintuff auch vieles von dem was man im Nassauischen Schalstein genannt hat. Wegen der schwankenden Bestimmung dieses Begriffes habe ich es jedoch vorgezogen, den Schalstein noch besonders zu besprechen.

Für das Fassagebiet in Süd-Tyrol hat *v. Richthofen* neuerlich Eruptivtuffe, Sedimentärtuffe und regenerirte Tuffe unterschieden, sie alle gehören zu Augitgesteinen und nehmen ihre geologische Stellung zwischen Ablagerungen jüngerer Triasbildungen ein.

Naumann, über Porphyrtuff, in den Erläuter. z. geogn. Karte v. Sachsen 1838, H. 2, S. 434.

Grüner, Porphyrtuff mit Glimmerkrystallen im Dep. der Loire, *Ann. des mines* 1841, [3], t. 19, p. 98 u. 122.

Beudant, *Voyage min. et géol. en Hongrie* II, p. 416.

v. Oeynhausen, über Trass, in Erläuter. z. geogn. Karte des Laacher Seees 1847.

Brongniart nannte gewisse sandsteinähnliche Basalttuffe Brecciole, in *Mém. sur les terr. des sédim. sup. du Vincentin*, Paris 1823.

Sartorius v. Waltershausen, über Palagonittuff: die submarinen Ausbr. des Val di Noto 1846, S. 34, Skizze von Island 1847, S. 76, vulk. Gest. in Sicilien und Island 1853, S. 179 und 215.

Darwin, Palagonittuff auf Chatam-Island, in *Geol. obs. on the volc. islands* 1844, p. 98.

Sandberger, Palagonittuff bei Limburg in Nassau, in geol. Verh. d. Herzogth. Nassau 1847, S. 81.
Girard, Palagonittuff bei Montpellier, in v. L. u. Br. Jahrb. 1853, S. 568.
v. Richthofen, geogn. Beschr. von Süd-Tyrol 1861.

Anhang.

Da wenigstens ein Theil von dem, was man Schalstein genannt hat, zu den Tuffbildungen gehören dürfte, so mag diese bereits mehrfach erwähnte Benennung hier zusammenhängend besprochen werden, und daran schliesse ich dann sogleich noch einige Bemerkungen über den sogenannten Laterit an.

42) Schalstein.

Es ist so Vielerlei unter diesem Namen beschrieben worden, dass man allgemein nur etwa sagen kann, es werde darunter ein schiefriges Gestein mit eingestreuten Kalkspaththeilchen verstanden. Speciell muss man nach Localitäten und Autoren trennen:

A. Schalstein oder Blattersteinschiefer im Nassauischen. Dieser ist wohl zuerst so bezeichnet worden, aber für sich allein schon in seinen Charakteren sehr schwankend. Die Grundmasse scheint hier ein sehr feiner etwas schiefriger Grünsteintuff zu sein, welcher grün, grau oder buntgefleckt, abgeplattete Körner oder dünne Lagen von Kalkspath enthält. Stellenweise ist aber dabei dieses Gestein etwas breccienartig, porphyrartig durch Labradorkrystalle, wirklich mandelsteinartig, selbst durchzogen von Thonschiefer oder Chloritschiefer. Es kommt im rheinischen Grauwackengebiet gewöhnlich zusammen vor mit Grünstein (Diabas), was noch besonders für seine tuffartige Entstehung spricht.

Sandberger unterschied im Nassauischen folgende Varietäten:

a) Normaler Schalstein.
b) Kalkschalstein, mit viel Kalkspaththeilchen oder Lagen.
c) Schalsteinbreccie, die einzelnen Stücke werden durch ein Netz von Kalkspathadern zusammen gehalten.
d) Schalsteinconglomerat.
e) Schalsteinmandelstein.
f) Porphyrartiger Schalstein, mit Labradorkrystallen.

Also Varietäten, die man unter anderen Umständen vielleicht ganz verschiedenen Gesteinen zurechnen würde, und die hier eigent-

lich nur durch ihr übereinstimmendes Vorkommen in den devonischen Ablagerungen zusammen gehalten werden.

B. Schalstein oder Kalktrapp *Oppermann's*, welcher als etwas schiefriger, und Kalkspathkörner enthaltender Diabas oder Aphanit zu diesen Gesteinen gehören dürfte. Vergl. S. 85 u. 96.

C. Schalstein von Zelle bei Nossen oder schalsteinähnlicher Thonschiefer *Naumann's* ist wohl nur eine Kalkspathkörner oder Mandeln enthaltende Varietät des Thonschiefers.

Auch noch für manche andere Gesteinsvorkommnisse ist die Benennung Schalstein gebraucht oder missbraucht worden, daher findet man denn auch eine ziemlich reichhaltige Literatur darüber.

Stifft, in v. Leonhard's Zeitschr. f. Min. 1825 I, S. 147 u. 236, sowie geogn. Beschr. d. Herzogth. Nassau 1831, S. 468.

Oppermann, Dissert. über den Schalstein u. Kalktrapp 1836.

Dollfus u. *Neubauer*, Analysen von Schalstein, im Journ. f. prakt. Chemie 1855, B. 65, S. 199.

Eglinger, (Analysen) im Jahrb. des Ver. f. Naturk. in Nassau 1856, H. 11, S. 205.

Murchison u. *Sandberger*, *Transact. of the geol. soc.* 2. ser. VI, S. 249.

v. Dechen, in Nöggeraths Rheinland Westphalen 1822, B. II, S. 71 u. Archiv f. Miner. Geogn. u. s. w. B. 19, S. 516.

Hausmann, über die Bildung des Harzgebirges 1842, S. 23.

Sandberger, Uebers. der geol. Verh. des Herzogth. Nassau 1847, S. 33.

Gumprecht, in v. L. u. Br. Jahrb. 1842, S. 825.

Naumann. Erläuter. d. geogn. Karte von Sachsen 1836, H. 1, S. 60.

Ich reihe hier auch noch das sehr unbestimmte Gestein

Laterit

an; so nennen nämlich nach *Schlagintweit* englische Geologen gewisse Gesteine Ostindiens, welche theils backsteinähnliche rothe Trappe sind, theils aber aus einer Zersetzung krystallinischer Schiefergesteine hervorgingen. Darauf lässt sich natürlich kein Gesteinscharakter begründen.

Gumbrecht's Zeitschr. f. Erdkunde B. 5, S. 160.

IV. Besondere Gesteine und Lagerstätten.

Ich vereinige in dieser Abtheilung sehr verschiedenartige Gesteinsbildungen, welche nicht in solcher Verbreitung und

Massenhaftigkeit an der Zusammensetzung der festen Erdkruste Theil nehmen, dass man genöthigt würde, sie als ganz wesentliche Bestandtheile derselben anzusehen. Das ist nun zwar auch nicht bei allen einzelnen, unter besonderen Benennungen abgetrennten Gesteinen der drei vorhergehenden Abtheilungnn der Fall, wohl aber bei allen den Gruppen von einzelnen Gesteinsmodificationen, die man als zusammengehörig betrachten muss. Hier sind nun dagegen eine grosse Zahl oft ganz localer Gesteinsbildungen zusammengefasst, die sich nur zum Theil noch in kleine Gruppen vereinigen lassen, deren Entstehungsweise jedenfalls eine ungleiche, für Manche sogar eine noch sehr räthselhafte ist. In dieser Beziehung schliessen sie sich theils den eruptiven, theils den sedimentären und metamorphischen Gesteinen an, einige weichen aber in der Art ihres Vorkommens, und durch ihre Zusammensetzung so sehr von jeder jener drei Hauptabtheilungen ab, dass man sie einstweilen noch als problematische Bildungen betrachten muss. Diese Abweichungen mögen sich zuweilen wohl durch das Zusammentreffen ganz besonderer, gleichsam ausnahmsweiser Entstehungs- oder Umwandlungsbedingungen erklären lassen.

Jedenfalls erscheint es aber nicht zweckmässig, weil kaum ausführbar, diese besonderen Gesteine und Lagerstätten nach ihrer Entstehungsweise zu ordnen. Ich lasse sie daher hier in einer ziemlich willkürlichen Reihe folgen, indem ich sie in folgende Gruppen unterbringe:

1) Serpentine,
2) Granatgesteine,
3) Greisen und Schörlgesteine,
4) Kohlen,
5) Eisensteine,
6) Allerlei Mineralien als Gesteine.

Serpentine.

Das sind wahrscheinlich nur besondere Umwandlungszustände ursprünglich sehr verschiedenartiger Gesteine. Die Umwandlung ist weder durch vermehrte Krystallisation noch durch eigentliche Zersetzung erfolgt, sondern durch Aufnahme

von Talkerde, wie man denn auch sehr viele Afterkrystalle sehr ungleicher Mineralien kennt, deren Substanz sich durch einen vorherrschenden Talkgehalt auszeichnet, aus Serpentin, Speckstein u. dergl. bestehend.

43) Serpentin (Ophiolite).

Ein dichtes, im frischen Bruch mattes Gestein. Weich, fettig anzufühlen, meist dunkelgrün oder braun.

Spec. Gew. 2,5—2,7.

Ob es ein ursprüngliches und selbstständiges Mineral Serpentin giebt, ist noch einigermassen zweifelhaft, da die Krystalle mit amorphem Bruch, welche von einigen Mineralogen dafür gehalten werden, nach Anderen nur Pseudomorphosen nach Chrysolith u. dergl. sind. Wenn aber auch die Existenz eines selbstständigen Minerales Serpentin über allen Zweifel erhoben sein sollte, so würde es dann immer noch sehr fraglich bleiben, ob man das Serpentin genannte Gestein als ein Aggregat dieses Minerales anzusehen habe, da sich in vielen Fällen bestimmt nachweisen lässt, dass das fragliche Gestein, von ähnlicher Zusammensetzung wie das Mineral Serpentin, erst durch Umwandlung aus anderen Gesteinen hervorgegangen ist, und da man ganz unzweifelhafte wirkliche Pseudomorphosen nach der Form von Hornblende, Augit, Feldspath u. s. w. kennt, welche aus einer höchst ähnlichen Substanz bestehen, die man deshalb gewöhnlich auch Serpentin zu nennen pflegt. Ich sehe von der Entscheidung dieser mineralogischen Frage ab, und beschränke mich auf die nähere Beschreibung des Serpentins als Gestein.

Derselbe besteht wesentlich aus zwei Drittel kieselsaurer Talkerde mit 12—21 Proc. Wasser, in welcher Verbindung jedoch ein Theil der Talkerde durch Eisenoxydul und Wasser vertreten wird. Der Kieselerdegehalt schwankt zwischen 38 und 43 Proc., der Talkerdegehalt zwischen 34 und 44; Kalkerde, Thonerde, Mangan, Bitumen und Kohle sind nur in sehr geringen Mengen vorhanden. Die Masse ist so weich, milde und dabei zäh, dass sie sich leicht schneiden und drechseln lässt. Sehr charakteristisch ist das durch den grossen Talkerdegehalt bedingte fettige Gefühl. Dadurch ist wahrschein-

lich auch die häufige Erscheinung zahlreicher, fettglänzender, zuweilen gestreifter Reibungsflächen bedingt, welche die Masse des Gesteins oft nach allen Richtungen durchziehen. Seine vorherrschende Färbung ist dunkelgrün, es kommen aber auch hellgrüne, graugrüne, gelbe, braune, rothbraune und fast schwarze Varietäten vor, und zuweilen ein schneller Wechsel der Farben, in Flecken, Flammen und durchziehenden Adern.

Die Grundmasse des Serpentins enthält sehr oft allerlei Mineralien deutlich accessorisch (porphyrartig) eingemengt; am häufigsten Pyrop oder Magnesia-Granat, (die dann zuweilen wieder durch Talk verdrängt sind), weniger häufig Bronzit, Schillerspath, Chlorit, Glimmer, Magneteisenerz, Eisenkies, Arsenkies, Chromeisenerz, sehr selten (am Ural) ged. Platin. Durch viel Magneteisenerzbeimengung wirkt der Serpentin zuweilen ablenkend auf die Magnetnadel, so z. B. bei Zell im Fichtelgebirge, wo das Gestein indessen kein recht charakteristischer Serpentin ist. Sehr gewöhnlich ist die Serpentinmasse von Adern durchzogen, welche aus fasrigem Serpentin (Asbest), Chrysotil, Chlorit oder Pikrolith bestehen.

Etwas seltner finden sich darin Adern oder Nester von Kalkspath, Kalktalkspath, Magnesit, Saponit, Pyknotrop, Dermatin, Talk, Brucit, Völknerit, Hornblende, Strahlstein, Quarz, Chalcedon, Jaspis, Chrysopras, Opal, Eisenkies, Kupferkies, Chromeisenerz, Magneteisenerz und ged. Kupfer.

Texturvarietäten sind:

a) Gemeiner dichter Serpentin.
b) Porphyrartiger Serpentin, besonders durch Pyropkrystalle.
c) Schiefriger Serpentin, aber nur undeutlich und dickschiefrig.
d) Geaderter Serpentin.

Da wahrscheinlich aller Serpentin durch Umwandlung aus irgend einem anderen Gestein entstanden ist, so versteht es sich von selbst, dass man auch Uebergangsstadien dieser Umwandlung vorfindet, die sich sowohl von dem extremen Resultat der Umwandlung, dem echten Serpentin, als auch gegenseitig von einander unterscheiden. Aber keinesweges überall gelingt es das ursprüngliche Gestein nach-

zuweisen, vielleicht weil oft besondere Gesteinsmassen zwischen andern schon total, nicht nur local, verändert sind. Solche Umwandlungsstadien haben zuweilen besondere Namen erhalten, z. B.:

e) Forellenstein bei Neurode in Schlesien. Eine dichte Labradorgrundmasse enthält oft eckige und scharfkantige Flecke von Serpentin. *v. Rath* glaubt, dass dieselben durch Umwandlung von Labradorkrystallen entstanden sind.

f) Renslaerit nannte *Emmons* in seiner *American Geology* 1855 ein serpentinähnliches Gestein, welches etwas krystallinischer als echter Serpentin ist. Graulichweiss ins Grüne und Schwarze. Gew. 2,87. Bestehend aus 59,2 Kieselsäure, 32,9 Talkerde, 3,4 Eisenoxydul, 1,0 Kalkerde und nur 2,8 Wasser.

g) Schillerfels hat man ein an der Baste am Harz in gewöhnlichen Serpentin übergehendes Gemenge von Schillerspath und Serpentin genannt. Letzterer bildet die Grundmasse, in welcher ziemlich grosse Schillerspathindividuen liegen. Ausserdem kommen auch noch Labrador, Augit, Glimmer, Chlorit und Eisenkies darin vor.

Cocchi hat ferner vorgeschlagen, die Serpentine nach ihrem Ursprung aus bestimmten Gesteinen zu unterscheiden, z. B. in Diallag-Serpentin, Diorit-Serpentin, Granit-Serpentin u. s. w. Wo das möglich ist, mag es recht zweckmässig sein.

Der Serpentin zeigt oft nur unregelmässig massige oder knollige Absonderung, ausnahmsweise säulenförmige Zerspaltung, nicht selten aber auch eine Art von Schichtung oder plattenförmige Absonderung. Es ist leicht möglich, dass dieselbe von wirklicher Schichtung herrührt, in sofern Serpentin wohl auch aus geschichteten Gesteinen entstanden sein mag. Er findet sich am häufigsten als unregelmässige untergeordnete Einlagerung zwischen krystallinischen Schiefergesteinen, kommt jedoch auch massig und gangförmig zwischen anderen vor. Die Oberfläche der kleinen Kuppen, die er zu bilden pflegt, zeigt in der Regel eine sehr dürftige Vegetation.

An einigen Stellen ist, wie erwähnt, seine Umwandlung aus anderen Gesteinen fast unzweifelhaft, so z. B. bei Siebenlehn unweit Freiberg aus Gabbro, bei Böhrigen und Waldheim in Sachsen, zwischen anderem Serpentin, aus Granitgängen, während hier die Hauptmasse vielleicht aus Granulit

entstand; bei Zell im Fichtelgebirge aus Chloritschiefer, der noch nicht vollständig umgewandelt zu sein scheint; und bei Zöblitz im Erzgebirge vermuthlich aus Gneiss, oder aus Eklogit im Gneiss. Der Vorgang seiner Umwandlung war aber jedenfalls ein ganz anderer als derjenige, durch welchen die krystallinischen Schiefergesteine als solche entstanden. Wo er zwischen krystallinischen Schiefern auftritt, da ist seine besondere Bildung wahrscheinlich jener allgemeinen Umwandlung erst nachgefolgt, und etwa durch talkerdehaltiges Wasser bedingt worden, welches local die Gesteine lange Zeit durchdrang. Dieser Umstand, sowie seine von ihnen sehr abweichende Zusammensetzung lässt es unpassend erscheinen, den Serpentin als solchen unter die eruptiven, metamorphisch-krystallinischen Schiefer- oder Sedimentär-Gesteine aufzunehmen.

Scheerer, über das Mineral Serpentin in Poggend. Annalen, 1854, B. 92, S. 287.

Haughton, *Philos. Magaz.* 1855, Vol. 10, p. 253.

Websky, Krystallstructur des Serpentins, Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1858, S. 277.

Hunt, die Serpentine Canadas und ihre Begleiter, in v. L. u. Br. Jahrb. 1858, S. 846.

v. Rath, Forellenstein. Poggend. Annalen, B. 95, S. 552.

Cocchi, in v. L. u. Br. Jahrb. 1857, S. 600.

Emmons im *Americ. journ. of sc.* 1843, Vol. 45, p. 122.

Granatgesteine.

Das Gemeinsame derselben ist das Auftreten von Granat als wesentlicher oder sogar als vorherrschender Gemengtheil. Mit dem Granat sind Amphibol, Pyroxen, Feldspath, Glimmer, Dichroit u. s. w. verbunden. Diese Gesteine pflegen untergeordnete Massen von oft unbestimmbarer Form und zweifelhafter Entstehung zwischen krystallinischen Schiefern oder granitischen Gesteinen zu bilden. Ich rechne hierher Eklogit, Disthenfels, Eulisit, Granatfels, Kinzigit und Dichroitfels.

44) Eklogit (Omphacitfels, Smaragditfels, Distheinfels).

Ein Gemenge von grünem Smaragdit und rothem Granat. Der Granat liegt porphyrartig in der fein-

krystallinischen, meist etwas schiefrigen oder fasrigen grünen Grundmasse.

Spec. Gew. 3—4.

Dieses Gestein, welches *Hauy* Eklogit nannte, ist oft sehr fest und schwer zersprengbar, im frischen Bruch von eigenthümlich schönem Ansehen durch die rothen Granaten in der hellgrünen Grundmasse. Durch accessorische Beimengungen variirt es einigermassen. Die schönen Eklogite der Umgegend von Münchberg im Fichtelgebirge enthalten zuweilen etwas weissen Glimmer, seltner auch Zoisit, Epidot, Quarz, Eisenkies und Magneteisenerz. An der Saualp in Steiermark sind Zoisit und Strahlstein fast vorherrschend, ausser dem Granat kommt darin noch etwas Quarz, Korinthin und Disthen vor. Auf der Insel Syra wechsellagert gewöhnlicher Eklogit mit Gemengen von Disthen, Granat und silberweissem Glimmer, welche *Virlet* Disthenfels genannt hat, die aber füglich als eine Mengungsvarietät zum Eklogit gerechnet werden können. Das Gestein von Haslau bei Eger, welches zuweilen ebenfalls als Eklogit bezeichnet wird, besteht fast vorherrschend aus Vesuvian (sogenanntem Egeran).

Man findet den Eklogit am häufigsten in Form unregelmässiger Einlagerungen (Lagerstöcke) zwischen krystallinischen Schiefergesteinen, so bei Münchberg im Gneissgebiet. Ihre Schiefertextur geht dann der herrschenden Schieferrichtung parallel, so dass es zweifelhaft bleibt, ob man diese Massen für gleichzeitige Bildungen oder für später eingedrungen halten soll. Vermöge seiner grossen Widerstandsfähigkeit bildet das Gestein gewöhnlich hervorragende Kuppen oder Felsen.

Virlet im *Bullet. de la soc. géol.* 1833, t. III, p. 201.

45) Eulisit nannte *A. Erdmann*

ein Gemenge aus olivinähnlichem Eisenoxydul, grünem Pyroxen und braunrothem Granat,

welches bei Tunaberg in Schweden ein mächtiges Lager im Gneiss bildet.

Erdmann, Försök till en geogn. mineral. Beskrifning öfver Tunabergs Socken 1849, S. 11.

46) Granatfels.

Ein krystallinisch körniges Gemenge von Granat mit Hornblende und meist auch Magneteisenerz.

Zuweilen herrscht der braune oder gelbliche Granat (Aplom) ganz vor, die Masse besteht fast nur aus einem körnigen Aggregat desselben, zuweilen sind aber ausser Hornblende und Magneteisenerz auch noch mancherlei andere Mineralien beigemengt.

Das Gestein tritt nur sehr untergeordnet, z. B. im Glimmerschiefer am Teufelsstein und Klobenstein bei Schwarzenberg in Sachsen auf, wo es einige kleine hervorragende Felsen bildet.

Cotta, Erläuter. z. geogn. Karte von Sachsen, H. II, S. 225, v. L. u. Br. Jahrb. 1844, S. 413.

47) Kinzigit.

Ein krystallinisches Gemenge von schwarzem Glimmer, Granat und Oligoklas, auch in dichten Zustand übergehend.

Das Gestein von Wittichen an der Kinzig im Schwarzwalde wurde früher zum Granatfels gerechnet, von *H. Fischer* aber als selbstständig erkannt und benannt. Derselbe fand es dann auch bei Gadernheim und Auerbach im Odenwald wieder, und rechnet dazu als sehr verwandt gewisse Gesteine von Bodenmais in Baiern und von Cabo de Gata in Spanien. An einigen dieser Fundstätten enthält es accessorisch auch Cordierit, Fibrolith und Mikroklin, letzteren als Vertreter des Oligoklases.

Fischer, in v. L. u. Br. Jahrb. 1860, S. 796 u. 1861, S. 641.

48) Dichroitfels.

Ein unregelmässiges Gemenge aus Feldspath, Dichroit, Granat und wenig Glimmer, fest, dunkel gefärbt.

Dieses dem Dichroitgneiss verwandte Gestein bildet z. B. einen Gang im Granit des Erlbachgrundes bei Kriebstein in Sachsen.

Naumann, Erläuter. d. geogn. Karte v. Sachsen, H. II, S. 13.

Greisen und Schörlgesteine.

Diese kleine Gruppe von Gesteinen zeichnet sich da-

durch aus, dass sie vorherrschend aus Quarz besteht, und häufig etwas Zinnerz, wenn auch nur fein, eingesprengt enthält, oder dass wenigstens Zinnerzlagerstätten damit verbunden sind. Ausser dem Quarz treten besonders weisser Glimmer, Chlorit und Schörl als wesentliche, Wolfram, Eisenglanz und Topas als accessorische Bestandtheile darin auf. Ich rechne hierher:

1) Greisen, aus Quarz und Glimmer gemengt;
2) Zwittergestein, aus Quarz, Chlorit, Eisenglanz und Zinnerz bestehend;
3) Schörlgestein, aus Quarz und Schörl gemengt;
4) Topasfels, eine topashaltige, breccienartige Varietät des letzteren.

49) Greisen (Hyalomicte).

Ein krystallinisch körniges Gemenge von Quarz und Glimmer.

Das ist also ein Granit ohne Feldspath, oder das Material des Glimmerschiefers im nicht schiefrigen Zustande. In Granit geht dieses verhältnissmässig seltene Gestein auch wirklich über, dadurch dass etwas Feldspath oder wenigstens Kaolin in das Gemenge eintritt. Uebergänge in Glimmerschiefer sind dagegen nicht bekannt, d. h. seine Textur zeigt keine Neigung schiefrig zu werden, ist vielmehr stets deutlich grob- oder feinkörnig. Der Glimmer des Greisen ist meist weisser Lithionglimmer. Accessorisch tritt darin zuweilen etwas Zinnerz auf, und es ist überdiess der Greisen oft von Zinnerzgängen durchsetzt oder begleitet, so z. B. bei Zinnwald im Erzgebirge, wo dieses Gestein ganz besonders charakteristisch vorkommt. Minder charakteristisch findet man es bei Ober-Pöbel westlich von Altenburg.

Es zeigt nur massige Absonderung, keine Spur von Schichtung. Sein sehr constantes Vorkommen mit Zinnerzlagerstätten in den Granitgebieten von Schlaggenwald, Cornwall u. s. w., und seine Verwandtschaft mit dem Zwittergestein, sprechen dafür, dass es unter besonderen Umständen durch Zerstörung des Feldspathes aus Granit entstanden sei, obwohl man bei den grob[illegible] Varietäten schwer begreift, wie und wodurch der [illegible] hat ersetzt werden können. Unter diesen Umständen kann man den

Greisen allerdings als eine blosse Varietät des Granites ansehen, wegen der verhältnissmässigen Seltenheit seines Vorkommens und wegen seiner Verwandtschaft mit den anderen zinnerzhaltigen Gesteinen, glaubte ich ihn jedoch besser mit diesen zusammen zu besprechen, da sie wahrscheinlich alle ähnlichen besondern Umständen ihre Eigenthümlichkeit verdanken.

50) Zwittergestein (Stockwerksporphyr).

Ein quarzreiches, dunkelgraues feinkörniges bis dichtes Aggregat, dessen übrige Bestandtheile sich mit unbewaffnetem Auge nicht unterscheiden lassen.

Unter der Loupe erkennt man in der feinkörnigen Masse etwas Chlorit, Zinnerz, Arsenkies, auch wohl Eisenglimmer als Beimengung des Quarzes, welche vermuthlich die dunkle Färbung bedingen. Der Zinnerz- (oder Zwitter-) Gehalt gab Veranlassung zu seiner Benennung durch die Bergleute Altenbergs, wo allein dieses Gestein charakteristisch bekannt ist. Die unpassende Bezeichnung Stockwerksporphyr wurde einestheils veranlasst durch seinen Abbau als mächtigen Zinnerzstock, (obwohl durchschnittlich nur etwa $^1/_2$ Proc. Zinn darin enthalten ist), anderntheils aber durch die irrige Voraussetzung, dass er zu den Porphyren gehöre, obwohl das Gestein keine eigentlich porphyrartige Textur zeigt.

Durch das Zusammenbrechen grosser unterirdischer Abbaue dieses zinnhaltigen Gesteins ist die berühmte grosse Pinge bei Altenberg entstanden. An den Rändern dieser Pinge beobachtet man einen allmäligen Uebergang aus feinkörnigem Granit in Zwittergestein.

Der Granit ist zunächst von zahlreichen sehr unregelmässigen Klüften durchzogen, welche mit Quarz erfüllt sind, zu beiden Seiten aber gewöhnlich von $^1/_4$ bis über 1 Zoll breiten dunklen Streifen begleitet werden, die bei näherer Untersuchung sich als Zwittergesteinsmasse ohne Feldspath ergeben, obwohl sie nach aussen ganz allmälig in den gewöhnlichen Granit verlaufen. Nach dem Hauptstock zu werden diese offenbar durch Einwirkung von den Klüften aus gebildeten dunklen Streifen breiter und breiter, so dass nur wenig unveränderter Granit zwischen den zahlreichen Klüften übrig bleibt, endlich verschwindet auch dieser letzte Rest von Gra-

nit, alles ist zu Zwittergestein geworden, in welchem man aber überall noch die schmalen Quarzadern erkennt. Die Umwandlung scheint also durch irgend eine zugleich zinnerzhaltige Solution oder durch Dämpfe bewirkt worden zu sein, welche local den Granit von unzähligen Klüften aus nach allen Richtungen durchdrangen.

Aus der Vergleichung sorgfältiger durch *Dr. Rube* ausgeführter Pauschanalysen des unveränderten Granites, der dunklen Streifen neben den Quarzadern, und des echten Zwittergesteins ergab sich, dass letztere beiden wesentlich ganz gleich zusammengesetzt sind, vom Granit aber sich nur dadurch unterscheiden, dass sie 3 Proc. Kieselsäure und 2 Proc. Kali weniger, dafür aber 4 Proc. Eisen (als Oxydul berechnet) 0,6 Zinnoxyd und 0,5 bis 1 Proc. Kalkerde mehr enthalten. Ausser den oben genannten zuweilen erkennbaren Bestandtheilen muss also auch ein Thonerdesilikat im Gemenge vorhanden sein. Die eindringende Solution scheint den Feldspath und Glimmer zerstört und dafür Eisenglimmer, Chlorit, Zinnerz, ein Thonerdesilikat gebildet, und unerkennbar auch Kalkerde abgelagert zu haben. Das Kali wurde als Solution ausgeführt, die Kieselsäure wenigstens z. Th. in den Spalten (Adern) concentrirt.

Cotta in der Berg- und hüttenm. Zeitung 1860, Nr. 1 und 1862 S. 74.

51) Schörlschiefer und **Schörlfels** (Schörlquarzit, Hyalotourmalite, z. Th. Topasfels).

Ein krystallinisches Gemenge von Schörl und Quarz. Schiefrig oder körnig bis dicht.

Am verbreitetsten sind die schiefrigen Varietäten, darum habe ich sie vorangestellt, am seltensten die dichten, und ohne Uebergänge auch schwer zu erkennen. Accessorisch treten darin auf: Glimmer, Chlorit, Feldspath, Zinnerz, Arsenkies und ganz local Topas. Alle diese Schörlgesteine sind wie der Greisen wieder sehr gewöhnlich von Zinnerzlagerstätten begleitet oder mit ihnen verbunden. Ihr Kieselerdegehalt ist sehr ungleich, je nach dem Vorherrschen des Quarzes.

Texturvarietäten:

a) Schörlschiefer, die etwas undeutliche Schiefertextur ist

durch parallele Lage oder Vertheilung der Schörlnadeln bedingt, der Quarz bildet zuweilen sehr selbstständige gewundene Lagen. Das Gestein findet sich z. B. in Form untergeordneter Einlagerungen im Glimmerschiefer bei Eibenstock in Sachsen. Durchsetzt von Zinnerzgängen.

b) Körniger Schörlfels, entweder ziemlich gleichförmig, grob oder feinkörnig aus Schörl und Quarz gemengt, oder vorherrschend aus Quarz bestehend, mit mehr vereinzelten, oft zerbrochenen Schörlsäulen darin.

c) Dichter Schörlfels, eine grauschwarze Masse, in welcher man die Gemengtheile nicht mehr unterscheiden kann, so z. B. im Zinnerzgebiet von Cornwall.

Als Mengungsvarietät kann am besten hierher gerechnet werden der

d) Topasfels *Werner's*, welcher bis jetzt nur am Schneckenstein im Voigtland bekannt ist, wo er einen mächtigen Gang im Glimmerschiefer bildet. Die Zusammensetzung dieses Gesteins ist eine sehr eigenthümliche. Grosse Brocken eines topashaltigen Schörlschiefers sind durch Quarz, Steinmark und Topasdrusen zu einer drusigen Breccie verkittet. Accessorisch kommen darin auch Zinnerz, Apatit, Malachit und Kupferlasur vor.

In Brasilien hat *v. Eschwege* ein schörlhaltiges Quarzgestein Carvoeira genannt.

Freiesleben, geogn. Arbeiten, B. IV, S. 1.

Breithaupt, Paragenesis und v. Leonhard's Jahrbuch 1854, S. 787.

Boase, *Transact. of the geol. soc. of Cornwall* 1832, Vol. IV, p. 240 u. 373.

Naumann, Erläuter. d. geogn. Karte von Sachsen H. 2, S. 201.

Daubrée, (Hyalotourmalite), *Ann. des mines* 1841, III. sér., t. 20, p. 84.

Kohlen.

Gesteine, in denen Kohlenstoff vorherrscht. In Folge davon sind sie stets dunkel gefärbt, braun bis schwarz, und meist auch brennbar, doch ist letzteres nicht bei Allen der Fall. Sie sind alle organischen Ursprungs, die meisten wahrscheinlich aus vegetabilischen Anhäufungen hervorgegangen, ausnahmsweise vielleicht auch einige aus animalischen. Ihre Unterschiede werden wohl hauptsächlich die Folgen ungleich starker Umwandlung der ursprünglichen Pflanzensubstanz sein. Geht man von dieser Annahme aus, so lassen

sie sich von dem am wenigsten veränderten Zustande zu dem am stärksten umgewandelten vorschreitend, wie folgt an einander reihen:

1) Torf, die Pflanzensubstanz ist nur wenig verändert. Doch müssen nicht alle Kohlen aus Torf entstanden sein, es ist sogar unzweifelhaft, dass viele aus Anhäufungen von Baumstämmen, Blättern und dergleichen hervorgingen.
2) Braunkohle, mit grossem Bitumengehalt.
3) Schwarzkohle, mit viel geringerem Bitumengehalt.
4) Anthracit, mit sehr geringem Bitumengehalt.
5) Graphit, ohne alles Bitumen und in nicht brennbarem Zustande.

Einige andere Verschiedenheiten sind Folgen von Beimengungen. Man ersieht aus obiger Reihe, dass zuerst sich ein Bitumengehalt entwickelt hat, und dass dieser dann nach und nach durch Verflüchtigung wieder verloren gegangen ist. Dieser Voraussetzung entsprechen auch die gewöhnlichen Altersverhältnisse der verschiedenen Kohlenarten, welche nur durch besondere locale Umstände oder Vorgänge veranlasst, nicht immer dem Bitumengehalt entsprechen. Durchschnittlich ist nämlich obige Reihe zugleich eine Altersreihe.

Daran schliesst sich nun aber

6) Erdpech (Asphalt, Bitumen oder Erdöl) an, welches aus den bituminösen Kohlen sich verflüchtigt hat, und zuweilen unter besonderen Lagerungsverhältnissen als Gestein gefunden wird, ausserdem aber manche andere Gesteine wie Kalkstein und Mergelschiefer imprägnirte.

Anhangsweise stelle ich zu den Kohlengesteinen hier auch noch:

7) Brandschiefer, einen Schieferthon mit sehr viel Bitumen und oft auch Kohle.
8) Kohlenbrandgesteine, die durchaus nicht Kohlen sind, sondern nur durch Einwirkung brennender Kohlenlager aus thonigen Gesteinen entstanden, sowie endlich:
9) Guano- und Koprolithenlager, welche durch die locale Anhäufung thierischer Excremente entstanden.

Das gewöhnliche, gleichsam normale Vorkommen der eigentlichen Kohlenarten in den Ablagerungen der grossen Perioden steht, wie gesagt, mit den Ansichten über ihre Entstehung und über die Ursache ihrer Unterschiede ganz im Einklang. Durch die vereinzelten Ausnahmen wird aber auch in diesem Falle eigentlich nur die Regel bestätigt, da sie sich stets durch besondere Umstände erklären lassen und somit ebenfalls nur nothwendige Folgen jener Voraussetzung

Alter.	Beispiele der Regel.	Beispiele der Ausnahme.
Neuzeit.	Torflager an vielen Orten.	
Tertiärperiode.	Braunkohlen in Norddeutschland, Böhmen, Hessen u. s. w. Bitumenarme Braunkohlen bei Häring in Tirol (cocän).	Anthracit neben Basalt, am Meissner in Hessen. Schwarzkohlen im Silthal in Siebenbürgen.
Kreideperiode.	Bitumenarme Braunkohlen der Gosauformation in den Alpen.	Schwarzkohlen bei Ruszkberg im Banat.
Juraperiode.	Bituminöse Schiefer u. Kohlen d. Jura- u. Leiasformation in Deutschland und England.	Schwarzkohlen bei Fünfkirchen in Ungarn und bei Steierdorf im Banat.
Triasperiode.	Lettenkohle, eine unreine bitumenarme Braunkohle der Keuperformation in Deutschland.	
Kohlenperiode.	Schwarzkohlen der Steinkohlenformation und Kulmformation in Deutschland, England u. Frankreich.	Anthracit bei Schönfeld, Zaunhaus u. Brandau im Erzgebirge, in Staate Ohio, neben dem Porphyr bei Waldenburg u. s. w.
Grauwackenperiode.	Anthracit in Schottland.	
Noch älter	Graphit, bei Passau in Baiern u. s. w. in krystallinischen Schiefergesteinen.	

sind. Die vorstehende Uebersicht der wichtigsten unter den bekannten Kohlenablagerungen wird das am besten zeigen.

Schon aus dieser Uebersicht ergiebt sich, dass in allen geologischen Perioden, in welchen noch als solche erkennbare sedimentäre Ablagerungen erfolgten, hie und da auch Pflanzenanhäufungen zur Ablagerung gelangt sind, aus denen später Kohlen wurden. Berücksichtigt man indessen nur die bis jetzt vorzugsweise geologisch bekannten Erdgegenden, so stellt sich allerdings die sehr auffallende Thatsache heraus, dass die wichtigsten der bekannten Kohlenablagerungen doch ganz vorzugsweise zwei grossen geologischen Perioden angehören, einer tertiären die Braunkohlen, und einer viel älteren die Steinkohlen. Es würde das höchst merkwürdig und schwer zu erklären sein, wenn es sich wirklich allgemein in allen Gegenden der Erde so verhalten sollte. Daran ist indessen noch sehr zu zweifeln; geologisch bekannt ist bis jetzt erst etwa $^1/_{12}$ der gesammten Erdoberfläche. Im Innern von Afrika, Asien, Australien und Südamerika, sowie vom Ocean bedeckt, können noch sehr mächtige Kohlenablagerungen vorhanden sein, welche im Verein mit den bereits bekannten Kohlen der Kreide-Jura-Trias- und Grauwackenperiode, alle die scheinbaren Lücken ausfüllen, und dann die Ablagerungen von Material zu Kohlenflötzen eben so gleichmässig durch alle Zeiträume vertheilt erscheinen lassen, als die irgend eines anderen Gesteines.

Dagegen darf man nach den bisherigen Erfahrungen wohl erwarten, dass die Ablagerung von Kohlenmaterial in allen Perioden unter ähnlichen Umständen erfolgt sei, und dass deshalb alle gleich oder ungleich alten Kohlenformationen eine gewisse petrographische Uebereinstimmung oder Verwandtschaft zeigen. Wir finden die Kohlenlager fast überall vorherrschend mit thonigen und sandigen Gesteinen von grauer, wenigstens nicht rother Färbung verbunden oder wechsellagernd, sehr oft auch noch mit Sphärosiderit oder sogenanntem Thoneisenstein, höchst selten mit Kalksteinbildungen. Der Zustand jener thonigen und sandigen Begleiter ist den Kohlen entsprechend verändert worden, ihre grössere Verdichtung, Verfestung oder auch Schieferung ent-

spricht fast immer der gradweisen Bitumenaustreibung, und somit, bei normalen Verhältnissen, dem geologischen Alter.

52) Torf (Turf, Darg, Beat).

Ein Aggregat von in einander verfilzten Pflanzentheilen, die mehr oder weniger comprimirt zersetzt und gelb, braun oder schwarz gefärbt sind.

Die im Torf vorherrschenden Pflanzentheile rühren gewöhnlich von Sumpfmoosen her, bei uns am häufigsten von Sphagnum. Ihre Masse ist mehr oder weniger verdichtet, filzartig oder fast dicht. Darin liegen aber zuweilen noch weniger veränderte Baumstämme, Aeste, Wurzeln, Blätter, harte Früchte und dergl. Ausserdem finden sich darin erdige Beimengungen, Eisenocker, zuweilen auch Knollen von Kieselguhr, Krystallisationen von Gyps und Schwefelkies, oder erdige Partien von Vivianit.

Man pflegt namentlich folgende Varietäten zu unterscheiden, die sich aber nicht recht bestimmt charakterisiren und trennen lassen.

a) Filz- oder Moostorf, locker und filzig,
b) Haidetorf,
c) Rasendorf,
d) Papiertorf oder Blättertorf,
e) Baggertorf, sehr von Wasser durchdrungen und dadurch schlammartig.
f) Pechtorf, besonders dicht und fest, also vorzugsweise stark comprimirte und veränderte Pflanzensubstanz.

Torflager bilden sich oder wachsen noch jetzt vor unseren Augen, an sumpfigen Stellen, indem Sumpfmoose, gleichsam über den Leichen ihrer Vorgänger fortvegetiren. Sie erreichen zuweilen eine sehr ansehnliche Mächtigkeit und Horizontalausdehnung. Man kennt sie aber auch beinah nur an der äusseren Erdoberfläche und der jüngsten geologischen Periode angehörig. Die älteren, schon von neueren Schichten überdeckten sind meist in mehr oder weniger bituminöse Kohlenschichten umgewandelt. Nur höchst ausnahmsweise wie z. B. bei Mühlhausen in Thüringen findet man dergleichen ältere Pflanzenanhäufungen von diluvialen Lehmablagerungen bedeckt, ohne dass ihr torfartiger Charakter verloren gegangen ist.

Wigmann, über Entstehung, Bildung und Wesen des Torfes 1837.

Winkler, über Zusammensetzung der Torfsorten des Erzgebirges 1840.
Papius, die Lehre vom Torf 1845.
Kast, die Entstehung, Gewinnung und Nutzung des Torfes 1847.
Griesbach, Bildung des Torfes in den Emsmoosen 1846.
Lutteroth, Umgegend von Mühlhausen 1848, S. 25.
Gaudin, Diluvialtorf bei Biarritz, in v. Leonhard's Jahrbuch 1857, S. 84.

53) Braunkohle und Lignit.

Dichte oder erdige, leicht brennbare Masse; braun oder schwarz mit stets braunem Strichpulver.

Spec. Gew. 1,2 1,5.

Die Braunkohle unterscheidet sich wesentlich durch ihren viel grösseren Bitumengehalt von der Schwarzkohle. Dieser Umstand bedingt ihre vorherrschend braune, seltner schwarze Farbe, die stets braune Farbe des Pulvers, sowie die leichtere Brennbarkeit mit Flamme, Rauch und Geruch. Am deutlichsten tritt der Unterschied, selbst bei sehr dunkler Braunkohle, dadurch hervor, dass ihr Pulver mit Kalilauge gekocht diese braun färbt. Die Braunkohle enthält 55 bis 75 Procent Kohlenstoff mit Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff, sowie erdige Beimengungen in ganz unbestimmten Verhältnissen. Es giebt aber Varietäten, welche verhältnissmässig wenig Bitumen enthalten und dadurch einen Uebergang in Schwarzkohle bilden.

Accessorisch enthält die Braunkohle zuweilen Bernstein, Honigstein, Retinasphalt, Gyps, Kalkspath, Schwefelkies und Sphärosideritlinsen.

Der Textur nach unterscheidet man:

a) Gemeine dichte Braunkohle (Stückkohle), mit mattem Bruch, von brauner Farbe.
b) Erdige Braunkohle (Streichkohle), leicht in braunes Pulver zerreiblich.
c) Pechbraunkohle, sehr dicht und dunkel, fast schwarz und im Bruch glänzend wie Pech.
d) Lignit, mit deutlich erhaltener Holztextur, auch bituminöses Holz genannt.
e) Blätterkohle, Papierkohle oder Dysodil, aus dünnen Blättern zusammengesetzt, entweder in Folge der Entstehung aus Baumblättern, oder in Folge starker Zusammenpressung anderer Pflanzentheile.

f) Moorkohle (Streichkohle), filzig, torfähnlich.

Der Zusammensetzung nach unterscheidet man dagegen:

g) Gemeine Braunkohle.

h) Bitumenarme Braunkohle, wozu viele tertiäre Alpenbraunkohle gehört, z. B. die Molassekohlen von Miesbach und Tölz, und die eocänen Kohlen von Häring in Tirol. Sie sehen fast ganz wie Schwarzkohlen aus, selbst ihr Strichpulver ist schon sehr dunkel, und Kalilauge wird nur wenig von ihnen gefärbt.

i) Unreine Braunkohle, mit viel erdigen Theilen gemengt, übergehend in Brandschiefer oder bituminösen Thon. Dahin gehört z. B. die sogenannte Lettenkohle in der untersten Abtheilung der deutschen Keuperformation.

k) Alaunerde, eine erdige, unreine, zugleich Schwefelkies enthaltende und dadurch zur Alaun- und Vitriolbildung geneigte Braunkohle.

Die Braunkohle findet sich am häufigsten in tertiären Ablagerungen, ausnahmsweise aber auch in älteren, während sie local auch in tertiären, durch Einwirkung angrenzender neuerer Eruptivgesteine in Anthracit umgewandelt ist, wie z. B. am Meissner in Hessen durch Basalt, oder während sie sich überhaupt dem Schwarzkohlenzustande nähert, wie in manchen tertiären Braunkohlenablagerungen der Alpen.

Ihre Entstehung aus Pflanzenresten ist direct nachweisbar. Es waren theils Torflager, theils zusammengeschwemmte Pflanzentheile, aus denen sie durch Druck und langsame chemische Umwandlung (Bitumenbildung) hervorging. Schritt die Umwandlung unter besonderen Umständen schneller als gewöhnlich vor, so näherte sich selbst bei tertiären Kohlen der Zustand mehr dem der Schwarzkohle. Beispiele des localen Vorkommens anzuführen erscheint unnöthig.

Besondere Schriften oder Abhandlungen über die Natur der Braunkohlen überhaupt, sind mir nicht bekannt. Einzelne Bemerkungen darüber finden sich so häufig, dass es unthunlich erscheint, sie aufzuzählen.

54) Schwarzkohle oder **Steinkohle.**

Dichte, im Bruch meist fettglänzende schwarze Masse. Strich auch schwarz. Meist spröde. Nicht so leicht als Braunkohle, aber doch noch mit Flamme, Rauch und Geruch brennend.

Spec. Gew. 1,3—1,5.

Die Substanz der Schwarzkohle besteht ganz vorherrschend aus Kohlenstoff, mit weniger Bitumen (Sauerstoff, Wasserstoff und Stickstoff) als die Braunkohle, aber mit etwas mehr als der Anthracit; in beide bildet sie Uebergänge. Auch die Steinkohle enthält mehr oder weniger erdige Beimengungen, wodurch ihr Nutzwerth verändert wird. Accessorisch treten darin auf: Schwefelkies, Sphärosideritlinsen oder Septarien, Gyps und Kalkspath besonders auf Klüften, oft auch Brocken von fasrigem Anthracit (Faserkohle oder sogenannter mineralischer Holzkohle). Ihr schwarzes Pulver färbt beim Kochen mit Kalilauge diese gar nicht, oder nur sehr wenig.

In Steinkohlengebieten unterscheidet man gewöhnlich ausserordentlich viele Varietäten nach ihrem besonderen Nutzwerthe. Diese Unterscheidungen sind aber local sehr ungleich wie z. B. Gaskohle, Backkohle, Sinterkohle, Kalkkohle u. s. w. Ziemlich allgemein lassen sich dagegen unterscheiden:

a) Gemeine Steinkohle, dicht aber nicht pechartig.
b) Pechkohle, sehr dicht, homogen und wie Pech glänzend.
c) Kännelkohle (Gagat), dicht, wenig glänzend und dabei ziemlich zäh, so dass sie sich drechseln und poliren lässt.
d) Schieferkohle, aus etwas ungleichen, dünnen Lagen oder Blättern zusammengesetzt. Manchmal aus wechselnden Lagen von Schwarzkohle und Anthracit bestehend.
e) Russkohle, erdig, etwas abfärbend; sie scheint immer ein Gemenge von Schwarzkohle und Anthracit zu sein.

Die Entstehung der Steinkohle aus Pflanzenresten ist unzweifelhaft, manchmal kann man unter dem Mikroskop noch die Pflanzentextur darin erkennen. Torfbildungen oder zusammengeschwemmte Pflanzentheile verschiedener Art lieferten das Material dazu. *Geinitz* hat sogar versucht, die ungleiche Beschaffenheit mancher Steinkohlenlager aus ihrem ungleichen vegetabilischen Ursprung zu erklären. Er unterschied bei Zwickau in Sachsen und an einigen anderen Orten:

α) Farnenkohle, wesentlich durch Farrenkräuter gebildet. Dahin gehören die Scherbenkohlen, die vier oberen Pechkohlenflötze bei Oberhohndorf. Viele Steinkohlen von Wettin, Löbejün und Ilmenau.
β) Calamitenkohle, dahin gehört das Russkohlenflötz bei

Zwickau. Jedenfalls auch alle sogenannte mineralische Holzkohle. Immer sehr anthracitisch und kieselreich.

γ) Sigillarienkohle, dazu gehören z. B. das Planitzer Flötz, und das tiefere Pechkohlenflötz bei Zwickau, die Flötze von Niederwürschnitz und Flöhe bei Chemnitz, bei Essen a. d. R. u. s. w.

δ) Sagenarienkohle, dazu gehören z. B. die älteren Kohlen von Hainichen und Ebersdorf in Sachsen.

Die Schwarzkohlen kennt man am häufigsten als besondere Schichten oder untergeordnete Einlagerungen zwischen den Sandstein- und Schieferthonschichten der Steinkohlenformation. Sie kommen aber mit ganz ähnlichen Gesteinen zusammen auch in etwas älteren und in viel jüngeren Formationen vor. So z. B. bei Hainichen in der Kulmformation, bei Fünfkirchen in Ungarn und bei Steierdorf im Banat in der Leiasformation, bei Ruszkberg im Banat zwischen Ablagerungen der Kreideperiode und im Silthal an der Südgrenze Siebenbürgens, sogar in tertiären Ablagerungen. Das sind eben Folgen mehr oder weniger schneller Umwandlung der ursprünglichen Pflanzensubstanz unter ungleichen geologischen Verhältnissen; einigermassen mag auch die besondere Natur der Pflanzen dabei mitgewirkt haben, wie denn z. B. Calamitenreste gewöhnlich in kieselreichen Anthracit umgewandelt zu sein pflegen. Ganz local haben auch noch Durchsetzungen neuerer Eruptivgesteine besondere Umwandlungserscheinungen hervorgebracht, so z. B. die Porphyre bei Waldenburg in Schlesien eine locale Anthracit- oder natürliche Koaksbildung der Schwarzkohle.

Tenney lieferte viele Analysen im *New-Yorker mining magazine* 1856, p. 15.

Dawson, über Pflanzenstructur der Steinkohle, in v. L. u. Br. Jahrb. 1860, S. 571.

Newberry, Entstehung der Cannelkohle, in v. L. u. Br. Jahrbuch 1858, S. 852.

Geinitz, die Versteinerungen der Steinkohlenformation in Sachsen 1855, und geogn. Darst. der Steinkohlenformation in Sachsen 1856.

Göppert, über die Bildung der Steinkohle im 4. Deel XX, Tweede Verzammling von Natuurkundige Verhandlingen von de Hollandische Maatschappy d. Wetenschappen te Haarlem.

v. Leonhard in der deutschen Vierteljahresschrift 1858.

Stein, Untersuchung der Steinkohlen Sachsens 1857.

55) Anthracit oder **Glanzkohle.**

Schwarze, glas- bis halbmetallisch glänzende spröde Masse, Strich auch schwarz. Nicht leicht, aber fast ohne Rauch und Geruch verbrennend.

Spec. Gew. 1,5—1,7.

Der Anthracit besteht beinah nur aus Kohlenstoff, er enthält nur sehr wenig Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff, d. h. er ist eine fast bitumenfreie Kohle, ein natürlicher dichter Koaks. Erdige Beimengungen sind wie in den anderen Kohlenarten in ungleichen Mengen vorhanden. Accessorisch enthält derselbe zuweilen Schwefelkies, Sphärosiderit; Gyps oder Kalkspath in Klüften.

Bestimmte Varietäten sind kaum zu unterscheiden, wenn man nicht die Uebergänge in, und die Mengungen mit Steinkohle dahin rechnen will.

Ausgedehnte Lager bildet der Anthracit nur in den Formationen der Grauwacken- und Kohlenperiode, als locales Umwandlungsproduct kommt er aber auch mit Braunkohle zusammen vor. Die Steinkohlenformation enthält gewöhnlich nur da Anthracitlager, wo sie besonderen plutonischen Einwirkungen ausgesetzt gewesen zu sein scheint, wie bei Zaunhaus, Schönfeld und Brandau im Erzgebirge, an der Stangenalp in Steiermark, bei Osnabrück und in der Kette der Alleghanis. Seine normale Stellung scheint der Anthracit in den Grauwackenbildungen einzunehmen.

Besondere Werke oder Abhandlungen darüber sind mir nicht bekannt, man findet aber viel darüber in den für die Steinkohle citirten.

56) Graphit.

Ein schuppiges bis dichtes, grauschwarzes, aus Graphit bestehendes Aggregat. Weich, schwarz abfärbend (wie Bleistift), fettig anzufühlen, nicht brennbar, vielmehr sehr feuerbeständig.

Spec. Gew. 1,9—2,2.

Der Graphit ist ziemlich reiner Kohlenstoff nur in einem ganz anderen, undurchsichtigen Zustande als der Diamant. Wo er als Gestein auftritt, da sind ihm allerdings stets etwas Kiesel, Thon, Eisenoxyd oder selbst kleine krystallinische Mineralkörner beigemengt, seine Eigenschaften werden aber dadurch nur wenig verändert.

Es ist offenbar das letzte noch deutlich nachweisbare

Umwandlungsproduct der Kohlenreihe, und er findet sich daher hauptsächlich (gleichsam normal) als untergeordnete Einlagerung, oder locale Beimengung in krystallinischen Schiefergesteinen, so bei Passau in Baiern, in Böhmen, bei Borrowdale in England u. s. w. Ausnahmsweise kommt er aber auch in und zwischen Granit, oder selbst als Spaltenausfüllung vor. Ideal könnte man den Diamant als ein noch vollendeteres, d. h. krystallinischeres und reineres Umwandlungsproduct der Kohlenreihe betrachten. Sein Vorkommen ist aber so vereinzelt und untergeordnet, dass es hier nicht weiter in Betracht kommen kann.

Besondere Abhandlungen über den Graphit als Gestein sind mir nicht bekannt, über dessen locales Vorkommen Vergl. z. B. in v. L. u. Br. Jahrb. 1833, S. 552, 1836 S. 595, 1838 S. 427, 1839 S. 448, *Journ. d. Phys.* B. 44, p. 301, Correspondenzbl. des zool. mineral. Vereins zu Regensburg 1827, S. 29 u. 1848 S. 158.

57) Bitumen und **Erdpech** (Asphalt).

Dunkelbraune bis schwarze, in der Wärme erweichende, pechähnliche Masse.

Spec. Gew. für Bitumen 0,7—0,9, für Erdpech 1,1—1,2.

Diese pechartige Masse besteht aus 80—82 Kohlenstoff, 9—10 Wasserstoff und 8—9 Sauerstoff und Stickstoff. Im Innern der Erde findet sich Bitumen nur sehr selten als massenhafte Anhäufung, dagegen sehr oft als Beimengung von kalkigen, mergeligen oder thonigen Gesteinen. An der Oberfläche bildet es aber hie und da sogenannte Pechseen, wie am todten Meere und auf der Insel Trinidad. Hierher zu rechnen ist auch noch das sogenannte Erdöl, welches in neuerer Zeit so massenhaft aus dem Erdinnern ausströmend, in einigen Gegenden Nordamerikas gewonnen wird.

Der Ursprung des Bitumens kann und wird wohl ein zweifacher sein. Nothwendig muss überall Bitumen frei werden, wo bituminöse Kohlen in weniger bituminöse oder in Anthracit umgewandelt werden. Es kann dasselbe dann entweder benachbarte Gesteine durchdringen und bituminös machen, oder bis zur Oberfläche emporsteigen. Es wird aber nothwendig auch da Bitumen entstehen, wo thierische Reste, Weichthiere, Fische und dergleichen von Ablagerungen eingeschlossen sind und sich umwandeln. Auch dadurch wer-

den Kalksteine, Mergel oder Thone bituminös werden, (zu Oelschiefer, Stinkstein u. s. w.), oder es kann aus ihnen Bitumen entweichen.

Das Vorkommen des Bitumens ergänzt somit die Theorie der Kohlenbildung, wie die Erklärung der animalischen und vegetabilischen Versteinerungen.

Besondere Abhandlungen darüber sind mir, ausser *Mayer's* Asphalt des Val de Travers 1839, nicht bekannt. Ueber Erdölquellen in Nordamerika: *Petermann's* Mittheilungen 1861, B. 4, S. 151 und *Kone's* Zeitschr. d. Erdkunde 1862, B. 12, S. 279.

58) Brandschiefer

nennt man sehr bituminöse, und dadurch dunkelbraune oder schwarze Schieferthone, welche im Feuer zwar brennen, aber wegen ihres grossen Thongehaltes nicht selbst als Brennmaterial benutzt werden können.

Sie reihen sich am besten an die Kohlengesteine an, mit denen sie oft zusammen vorkommen, und zuweilen auch wohl verwechselt werden. Ihr Strich ist fettglänzend, sie enthalten häufig deutliche Reste von Pflanzen oder Fischen. Man kann daraus zuweilen Bitumen gewinnen und nennt sie in diesem Falle auch wohl Oelschiefer.

Solche Brandschiefer finden sich in Deutschland, besonders im unteren Rothliegenden, z. B. bei Oschatz, in der Leiasformation Würtembergs und der Weserketten, und in der Braunkohlenformation an vielen Orten.

Als Anhang

reihe ich hier auch noch die Kohlenbrandgesteine und die Guano- oder Koprolithenlager an, die ersteren, weil sie durch Verbrennen von Kohlenlagern entstanden sind, die letzteren als Anhäufungen organischer Substanz.

59) Gebrannte Thone (Kohlenbrandgesteine, Erdschlacken und Porzellanjaspis).

Diese localen Umwandlungsproducte aus thonigen Gesteinen, welche durch Einwirkung von brennenden Kohlenlagern entstanden, sind viel zu ungleich, als dass sich für sie ein gemeinsamer Charakter aufstellen liese. Wir müssen daher einzelne Hauptvarietäten unterscheiden.

a) Gebrannter Schieferthon, ziegelartig hart, gelb, roth oder braun, selbst violett. Dabei noch die Schiefertextur und auch die Pflanzenabdrücke des ursprünglichen Schieferthons zeigend. Zu Planitz bei Zwickau in der Steinkohlenformation, bei Zittau in Sachsen in der Braunkohlenformation.

b) Erdschlacke (Kohlenbrandschlacke). Durch stärkere Hitzeinwirkung ist die schiefrige Textur zerstört und dafür ein schlackenartiger Zustand eingetreten. Färbungen, wie beim gebrannten Schieferthon. Dieselben Fundorte.

c) Porzellanjaspis. Die Thonmasse ist halb verglast, porzellanartig, fettglänzend, perlgrau, blaulichgrau, lavendelblau oder braun. Dieselben Fundorte.

60) Guano und andere **Koprolithenlager.**

Sie müssen ebenfalls zu den Gesteinen gerechnet werden, da sie hie und da einen nicht ganz unwesentlichen Antheil an der Zusammensetzung der festen Erdkruste nehmen.

a) Guano bildet erdige, weisse, graue oder gelblich braune Anhäufungen von sehr unangenehmem Geruch, besonders auf Felseninseln tropischer Gegenden. Es ist vorherrschend Vogeldünger, welcher nach *Boussingault* etwa 50—53 organische Materie und Ammoniaksalze, 19—20 phosphorsaure Kalkerde, 3 Phosphorsäure, 7 Alkalien, 1—2 Kieselerde und Sand und 15—16 Wasser enthält. Diese Anhäufungen erreichen bis über 100 Fuss Mächtigkeit und enthalten oft viele andere organische Reste der Neuzeit

v. Etzel, in Gumprechts Zeitschr. f. Erdkunde, B. 5, S. 326 u. 425, B. 6, S. 152.

Behm, in Petermanns geogn. Mittheilungen 1859, S. 173.

Boussinganlt in *Compt. rend.* 1860, t. 51, p. 844, v. L. u. Br. Jahrb. 1861, S. 206.

v. Scherzer, Novarrareise 1862, B. 3, S. 309.

b) Koprolithenlager, von Fischen, Reptilien und höhlenbewohnenden Säugethieren herrührend, z. Th. ganz versteinert, aber doch noch sehr phosphorsäurehaltig, hat man in mehreren sedimentären Ablagerungen, sowie in Höhlen aufgefunden.

c) Schwarzerde (Tschornosem) könnte allenfalls auch hierher gerechnet werden, obwohl die 6—9 Proc. organische Beimengungen, welche in dieser schwarzen thonigen Erde enthalten sind, nicht gerade von Excrementen herzurühren scheinen. Dieselbe bildet im südlichen Russland eine bis 20 Fuss mächtige Schicht an der äussereren Erdoberfläche von sehr grosser Verbreitung. Unter starker Bedeckung könnte wohl Brandschiefer daraus werden.

Murchison, Geology of Russia 1845, S. 547.

Schmid in v. L. u. Br. Jahrb. 1850, S. 350.

Wangenheim v. Qualen, das. 1856, S. 75.

Eisensteine.

Gesteine, welche vorherrschend aus eisenreichen Mineralien, sogenannten Eisenerzen bestehen. Also Aggregate von Brauneisenerz, Rotheisenerz, Magneteisenerz oder Eisenspath. Das Eisen befindet sich darin als Eisenoxydhydrat, Eisenoxyd, Eisenoxydul oder kohlensaures Eisenoxydul. Danach zerfallen sie allgemein in Brauneisensteine, Rotheisensteine, Magneteisensteine und Spatheisensteine, die aber wieder mancherlei Modificationen des Zustandes und der Mengung zeigen. Anhangsweise ist auch noch das als Bohnerz auftretende kieselsaure Eisenoxydul hierher zu rechnen.

Diese verschiedenen Arten von Eisensteinen finden sich als Lager, Gänge oder stockförmige Massen zwischen anderen Gesteinen. Ueberhaupt sind sie durchaus nicht auf bestimmte Gesteine oder Altersperioden beschränkt, wohl aber zeigen die einzelnen Arten ein ungleiches geologisches Verhalten, welches sich ungefähr so ausdrücken lässt.

Eisenoxydhydrat. (Brauneisenerz.)	Als ursprüngliche Bildung oder Umwandlungsproduct, bildet Lager, Gänge oder Stöcke in Formationen oder Gesteinen jeden Alters.
Eisenoxyd. (Rotheisenerz.)	Wohl in den meisten Fällen ein Umwandlungsproduct, bildet Lager, Gänge oder Stöcke hauptsächlich nur zwischen älteren Formationen u. Gesteinen.
Eisenoxyduloxyd. (Magneteisenerz.)	Bildet Lager, Gänge oder Stöcke, vorherrschend nur zwischen krystallinischen Schiefern und plutonischen Eruptivgesteinen. Einsprengungen sehr oft auch in vulkanischen.
Kohlensaures Eisenoxydul. (Eisenspath.)	Bildet als Sphärosiderit Lager und Concretionen hauptsächlich in kohlenhaltigen Formationen als Spatheisenstein Gänge und Stöcke zwischen sehr verschiedenen Gesteinen.
Bohnerz.	Bildet Ausfüllungen von Höhlen und Vertiefungen in Kalkgesteinen.

61) Brauneisenstein.

Dichtes, erdiges, poröses oder fasriges braunes oder schwarzes Aggregat von Brauneisenerz mit braunem Strich.

Spec. Gew. 3,4—3,9.

Brauneisenstein besteht ganz oder doch wesentlich aus Eisenoxydhydrat (85,6 Eisenoxyd und 14,4 Wasser), diesem sind aber zuweilen innig beigemengt: Manganoxyd, Kiesel, Thon oder Kalk.

Als Texturvarietäten pflegt man zu unterscheiden:

a) Dichter Brauneisenstein.
b) Erdiger Brauneisenstein oder Eisenocker.
c) Fasriger Brauneisenstein oder Glaskopf, nur untergeordnet in stalaktitischen Formen auftretend.
d) Nierenerz (auch Reinerz oder Stockerz genannt), gerundete Concretionen von Brauneisenerz, meist in Thon liegend, und gewöhnlich zusammen vorkommend mit
e) Bohnerz, welches aus lauter, meist concentrisch schaligen Kügelchen von etwa Erbsengrösse besteht, die in Thon, Eisenocker oder Kalkmasse inne liegen.
f) Oolithischer Brauneisenstein, lagerförmig in mehreren Formationen.
g) Raseneisenstein (Sumpferz, Quellerz, Morasterz, Wiesenerz, Limonit), der aber zugleich eine Varietät des Vorkommens ist. Poröse oder sandhaltige Ablagerungen von Brauneisenerz an der äusseren Erdoberfläche, gebildet durch Quellen oder stagnirende Gewässer. Oft etwas phosphorsäurehaltig.

Mengungsvarietäten:

h) Manganreicher Brauneisenstein, oft ganz schwarz, darum auch Schwarzeisenstein genannt.
i) Thonreicher Brauneisenstein, oft Thoneisenstein genannt.
k) Kieselreicher Brauneisenstein, übergehend in braunen Eisenkiesel.

Diese verschiedenen Varietäten, mit Ausnahme des Raseneisensteins, der nur an der Oberfläche gefunden wird, bilden oft untergeordnete Einlagerungen oder Spaltenausfüllungen (Gänge) zwischen anderen Gesteinen, seltener locale stockförmige Anhäufungen, besonders Contactstöcke.

Den Raseneisenstein sieht man noch jetzt durch Ablagerung (chemischen Niederschlag) aus eisenhaltigem Wasser, oft vermittelt durch organische Zersetzungsprozesse entstehen. Durch Bedeckung solcher Ablagerungen können leicht parallele

Einlagerungen dichterer Brauneisensteine entstanden sein. Zuweilen ist der Brauneisenstein aber offenbar erst ein Umwandlungsproduct aus Eisenspath oder selbst aus Magneteisenerz.

Nicht alles sogenannte Bohnerz gehört zum Brauneisenstein, wir werden einiges im Anhang als halbkieselsaures Eisenoxydul kennen lernen. Beide kommen aber unter ähnlichen geologischen Verhältnissen, in Vertiefungen oder Höhlenräumen von Kalkstein und Dolomit vor, fast überall von tertiärem Alter, wenn man nicht die oolithischen Brauneisensteine, die bohnerzähnlichen Körner und Schichten in den Kreidebildungen nördlich vom Harz, und die Seeerze Schwedens dazu rechnen will. Ueber die Entstehung dieser merkwürdigen Eisensteinbildung hat kürzlich *C. Deffner* in den würtemb. naturwissenschaftl. Jahresheften, 15. Jahrg. 1859, (auch als besonderer Abdruck „Bohnerzgebilde"), eine treffliche Abhandlung geliefert, nach welcher sie grösstentheils durch Umwandlung aus Schwefelkies entstanden sind, ursprünglich aber vom Meere in Küstengegenden abgelagert wurden.

62) Rotheisenstein.

Dichtes, erdiges oder fasriges zuweilen auch krystallinisch schiefriges Aggregat von Rotheisenerz, roth bis schwarz. Strich roth.

Spec. Gew. 4—5.

Rotheisenstein besteht ganz oder doch wesentlich aus Eisenoxyd (70 Eisen, 30 Sauerstoff), diesem sind aber zuweilen innig beigemengt: Manganoxyd, Kiesel oder Thon. Den krystallinischen Zustand nennt man Eisenglanz oder Eisenglimmer.

Texturvarietäten:

a) Gemeiner dichter Rotheisenstein.
b) Erdiger Rotheisenstein oder rother Eisenmulm.
c) Fasriger Rotheisenstein, Röthel oder rother Glaskopf.
d) Oolithischer Rotheisenstein oder Eisenoolith.
e) Eisenglimmerschiefer, aus einem schiefrigen Aggregat von Eisenglimmer bestehend. Z. B. zwischen Chloritschiefer und Kalkstein am Görgeleu in der Marmaros.
f) Eisenglanzgestein, ein Aggregat von Eisenglanz, gewöhnlich mit etwas Quarz gemengt. Kommt selten als Gestein vor, z. B. auf der Insel Elba, und am Picton-nob in Nordamerika.

Mengungsvarietäten:

g) Manganreicher Rotheisenstein, dadurch schwarz und oft Schwarzeisenstein genannt.
h) Thonreicher Rotheisenstein, oft Thoneisenstein genannt.

i) Kieselreicher Rotheisenstein, übergehend in rothen Eisenkiesel.

k) Itabirit, ein Gemenge aus Eisenglanz, Eisenglimmer, Magneteisenerz und etwas Quarz, körnigschiefrig oder dicht. Accessorisch treten darin auf Talk, Chlorit, Strahlstein, auch ged. Gold. Am Itabira in Brasilien. *v. Eschwege*, Brasilien.

l) Topanhoacanga (Mohrenkopffels). Eckige oder etwas abgerundete Fragmente von Eisenglanz, Eisenglimmer and Magneteisenerz, sind durch ein ebenfalls eisenreiches Cäment verbunden. Manchmal kommen darin auch Stücke von Quarz, Itakolumit, Thonschiefer u. s. w. vor. Selten auch Körner von ged. Gold. Bildet bei Itabira, Villarika und Marianna in Brasilien eine 4 bis 12 Fuss dicke Kruste an der Oberfläche.

Die meisten dieser Rotheisensteinvarietäten bilden, wie der Brauneisenstein parallele Einlagerungen oder Gänge, seltner auch stockförmige Massen zwischen anderen Gesteinen, aber fast nie zwischen sehr neuen, am häufigsten zwischen Grauwackenablagerungen oder krystallinischen Schiefern. Man kann sie vielleicht als katogene Umwandlungsproducte aus Brauneisenstein betrachten, doch scheint es, dass sie unter gewissen Umständen auch aus Eisenspath entstanden. Sicher sind sie in ihrem wasserfreien Zustande nie ursprüngliche Ablagerungen aus eisenhaltigem Wasser, obwohl sie zuweilen deutliche Versteinerungen enthalten. Eisenglanz als Mineral wird auch durch Sublimation in Spalten an Vulkanen gebildet.

63) Magneteisenstein.

Körniges oder dichtes Aggregat von Magneteisenerz. Schwarz, Strich auch schwarz, metallisch glänzend, auf die Magnetnadel wirkend.

Spec. Gew. 4,5—5,2.

Das reine Magneteisenerz besteht aus 69—75 Eisenoxyd und 25—31 Eisenoxydul (enthält daher circa 72 Eisen). Als Gestein ist dasselbe gemengt mit etwas Eisenglanz, Chlorit, Chromeisenerz, Titaneisenerz, Schwefelkies, Kupferkies, Quarz, Hornblende, Augit, Granat oder Feldspath u. s. w.

Texturvarietäten:

a) Körniger Magneteisenstein.

b) Dichter Magneteisenstein.

c) Schiefriger Magneteisenstein, durch Beimengungen schiefrig.

Mengungsvarietäten:

d) Reiner Magneteisenstein.
e) Chloritreicher Magneteisenstein.
f) Chromeisenstein, in welchem das Chromeisenerz vorherrscht, oder sogar fast allein die Masse bildet.
g) Granatreicher Magneteisenstein, übergehend in Granatfels.
h) Kiesreicher Magneteisenstein.
i) Catawbarit hat *O. Lieber* ein oft sehr inniges Gemenge aus Talk und Magneteisenerz genannt, welches er in Süd-Carolina häufig beobachtete. (Gangstudien B. 3, S. 353 u. 359.)

Diese Varietäten treten vorzugsweise nur als untergeordnete Einlagerungen oder Gänge zwischen krystallinischen Schiefergesteinen auf, sehr mächtig z. B. bei Schmiedefeld im Thüringer Walde, bei Arendal in Norwegen, bei Danemora in Schweden, als Lager im Thonschiefer bei Berggieshübel in Sachsen. Der Chromeisenstein ist gewöhnlich mit Serpentin verbunden.

64) Spatheisenstein (Siderit).

Körniges oder dichtes Aggregat von Eisenspath. Gelblichweiss, grau oder gelblichbraun, Strich weiss. Mit Säuern aufbrausend.

Spec. Gew. 3,7—3,9.

Eisenspath ist kohlensaures Eisenoxydul (62 Eisenoxydul und 38 Kohlensäure). Wo er als Gestein auftritt, ist er aber zuweilen mit etwas Ankerit, Kalkspath, Thon, Eisenglanz, Eisenkies, Kupferkies u. s. w. gemengt.

Texturvarietäten:

a) Körniger Spatheisenstein.
b) Sehr feinkörniger Spatheisenstein, oft „Flinz" genannt.
c) Dichter Spatheisenstein oder Sphärosiderit, weil derselbe gewöhnlich sphäroidische Concretionen oder Septarien bildet.
d) Schiefriger Sphärosiderit oder Kohleneisenstein.

Mengungsvarietäten:

e) Rohwand, mit viel Ankerit oder Kalkspath gemengter körniger Spatheisenstein.
f) Thonreicher Sphärosiderit oder Thoneisenstein.
g) Kohleneisenstein (Blakband), durch kohlige Beimengungen dunkel gefärbter, ein meist zugleich thonhaltiger und schiefriger Sphärosiderit oder Thoneisenstein.

Die krystallinischen Varietäten bilden untergeordnete Einlagerungen zwischen krystallinischen Schiefern oder älteren Formationen, oft auch Gänge oder stockförmige Massen in diesen. Die dichten sphärosideritischen Varietäten finden sich dagegen vorzugsweise in solche Formationen eingelagert, welche zugleich Kohlenlager enthalten. Die Entstehung der Lager und Stöcke dieses Gesteins ist noch nicht befriedigend erklärt, da bei Luftzutritt sich kein kohlensaures Eisenoxydul ablagern kann. Vielleicht ist bei manchen die Kohlensäure erst später hinzugekommen. Aus krystallinischem oder dichtem Eisenspath entsteht aber durch Einwirkung der Atmosphäre sehr schnell Brauneisenstein, die Oberfläche des Spatheisensteins oder Sphärosiderites ist deshalb gewöhnlich mit einer braunen Rinde bedeckt, und manche Brauneisenerzlagerstätten scheinen ganz aus einer solchen Umwandlung hervorgegangen zu sein, aus einer anderen vielleicht sogar auch einige Roth- und Magneteisensteine.

Anhang.

65) Halbkieselsaures Eisenoxydul, tritt zuweilen in Form von Bohnerz mit Jaspisknollen zusammen in eisenschüssigen Thon eingemengt auf, so bei Kandern am Westrand des Schwarzwaldes.

Deffner, zur Erklärung der Bohnerzgebilde, Stuttgart 1859.

66) Kieseligen Sphärosiderit nennt *Naumann* ein eigenthümliches fein sandsteinähnliches Gestein, welches wesentlich aus manganhaltigem Sphärosiderit und Quarzsand oder Kieselerde besteht, und in den bairischen Voralpen zwischen Traunstein und Sonthofen einen sehr versteinerungsreichen Lagerzug in der Nummulitenformation bildet.

Schafhäutl, in v. L. u. Br. Jahrb. 1846, S. 664.

Mineralien als Gesteine.

Ausser den Mineralgemengen, welche mehr oder weniger verbreitete Gesteine bilden, und unter denen sich schon manche wesentlich einfache Gesteine befinden, treten noch einige Mineralien hie und da als locale Anhäufungen oder

ganz wesentliche Bestandtheile besonderer Lagerstätten in Form von Lagern, Gängen oder unregelmässigen Massen auf, die zwar dem Volumen nach nur einen sehr untergeordneten Antheil an der Zusammensetzung der festen Erdkruste nehmen, hier aber doch nicht ganz unerwähnt bleiben dürfen. Eine Schilderung ihres Gesteinszustandes erscheint bei den meisten unnöthig, man muss sie mineralogisch erkennen, ich füge daher den Namen der Mineralien, welche zuweilen die Rolle von Gesteinen übernehmen, nur hie und da kurze Bemerkungen über die Art ihres Vorkommens als solche bei und lasse sie in der Ordnung auf einander folgen, welche sie in *Naumann's* System der Mineralogie einnehmen.

67) Eis als Gestein.

Theils dicht, theils körnig.

Es ist unnöthig, die Eigenschaften des Eises hier zu schildern, dagegen erscheint es nicht unwichtig, die Arten seines constanten Vorkommens auf, und selbst in der festen Erdkruste einigermassen zu beleuchten.

Der Schnee, welcher in der Nähe der Erdpole oder in Gebirgen, welche die Schneegrenze überragen, niederfällt, thaut nur zum Theil wieder auf. Der Rest häuft sich von Jahr zu Jahr an. Es lagern sich Schichten, die den einzelnen Schneefällen entsprechen, über einander, die Flocken werden zusammengepresst und bilden Eiskörner, in ihrer Verbindung geschichtetes körniges Eis, welches man in den Alpen Firn nennt. Gleichzeitig senken sich aber die Massen des Firnes an den Abhängen herab und häufen sich in den Schluchten und Thälern an. Ihre Schichtung wird dabei oft vielfach gebogen und sonst gestört. Durch weitere Umbildung entsteht in den Schluchten und Thälern aus dem deutlich körnigen Firn, undeutlich körniges Eis, dessen Anhäufungen man nun Gletscher nennt. Auch diese bewegen sich durch ein sehr langsames Fliessen stets thalabwärts. Mit ihren unteren Enden in tiefere Regionen gelangt, gleicht hier das stärkere Aufthauen während des Sommers, das Nachschieben der neuen Massen von oben aus, und so bleibt ihre Gesammtausdehnung ungefähr constant, nur die Theile wechseln ihre Lage. Bei der Thalabwärtsbewegung der Gletscher werden die Spuren der Schichtung noch mehr

verbogen und verwischt, es reissen auch häufig Spalten auf und in diesen gefriert Thauwasser während der Nacht oder des Winters zu neuem Eis, welches sich durch seine dichtere Beschaffenheit von dem eigentlichen Gletschereis unterscheidet.

Alle diese Vorgänge sind höchst lehrreich und bieten viele Analogien mit anderen Gesteinsbildungen und Umbildungen dar. Aus lockeren Anhäufungen werden durch Druck und Zusammenbacken immer festere, endlich ziemlich dichte Massen; Schichten werden gebogen, verschoben und verworfen; Spalten reissen auf und füllen sich von oben mit durch Wärme flüssigem Wasser, dieses erstarrt und bildet Eisgänge im Eis, etwa wie die Granitgänge im Granit, die nur bei einer viel höheren Temperatur und von unten ausgefüllt, entstanden sein mögen. Durch eine Art von Verwitterungsprozess wird dann auch das dichte Gangeis wieder körnig oder stänglig zerspalten. Und alle diese Aenderungen finden vor unseren Augen, in verhältnissmässig kurzen Zeiträumen beobachtbar statt.

Ganz ähnliche Vorgänge erfolgen weit ausgedehnter in den Polargegenden nur weniger zugänglich und schwerer beobachtbar.

Zu diesen constanten Eismassen an der Erdoberfläche kommen aber auch noch die mächtigen Eisschichten, welche man in den nördlichen Ebenen Sibiriens unter derselben beobachtet, welche z. Th. mit Sandschichten wechsellagern oder Sand beigemengt enthalten, während sie an der Oberfläche zuweilen, von einer im kurzen Sommer fruchtbaren Bodenschicht bedeckt sind.

68) Opal, als Gestein, bildet meist nur sehr untergeordnete Massen, z. B. auch den sogenannten Vitrit, welcher bei Meronitz in Böhmen zahlreiche Pyropen enthält; rechnet man aber alle amorphen Kieselvarietäten *Naumann's* hierher, so sind darunter doch schon einige sehr beachtenswerthe Gesteine, nämlich:

a) Kieselsinter oder Kieseltuff, lagenförmige Inkrustationen und poröse Massen, als Ablagerungen heisser Quellen auf Island in Kamtschatka und noch häufiger nach *v. Hochstetter* auf Neuseeland. Novarrareise 1862, B. 3, S. 165.

b) Halbopal bildet selbstständige Lager, z. B. bei Bilin in Böhmen, unregelmässige Spaltenausfüllungen in basaltischem Gestein, z. B. bei Hanau in Dolerit.

c) Menilit bildet Knollen und Lager, z. B. in den tertiären Mergeln bei Paris.

d) Polirschiefer (Saugschiefer, Klebschiefer, Trippel) besteht aus nur unter dem Mikroskop erkennbaren kleinen Kieselschalen von bestimmter Form, sogenannten Kieselpanzern von Diatomeen oder Infusorien, *Naumann* nennt ihn deshalb auch Diatomeenpelit. Für den Polirschiefer von Bilin in Böhmen berechnete *Ehrenberg* die Zahl der in einem Kubikzoll Masse enthaltenen Kieselpanzer von Gaillonellen auf 41,000 Millionen. Jeder einzelne ist für das unbewaffnete Auge unsichtbar, bringt deshalb beim Poliren von Metalloberflächen auch nur unsichtbare Kritzen hervor. Man pflegt zu unterscheiden: Polirschiefer, weich, zerreiblich, nicht stark an der Zunge haftend, und Saugschiefer, stark an der Zunge haftend, härter und fester, wahrscheinlich weil von Opalmasse durchdrungen. Man kennt beide nur in sehr neuen Ablagerungen, die älteren werden in Hornstein oder Kieselschiefer umgewandelt sein. (*Ehrenberg*, die fossilen Infusorien, Berlin 1837, und Mikrogeologie).

e) Kieselguhr, dasselbe Material wie im Polirschiefer, aber noch staubartig, erdig, meist weiss oder gelb. Mehrere Fuss mächtige Ablagerungen im Torflager bei Soos unweit Franzensbad. Auch das von *Salvetat* Randanit genannte weisse Pulver gehört dazu (v. L. u. Br. Jahrb. 1848. S. 124).

69) Quarz tritt als wesentlicher Bestandtheil sehr vieler Gesteine auf, aber auch für sich als Gestein in vielerlei Varietäten, deren einige ziemlich verbreitet sind. Ich nenne hier auch diejenigen Quarzgesteine nochmals, welche bereits in anderen Gruppen untergebracht wurden.

a) Bergkrystall und Amethyst, zuweilen der wesentliche Bestandtheil von Gängen.

b) Gemeiner Quarz (Rosenquarz, Milchquarz, Prasem, Faserquarz) bildet selbstständige Lager, Gänge oder unregelmässige Massen. Quarzschiefer Vergl. S. 180, Quarzbreccie S. 230, Quarzsandsteine (Kieselsandstein) S. 222, Mühlsteinquarz (Süsswasserquarz oder Limonquarz) hat man gewisse poröse und zugleich hornsteinartige Quarzvarietäten genannt, welche nach den zuweilen darin enthaltenen Versteinerungen von Süsswasser abgelagert worden sind, wie z. B. die berühmten Mühlsteine (*quarz meulière*) des Pariser Beckens.

c) Eisenkiesel, gelber, rother, brauner und schwarzer, geht über in Jaspis. Vorkommen wie beim Quarz.

d) Hornstein, dicht, bildet selbstständige Lager, Gänge und Massen.

e) Hornfels hat man gewisse dem Hornstein sehr ähnliche Umwandlungsproducte thoniger Gesteine, an den Rändern plutonischer Eruptivgesteine genannt.

f) Kieselschiefer oder Lydit, durch Kohle grau bis schwarz, meist dünnplattig geschichtet und dadurch schiefrig, in der Regel von zahlreichen weissen Quarzadern durchzogen, stark eckig zerklüftet, zuweilen linsenförmige Concretionen enthaltend, auch wohl von Thonschieferlagen durchzogen. Auf Klüften manchmal Wavellit, Kalait, Variscit. Ziemlich häufig als untergeordnete Einlagerung zwischen Thonschiefer, Schieferthon oder selbst Glimmerschiefer.

g) Jaspis, dicht, farbig, oft bunt gestreift oder geflammt (Bandjaspis, Achatjaspis). Es ist jedoch vieles Jaspis genannt worden, was eigentlich zu den felsitischen Gesteinen, selbst zu den Felsittuffen gehört. Bildet untergeordnete Einlagerungen und knollige Concretionen.

h) Achat nennt man gewisse Verbindungen von Chalcedon, Karneol, Amethyst und Quarz, und unterscheidet vielerlei Varietäten, wie Bandachat, Festungsachat, Korallenachat u. s. w. Bildet nicht selten Gänge oder Ausfüllungen von Hohlräumen.

i) Feuerstein oder Flint, dem Hornstein sehr ähnlich, aber halb amorph, meist gelb, braun, grau oder schwarz. Bildet Knollen und Lager, sehr häufig z. B. in der Kreide.

70) Korund oder **Schmirgel** bildet feinkörnig oder als Einsprengung, oft mit Magneteisenerz, untergeordnete Einlagerungen in krystallinischen Schiefern. Ochsenkopf im Erzgebirge, Gumuchday in Kleinasien, Naxos.

71) Flussspath, oft ein sehr wesentlicher Bestandtheil von Erzgängen, bildet als dichtes Aggregat ein Gestein bei Rottleberode und Strassberg am Harz.

72) Steinsalz.

Chlornatrium als Gestein, meist krystallinisch körnig, weiss, durchsichtig oder durchscheinend, in Wasser leicht löslich, salzig schmeckend.

Spec. Gew. 2,1—2,2.

Das reine Chlornatrium besteht aus 60 Chlor und 40 Natrium, in der Natur enthält es aber fast stets etwas schwefelsauren Kalk, Chlorcalcium, Chlormagnesium und einige andere Salze, manchmal auch etwas Bitumen, Thon oder Borazit beigemengt, oder es ist selbst nur sparsam in Thon,

sogenannten Salzthon vertheilt. Auch die Farbe ändert sich durch kleine Beimengungen von Eisenoxyd, Bitumen und dergl. in gelb, roth, blaulich oder grünlich ab.

Texturvarietäten sind:

a) Körniges Steinsalz, manchmal lagenweise etwas ungleich körnig oder gefärbt, oder durch parallele Stellung vieler Individuen etwas schiefrig. Die gewöhnlichste Varietät.

b) Blättriges Steinsalz, aus sehr grossen oft ganz durchsichtigen Individuen zusammengesetzt. Nur local mit dem anderen verbunden.

c) Fasriges Steinsalz, gewöhnlich nur dünne Lagen oder Adern, in anderem Steinsalz oder in Thon bildend.

Andere, nur locale Varietäten oder Bezeichnungen sind:

d) Knistersalz enthält comprimirtes Wasserstoffgas und Kohlenwasserstoffgas eingeschlossen, weshalb es bei der Auflösung zerknistert und Blasen entwickelt. Wieliczka. Zu Wieliczka unterscheidet man ferner:

e) Grünsalz (reines), Spizasalz (sandhaltig), Szybiker Salz (das allerreinste), ohne geologische Bedeutung.

Das Steinsalz ist zuweilen sehr deutlich geschichtet, so bei Maros-Uivar in Siebenbürgen und bei Sigeth in der Marmaros; oft aber auch nur massig abgesondert, wie bei Wieliczka und bei Hallein in den Alpen.

Es findet sich stets zwischen sedimentären Ablagerungen, ohne auf eine bestimmte Bildungsperiode beschränkt zu sein, fast jederzeit begleitet von Thon, Gyps und Anhydrit. Es scheint wie diese, immer nur unregelmässige, aber oft sehr mächtige locale Anhäufungen zwischen Schichten zu bilden, die häufig durch seine theilweise Auswaschung und darauf folgendes Zusammenbrechen der Decke, in ihren Lagerungsverhältnissen sehr gestört sind. In den Alpen hat sich dabei oft jene eigenthümliche Breccie gebildet, die man Haselgebirge zu nennen pflegt. Auch das durch thonige Zwischenlagen deutlich geschichtete Steinsalz zeigt gewöhnlich sehr starke Aufrichtung und Biegung der Schichten.

Sehr selten streicht es zu Tage aus, weil es am Ausgehenden in der Regel längst aufgelöst und fortgeführt ist.

Der Umstand, dass es zu Cordona in Spanien mikroskopische und bei Wieliczka auch etwas grössere Reste von marinen Schalthieren enthält, sowie seine zuweilen sehr deut-

liche Schichtung, beweisen auf das Entschiedenste seine Entstehung durch Ablagerung aus dem Meere, welches übrigens noch jetzt dieselben Salze in ähnlichen Verhältnissen aufgelöst enthält. Trotzdem sind aber die Ursachen, oder die besonderen Umstände, unter denen seine locale und massenhafte Ablagerung erfolgte, wie beim Gyps und Anhydrit noch sehr räthselhaft.

Das Steinsalz der verschiedenen Formationen ist unter sich so ähnlich, dass man es danach an sich nicht zu unterscheiden vermag, und auch nicht besonders benannt hat. Wohl aber dürfte es nicht unwichtig sein, die geologisch am besten bekannten massenhaften Steinsalzablagerungen hier ihrem relativen Alter nach zusammenzustellen.

1) Der miocänen Abtheilung der Tertiärperiode gehören die Steinsalzmassen in Galizien, in der Marmaros und in Siebenbürgen an.
2) Der Kreideperiode wahrscheinlich das Steinsalz von Algier und das von Cardona in Spanien.
3) Der Juraperiode wahrscheinlich das von Bex in der Schweiz.
4) Der Triasperiode und zwar speciell: dem Keuper ein schwaches Vorkommen im Braunschweigischen; dem Muschelkalk das Steinsalz Schwabens und Centralthüringens; dem Buntsandstein das der nördlichen Alpen und das von Schöningen und Schönebeck.
5) Der obersten Abtheilung der Zechsteinformation das über 1000 Fuss mächtig erbohrte von Stasfurt; der mittleren Abtheilung aber das von Artern, Frankenhausen und Salzungen. Etwas tiefer (mehr dem Rothliegenden entsprechend) liegt das der Permformation in Russland.
6) In der silurischen Grauwacke kennt man es im Staate New-York.

Hrdina, Wieliczkaer Saline 1842.

Reuss, in v. Leonhard's Jahrb. 1843, S. 568 u. Berichte d. Wiener Akademie 1848, II, S. 173.

Schafhäutl, Ann. d. Chemie und Pharm. 1844, B. 51, S. 261.

Hauch, Jahrb. d. geol. Reichsanst., II, S. 33.

73) Trona bildet in der Gegend von Fezzan in Nordafrika ein Gestein, welches sogar zum Bauen verwendet wird.

74) Alunit oder **Alaunstein** bildet ein Gestein bei Tolfa im Kirchenstaat, Vergl. S. 127.

75) Baryt oder **Schwerspath** bildet nicht nur einen sehr wesentlichen Bestandtheil vieler Erzgänge, sondern wurde auch durch *v. Dechen* bei Meggen im Lennethal als

ein dichtes Gestein von dunkelgrauer Farbe aufgefunden, welches eine 10 Fuss mächtige Einlagerung im Thonschiefer bildet.

(Karstens Archiv 1845, B. 19, S. 748, vergl. auch *v. Hoiningen*, Verh. d. naturh. Ver. d. pr. Rheinl. 1856, 13, S. 300, *Sandberger*, geol. Verh. d. H. Nassau S. 11, und *Zimmermann*, Harzgebirge 1834, 1, S. 151).

76) Boracit, oder nach *G. Rose* **Stasfurtit**, bildet unregelmässige Einlagerungen im Steinsalz bei Stasfurt, (Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1856, B. 8, S. 156.)

77) Phosphorit bildet zuweilen derbe Knollen, untergeordnete Einlagerungen und selbst Gänge. Krageröe in Norwegen.

78) Kryolith bildet ziemlich mächtige Gänge im Granitgneiss bei Eyigtok in Grönland *(Journ. of the geol. soc.)*

79) Aragonit, manche sogenannte Kalksinter und Erbsensteine bestehen eigentlich nicht aus Kalkspath, sondern aus Aragonit. (Vergl. S. 210.)

80) Ankerit ist nicht nur häufig dem Spatheisenstein beigemengt, sondern bildet auch besondere Lagerstätten. (Vergl. S. 264.)

81) Magnesit bildet mehrfach dichte untergeordnete Massen.

82) Manganspath bildet zuweilen den vorherrschenden Bestandtheil von Erzgängen, z. B. bei Kapnik in Ungarn.

83) Malachit bildet sehr grosse Klumpen in einigen Kupfererzlagerstätten Russlands.

84) Talk oder **Speckstein** bildet selbstständige dichte Lagerstätten, z B. bei Göpfers-Grün im Fichtelgebirge, die man nicht zum Talkschiefer rechnen kann.

85) Meerschaum bildet besondere Lagerstätten in Natolien, Negroponte, der Krimm u. s. w.

86) Agalmatolith oder **Bildstein**, vorherrschender Bestandtheil eines Ganges bei Dilln unweit Schemnitz. China.

87) Kaolin oder **Porzellanerde**, wohl überall das Zersetzungsproduct sehr feldspathreicher Gesteine, bei Aue in Sachsen des Granites. Durch kleine Aenderungen ist daraus Thon geworden. Vergl. S. 199.

88) **Steinmark**, sehr untergeordnet zwischen anderen Gesteinen.

89) **Orthoklas** bildet zuweilen selbstständige Gänge und Anhäufungen, z. B. im Granit bei Karlsbad.

90) **Erlan**, ein dichtes Aggregat, welches sich fast nur durch etwas geringeres spec. Gew. vom Saussurit unterscheidet, bildet mit etwas Glimmer, Salit, Pistazit, Schieferspath, Flussspath und Blende untergeordnete Massen im Glimmerschiefer der Gegend von Schwarzenberg in Sachsen. (Erläuter. d. geogn. Karte von Sachsen H. II, S. 238).

91) **Pyknit** bildet Concretionen und Gänge im Zwittergestein bei Altenberg in Sachsen.

92) **Epidot** tritt als Epidosit oder Pistazitfels, gewöhnlich mit etwas Quarz gemengt, als sehr untergeordnete Gesteinsbildung auf. Insel Elba.

93) **Lepidolith** oder **Lithionglimmer** bildet als schiefriges und feinkörniges Aggregat ein besonderes Gestein, z. B. bei Rozena in Mähren.

94) **Bergseife**, untergeordnete Massen, z. B. bei Bilin in Böhmen.

95) **Bol**, als untergeordnete Massen in manchen Kalksteinen.

96) **Walkerde**, eine thonähnliche, etwas fettige, aber durchaus nicht plastische, sondern in Wasser zerbröckelnde Substanz von meist gelblich grünlicher Färbung, ist wahrscheinlich ein Verwitterungsproduct basischer Gesteine. Cilli in Steiermark.

97) **Eisensteinmark**, als untergeordnete Massen bei Zwickau in Sachsen.

98) **Gelberde**, kleine Anhäufungen bei Amberg u. s. w. Vergl. S. 200.

99) **Galmei**, unter dieser Benennung werden oft beide Hauptzinkerze, das kohlensaure und das kieselsaure Zinkoxyd, gemeinsam verstanden. Sie bilden ziemlich mächtige Anhäufungen in dolomitischen Kalksteinen bei Tarnowitz, Iserlohn, Aachen u. s. w.

100) **Kieselmangan** oder **Mangankiesel** bildet z. B. untergeordnete Lagerstätten bei Rosenau in Ungarn.

101) **Liëvrit** oder **Ilvait** bildet z. B. untergeordnete Lagerstätten im Glimmerschiefer der Insel Elba.

102) **Manganerze,** eine oder mehrere Species mit einander verbunden bilden ziemlich mächtige Gänge oder unregelmässige Lagerstätten, bei Ilmenau, Ilfeld, Kleinlinden u. s. w.

103) **Rothzinkerz** bildet mit Franklinit eine recht mächtige Lagerstätte bei Franklin in New-Jersey.

104) **Bleiglanz,** gewöhnlich mit Zinkblende und Kiesen verbunden, bildet mächtige Gänge und andere besondere Lagerstätten.

105) **Antimonglanz** bildet mächtige Gänge, z. B. bei Magurka in Ungarn.

106) **Arsenkies** bildet meist mit anderen Kiesen verbunden, ziemlich mächtige besondere Lagerstätten.

107) **Markasit** oder **Wasserkies** bildet untergeordnete Einlagerungen, z. B. in der Braunkohlenformation bei Littnitz in Böhmen.

108) **Schwefelkies** oder **Pyrit** bildet gewöhnlich mit etwas Kupferkies verbunden, sehr mächtige Lager, Gänge oder Stöcke, z. B. bei Domokos in Siebenbürgen, Rio-Tinto in Spanien, Schmöllnitz in Ungarn, Goslar am Harz, Fahlun in Schweden, Agordo in den Alpen.

109) **Zinnober** bildet nur selten mächtige Lagerstätten, z. B. bei Almaden in Spanien.

110) **Schwefel** bildet knollige Concretionen und Lager in Mergelbildungen, z. B. bei Radoboj in Croatien.

Geologische Gruppirung der Gesteine.

Sowohl die sedimentären als die metamorphischen und eruptiven Gesteine liegen in der festen Erdkruste nicht regellos durcheinander, sondern sie sind zu natürlichen, zusammen gehörigen Gruppen verbunden. Da diese Gruppen durch die Art der Entstehung bedingt sind, so pflegt man sie auch wohl Formationen zu nennen. Es dürfte zweckmässig sein, die wichtigsten und häufigsten dieser geologischen Gesteinsformationen unabhängig von ihrem relativen Alter kurz zu besprechen.

Ich beginne mit denen von eruptiver Entstehung.

1) Vulkanische Formationen. Natürlich liefern die thätigen Vulkane für sie die besten Beispiele und den sichersten Ausgangspunkt.

An den Vulkanen finden wir zunächst Laven als feste Gesteine in verschiedener Form des Auftretens und der inneren Entwickelung mit einander verbunden. Sie bilden schmale Ströme an Bergabhängen, breite Felder oder Platten und Ausfüllungen von Spalten (Gänge) oder kegelförmige Anschwellungen über denselben. Die Lavasäule, welche im Kraterschlund erstarrt, muss überdiess oft auch noch einen senkrechten Cylinder darstellen, der jedoch unzugänglich und unbeobachtbar bleibt, so lange nicht eine bedeutende Zerstörung und Abschwemmung des ganzen Berges eintritt. Die Masse dieser Laven, welche entweder von basaltischer oder von trachytischer Zusammensetzung ist, erscheint im Innern dicht, porphyrartig oder krystallinisch körnig, an der äusseren Oberfläche aber oft blasig oder schlackig.

Dadurch entstehen viele Gesteine oder Varietäten, die aber alle zusammen, und einer Formation angehören. Zu den eigentlichen Laven kommen nun aber noch die mehr oder weniger zersetzten und die losen Auswurfsproducte, welche aus grösseren Schlackenklumpen, kleineren Brocken oder Lapilli, vulkanischem Sand und staubartigen Theilen oder sogenannter vulkanischer Asche bestehen. Diese Auswurfsproducte bleiben entweder unverbunden an der Oberfläche liegen, bilden Schlackenkegel, oder sie werden durch Wasser zusammen geschwemmt und als vulkanische Tuffbildungen abgelagert, die wiederum einen sehr verschiedenartigen Charakter an sich tragen können.

Alle diese Gesteinsbildungen stellen, wo sie zusammen vorkommen, eine vulkanische Formation dar, die in der Regel nicht durch eine einzige Eruption, sondern durch zahlreiche in ungemessenen Zeitabständen aufeinander folgende gebildet ist, und entweder einen vorherrschend basaltischen oder trachytischen Charakter zu haben pflegt.

2) Die etwas älteren vulkanischen Formationen unterscheiden sich von den neuesten durch gänzlichen oder doch verhältnissmässigen Mangel an losen Auswurfsproducten, Schlacken, deutlichen Lavaströmen und deutlichen Kratern. Diese waren zwar vermuthlich früher ebenso vorhanden, sind aber im Laufe der Zeit zerstört und weggespült. Es sind da häufig nur nackte Basalt-, Dolerit-, Trachyt- oder Phonolithkegel gleichsam als Kerne ehemaliger Vulkane (Kraterschlundausfüllungen) übrig geblieben, die nur noch von gangförmigen Verzweigungen derselben Gesteine und von Tuffbildungen oder Zersetzungsproducten begleitet sind. Was von den blasigen oder schlackigen Aussenhüllen der Gesteine nicht zerstört und abgeschwemmt wurde, ist im Laufe der Zeit z. Th. in Mandelstein umgewandelt. Diese altvulkanischen Formationen sind wieder theils vorherrschend basaltischer, theils vorherrschend trachytischer Natur und bilden in gewisser Beziehung Uebergangsstufen zu den plutonischen Formationen.

3) Obere plutonische Formationen. Auch sie lassen

sich in vorherrschend basische, durch Grünsteine charakterisirte, und saure durch Quarzporphyre charakterisirte theilen. Von den ersteren liefert das Voigtland ein Beispiel, von den letzteren der nordwestliche Theil des Thüringer Waldes. Im Voigtland finden wir Diorite, Diabase und Aphanite, also verschiedene Grünsteine im körnigen, dichten, porphyrartigen, schiefrigen oder mandelsteinartigen Zustand, z. Th. zu wackenartigen Gesteinen zersetzt, Grünsteintuffe und Grünsteinconglomerate, verbunden mit den Ablagerungen der Grauwackenperiode. Jene Grünsteine scheinen die ursprünglich unterirdischen Fortsetzungen vulkanischer Eruptionen während der Devonzeit zu sein, ihr oberer, vielleicht mehr basaltischer Theil, ist längst zerstört, mit ihm fehlen natürlich alle lockeren Auswurfsproducte und echt vulkanischen Formen, die hervorragenden Grünsteinkuppen sind nur Folgen relativ grösserer Widerstandsfähigkeit des Gesteins, gerade so wie Quarzfelsen oft über das einschliessende weichere Gestein hervorragen. Merkwürdig ist dabei allerdings, dass auch die zwischen Grauwackenschichten eingeschlossenen Tuffe und Conglomerate von Grünsteinen nicht von Basalten herzurühren scheinen, woraus man schliessen könnte, dass auch die Gesteine, welche bei diesen Eruptionen die Oberfläche erreichten, mehr Grünsteine als Basalte gewesen seien.

Im Thüringer Wald herrschen verschiedene Varietäten von Quarzporphyren vor, verbunden mit einigen Glimmerporphyriten und Grünsteinen, mit thonsteinartigen Tuffen und Conglomeraten, welche z. Th. schon ganz dem Rothliegenden angehören, in dessen Ablagerungsperiode das Empordringen der genannten Eruptivgesteine des Thüringer Waldes zu fallen scheint. Alles wirklich vulkanische ist auch hier längst zerstört und abgeschwemmt, nur der plutonische Theil der Eruptionen nebst einigen, zwischen anderen Schichten eingeschlossenen Tuffbildungen ist erhalten geblieben. Dass zu so tief eindringenden Abschwemmungen eine sehr lange Zeit nöthig war, versteht sich von selbst,

und deshalb können wir dergleichen plutonische Formationen nur dann beobachten, wenn sie sehr alt sind.

4) Untere plutonische Formationen. Die entschiedensten Repräsentanten dieser tief innerlichen Erstarrung von Eruptivgesteinen sind die Granite (und Syenite), die, wenn auch ihre Textur mannichfach variirt, in der Hauptsache doch sehr deutlich krystallinisch gemengt sind. Blasige Varietäten fehlen ihnen gänzlich, ebenso Tuffbildungen, weil diese im Erdinnern sich nicht ablagern konnten, alles Oberflächliche aber zerstört und abgeschwemmt ist. Dafür sind sie oft von Reibungsbreccien begleitet, und bilden vielfach gangförmige Verzweigungen, die nicht nur die benachbarten Gesteine, sondern auch die älteren Varietäten der Eruptivmassen durchsetzen. Wo die Erstarrung solcher Ramificationen etwas schneller erfolgte, als die der Hauptmassen, da haben sie sich zu Granit- oder Quarzporphyren mit dichter Grundmasse entwickelt. Das steht aber nicht in ganz constantem Verhältniss zu der Spaltenweite, da ausser ihr auch die Tiefe, die Temperatur und der Feuchtigkeitszustand des Nebengesteins darauf einwirken mussten.

Dergleichen Granitgebiete findet man besonders häufig als Kerne von Gebirgserhebungen, sie nehmen durchschnittlich grössere und zusammenhängendere Räume ein als die oberen plutonischen Formationen. Es scheint, dass alle Durchbrechungen der festen Erdkruste ihre Auswege in der Tiefe am meisten erweitert haben. Dass die granitischen als die tiefsten, durchschnittlich auch die ältesten beobachtbaren Eruptivgesteinsbildungen sind, versteht sich von selbst, da zu ihrer Freilegung unter übrigens gleichen Umständen nothwendig allemal die meiste Zeit erforderlich war, das schliesst aber nicht aus, dass in einzelnen Fällen nach sehr starken localen Erhebungen, durch sehr schnell vorschreitende Zerstörung, begünstigt durch besonders starke Zerspaltung, auch neuere Granitbildungen der Beobachtung zugänglich werden konnten, wie das in den Alpen in der That der Fall zu sein scheint. Das,

was von ihnen während der Eruptionszeit die äussere Erdoberfläche erreicht hat, und jetzt nicht mehr anstehend beobachtbar ist, kann vielleicht mehr trachytischer Natur gewesen sein, und wir können nicht wissen, ob nicht auch die jetzigen trachytischen Laven in grosser Tiefe zu mehr granitischen Gesteinen erstarren, ihre chemische Zusammensetzung spricht wenigstens nicht gegen eine solche Vermuthung.

Diese Beispiele mögen für die eruptiven Gesteinsformationen genügen; da die metamorphischen erst aus den sedimentären hervorgegangen sind, so werde ich um zu jenen zu gelangen, mit diesen beginnen. Sie lassen sich am besten nach gewissen vorherrschenden oder besonders charakteristischen Gesteinen unterscheiden; ich werde auch dafür einige Beispiele anführen.

5) Thonige Formationen. Ablagerungen von thonigem Schlamm wechselten mit solchen von mergeligem oder kalkigem Schlamm, oder auch mit Sand, vielleicht auch noch mit solchen, welche viel Eisenoxydhydrat enthielten. Unter Bedeckung neuerer Ablagerung wurden diese Schichten umgewandelt in Schieferthon oder Thonschiefer mit Zwischenlagerungen von Mergelschiefer, dichtem Kalkstein, Sandstein und Eisenstein. In allen geologischen Perioden sind dergleichen Ablagerungen erfolgt.

6) Mergelformationen. Die Ablagerung bestand vorherrschend aus Mergelschlamm, wechselnd mit Thonschlamm, Kalkschlamm, Sand und zuweilen auch Gyps oder Eisenoxydhydrat. Unter Bedeckung wurden daraus Mergelschiefer, dichter Mergel, Schieferthon, Kalkstein, Sandstein, Gyps und Eisenstein. Eine solche Mergelformation findet sich sehr charakteristisch im deutschen Keuper.

7) Kalksteinformationen. Abgelagert wurden Kalkschlamm, unsichtbar kleine Kalkschalen, grössere Conchylienschalen, Korallenriffe (z. Th. dolomitisch) oder Kalktuff, wechselnd mit mergeligen, thonigen oder auch kieseligen Zwischenbildungen; unter mehr oder weniger starker Bedeckung gingen daraus hervor Wechsellage-

rungen von erdigem oder dichtem Kalkstein und Dolomit verschiedener Varietät, mit untergeordneten Zwischenbildungen von Mergelschiefer, Schieferthon oder Thonschiefer, Hornstein oder Feuerstein. In allen Altersperioden sind solche Ablagerungen erfolgt; sehr charakteristisch finden wir sie in Deutschland in der Jura-, Muschelkalk- und Zechsteinformation entwickelt.

8) Sandsteinformationen. Abgelagert wurden mehr oder weniger feiner Quarzsand und etwas Thon, Mergel oder Eisenoxydul, periodisch oder local auch wohl gröbere Geschiebe. Unter Bedeckung wurden daraus Sandsteine, wechselnd mit Zwischenlagen von Schieferthon, Mergelschiefer, Conglomerat und dergl. Aus allen Altersperioden kennt man Beispiele, in Deutschland z. B. sehr charakteristisch in der Quaderformation und Buntsandsteinformation.

9) Conglomeratformationen. Die Ablagerungen bestanden vorherrschend aus Geschieben, Sand und Thon. Durch Verdichtung gingen daraus feste Conglomerate mit sandigem oder thonigem Bindemittel und mit Zwischenlagerungen von Sandstein und Schieferthon hervor. Dergleichen Ablagerungen haben zwar ebenfalls zu allen Zeiten stattgefunden, aber wohl niemals gleichzeitig über sehr grosse Flächenräume ausgedehnt. Deshalb spielen die Conglomeratformationen im Allgemeinen nur eine untergeordnete Rolle unter den sedimentären Ablagerungen. In Deutschland ist eigentlich nur eine recht charakteristische Conglomeratformation bekannt und das ist die des Rothliegenden. Die Nagelfluhe der Molasseformation spielt im Vergleich zum vorherrschenden Sandstein, schon mehr eine untergeordnete Rolle.

10) Kohlenformationen. Torf oder zusammengeschwemmte Pflanzentheile bilden ursprünglich das charakteristische Glied dieser Formationen, vorherrschend pflegen aber Sand und Thonschlamm zur Ablagerung gelangt zu sein, sowie hie und da Eisenoxydhydrat, oder kohlensaures Eisenoxydul. Im Laufe der Zeit unter mehr oder weniger starker Bedeckung, wurden

daraus Wechsellagerungen von meist grauem Sandstein und Schieferthon mit untergeordneten Zwischenlagen von Braunkohlen, Steinkohlen oder Anthracit und von Sphärosiderit. Nur selten kommen auch grobe Conglomerate oder Mergel oder Kalksteine mit Kohlenlagern zusammen vor. Charakteristische Beispiele liefern die echte Steinkohlenformation und die Braunkohlenformation, aber auch die Kohlen anderer Altersperioden pflegen mit ähnlichen Gesteinen verbunden zu sein, so dass man sie petrographisch zuweilen kaum von einander zu unterscheiden vermag.

11) Steinsalzformationen. Das Steinsalz pflegt überall von Gyps, oder Anhydrit begleitet und mit thonigen Ablagerungen verbunden zu sein. Diese Combination von Gesteinen liegt dann entweder zwischen Kalksteinen und Dolomiten, wie im Muschelkalk und Zechstein Deutschlands, oder zwischen Sandsteinen wie in Galizien und Siebenbürgen. In allen Perioden scheinen local dergleichen Ablagerungen erfolgt zu sein, die besonderen Bedingungen, unter denen sie stattfanden, sind aber noch nicht bekannt.

Es liessen sich noch einige minder häufige Combinationen von sedimentären Gesteinen aufzählen, welche zusammengehörige Formationen bilden, die hier aufgezählten mögen aber als Beispiele genügen. Sie sind offenbar bedingt durch die analogen Umstände der Entstehung. Wo Thonschlamm abgelagert wurde, da konnte leicht in Zwischenperioden auch Sand zugeführt werden und umgekehrt; wo sich Kalkschlamm ablagerte, möge er nun aus Abschwemmungen, oder aus unsichtbar kleinen Thierschalen hervor gegangen sein, da konnten leicht durch Zufügung von etwas Thon auch Mergel entstehen; wo die noch etwas räthselhaften Bedingungen für die massenhafte Ablagerung von Steinsalz gegeben waren, da scheinen auch die für Gyps oder Anhydritbildung vorhanden gewesen zu sein etc. Es versteht sich von selbst, dass diese Gesteinsformationen nicht scharf von einander getrennte Gruppen

bilden, sondern dass sie vielmehr vielfach durch Zwischenstufen oder Uebergänge verbunden sind.

Wenden wir uns nun zu den nach unserer Voraussetzung metamorphischen Gesteinsgebieten, zu den Formationen der krystallinischen Schiefer, so begegnen wir analogen Wechsellagerungen nur in einem durchaus veränderten Zustande und in der Regel unter Wegfall der Steinsalz- und Gypsbildungen, ein Umstand, welcher vielleicht der leichten Auflöslichkeit dieser Gesteine zuzuschreiben ist.

Die Formationen der krystallinischen Schiefer lassen sich am besten nach den darin vorherrschenden Gesteinen trennen. Wir können auf diese Weise z. B. unterscheiden:

12) Eine Thonglimmerschieferformation mit untergeordneten Einlagerungen von Quarzschiefer, Kieselschiefer, Alaunschiefer, körnigem Kalkstein und Dolomit, zuweilen auch Hornblendeschiefer, Eisenstein oder Graphit.

13) Eine Glimmerschieferformation mit gleichen untergeordneten Einlagerungen, zu denen sich auch noch etwas Gneiss gesellt.

14) Eine Gneissformation, aus sehr vielerlei mit einander parallel wechsellagernden Varietäten von Gneiss bestehend, und wieder mit denselben untergeordneten Einlagerungen.

15) Eine Chloritschieferformation, wieder mit denselben untergeordneten Einlagerungen, zu denen sich aber auch noch die Varietäten des Chloritschiefers gesellen. Diese Formation scheint das Resultat einer besonderen Art von Umwandlung zu sein, bei welcher Talkerde eingeführt wurde.

Wenn wir in diesen krystallinischen Schieferformationen seltner als in den sedimentären der Kohle dem Gyps und Anhydrit, fast nie dem Steinsalz begegnen, so mag das, wie schon erwähnt, eine Folge der leichteren Zerstörbarkeit dieser Gesteinsmassen sein. Auffallend bleibt es dagegen noch, dass auch Spuren von Conglomeratbildung so selten darin beobachtet werden.

Wir dürfen indessen nicht vergessen, dass dieselben auch in der Reihe der sedimentären Ablagerungen doch nur eine untergeordnete, meist local beschränkte Rolle spielen, und dass sie andererseits zwischen den krystallinischen Schiefern hie und da wirklich beobachtet wurden, wie z. B. im Valorsine und im oberen Rheinthal im Gebiet der Westalpen, wo Conglomerate zwischen Gneiss und Glimmerschiefervarietäten gefunden werden und geradezu in diese übergehen, dadurch, dass sich ihr Bindemittel krystallinisch entwickelt hat, und die Geschiebe sich mit demselben verflössten.

Entstehung der Gesteine.

Beobachtbare Gesteinsbildungen.

Durch Beobachtung sind folgende Arten der Gesteinsbildung bekannt:

1) Durch Erstarrung aus einem heissflüssigen Zustande. So entstehen alle Laven, und so sind wahrscheinlich alle Eruptivgesteine entstanden. Es ist anzunehmen, dass auch eine erste Erstarrungskruste der Erde sich auf diese Weise gebildet hat. Dafür liegen indessen keine sicheren Beweise vor.

2) Durch Ablagerung aus Wasser, in beschränkter Weise auch aus der Luft. Die allgemeinste Bezeichnung für diese abgelagerten Gesteine ist Sedimentärbildungen, wobei die Bedeutung des Wortes sedimentär nicht streng eingehalten zu werden pflegt, indem man alle Arten von Ablagerung zusammen fasst. Sie lassen sich trennen in:

   a) Mechanische Ablagerungen (eigentliche Sedimente), dahin gehören Ablagerungen von Schlamm, Sand und Geröllen aller Art, aus denen durch Verdichtung und Verkittung Schieferthon, Thonschiefer, Thonstein, Mergel, Kalkstein, Sandstein, Conglomerat, Breccie u. s. w. werden können. Auch die Luft lagert Staub- und Sandtheilchen mechanisch ab, und die Vulkane schleudern lockere Materialien aus, aus welchen, oft unter Mitwirkung des Wassers, allerhand vulkanische Tuffbildungen hervor gehen.

   b) Chemische Niederschläge aus Wasser. Dadurch entstehen Kalktuff, Kieseltuff, Raseneisenstein,

Salzkrusten und vielerlei Mineralbildungen in Spalten und Hohlräumen. Aus der Luft erfolgen krystallinische Niederschläge von Eis als Schnee, der zu Firn und Gletschereis wird.

c) Zoogene Ablagerungen, d. h. solche, welche durch die Lebensthätigkeit von Thieren vermittelt werden, ihre locale Anhäufung ist z. Th. ein mechanischer Vorgang. Dadurch entstehen kieselige Infusoriengesteine, Kreide, Muschelbänke, Korallenriffe, Guano und Kaprolithenlager u. s. w., aus deren Verdichtung wahrscheinlich auch Hornstein, Kieselschiefer, dichter Kalkstein u. s. w. hervor gehen können.

d) Phytogene Ablagerungen, d. h. solche, welche vorherrschend aus Pflanzentheilen bestehen, mögen diese nun an Ort und Stelle gewachsen oder local zusammen geschwemmt sein. Durch ihre Verdichtung und Umänderung entstanden die Kohlenlager der verschiedenen Art.

Das sind die direct beobachtbaren Arten der Gesteinsbildung. Dazu kommen nun aber noch die nicht direct beobachtbaren, sondern nur aus ihren Resultaten erkennbaren

e) Gesteinsumwandlungen. Sie beginnen schon bei den noch deutlich sedimentären Gesteinen und wir finden diese grösstentheils in einem etwas anderen Zustande als der war, in welchem sie abgelagert wurden. Aus Thonschlamm ist Schieferthon oder Thonschiefer geworden; aus Sand Sandstein; aus Geröllen Conglomerat, aus Kalkschlamm oder erdigem Kalkstein dichter; aus Torf Braunkohle oder Steinkohle u. s. w. So lange als der erste Zustand noch deutlich nachweisbar ist, pflegt man aber dergleichen Gesteine nicht metamorphische zu nennen. Diese Bezeichnung wendet man vielmehr erst dann an, wenn die Veränderung so gross geworden ist, dass sich der frühere Zustand daraus nicht so ohne Weiteres erkennen lässt, wie z. B. beim Glimmerschiefer, Gneiss u. s. w.

Andere Arten der Gesteinsbildung als diese lassen sich

weder beobachten noch erschliessen, diese sind dagegen unzweifelhaft, und es kommt in der That nur darauf an zu entscheiden, welcher Art von Bildung die einzelnen beobachtbaren Gesteine angehören. Hierbei entstehen allerdings oft sehr berechtigte Zweifel.

Wenden wir nun diese Erfahrungen und Folgerungen auf die einzelnen Gesteinsabtheilungen an.

Eruptivgesteine.

Dass die Gesteine, welche im Vorstehenden als eruptive zusammen gefasst wurden, wirklich im weichen Zustande zwischen schon vorhandene Gesteine eingedrungen, oder über dieselben übergeflossen, und dann erst fest geworden sind, daran kann Niemand zweifeln, der sich unbefangen mit der geologischen Untersuchung derselben beschäftigt hat. Unwiderlegbare Beweise dafür liefern ihre Lagerungsverhältnisse, die Störungen, welche sie zuweilen, aber keineswegs immer, in der Lagerung der durchbrochenen Gesteine hervor gebracht haben, die Bruchstücke, welche sie von denselben einschliessen, und die gangförmigen Verzweigungen (Ramificationen), welche sie in dieselben bilden. Damit ist jedoch die Art ihres Entstehungszustandes noch nicht erwiesen.

Die grosse chemische und mineralische Verwandtschaft aller dieser Gesteine unter einander spricht indessen zugleich dafür, dass die Art ihrer Entstehung eine im Wesentlichen übereinstimmende gewesen sei, d. h. dass sie alle, wie die Laven der thätigen Vulkane, die entschieden zu ihnen gehören, im heissflüssigen Zustande aus dem Erdinnern gegen die Oberfläche emporgedrungen sind. So übereinstimmend nun aber auch die Natur und Lagerungsweise aller dieser Gesteine im Allgemeinen ist, so ergiebt sich doch aus den besonderen Lagerungsverhältnissen, dass keinesweges alle jetzt beobachtbaren auch wirklich ursprünglich die Erdoberfläche erreicht haben und als echte Laven übergeflossen sind; vielmehr ergiebt sich daraus, dass viele derselben in der Tiefe, im Erdinnern, zwischen anderen Gesteinen erstarrten, und erst viel später durch Abschwemmung frei gelegt wurden. Dieser Umstand hat zu der Unterscheidung von vulkanischen und plutonischen Eruptivgesteinen Veran-

lassung gegeben, ohne dass sich für beide eine scharfe Grenze ziehen liesse. Man nennt vulkanisch diejenigen, von denen man weiss oder vermuthet, dass sie an der Oberfläche oder doch ganz in deren Nähe erstarrten, plutonisch dagegen diejenigen, von denen man vermuthet, dass sie in beträchtlicher Tiefe fest wurden. Nach Masseinheiten lässt sich da freilich keine bestimmte Tiefengrenze feststellen, der Unterschied bleibt vielmehr Gegenstand allgemeiner Beurtheilung. Mit dem Alter hat diese Spaltung in vulkanisch und plutonisch an und für sich gar nichts zu thun, obwohl sie in den meisten Fällen thatsächlich mit gewissen Altersverhältnissen zusammen trifft, weil die älteren vulkanischen Bildungen in der Regel wieder zerstört, die neueren plutonischen aber noch nicht frei gelegt, der Beobachtung also unzugänglich sind. Je tiefer im Erdinnern irgend ein Gestein entstand, um so mehr Zeit war unter übrigens gleichen Umständen nöthig, um seine Bedeckung zu zerstören und abzuschwemmen, um so älter werden deshalb solche Gesteine, wo man sie beobachten kann, in der Regel sein.

Wenn man alle neueren chemischen Analysen von Eruptivgesteinen mit einander vergleicht, so ergiebt sich eine sehr grosse Uebereinstimmung ihrer elementaren Zusammensetzung. Sie bestehen alle wesentlich aus Kieselsäure, Thonerde, Eisenoxyd oder Eisenoxydul, Kalkerde, Talkerde, Kali, und Natron, oft mit etwas Wasser. Ihre übrigen Bestandtheile sind durchaus nur als accessorische, hie und da in kleinen Mengen auftretende anzusehen, so z. B. Manganoxydul, Titansäure, Kohlensäure, Phosphorsäure, Schwefelsäure, Chromoxyd, Kupferoxyd, Baryt, Lithion, Schwefel etc.

Die quantitativen Verhältnisse jener wesentlichen Bestandtheile schwanken zwar zwischen ziemlich weiten Grenzen, das ist aber beinah ebenso der Fall innerhalb der einzelnen Gesteine wie innerhalb ihrer Gesammtheit, für kein einziges sind sie so constant, dass man es dadurch sicher von anderen unterscheiden könnte. Sie lassen sich für die Gesammtheit ungefähr durch folgende Zahlenwerthe ausdrücken (S. 288).

Wo diese Grenzwerthe nach der einen oder nach der anderen Richtung überschritten sind, da scheint das immer

	Gefunden.	Ideales Mittel.
Kieselsäure	50—80	45
Thonerde	10—25	15
Eisenoxyd und Oxydul	1—25	10
Kalkerde	0—15	6
Talkerde	0—12	5
Kali	1—10	4
Natron	1—7	4
Wasser	0—5	2

die Folge einer späteren Veränderung, Zersetzung oder dergleichen zu sein, also nicht den ursprünglichen Zustand auszudrücken.

Wenn die gegenwärtig über die Erdbildung herrschenden Ansichten richtig sind, so haben wir die Eruptivgesteine überhaupt als die ursprünglichsten, ja als die allein ursprünglichen Gesteinsbildungen anzusehen, in so fern nicht etwa auch noch Theile einer ersten, also nicht eruptiven Erstarrungskruste vorhanden sind. Sie stellen das Product der Erstarrung eines Theiles unserer Erde dar, welcher sich vorher im heissflüssigen Zustande befand, welcher Zustand im Erdinnern wahrscheinlich noch besteht, und sie stellen dieses Erstarrungsproduct aus allen Perioden dar, in welchen überhaupt Eruptionen erfolgten. Ihre Zusammensetzung muss uns daher über die wesentliche Zusammensetzung desjenigen Theiles unserer Erde belehren, der überhaupt unseren Beobachtungen oder directen Schlüssen zugänglich ist. Der Kern der Erde könnte möglicher Weise eine davon abweichende Zusammensetzung haben, wir besitzen aber kein Mittel ihn zu untersuchen.

Vergleichen wir nun damit die Zusammensetzung der Gesammtheit aller derjenigen Gesteine, welche im Verlaufe der geologischen Perioden aus der Zerstörung, Wiederablagerung und Umwandlung von ursprünglichen Erstarrungsgesteinen, eruptiven und anderen, hervor gegangen sind, so dürfen wir erwarten, in ihnen dieselben Bestandtheile unter ähnlichen Verhältnissen wieder zu finden, also vorherrschend Kieselsäure, in geringeren Mengen Thonerde, Eisenoxyde, Kalkerde, Talkerde, Kali und Natron. Das ist nun auch wirk-

lich der Fall, in der Summe der Ablagerungen sind diese Verbindungen als vorherrschend vorhanden, nur sind sie anders gruppirt und es sind noch einige neue hinzu gekommen, welche vorher der Luft- und Wasserhülle des Erdballes angehört zu haben scheinen, so z. B. Verbindungen von Kohlenstoff, Schwefel und Chlor. Ob auch die quantitativen Verhältnisse der erstgenannten Verbindungen in ihrer Gesammtheit ungefähr dieselben seien, das ist allerdings sehr schwer zu beurtheilen, da sie sich z. Th. in ganz anderer Weise zu sedimentären Gesteinen vereinigt haben, Kalk- und Talkerde mit Kohlensäure zu Kalksteinen und Dolomiten, oder mit Schwefelsäure zu Gyps und Anhydrit; Kieselsäure zu Quarziten und Sandsteinen; Thonerde mit viel Kieselsäure zu Thongesteinen; Eisenoxyde zu Eisensteinen und auch vertheilt; Kali und Natron sehr vertheilt und letzteres mit Chlor zu Steinsalz; der durch den Vegetationsprozess concentrirte Kohlenstoff zu Kohlenlagern.

Bei einem flüchtigen Ueberblick kann es scheinen als enthielten die sedimentären Gesteine in ihrer Gesammtheit mehr Kalkerde und weniger Kali als die eruptiven. Wir dürfen aber nicht vergessen, dass etwas Kalkerde beinah in allen Eruptivgesteinen, am meisten in den basischen, vorhanden ist, dagegen durchaus nicht in allen sedimentären; dass an dem Volumen der Kalksteine, Dolomite und Gypse die Kohlensäure, die Schwefelsäure und das Wasser einen sehr wesentlichen Antheil nehmen; und dass man überdiess dieses Volumen leicht überschätzt, weil die Kalksteine, Dolomite und Gypse zwischen den anderen Sedimentärgesteinen als besondere und oft festere Massen sehr auffallend hervor treten. Berücksichtigt man alle diese Umstände, so ergiebt sich als wahrscheinlich, dass das Verhältniss der Kalkerde in der Summe der Ablagerungen kein wesentlich anderes ist als in der Summe der Eruptivgesteine. Anlangend das Kali, so müssen wir bedenken, dass seine Quantität in den Eruptivgesteinen als ideales Mittel nur etwa 4 Proc. beträgt, dass die meisten Sedimentärgesteine wenigstens Spuren von Kali enthalten, einige aber ziemlich beträchtliche Mengen. Vieles Natron hat ein Unterkommen im Steinsalz gefunden.

Wenn man alle diese Umstände gehörig berücksichtigt,

so ergiebt sich, dass kein hinreichender Grund vorhanden ist, an dem Gleichgewicht der gemeinsamen Bestandtheile in den eruptiven und sedimentären Gesteinen zu zweifeln.

Die Eruptivgesteine zerfallen, wie wir gesehen haben, nach ihrer chemischen Zusammensetzung in zwei Hauptgruppen, die sich am meisten durch die Ungleichheit ihres Kieselsäuregehaltes von einander unterscheiden, und die man deshalb:

1) kieselarme oder basische und
2) kieselreiche oder saure

Eruptivgesteine genannt hat. Da diese Gruppen auch mineralogisch und geologisch einigermassen von einander abweichen, wie ich bereits im J. 1849 in meiner Geognosie S. 61 und 65 nachwies, so verdient diese Zweitheilung jedenfalls grosse Beachtung, obwohl auch für sie keine scharfe Abgrenzung besteht, vielmehr die Resultate der Analysen einzelner Fälle in einander übergreifen.

Als mittleres Ergebniss aus sehr vielen Untersuchungen ergeben sich ungefähr folgende quantitative Verhältnisse für die beiden Gruppen.

	Basisch.	Sauer.
Kieselsäure	45—60	55—80
Thonerde	10—25	10—15
Eisen (Oxyd oder Oxydul)	1—25	1—15
Kalkerde	1—15	0—8
Talkerde	1—12	0—4
Kali	1—9	1—11
Natron	1—7	2—8
Wasser	0—4	0—6

Bunsen hat in Poggend. Ann. 1851, B. 83, wie wir S. 43 sahen, für beide Gruppen ideale oder normale Werthe berechnet, denen sich die einzelnen Gesteine mehr oder weniger nähern. Bezeichnend ist jedenfalls für die basische Gruppe bei geringem Kieselsäuregehalt, viel Thonerde, Eisen, Kalkerde und Talkerde mit wenig Alkalien, für die sauere Gruppe dagegen viel Kieselsäure mit wenig Thonerde, Eisen, Kalkerde und Talkerde aber etwas mehr Alkalien. Innerhalb jeder dieser Gruppen finden wir keine constanten Unter-

schiede der Zusammensetzung, die einzelnen Gesteine unterscheiden sich da nur noch durch die zur Entwickelung gelangten Mineralspecies, durch ihre Textur und durch die Art ihres Vorkommens.

Wir erkennen somit in der Hauptsache nur zwei verschiedene Stoffgemenge als Extreme und dazwischen einige Mittelstufen, aus denen alle Eruptivgesteine bestehen. Jedes dieser Stoffgemenge hat aber mancherlei Modificationen von Gesteinen gebildet, die verschiedene Benennungen erhalten haben. Die Modificationen sind theils solche der Textur, theils auch solche der speciellen mineralischen Zusammensetzung. Die ersteren lassen sich meist auf sehr einfache Weise erklären, durch die besonderen Umstände der Erkaltung. Je schneller diese erfolgte, um so dichter oder selbst glasartiger wurde das Product, je langsamer sie stattfand, um so krystallinischer und grobkörniger wurde es. Dabei bedingte ungleiche Krystallisationsfähigkeit porphyrartige; parallele Anordnung gewisser Bestandtheile schiefrige; Entwickelung von Gasarten während der Abkühlung, blasige oder schlackige Textur.

Die geringen Verschiedenheiten der mineralogischen Zusammensetzung bestehen einestheils darin, dass durch noch nicht hinreichend bekannte Ursachen aus denselben Grundstoffen, bei fast unwesentlich erscheinenden Mengenverschiedenheiten, diese oder jene Feldspathspecies, diese oder jene Amphibol- oder Pyroxenspecies, diese oder jene Glimmerspecies hervor ging, oder auch diese Mineralien durch ihnen sehr verwandte wie Nephelin, Leucit, Talk, Chlorit u. s. w. gleichsam ersetzt sind. Diese Verschiedenheiten scheinen indessen nicht einmal alle ursprüngliche, manche vielmehr erst in Folge späterer Umwandlungsprozesse eingetreten zu sein. Nur einige derselben stehen in erkennbarer Beziehung zu den quantitativen Verhältnissen der chemischen Zusammensetzung des ganzen Gesteins. Damit verbunden scheint auch noch das Hervortreten gewisser accessorischer Gemengtheile zu sein, welche gleichsam einen Ueberschuss von Stoffen darstellen, der in den wesentlichen Gemengtheilen keine Aufnahme finden konnte. Doch sind auch viele accessorische Gemengtheile offenbar erst durch spätere Umwandlungsprozesse entstanden.

	Körnig.	Porphyrartig.	Dicht.	Glasig, blasig, mandelsteinartig.	Schiefrig, (meist metamorphisch).
Sauere Gesteine.	Granit, Syenitgranit, Protogin. Trachyt, (Greisen).	Granitporphyr, Quarzporphyr, Trachytporphyr.	Felsitfels oder Petrosilex.	Pechstein, Perlstein, Obsidian, Bimsstein.	Granulit, Gneiss, Protogingneiss, Syenitgneiss, Felsitschiefer, (Glimmerschiefer).
Basische Gesteine.	Syenit, Diorit, Diabas, Timazit, Dolerit, Nephelindolerit, Gabbro, Miascit, Glimmertrapp.	Hornblendeporph. Glimmerporph. Porphyrit, Aphanitporphyr. Melaphyr.	Melaphyr, Aphanit, Basalt.	Blasige Gesteine und Mandelsteine.	Hornblendeschiefer, Chloritschiefer, Talkschiefer.

Sieht man ab von den geringen specifischen Verschiedenheiten jener verwandten Mineralien, welche gewissermassen als Stellvertreter für einander in den Gesteinen auftreten, so bleiben hauptsächlich zwei, wenn auch nur in ihrer normalen Entwickelung verschiedene Mineralaggregate als Gesteine, ein basisches und ein saueres, diese zerfallen dann nach der Textur und nach erkennbarer mineralischer Verschiedenheit in vorstehende Benennungen, s. S. 292.

Die mineralogischen Verschiedenheiten der Eruptivgesteine scheinen aber, wie gesagt, nicht einmal alle ursprüngliche, sondern z. Th. erst aus Umwandlungsprozessen hervorgegangen zu sein. Für einzelne Fälle ist das durch *G. Bischof* und *G. Rose* sehr gut nachgewiesen worden, wenn auch beide in ihren Vermuthungen zu weit gehen sollten. Eine wie grosse Ausdehnung aber diesen Vorgängen überhaupt einzuräumen sei, ist noch nicht fest gestellt, und sicher darf die Erklärung der Unterschiede durch dieselben stets nur mit der grössten Vorsicht angewendet werden, wenn man sich nicht blossen bequemen Hypothesen überlassen will.

Ich sagte oben, die Ursachen seien noch nicht hinreichend bekannt, warum aus chemisch höchst ähnlichen Stoffverbindungen in dem einen Gestein sich Orthoklas, in dem anderen Sanidin, Oligoklas, Labrador, Anorthit u. s. w., in dem einen ein Amphibol, in dem andern ein Pyroxen sich gebildet habe. Die Gründe dafür lassen sich allerdings noch nicht speciell angeben, eine Ursache der ungleichen Entwickelung lässt sich indessen doch vermuthen, das ist die ungleiche Tiefe, in welcher die Erstarrung erfolgte. Sicher sind die Bedingungen der Mineralbildung durch Stoffverbindung in der Tiefe von 10000 Fuss unter der Oberfläche, etwas andere als in der Tiefe von 10 oder 100 Fuss. Dort befinden sich die Massen unter viel höherem Druck, abgeschlossen von der Atmosphäre, wahrscheinlich auch unter Einwirkung von Wasser, und ihre Erkaltung wird bei gleichem Volumen durchschnittlich eine viel langsamere sein, als nahe an der Oberfläche. Ausser der Tiefe kann auch die geologische Entwickelungszeit von Einfluss gewesen sein. Ist nämlich die Erderstarrungstheorie richtig, so muss in

früheren Perioden die Gesammttemperatur der Erde auch an der Oberfläche eine höhere, die Atmosphäre eine dichtere, schwerere gewesen sein. Jede Abkühlung erfolgte unter solchen Umständen langsamer und unter anderen Druckverhältnissen als jetzt. Da ist also doch eine Ursache überhaupt bekannt, es fehlt nur noch der bestimmte Nachweis ihrer speciellen Wirkungen unter den verschiedenen Bedingungen.

Ein grosses Problem bleibt noch die Spaltung aller Eruptivgesteine in kieselarme und kieselreiche, denn a priori hätte man nur einerlei Zusammensetzung aller Eruptivgesteine zu erwarten. *Bunsen's* Annahme von zweierlei getrennten vulkanischen Herden im Erdinnern, ist nichts als eine Hypothese, welche allenfalls jenen Unterschied erklären kann, an sich aber sehr unwahrscheinlich ist. Solche Herde müssten in allen geologischen Perioden und fast überall, neben oder über einander vorhanden gewesen, und auch von einander getrennt geblieben sein. Ausser der factischen Ungleichheit der Gesteine, welche dadurch erklärt werden soll, spricht kein anderer Umstand für eine solche Annahme. Selbst wenn die Erstarrung der flüssigen Erdmasse gleichmässig vom Centrum und von der Oberfläche nach einer mittleren Region vorschritt, wie *Bunsen* vermuthet, so dass zuletzt nur eine flüssige Zwischenschicht übrig blieb, so wird dadurch die Annahme getrennter basischer und saurer Lavabecken nicht wahrscheinlicher. Diese Spaltung der Eruptivgesteine in zwei Reihen bleibt demnach vorläufig unerklärt.

Man hat diesen Unterschied recht sinnreich durch die ungleiche specifische Schwere der Gesteinsmassen zu erklären gesucht, indem man von der Voraussetzung ausging, in der heissflüssigen Masse der Erde müssten sich die Bestandtheile einigermassen nach ihrer specifischen Schwere geordnet haben, der Art, dass die schweren Substanzen mehr gegen der Mitte, die leichteren mehr gegen die Oberfläche hin angehäuft wurden. Schritt nun die Erkaltung von aussen nach innen vor, so mussten zuerst die specifisch leichteren Massen zur Erstarrung gelangen, und das sind zugleich die kieselsäurereicheren, dann erst die schwereren, welche zugleich die basischeren sind. Dieses Gesetz, meinte man, müsse

sich ebenso wie in einer ruhig gebildeten Erstarrungskruste, auch in den nothwendig aus immer grösseren Tiefen kommenden Eruptivgesteinen erkennen lassen, der Art, dass die ältesten die leichtesten und sauersten, die neuesten die schwersten und basischsten seien. Diese von *Petzholdt* in seiner Geologie 1840 bis zur äussersten Consequenz, d. h. bis zu den Erzgängen durchgeführte Hypothese, wurde neuerlich wieder vom Frh. *v. Richthofen*, (Geogn. Beschr. von Süd-Tyrol 1861, S. 308), in beschränkterer Ausdehnung versucht. Sie hat offenbar den Anschein grosser theoretischer Wahrscheinlichkeit für sich. Sobald man aber die Summe der beobachteten Thatsachen berücksichtigt, ergiebt sich ihre theilweise Unhaltbarkeit, oder wenigstens die Unmöglichkeit, durch sie jene Thatsachen befriedigend zu erklären. Zu allen Zeiten sind saure und basische, leichte und schwere Eruptivgesteine entstanden. Wo Syenit und Granit zusammen vorkommen, pflegt sogar der basische Syenit älter zu sein als der saure Granit. Die basischen Porphyrite sind im Thüringer Wald und im Erzgebirge durchschnittlich älter als die sauern Quarzporphyre, welche derselben grossen Periode angehören. Die Trachytporphyre gehören zu den sauersten, und doch oft zu den neuesten Eruptivgesteinen, nach *v. Richthofen's* eigenen Untersuchungen sind sie in Ungarn durchschnittlich neuerer Entstehung, als die kieselsäureärmeren und auch etwas schwereren Trachyte. Deshalb hat sich denn auch *v. Richthofen* schon genöthigt gesehen, seine Zuflucht zu allerlei Hülfshypothesen zu nehmen, wie Umschmelzung und neuere Eruption eigentlich älterer Eruptivmassen u. s. w., die aber an sich weder wahrscheinlich, noch zur Erklärung sämmtlicher Widersprüche genügend sind. Es bleiben hier jedenfalls noch grosse Probleme zu lösen. Doch bin ich nicht der Meinung, dass man die Anordnung nach dem specifischen Gewichte als ganz einflusslos und nicht mehr berücksichtigenswerth anzusehen habe, einigen Einfluss mag sie immerhin gehabt haben, der vielleicht nur durch andere Umstände, die wir noch nicht kennen, sehr verwischt ist. Eine erste Erstarrungskruste und die aus ihrer Zerstörung hervorgegangenen ersten Ablagerungen könnten allerdings leicht vorzugsweise kieselreich gewesen

sein, letztere zumal dann, wenn nicht sogleich auch thierisches Leben die massenhafte Wiederablagerung der aufgelösten Kalkerde vermittelte. Wurde dieser Theil der Erdkruste später unter sehr starker Bedeckung durch Umschmelzung z. Th. eruptiv, so kann er sehr kieselsäurereiche Eruptivgesteine von chemisch sehr übereinstimmender Zusammensetzung geliefert haben. Die Gesammtmasse der Erde mag man nach Analogie der Meteorsteine, welche kleine Himmelskörper unseres Systemes darstellen, in der That für weit basischer halten als den Theil derselben, welcher der Beobachtung zugänglich ist.

Durch die ungleiche Zusammensetzung einerseits, und durch das ungleiche geologische Vorkommen andererseits, sind wir zur Unterscheidung von 4 grossen Gruppen von Eruptivgesteinen gelangt, die aber durchaus nicht scharf gegen einander abgegrenzt sind. Jede wird durch irgend ein typisches Gestein charakterisirt und durch andere Gesteine mit den übrigen Gruppen verbunden, es lässt sich das etwa so darstellen.

Basisch	vulkanisch: Basalt.	}	Diabas, Porphyrit,
	plutonisch: Diorit.	}	Melaphyr.
Sauer	vulkanisch: Trachyt.	}	Trachytporphyr.
	plutonisch: Granit.	}	Quarzporphyr.

oder:

Vulkanisch	basisch: Basalt.	}	Trachydolerit.
	sauer: Trachyt.	}	Andesit.
		}	Porphyrit.
Plutonisch	basisch: Diorit.	}	Syenit.
	sauer: Granit.	}	

Ich darf hier ferner nicht unerwähnt lassen, dass gegen Entstehung gewisser Eruptivgesteine durch Erstarrung aus einem heissflüssigen Zustande einige beachtenswerthe Bedenken erhoben worden sind. Dieselben betreffen vorzugsweise die quarzhaltigen.

Der Granit ist Hauptrepräsentant derselben. In Beziehung auf dieses so ungemein verbreitete Eruptivgestein ist nun eingewendet worden, dass seine wesentlichen Gemengtheile: Feldspath, Quarz und Glimmer wie aus der Art ihrer Zusammenfügung hervorgeht, nicht in der Reihenfolge nach

einander gebildet worden sein können, die ihrem Erstarrungspunkt entspricht, d. h. dass nicht zuerst der Quarz, dann der Feldspath und zuletzt der Glimmer erstarrt ist, sondern vielmehr sehr oft deutlich erkennbar der am schwersten schmelzbare Quarz zuletzt. Ferner ist eingewendet worden, dass im Granit und in vielen anderen, ja selbst in einigen basischen Eruptivgesteinen zuweilen gewisse Mineralien accessorisch auftreten, deren Entstehung aus einem heissflüssigen Zustande überhaupt nicht wohl denkbar ist, wenigstens allen bisherigen Erfahrungen widerspricht, dahin gehören Schwefelkies, Apatit, Pyrochlor, kohlensaurer Kalk, kohlensaurer Talk, kohlensaures Eisenoxydul u. s. w., neben Silikaten und doch ohne chemische Verbindungen mit denselben zu bilden; endlich hat man auch noch eingewendet, dass viele Eruptivgesteine etwas Wasser und nach den Untersuchungen von *Delesse* sogar kleine Mengen von Stickstoff enthalten. (*Ann. des mines* 1860, t. 18.)

Was nun den ersten Einwand, das Festwerden des Quarzes nach dem Feldspath anlangt, so hat schon längst *Durocher* (*Compt. rend.* 1845, p. 1275) gezeigt, dass in dem chemisch oft ganz wie Granit zusammen gesetzten dichten Gemenge des Petrosilex der darin enthaltene Quarz mit den anderen Bestandtheilen gemeinsam eben so leicht schmelzbar ist als Feldspath, folglich auch aus dem geschmolzenen Zustande des Gemenges nicht früher erstarren wird als der Feldspath. In diesem Falle kommt es dann nur noch darauf an, welches von beiden Mineralien seine Krystallisation schneller vollendete, dieses wird nothwendig für das andere die Form bestimmen. Das scheint nun eben der Feldspath gewesen zu sein. *Bunsen* hat ganz neuerlich (Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1861, S. 61) diesen Fall mehr im Allgemeinen beleuchtet, indem er nachwies, dass der Schmelz- oder Erstarrungspunkt des einzelnen Minerals durchaus nicht denjenigen einer innigen Verbindung oder Legirung mit anderen Mineralien bestimme. In einem Briefe an *Streng*, welcher im Berggeist (1862, S. 1) veröffentlicht wurde, führt *Bunsen* dafür noch einige Beispiele wässriger Solutionen an, die doch ebenfalls nur durch Wärme flüssig sind. Auf einer ganz ähnlichen Erfahrung beruht auch der Hütten-

prozess des sogenannten Pattinsonirens, bei welchem das reine Blei früher krystallisirt, als das silberhaltige, welches gleichsam als Mutterlauge flüssig bleibt. Ich lasse dabei den modificirenden Einfluss noch ganz unberücksichtigt, welchen möglicher Weise hoher Druck und chemisch gebundener Wassergehalt auszuüben vermögen.

Der zweite Einwand, die Anwesenheit gewisser Mineralien als accessorische Bestandtheile in Eruptivgesteinen, welche sich nicht mit deren heissflüssigem Ursprung zu vertragen scheint, verliert schon dadurch sehr an Bedeutung, dass man einige derselben auch in echten Laven findet, an deren Erstarrung aus einem heissflüssigen Zustande gar nicht gezweifelt werden kann. Dabei könnte es zunächst noch zweifelhaft bleiben, ob diese Mineralien oder Substanzen ursprünglich und bei deren Bildung schon in den Gesteinen vorhanden waren, oder ob sie erst nachträglich darin entstanden sind. Für den Wassergehalt hat *Scheerer* sehr gut nachgewiesen, dass er in derselben Weise wie andere Stoffe einen basischen Bestandtheil mehrerer Mineralien, z. B. vielen Glimmers bildet, und unter hohem Druck sehr wohl eine solche heissflüssige Verbindung eingehen und darin bestehen konnte. Durch *Daubrée's* Versuche ist das durchaus bestätigt worden. Ob der sehr geringe Stickstoffgehalt mancher Eruptivgesteine ursprünglich oder später eingedrungen sei, mag vorläufig unentschieden bleiben. Solche Bedenken lösen sich mit der Zeit. Was dagegen den Gehalt an kohlensaurem Kalk, Talk und Eisenoxydul betrifft, so scheint dieser in die Eruptivgesteine stets erst das Resultat einer nachträglichen Veränderung oder Umbildung zu sein, weshalb man ihn denn auch niemals in ganz neuen Laven findet, sondern immer nur in solchen Eruptivgesteinen, welche längere Zeit hindurch entsprechenden Einwirkungen ausgesetzt waren, am häufigsten darum in den plutonischen. Schwefelkies, Magnetkies, Chlorit und Talk scheinen ebenfalls die Resultate solcher Umwandlungen zu sein, wenn es auch noch nicht möglich ist alle einzelnen Fälle des Vorkommens besonderer Mineralien befriedigend zu erklären.

Die Unterschiede zwischen den vulkanischen und plutonischen Gesteinen beider Hauptgruppen, der basischen und

der sauern, sind zwar geringer und noch mehr durch Uebergänge vermittelt, als die zwischen den beiden Gruppen; dieselben verdienen aber immerhin unsere volle Beachtung und bedürfen der Erklärung. Im Allgemeinen habe ich eine solche schon mehrfach angedeutet, als Folge ungleicher Erstarrungsbedingungen unter einfachem oder vielfachem Atmosphärendruck, an der Oberfläche oder im abgeschlossenen Raume, wahrscheinlich sogar unter Zutritt von Wasser. Zu diesen ursprünglichen Ursachen der Ungleichheit kamen aber noch die mancherlei Aenderungen, welche erst nachträglich in dem Zustand und der Zusammensetzung der Gesteine eingetreten zu sein scheinen, meist wohl unter Einwirkung dieselben durchdringenden Wassers oder durchströmender Gasarten. Die Resultate dieser verschiedenen Ursachen alle und überall von einander zu isoliren und zu specificiren, ist vor der Hand noch nicht möglich, doch will ich versuchen, durch nachstehende Gegenüberstellung einige allgemeine Andeutungen darüber zu geben.

Als ursprüngliche Verschiedenheiten sind anzusehen:

Bei den vulkanischen Gesteinen.	Bei den plutonischen Gesteinen.
Vorherrschend dichte, porphyrartige, blasige oder glasartige Zustände.	Vorherrschend krystallinisch körnige und porphyrartige, zuweilen auch schiefrige Textur, selten glasartige oder blasige.
Fast nie schiefrige Textur.	
Geringer Wassergehalt.	Grösserer Wassergehalt.
Selten ausgeschiedener Quarz.	Oefter ausgeschiedener Quarz.
Häufige Tuffbildungen.	Selten Tuffbildungen.

Als Resultat aller dieser Beobachtungen ergiebt sich, dass man trotz einiger Bedenken nach dem gegenwärtigen Stande der Wissenschaft alle Eruptivgesteine als im heissflüssigen Zustande emporgedrungene Theile des Erdinnern anzusehen hat, ohne bis jetzt eine ausreichende Erklärung der Spaltung in zwei Gruppen, eine basische und sauere zu kennen, während die Unterschiede innerhalb dieser Gruppen sich auf die Verschiedenartigkeit der Umstände zurückführen lassen dürften, unter denen die Erstarrung erfolgte, oder auf später eingetretene Umwandlungen.

Durch allmälige Umwandlung dürften dagegen folgende Unterschiede bedingt sein:

Bei den vulkanischen Gesteinen.	Bei den plutonischen Gesteinen.
Wenig oder nicht veränderter Zustand.	Mandelsteinbildung durch Ausfüllung vorhandener Blasenräume mit neugebildeten Mineralien.
	Neubildung oder Umbildung gewisser Mineralien im Innern der Masse, z. B. Schwefelkies, Karbonate, Zeolithe, Apatit, Chlorit, Talk, Serpentin u. s. w. Aufnahme von mehr Wasser.
	Zersetzungs- u. Wackenzustände.
	Möglicher Weise selbst manche Quarzbildung.

Nachdem dieser Abschnitt bereits niedergeschrieben war, erschien in der Zeitschr. d. d. geol. Ges. B. 14 und als besonderer Abdruck *Scheerer's* Abhandlung über die Gneisse des Erzgebirges, worin diese sämmtlich zu den Eruptivgesteinen gerechnet werden. Ich selbst habe zuerst 1844 deutliche Gänge von rothem Gneiss im Freiberger grauen Gneiss beschrieben (v. L. u. Br. Jahrb. 1844, S. 681); wenn ich auch damals nicht die Benennungen rother und grauer Gneiss dafür anwendete, so brachte ich doch die Thatsache schon in Verbindung mit den zwei Jahre vorher von mir beobachteten Thonschieferbruchstücken im Gneiss vom Goldberg bei Goldkronach (Jahrb. 1843, S. 175), und erkannte demnach die eruptive Entstehung gewisser Gneisse vollständig an. Für den bei Freiberg herrschenden grauen Gneiss, sowie für vielen anderen, erschien mir aber die eruptive Entstehung unwahrscheinlich, nicht wegen ihrer Schieferung und mindestens anscheinenden Schichtung, sondern wegen der parallelen Einlagerung sehr ungleicher Varietäten und sogar ganz abweichender Gesteine. In der Nähe von Freiberg kann man allerdings nur den Quarzschiefer als ein sehr abweichendes Gestein parallel zwischen dem grauen Gneiss beobachten. Im Gebiet des Erzgebirges wechseln aber nicht nur zuweilen vielerlei Varietäten parallel mit einander ab, sondern das Gestein geht in den Gegenden von Lengefeld,

Zschopau und Wolkenstein auch so unmerklich in Glimmerschiefer mit Kalksteineinlagerungen über, enthält sogar (als rother Gneiss) bei Kallich selbst Kalkstein, dass mir für die Mehrzahl der erzgebirgischen Gneissvarietäten und namentlich für die grauen eine Entstehung durch Umwandlung viel wahrscheinlicher blieb. In der durch *Scheerer* gefundenen allerdings auffallenden Uebereinstimmung der chemischen Zusammensetzung gewisser Gneisse kann ich auch noch keinen schlagenden Einwand gegen diese Annahme erblicken, denn die angestellten Analysen beziehen sich doch alle auf einigermassen übereinstimmende und charakteristische Varietäten, nicht auf die besonders abweichenden und abnormen, die hie und da ebenfalls parallel eingelagert sind. Wollte man unter sich ähnliche Thonschiefervarietäten einer Gegend, mit Weglassung aller besonderen Einlagerungen genau analytisch vergleichen, so dürfte sich ein ganz ähnliches Resultat heraus stellen. Um so mehr würde das der Fall sein, wenn man nicht blos die Resultate des grauen, sondern zugleich die des mittleren und rothen Gneisses (die mit jenem, wenn auch nicht ganz parallel wechsellagern) in die Vergleichung hereinziehen wollte, denn nicht aller kieselsäurereiche (rothe) Gneiss muss deshalb nothwendig eruptiv sein, weil es einiger sicher ist, und ebenso kann wohl auch einiger graue eruptiv sein. Man darf nicht vergessen, dass, wenn diese offenbar zu den ältesten gehörenden Gesteine meist metamorphische sind, ihr ursprüngliches Material nur aus der Zerstörung einer sehr einförmig zusammengesetzten Erstarrungskruste hervorgegangen sein kann. Gelangten deren Zerstörungsproducte ohne grosse Aufbereitung zur Wiederablagerung, so wird sich ihr chemischer Gehalt auch nicht wesentlich davon und unter sich unterscheiden.

Nun tritt aber hier noch ein anderer sehr beachtenswerther Umstand ein. Vom chemischen Standpunkte, nach ihrer Silicirungsstufe, lassen sich nach *Scheerer* sehr bestimmt drei verschiedene Gneissarten von einander unterscheiden, welche vorläufig die Benennungen grauer, mittlerer und rother Gneiss erhalten haben, diese sollen so constant verschieden sein, wie drei Mineralien. Wenn sich das wirklich bestätigt, so ist es allerdings höchst wichtig

und fast eben so auffallend und überraschend für eruptive Gesteine verschiedener Localitäten als für metamorphische oder sedimentäre gleichen Charakters. Aber wegen der grossen Tragweite der Sache ist es denn doch wünschenswerth, dass zunächst noch recht viele Gneissvarietäten eben so sorgfältig untersucht, oder wenigstens in Beziehung auf ihren Kieselsäuregehalt bestimmt werden. Unter den bis jetzt untersuchten sind noch manche der von *Müller* und *Vogelgesang* in den Gangstudien beschriebenen Varietäten zu vermissen. Es wäre denn doch denkbar, dass dadurch die ohnehin sehr kleinen Lücken sich ausfüllten, welche jetzt zwischen jenen drei Gneissarten zu bestehen scheinen. Diese Lücken sind kaum grösser, als die Schwankungen der Werthe innerhalb der einzelnen Arten, was um so beachtenswerther erscheinen muss, als der früher weit grösser erscheinende Sprung zwischen grauem und rothem Gneiss, auch erst im Verlaufe der Untersuchung durch die gefundene Zwischenstufe des Mittelgneisses sehr vermindert worden ist. Man könnte wohl auch noch Mittelgneisse zwischen grauem und mittlerem, mittlerem und rothem finden.

Als wesentlich unterscheidend wird vorzugsweise der ungleiche Kieselsäuregehalt bezeichnet. Die Extreme desselben schwanken nach 16 besonders genauen Analysen Freiberger Gneisse und dazu gerechneter Granite wie folgt, und ergeben daher nachstehende Differenzen und Lücken:

	Grauer.	Mittler.	Rother.
Extreme	64,17—66,42	68,89—71,43	74,87—76,26
Grösse der Schwankungen.	2,25	2,53	1,39
Grösse der Lücken	2,47	3,45	

Unter den Resultaten der freiberger Schmelzproben finden sich bei erzgebirgischen rothen Gneissen noch Kieselsäuregehalte von 73,0—73,2 –73,5—73,8 u. s. w., durch diese nicht vereinzelte Thatsache wird aber die Lücke zwischen mittlerem und rothem Gneiss wieder wesentlich geringer und die vorstehende Tabelle gestaltet sich dadurch, wie folgt:

Da sind also die Lücken z. Th. schon kleiner als die Schwankungen, und wenn auch die Resultate der Schmelz-

	Grauer Gn.	Mittler Gn.	Rother Gn.
Extreme	64,17—66,42	68,89—71,42	73,0—76,26
Grösse der Schwankungen	2,25	2,53	3,26
Grösse der Lücken	2,47	1,58	

proben nur als annähernd richtig zu betrachten sind, so fragt es sich in Folge von 4 nahe übereinstimmenden doch, ob man berechtigt ist überhaupt noch einen grossen Werth auf diese Lücken zu legen, welche durch neue Analysen leicht noch mehr ausgefüllt werden könnten.

Auch *Roth's* Tabellen, aus denen *Scheerer* nur einige Analysen angeführt hat, enthalten noch mehrere Zwischenglieder, z. B. einen Gneiss mit 67,32 und zwei Granite mit 72,08 und 72,11 Kieselsäuregehalt, doch will ich darauf hier gar keinen Werth legen, weil diese Analysen vielleicht nicht mit gleicher Sorgfalt ausgeführt sind und auch nicht erzgebirgische Gneisse betreffen.

Allerdings habe ich hier nur den Kieselsäuregehalt berücksichtigt, nicht die Titansäure, welche in sehr geringen Mengen vorhanden ist und nicht die basischen Bestandtheile, auf deren Verhältnisse *Scheerer* ebenfalls Werth legt, dergestalt, dass nicht ganz einfach die Mengenverhältnisse der Kieselsäure entscheiden. Vergleicht man nur die dafür gefundenen Zahlenwerthe, so ergeben sich bei ihnen ähnliche Schwankungen und Lücken wie für die Kieselsäure, die daraus berechnete Silicirungsstufe hat aber etwas grössere Uebereinstimmung gezeigt.

Diese überaus sorgfältigen Gneissuntersuchungen, welche über die Ursachen der Gangveredlung, über den ursprünglichen Wassergehalt und über die Silicirungsstufe des Glimmers ein ganz neues Licht verbreitet haben, scheinen mir für den Gneiss als Gestein als sicher begründet zunächst doch nur zu zeigen, dass dessen Kieselsäuregehalt überhaupt zwischen 64 und 76 Proc. schwankt, und dass allerdings die meisten Varietäten entweder vorzugsweise arm oder vorzugsweise reich an Kieselsäure sind, während Zwischenstufen seltner auftreten.

Das ist jedenfalls schon ein interessantes Resultat, das-

selbe steht aber an sich nicht in Widerspruch mit der Annahme, dass auch die erzgebirgischen Gneisse theils durch Umwandlung entstanden, theils eruptiv sind.

Es giebt ohne Zweifel entschiedene Eruptivgesteine, und ebenso entschiedene metamorphische, von sehr ungleichem Kieselsäuregehalt, nur die Form des Auftretens kann über die Art der Entstehung im einzelnen Falle sicher entscheiden. Die erzgebirgischen Gneisse stecken jedoch theils parallel, theils nicht parallel mit so verschiedenen Formen in und zwischen einander, dass es bei unvollkommenem Aufschluss oft sehr schwer wird, von ihrer wahren Lagerungsweise eine hinreichend deutliche Vorstellung zu gewinnen. Die bisherigen Beobachtungen lassen noch nicht darauf schliessen, dass Varietäten von ungleicher Silicirungsstufe räumlich bestimmt von einander abgetrennt seien und gleichsam in sich abgeschlossene Gebiete bildeten.

Haben sich wirklich, chemischen Verwandtschaften folgend, etwa wie bei Bildung der Mineralien in grossen Eruptivmassen, während sehr langsamer Erstarrung derselben, bestimmte constante Stoffverbindungen räumlich abgesondert, dann ist es gewiss recht auffallend, dass das nach chemischen Gesetzen Vereinigte nicht als einfache Mineralmasse erstarrte, sondern nachher doch wieder in drei verschiedenen Mineralien sich spaltete, deren Gesammtheit gleichsam nur ein Mineral darstellt. Das Auffallende eines Ergebnisses von Beobachtungen oder Untersuchungen ist indessen noch kein Grund gegen ihre Richtigkeit, nur scheint es mir, dass so auffallende und unerwartete Resultate zu besonderer Vorsicht mahnen, weshalb ich denn auch glaubte, dass es gut sei, einige Bedenken auszusprechen, deren weitere Erörterung wünschenswerth erscheint.

In Folge der Zurechnung fast aller erzgebirgischen und jedenfalls auch vieler anderen Gneisse zu den eruptiven granitischen Gesteinen, so wie in Folge der analogen chemischen Verhältnisse bei zahlreichen anderen Eruptivgesteinen, schlägt *Scheerer* schliesslich dafür die allgemeinen Bezeichnungen Plutonite und Vulkanite vor, welche unabhängig von der auf specieller mineralischer Zusammensetzung und Textur beruhenden Unterscheidung und Benennung der Gesteine

ganze Gruppen derselben umfassen würden. Diese kurzen Bezeichnungen dürften allerdings mit den Zusätzen basisch und sauer, oder kieselarm und kieselreich für meine Gruppen recht gut anwendbar sein, in welchem Falle man dann:

basische Vulkanite,
saure Vulkanite,
basische Plutonite und
saure Plutonite

zu unterscheiden hätte. (Vergl. S. 296.)

Von den neueren Arbeiten über die Bildung der Eruptivgesteine erwähne ich hier als im Text nicht speciell citirt nur noch folgende:

Delesse, Ursprung der Eruptivgesteine in *Compt. rend.* 1859, t. 48, p. 955, v. L. u. Br. Jahrb. 1829, S. 459, und *Ann. des mines* 1858, t. 15, p. 459. *Delesse* unterscheidet *roches ignées* (Trachyt, Dolerit) *roches pseudo-ignées* (Trapp) und *roches non ignées* (Granit, Diorit u. s. w.). Nach unseren Begriffen ist die Bezeichnung Feuergesteine auch für die vulkanischen nicht passend, da sie nur aus einer hohen Temperatur erstarrten, von Feuer im gewöhnlichen Sinne dabei aber nicht die Rede sein kann.

Daubrée, sur le Métamorphisme et sur la formation des roches cristallines 1860.

In meinen geologischen Fragen habe ich 1858 die hier entwickelten Ansichten meist schon besprochen oder wenigstens angedeutet. Die Gründe, die man aus dem spec. Gewicht des Quarzes im Granit gegen dessen Erstarrung abgeleitet hat, fallen, sobald man Erstarrung unter hohem Druck anerkennt.

Sedimentäre Gesteine.

Ueber die Entstehung der sedimentären Gesteine durch Ablagerung von oben, meist aus Wasser, zum kleineren Theile aus der Atmosphäre, besteht kein Zweifel. Ihre Zusammensetzung, Schichtung und Lagerung, sowie die darin enthaltenen Versteinerungen weisen das auf das Bestimmteste nach. Nur darüber, was Alles man zu den sedimentären Gesteinen rechnen? — in welchem Falle man dafür den Ausdruck metamorphisch anwenden soll? — und unter welchen beson-

deren Umständen die einzelnen hierher gehörigen Gesteinsarten abgelagert worden sind? — bleibt noch Mancherlei zu untersuchen und festzustellen übrig.

Ich werde diese 3 Fragen getrennt besprechen:

1) Für alle Sandsteine, geschichteten Conglomerate, Tuffe, dichten, dichten und schiefrigen Thongesteine, sowie für den grössten Theil der Mergel, Kalksteine, Dolomite und Kohlen liegt der sedimentäre Ursprung so deutlich vor, dass Niemand daran zweifeln wird. Etwas weniger deutlich ist die Sache schon bei manchen körnigen Kalksteinen oder Dolomiten, sowie bei den massenhaften Anhäufungen von Gyps und Steinsalz, obwohl auch an ihrem sedimentären Ursprung überhaupt durchaus nicht mehr zu zweifeln ist. Die Schwierigkeit der Unterscheidung wird da am grössten, wo undeutlich gemengte, oder gar etwas zersetzte Eruptivgesteine parallel zwischen sedimentären liegen.

2) Den Ausdruck metamorphisch wird man am zweckmässigsten immer erst dann anwenden, wenn eine der Voraussetzung nach ursprünglich sedimentäre Gesteinsbildung, in ihren mineralogischen Charakteren so wesentlich verändert ist, dass man aus dem gegenwärtigen Zustande den ursprünglichen nicht mehr ohne Weiteres erkennen kann. Eine feste Grenze ist da natürlich nicht zu ziehen, es finden vielmehr allmälige Uebergänge statt und nur die Extreme sind deutlich verschieden.

3) Die Beantwortung der dritten Frage lässt sich fast gar nicht allgemein behandeln, sondern immer nur für jedes besondere Gestein mit Berücksichtigung seiner Lagerungsverhältnisse und organischen Einschlüsse. Allgemein kann man höchstens sagen: viele dieser Gesteine sind durch das Meer abgelagert, an Küsten oder weit entfernt von Küsten; einige in Landseen, durch Flüsse oder Quellen. Die meisten bestehen aus Abschwemmungsproducten; einige aus vulkanischen Auswurfsproducten; einige aus krystallinischen Niederschlägen oder aus Producten des vegetabilischen oder animalischen Lebensprozesses.

Die Art der mechanischen Aufbereitung und Vereini-

gung des Materials; die Sonderung oder Vereinigung der chemischen Bestandtheile; die Natur der etwa erst später eingedrungenen oder veränderten Substanzen; die Veränderungen des Ablagerungsbodens durch Senkungen, Hebungen u. s. w. — das sind alles sehr wichtige Momente für die Beurtheilung, die sich aber immer nur für den besonderen Fall ermitteln lassen.

Da in vielen Gegenden die ältesten noch deutlich sedimentären Ablagerungen der Grauwackenperiode schon ziemlich vielerlei organische Reste enthalten, nach der Erstarrungstheorie aber der Entwickelung des organischen Lebens auf der Erde nothwendig ein langer Zeitraum vorausgegangen sein muss, in welchem zwar schon Ablagerungen erfolgten, aber noch keine Organismen vorhanden waren, so ist es wahrscheinlich, dass ganz vorzugsweise diese ältesten (untersten) Ablagerungen in metamorphische Schiefer umgewandelt worden sind, welche keine oder sehr wenig Versteinerungen enthielten. Will man eine Vermuthung über ihre wahrscheinliche Beschaffenheit wagen, so kann es allenfalls die sein, dass ihre Zusammensetzung eine sehr einförmige war, weil mehrere Bedingungen der Ungleichheit erst später eintreten konnten, so z. B. die Ablagerung von Kalksteinen und kohlenhaltigen Schichten durch Vermittelung des organischen Lebens. Vielleicht deshalb findet man in sehr alten krystallinischen Schiefergebieten nur ausnahmsweise Einlagerungen von Kalkstein und Graphit. Ihr Material bestand vorherrschend nur aus den Zerstörungsproducten der ersten Erstarrungsgesteine und konnte deshalb leicht, durch spätere Umwandlung ihnen sehr ähnliche krystallinische Schiefer liefern. Mit solchen Schlüssen geräth man indessen nur allzuleicht auf das Gebiet kaum erlaubter Hypothesen.

Metamorphische krystallinische Schiefergesteine.

Obwohl die deutlich sedimentären thonigen Schiefergesteine ganz allmälig in Thonglimmerschiefer, Glimmerschiefer und Gneiss übergehen, und obwohl auch bei den vorherrschend kalkigen, kiesligen und den Kohlengesteinen ganz unverkennbare Uebergänge in ihnen entsprechende Einlagerungen zwischen den entschiedenen krystallinischen Schiefergesteinen

häufig genug beobachtet werden, so bildet die richtige Deutung dieser letzteren doch immer noch den schwierigsten Theil der Gesteinslehre, da für ihre Bildung keine directen Beobachtungen, sondern nur Schlussfolgerungen möglich sind.

Man hat sie nach einander für ursprüngliche Ablagerungsproducte, in einer sogenannten Urzeit; für die ersten Erstarrungsproducte der Erde; zum Theil für Eruptivgesteine, und endlich für stark veränderte Sedimentärgesteine gehalten. Diese verschiedenen Ansichten sind nach und nach aufgetaucht, haben sich mehr oder weniger geltend gemacht, sind aber mit Ausnahme der letzteren, so ziemlich wieder als aufgegeben anzusehen.

Für ursprünglich in ihrem gegenwärtigen Zustande abgelagert hält die krystallinischen Schiefer Niemand mehr. Durch erste Erstarrung kann höchstens ein kleiner Theil derselben entstanden sein, etwa einige Gneissgebiete, welche frei von untergeordneten Einlagerungen sind, das wirklich nachzuweisen dürfte aber jedenfalls sehr schwer sein, es bleibt zunächst eine für gewisse Fälle mögliche Annahme. Eruptiver Entstehung scheinen einige Gneisse allerdings zu sein, für eine grosse Zahl von Gneissbildungen und für die anderen krystallinischen Schiefergesteine passt aber eine solche Erklärung durchaus nicht, und vom geologischen Standpunkte wird man daher wohl thun, die nachweisbar eruptiven Gneisse als schiefrige Varietäten zum Granit zu rechnen, alle übrigen aber vorläufig noch zu den metamorphischen Schiefern. Somit bleibt dem gegenwärtigen Zustand der Wissenschaft entsprechend, für den überwiegenden Theil der krystallinischen Schiefergesteine nur die Erklärung durch Umwandlung aus sedimentären Bildungen übrig.

Als Gründe, welche ganz entschieden für eine solche Umwandlung überhaupt sprechen, ohne dabei sicher über die Art des Vorganges zu belehren, sind besonders folgende hervor zu heben.

1) Die zahlreichen Umwandlungsreihen, welche man schon bei den noch deutlich sedimentären Gesteinen beobachtet, und welche grösstentheils Uebergänge in krystallinische Schiefer oder deren gewöhnliche untergeordnete

Einlagerungen vermitteln. Ich will diese Umwandlungsreihen hier nur an wenigen Beispielen zeigen.

a) Thonschlamm geht über in (oder wird zu) Schieferthon, Thonschiefer, Thonglimmerschiefer und Glimmerschiefer. Ungleicher Gehalt an Sand, Kalk, Talk, Kali oder Natron, hatte dabei natürlich einen grossen Einfluss auf die besondere Natur der Umwandlungsresultate, dadurch entstanden endlich nicht nur die zahlreichen Varietäten des Glimmerschiefers, sondern auch Gneiss, Hornblendeschiefer, Chloritschiefer oder Talkschiefer, welche letztere allerdings noch den Zutritt von Talkerdesolutionen vermuthen lassen.

b) Sand geht über in (oder wurde zu) Sandstein, Quarzit, Quarzschiefer oder Itakolumit, je nach der Beschaffenheit der ursprünglichen Beimengungen, oder der später hinzu gekommenen Substanzen. Aus Sandsteinen mit viel Bindemittel konnte wohl auch quarzreicher Glimmerschiefer oder Gneiss werden.

c) Aus mikroskopisch kleinen Thierschalen bestehender Kalkschlamm geht über in (oder wurde zu) Kreide, diese wahrscheinlich durch Druck in dichten Kalkstein, aus beiden konnte unter Druck durch hohe Temperatur körniger Kalkstein werden, welcher so oft untergeordnete Einlagerungen zwischen krystallinischen Schiefern bildet.

d) Aus Torf oder anderen Pflanzenanhäufungen wurden unzweifelhaft Braunkohle, Schwarzkohle, Anthracit, Graphit. Letzteren finden wir wieder als untergeordnete Einlagerung zwischen krystallinischen Schiefergesteinen.

e) Eisenoxydhydrat lagert sich als Rasen- oder Brauneisenstein ab, unter starker Bedeckung scheint durch Entweichen des Wassers Rotheisenstein und durch Absorption eines Theiles Sauerstoff Magneteisenstein daraus hervorgegangen zu sein. Letztere finden wir als untergeordnete Einlagerungen zwischen den krystallinischen Schiefern. Doch haben in diesen Fällen auch Rückbildungen und andere Vorgänge stattge-

funden, wodurch die Thatsachen etwas verwickelter geworden sind.

2) Einen zweiten höchst wichtigen Grund für die Erklärung durch Umwandlung, bilden die zahlreichen parallelen Wechsellagerungen der Gesteine oder Varietäten, welche zu den krystallinischen Schiefern gehören. Dazwischen liegen dann auch noch jene untergeordneten Einlagerungen von körnigem Kalkstein, Dolomit, Quarzit, Eisenstein, Graphit u. s. w. Das Ganze parallel geschichtet. Diese Wechsellagerungen und Einlagerungen entsprechen aber vollständig den Wechsellagerungen und Einlagerungen der sedimentären Gesteine, nur im veränderten, meist krystallinischen Zustande. Sie sind auf eine andere Weise überhaupt nicht erklärbar.

3) Schon die gewöhnliche oder normale Lage der krystallinischen Schiefer unter allen Sedimentärgesteinen, mit oft vollständigen allmäligen Uebergängen in dieselben, entspricht durchaus einer solchen Entstehung durch Umwandlung.

4) Es lassen sich endlich auch noch gewisse seltnere Erscheinungen oder Ausnahmen zu Gunsten der Umwandlungstheorie anführen, so z. B. das Vorkommen einzelner, noch erkennbare Versteinerungen enthaltender Schichten zwischen krystallinischen Schiefern, wie z. B. der kalkigen Schiefer mit Belemnitenresten zwischen dem Glimmerschiefer und Gneiss der Alpen an der Furca und am Pass von Nufenen. Hier sind ausnahmsweise auch jüngere Ablagerungen sehr stark, aber nicht vollständig verändert worden.

Die Gesammtheit dieser Thatsachen liefert, wie mir scheint, einen so bündigen indirecten Beweis für die erfolgte Umwandlung eines sehr grossen Theiles der krystallinischen Schiefer, als man ihn nur von blossen Schlussfolgerungen, ohne die Möglichkeit directer Beobachtung des Vorganges, erwarten kann.

Eine ganz andere Frage ist nun aber die nach der Ursache und Art der Umwandlung.

Die erste Vermuthung der Geologen über diesen Gegenstand war die, dass man meinte, die krystallinischen Schiefer

seien durch Einwirkung massenhaft emporgedrungener Eruptivgesteine über und neben denselben aus sedimentären Gesteinen gebildet worden; also durch eine Art von Contacteinwirkung, wobei man zugleich annahm, der Feldspath des Gneisses sei erst von granitischen Gemengen aus in die Schiefer eingedrungen. Das sehr häufige Zusammenvorkommen von Granit und Gneiss; die Umgebung von Granitgebieten durch Gneisshüllen, die nach aussen in Glimmerschiefer übergehen, wie z. B. mehrfach im Erzgebirge — dergleichen Erscheinungen konnten allerdings zu Gunsten einer solchen Hypothese angeführt werden. Eine irgend annehmbare Erklärung über die Möglichkeit der gleichmässigen Vertheilung des Feldspathes im Gneiss vermochte man aber auf diese Weise nicht zu liefern, eben so wenig über die Grösse der Ausdehnung, welche dergleichen Contactwirkungen zuweilen erlangt haben müssten, ohne dass sie eine constante Abnahme ihrer Energie mit der Entfernung von der Ursache erkennen lassen. Sehr häufig steht die Masse der beobachtbaren Eruptivgesteine (als Ursache) in gar keinem entsprechenden Verhältniss zu der Ausdehnung der krystallinischen Schiefer als Wirkung. Manche ausgedehnte krystallinischen Schiefergebiete sind sogar völlig frei von granitischen oder anderen eruptiven Durchsetzungen, und es würde mindestens sehr gewagt sein, wenn man in solchen Fällen allemal, eine nur nirgends zu Tage getretene Unterlage von Granit voraussetzen wollte. Dazu kommt aber noch, dass sehr grosse Granitmassivs oft gar nicht von Gneiss oder anderen krystallinischen Schiefern umgeben sind, sondern vielmehr unmittelbar von deutlich sedimentären Gesteinen, welche fast gar nicht, oder doch in ganz anderer Art verändert sind, aus deren Lagerung man aber deutlich erkennt, dass sie wirklich vom Granit durchsetzt wurden. Der Harz und das sächsische Voigtland liefern sehr wichtige Beispiele der Art. Hier sind Thonschiefer verschieden alter Formationen von sehr grossen Granitmassivs durchbrochen, an deren Rändern zeigt sich aber keine Spur von Gneiss- oder Glimmerschieferbildung, sondern es ist nur der gewöhnliche Thonschiefer bis zu einem verhältnissmässig geringen Abstand in Hornfels, Knotenschiefer oder Chiastolithschiefer

umgewandelt, die sich zwar deutlich als Folgen einer Contactwirkung zu erkennen geben, aber durchaus nicht an Gneissbildung erinnern, und die sehr wahrscheinlich mehr die Folgen einer hydroplutonischen Wirkung als der hohen Temperatur des Granites an sich sind.

Allerdings beschrieb *Credner* in v. L. u. Br. Jahrbuch 1849, S. 8 ein Vorkommen bei Glasbach an der Schwarza im Thüringer Walde, wo es wirklich ganz den Anschein hat, als sei neben einem mächtigen Granitgange, der den Thonschiefer durchsetzt, durch Einwirkung des Granites der Thonschiefer auf eine sehr geringe Entfernung hin in Gneiss umgewandelt worden. Ein solcher Fall würde aber unter besonderen Umständen, wenn der Thonschiefer die Elemente des Gneisses enthielt, recht gut möglich sein, ohne dass man dadurch berechtigt wird, die Entstehung allen Gneisses aus gleichen oder analogen Umwandlungsursachen abzuleiten. Es geht daraus vielmehr nur hervor, dass die allgemeinen Bedingungen der Gneissbildung durch Umwandlung auch durch specielle Zustände erfüllt werden können, gerade so wie die allgemeinen Bedingungen der Antracitbildung hie und da neben Basalten oder Porphyren eintreten.

Mir scheint nach dem Allen, dass irgend eine Contactwirkung von empordringenden Eruptivgesteinen jedenfalls nicht ausreicht, die Entstehung der krystallinischen Schiefergesteine überhaupt zu erklären, dass dieselben vielmehr in der Hauptsache das Resultat einer viel allgemeiner wirkenden Ursache sein müssen. Diese Ursache ist sehr wahrscheinlich wesentlich nichts anderes als Druck und Wärme. Ich halte dafür, die krystallinischen Schiefer mit den dazu gehörigen untergeordneten Einlagerungen sind nichts weiter, als das letzte Resultat jenes sehr allgemeinen Umwandlungsprozesses, welcher alle diejenigen sedimentären Ablagerungen betroffen hat, und noch fortwährend betrifft, welche durch neuere Ablagerungen mehr oder weniger stark bedeckt wurden.

Dass eine sehr starke Bedeckung durch neuere Ablagerungen immer nur in Folge einer vorhergehenden Bodensenkung eintreten konnte, versteht sich von selbst. Dadurch wurden aber dann die bedeckten Schichten nicht nur einem

erhöhten Druck, sondern auch einer erhöhten Temperatur ausgesetzt. Zu dem Druck durch überlagernde Schichten kam in früheren Erdentwickelungsperioden wahrscheinlich auch noch der höhere Druck einer stoffreicheren, dichteren und dickeren Atmosphäre; zu der Wärmesteigerung mit der Tiefe aber, die überhaupt höhere Temperatur des Erdkörpers in seiner Totalität, die aus so vielen Thatsachen geschlossen werden kann. Das gilt als einflussreich freilich nur für sehr frühe geologische Zeiträume, für diese ist es aber ganz einfach eine Consequenz der Erstarrungstheorie und muss nothwendig auch einen Einfluss auf die, wenn auch geringen allgemeinen Verschiedenheiten älterer und neuerer Eruptivgesteine ausgeübt haben, indem es für jene Zeiten den Unterschied zwischen vulkanisch und plutonisch mehr verwischte, alles vulkanische etwas plutonischer gestaltete.

Also Druck und Wärme, beide gemeinsam und vielleicht auch noch in Verbindung mit Wasser, welches die Erdkruste stets bis zu grosser Tiefe durchdrang, oder ursprünglich chemisch gebunden vorhanden war, scheinen im Verlaufe sehr grosser Zeiträume, als Endresultat die Umwandlung in krystallinische Schiefer hervor gebracht zu haben, die, wo man sie an der Erdoberfläche beobachtet, dann allemal erst wieder gehoben und ihrer Bedeckung theilweise beraubt worden sein müssen. Da aber sowohl die Bedeckung und Umwandlung als die spätere Erhebung und Freilegung jedenfalls sehr grosse Zeiträume in Anspruch nahmen, so ist es ganz natürlich, dass alle beobachtbaren krystallinischen Schiefergesteine sehr alt sind. In der Regel werden sie die ältesten Ablagerungen im veränderten Zustande darstellen. Ausnahmen davon können nur unter ganz besonderen Umständen eingetreten sein. In den Alpen scheint das der Fall gewesen zu sein, die Ablagerungen der Jura-, Kreide- und Tertiärperiode zeigen hier eine ganz ungewöhnliche Mächtigkeit, in Folge davon scheinen belemnitenhaltige Schichten (die ältesten Ablagerungen der Juraperiode) zeitweise so stark bedeckt worden zu sein, dass sie z. Th. zu krystallinischen Schiefern wurden, und sehr energische Hebungen haben dieselben später auch wieder frei gelegt.

Es erscheint in den Alpen überhaupt die Skala der Umwandlungen gleichsam etwas höher herauf gerückt zu sein, die eocänen Ablagerungen enthalten zum Dachdecken brauchbare feste Thonschiefer, die miocänen Braunkohlen der Molasse gleichen schon beinah Steinkohlen u. s. w. Ganz im Gegensatz dazu findet man in den Niederungen des europäischen Russlands die ältesten Silurbildungen z. Th. noch im Zustande von plastischem Thon und mürbem Sandstein, wahrscheinlich weil sie nie stark bedeckt wurden.

Bei sehr starker Bedeckung kann die Temperatur in den untersten Ablagerungen sogar eine solche Höhe erreicht haben, dass dadurch einige oder alle Gesteinsglieder erweicht, selbst theilweise geschmolzen wurden. Daduch würden sich z. B. die sonderbaren Erscheinungen erklären lassen, die man zuweilen an den Einlagerungen von körnigem Kalkstein zwischen krystallinischen Schiefern beobachtet, ja es könnten dadurch wohl selbst Silikatgesteine erweicht, und theilweise in gewissem Grade eruptiv geworden sein, ohne nothwendig ihre schiefrige Textur und Schichtung vollständig zu verlieren.

Auf diesem Wege kann man sich allerdings nur allzu leicht auf das Gebiet ganz unerweisbarer Hypothesen verleiten lassen, aber die Möglichkeit liegt vor, dadurch manche Lagerungsverhältnisse von Granulit oder Gneiss zu erklären, die sich nicht mit der blossen Umwandlung einer Sedimentärbildung vertragen.

Wenn sich durch solche allgemeine plutonische Einwirkungen wie Druck und Wärme der besondere Zustand der krystallinischen Schiefer erklären lässt, so entsteht nun freilich noch die sehr wichtige Frage, ob denn auch ihre chemische Zusammensetzung damit übereinstimmt? d. h. ob sedimentäre Gesteine diejenigen Bestandtheile enthalten oder aufnehmen konnten, welche zur Bildung der krystallinischen Schiefer nöthig waren? Für Viele derselben ist das sicher der Fall. Man braucht nur die Bestandtheile der krystallinischen und der noch nicht krystallinischen Schiefer in den Tabellen S. 47 mit einander zu vergleichen, um daraus zu erkennen, dass recht wohl ohne Zutritt neuer, oder Beseitigung vorhandener Bestandtheile, aus manchem Thon-

schiefer ein Glimmerschiefer, aus anderem ein Gneiss werden kann, wenn diese Bestandtheile fähig sind, sich zu krystallinischen Mineralaggregaten zu verbinden. Der Stoff dazu ist vorhanden, es muss nur die Möglichkeit gegeben sein in die neue Form einzutreten. Durch die Variation der Bestandtheile verschiedener Thonschiefer, die z. Th. auch etwas Kalkerde und Talkerde enthalten, ist das Material für sehr verschiedene Gneiss-, Glimmerschiefer- und auch Hornblendeschiefervarietäten gegeben. Zur Bildung von Chlorit und Talkschiefer wird allerdings noch der Zutritt von mehr Talkerde in irgend einer Solutionsform nöthig, es ist aber bekannt, dass zahlreiche Pseudomorphosen einzelner Mineralien, deren Entstehung als solche ganz unzweifelhaft ist, die Möglichkeit eines derartigen Zutrittes beweisen. Es scheint nur eben, dass für die Bildung dieser talkerdereichen Gesteine, zu denen auch der Serpentin gehört, noch besondere Bedingungen nöthig waren, ausser den allgemeinen für die Entstehung der krystallinischen Schiefer überhaupt.

Unsere Hypothese (die ich mit dieser Bezeichnung keineswegs als eine persönliche in Anspruch nehmen will) schliesst durchaus nicht die Mitwirkung des Wassers bei dergleichen Umwandlungen aus. *Daubrée* hat erst kürzlich durch Versuche gezeigt, dass das Wasser unter hohem Atmosphärendruck selbst bei Weissglühhitze, mit anderen Substanzen z. B. mit Silikaten chemisch verbunden bleiben kann, und dass es dann sogar den Schmelzpunkt der Stoffe nicht unwesentlich verändert, und *Scheerer* hat die Ursprünglichkeit des Wassergehaltes im Glimmer der Gneisse nachgewiesen. So mag denn auch durch seine Vermittelung manche Erscheinung im Erdinnern bewirkt worden sein, die sich noch nicht speciell nachweisen lässt.

Wie stark die Bedeckung gewesen sein müsse, um solche Umwandlungen zu veranlassen, das lässt sich um so weniger angeben, da nach der Erstarrungstheorie früher auch die Gesammttemperatur des Erdkörpers bis zur Oberfläche eine höhere, die Atmosphäre aber eine dichtere, schwerere war, also den Druck vermehrte.

Ueberdiess ersetzt auch in allen Fällen die Zeitdauer der Einwirkungen einigermassen ihre Energie, die Zeit aber

ist für geologische Vorgänge eine absolut unermessliche, ihre Benutzung zur Erklärung daher eine ganz unbeschränkte.

Die krystallinischen Schiefer nähern sich in ihren vorherrschenden Repräsentanten, Gneiss und Glimmerschiefer, mehr den sauern als den basischen Eruptivgesteinen. Der Grund dafür ist wohl leicht einzusehen. Kalkerde und Talkerde, durch deren grösseren Gehalt sich die basischen Eruptivgesteine ganz besonders von den sauern unterscheiden, sind, nachdem sie durch Zerstörung jener in Auflösung gelangt waren, meist als kohlensaure Verbindungen, als Kalksteine und Dolomite, für sich allein zur Ablagerung gelangt und bildeten somit einigermassen selbsständige Einlagerungen zwischen den mehr mechanischen thonigen oder sandigen Ablagerungen ohne Kalkerdegehalt, aus denen die Mehrzahl der krystallinischen Schiefer hervorgegangen zu sein scheint. Diese Kalk- und Dolomitlager fehlen aber auch zwischen den kieselreichen krystallinischen Schiefern nicht, und dürften den Kalk- und Talkerdegehalt darstellen, welcher der Gesammtheit der krystallinischen Schiefer im Vergleich mit der Gesammtheit der Eruptivgesteine fehlt. Das könnte also auch der Grund sein, warum wir in den krystallinischen Schiefern überhaupt seltner Verbindungen von Amphibol, Pyroxen und Labrador finden als in den Eruptivgesteinen.

Da die krystallinischen Schiefer durchschnittlich die ältesten Gesteine sind, die man kennt — überlagert von allen Sedimentären, und durchbrochen von allen Eruptiven — so müssen sie hiernach vorzugsweise durch Umwandlung der ältesten oder alleruntersten Ablagerungen entstanden sein. Worauf hätten sich aber diese ablagern können, wenn vorher kein anderes Gestein vorhanden war? Allerdings muss vorher schon ein fester Ablagerungsboden als Scheidewand zwischen dem heissflüssigen Erdinnern und der Wasser- und Lufthülle vorhanden gewesen sein, aus welcher allein Ablagerungen erfolgen konnten. Das führt uns, wenn wir überhaupt den heissflüssigen Zustand der Gesammterde als ältesten geologisch erschliessbaren anerkennen, zu der nothwendigen Annahme einer mächtigen ersten Erstarrungskruste, bevor es möglich war, dass irgend ein sedimentäres oder

eruptives Gestein entstehen konnte. Wo ist nun diese erste Erstarrungskruste hingekommen, wenn sie nicht durch die krystallinischen Schiefer dargestellt wird? — Es ist allerdings nicht leicht eine solche Frage, die sich auf längst vergangene Zeiten und Zustände bezieht, bestimmt zu beantworten, dass aber Gneiss, Glimmerschiefer oder Thonglimmerschiefer mit parallelen untergeordneten Einlagerungen von Kalkstein, Dolomit, Hornblendeschiefer, Quarzschiefer, Eisenstein oder Graphit und dergl. nicht durch erste Erstarrung der Erdmasse gebildet worden sein können, so viel ist sicher. Wo dergleichen Einlagerungen z. B. im Gneiss ganz fehlen, da wäre es allerdings möglich, dass solche Gneissgebiete Ueberreste einer ersten Erstarrungskruste seien, und ebenso braucht nicht nothwendig aller Granit eruptiv zu sein, weil vieler deutliche Beweise dafür zeigt. Da hätten wir also schon Einiges, was möglicher Weise von der ersten Erstarrung herrühren könnte.

Gleichmässige Gneissgebiete ohne alle fremdartige untergeordnete Einlagerungen und Granitgebiete, die keine Spuren eruptiver Entstehung erkennen lassen, sind aber nach den bisherigen geologischen Erfahrungen so seltene Erscheinungen, dass sie offenbar nicht genügen, um eine mächtige erste Erstarrungskruste zu repräsentiren. Unter diesen Umständen bleibt vorläufig kaum etwas anderes übrig, als anzunehmen, dass ein grosser Theil jener ersten Erstarrungskruste unter sehr starker Bedeckung durch Ablagerungen allmälig wieder eingeschmolzen und z. B. als Granit eruptiv geworden ist. Es steht sogar nichts entgegen, dass dieser Vorgang zuweilen auch die ersten, untersten Ablagerungsgesteine betroffen haben könne, und dass hierdurch der chronologische Anfangspunkt für alle geologischen Entwickelungen oft sehr verwischt und unsicher geworden ist.

Ich habe im Vorstehenden die plutonische Erklärung der krystallinischen Schiefergesteine zu entwickeln versucht. In neuester Zeit sind nun aber, nicht sowohl von Geologen, als vielmehr von Chemikern andere Erklärungen ihrer Entstehung durch Umwandlung aus Ablagerungsgesteinen versucht worden, welche sich hauptsächlich dadurch von jener unterscheiden, dass sie alle plutonischen Einwirkungen

negiren und nur die unter den Zuständen an der Erdoberfläche wirkenden chemischen Vorgänge als massgebend anerkennen.

Dass plutonische Vorgänge die Mitwirkung oder Anwesenheit von Wasser nicht ausschliessen, und in so fern allenfalls hydroplutonisch genannt werden könnten, habe ich bereits mehrfach erwähnt, nach den neueren Ansichten einiger Chemiker soll aber das Wasser allein, schon unter gewöhnlichen Druck- und Temperaturverhältnissen genügen, um im Laufe der Zeit jene Umwandlungen hervorzubringen.

Ich wage nicht diese Erklärungen vom chemischen Standpunkte zu beurtheilen, sondern nur vom geologischen; von diesem aber genügen sie mir nicht: weil sie principiell den Einfluss starker Bedeckung, also hohen Druckes und erhöhter Temperatur unberücksichtigt lassen; weil sie nicht erklären, warum z. B. in den Alpen sehr neue Ablagerungen stark verändert sind, während in anderen Gegenden, wo Bedeckungen fehlten, bei sehr alten Ablagerungen kaum eine Veränderung eingetreten ist, wie z. B. im nördlichen Russland; und endlich weil sie die gleichzeitig eingetretenen mechanischen Aenderungen, wie Verdichtung, Schieferung u. s. w. ganz unerklärt lassen. Vorausgesetzt, dass es wirklich richtig sei, durch Wasserwirkung könne unter gewöhnlichen Druck- und Temperaturverhältnissen aus Thon (Schieferthon, Thonschiefer), Glimmerschiefer oder Gneiss, Hornblendeschiefer u. s. w. werden, so bleibt es doch schwer denkbar, dass solche von der Oberfläche ausgehende Einwirkungen ganze Schichtencomplexe, nicht local sehr ungleich, sondern überall fast ganz gleichmässig betroffen und verändert haben sollten. Sehr auffallend würde es dann ferner sein, wenn man nicht auch gewisse Modificationen dieser Veränderungen (Umwandlungen) auffände, die durch erhöhten Druck und erhöhte Temperatur bedingt sind, da sich die Nothwendigkeit solcher Zustände im Erdinnern nun einmal nicht ableugnen lässt, und zahlreiche geologische Thatsachen hinreichend beweisen, dass einst stark bedeckte Gesteine durch spätere Erhebung und Abschwemmung jetzt frei gelegt sind.

Der rein chemischen Hypothese folgend lässt sich über-

haupt gar keine Beziehung zwischen Lagerung und Umwandlung erkennen, wie sie aus der plutonischen Hypothese so constant hervorgeht. Einiges Bedenken muss es übrigens auch erwecken, dass von den Vertretern derselben — um die plutonische unwahrscheinlich zu machen — die Wirkungen des Druckes und der erhöhten Temperatur im Erdinnern beinah vollständig in Abrede gestellt werden, die doch für jeden vorurtheilsfreien Physiker nur eine nothwendige Folge der Verhältnisse sind, und dass ferner von denselben auch die eruptive Natur der meisten Eruptivgesteine in Abrede gestellt zu werden pflegt, was mindestens eine geringe Bekanntschaft mit den geologischen Thatsachen durch eigene Beobachtung voraus setzen lässt. Ich brauchte hier absichtlich nur den Ausdruck eruptiv, ohne den Zustand der Erweichung zu bezeichnen, denn das Eruptive der Form steht für jeden unbefangenen Beobachter fest, wenn auch über den Zustand der Substanz hie und da noch Zweifel möglich sind

Mit anderen Worten, ich halte diese Chemiker für nicht sehr competent in rein geologischen Fragen, so lange sie nicht auch die formalen Erscheinungen gehörig berücksichtigen.

Sehr belehrend bleiben nichts desto weniger die sorgfältigen Untersuchungen über Mineralbildungen und Mineralumbildungen durch Wasserwirkung, welche wir z. B. *G. Bischof* verdanken. Sie klären höchst wissenschaftlich auf, über die schon längst vermuthete Entstehungsweise von Mineralablagerungen in Blasenräumen und in Spalten vieler Gesteine, sowie über die besonderen Mineralbildungen oder Umbildungen im Innern anderer, wodurch z. B. local Serpentin, Chloritschiefer, Talkschiefer u. s. w. entstanden sein mögen.

Im Verlaufe dieser Erörterungen war bereits von Umwandlungen durch Contact die Rede, d. h. von solchen, die sich an den Rändern oder in der Nachbarschaft von Eruptivgesteinen finden, welche sedimentäre Ablagerungen durchsetzt haben. Dass dergleichen häufig beobachtet werden, unterliegt gar keinem Zweifel. In der Regel erstrecken sie sich aber nur auf sehr beschränkte Abstände von den Erup-

tivgesteinen, und es lassen sich dabei wieder plutonische oder hydroplutonische und vulkanische Einwirkungen unterscheiden. Zu den ersteren gehören die Bildungen von Hornfels, Knotenschiefer und Chiastolithschiefer an den Contacträndern von Granit oder Grünstein; zu den letzteren die besondere Härtung, Verschlackung oder Verglasung, die Verkoaksung oder säulenförmige Absonderung der thonigen, sandigen oder Kohlengesteine an den Grenzen von Basalt, Trachyt oder auch Porphyr. Während die ersteren eine Mitwirkung des Wassers voraussetzen lassen, scheinen die letzteren einfach Folgen sehr erhöhter Temperatur und darauf folgender schneller Abkühlung zu sein.

Zu den ganz localen Umwandlungsprozessen gehören auch diejenigen, welche durch brennende Kohlenlager veranlasst werden, wie die S. 258 beschriebenen Kohlenbrandgesteine.

Die hier berührten Gesteinsumwandlungen sind höchstens mit Ausnahme der letzteren, lauter solche, welche in der Tiefe, unter Abschluss der Atmosphäre erfolgen, wofür *Haidinger* (Berichte 1848, B. 4, S. 103), die Bezeichnung katogen vorgeschlagen hat, im Gegensatz zu den anogenen Umwandlungen, welche unter Einwirkung der Luft und Wasserhülle von Aussen nach Innen vorrücken. Diese letzteren fallen z. Th. zusammen mit dem sehr allgemeinen Verwitterungsprozess der Gesteine, bestehen aber nicht alle in einer Zersetzung oder Auflockerung der Massen, z. Th. vielmehr auch in Hydratbildungen. Dahin gehören: die Kaolinisirung der feldspathhaltigen Gesteine, die Wackenbildung der Augit oder Hornblende haltigen Gemenge, die Gypsbildung aus Anhydrit u. s. w. Im Kreislauf aller Stoffe spielen auch sie eine sehr wichtige Rolle.

Die wichtigsten Gegensätze der katogenen und anogenen Umwandlungen dürften etwa so zu bezeichnen sein:

Katogen.	Anogen.
Verdichtung und Härtung.	Auflockerung.
Krystallisation.	Oft Zerstörung des krystallinischen Zustandes.
Desoxydation.	Oxydation.
Entwässerung (bis zu gewissem Grade).	Hydratbildung.
Schiefertextur.	

Als besonders wichtige neuere Arbeiten über die Metamorphose der Gesteine glaube ich die folgenden bezeichnen zu dürfen:

Sainte Claire Deville, die Wirkungen der Chlorure und Sulphate auf den Metamorphismus der sedimentären Gesteine. *Compt. rend.* 1858, t. 47, p. 89.

A. Gages, on the studi of some metamorphic rocks. Philos. magaz. 1859, März, p. 169.

O. Lieber, Kritik der Ansichten von *Bischof* und *Naumann* über Metamorphismus, im *Mining Magazine*, Vol. I, Dec. 1859.

Delesse, études sur le métamorphisme des roches. Paris 1861, (v. L. u. Br. Jahrb. 1858, S. 385 u. 727, 1859 S. 222 u. 223). *L'Institut* 1861, p. 276.

Daubrée, études sur le métamorphisme et sur la formation des roches cristallines. Paris 1860. (Eine früher erschienene Abhandlung wurde von Ludwig übersetzt).

Die Lehrbücher *Naumann's*, *Bischof's*, *Studer's* u. s. w. citire ich hier nicht besonders.

Mineral und Erzgänge.

Diese bilden beinah eine besondere Gruppe von Gesteinen und würden in der That den drei anderen Gruppen ebenbürtig zur Seite zu stellen sein, wenn nicht ihre räumliche Ausdehnung eine so sehr geringe wäre. Sie füllen nur verhältnissmässig enge Spalten in anderen Gesteinen aus, und ihre Entstehung scheint fast allgemein eine hydroplutonische zu sein. Es sind grösstentheils chemische Niederschläge aus wässrigen Solutionen, welche im Erdinnern, meist unter anderen Verhältnissen von Druck und Wärme erfolgten, als diejenigen sind, die an der Erdoberfläche herrschen.

Da ich mich über diese räumlich untergeordneten Bildungen kürzlich in der zweiten Auflage meines Buches über Erzlagerstätten sehr ausführlich ausgesprochen habe, so gehe ich hier nicht weiter darauf ein.

Rückblick.

Blicken wir nach dem Allen noch einmal auf die verschiedenartigen Gesteinsbildungen und Umbildungen zurück, so ergiebt sich für deren Gesammtheit eine Art von Kreislauf der Stoffe (vielleicht besser der Materie) und ihrer

Zustände. Die Stoffe bleiben, aber die Formen ihres Auftretens, und die Arten ihrer Verbindung wechseln.

Von den nicht sicher nachweisbaren ersten Erstarrungsproducten absehend, können wir in den Kreislauf des Formenwechsels am besten bei den eruptiven Erstarrungsgesteinen, als den am meisten ursprünglichen Bildungen eintreten. Durch chemische und mechanische Thätigkeit werden sie von ihrer Oberfläche herein, und von ihren inneren Zerspaltungen aus beständig angegriffen und zerstört. Die Producte dieser Zerstörung lagern sich als chemische Niederschläge oder als mechanische Aggregate wieder ab. Durch den ersteren Vorgang entstehen Ausfüllungen von Blasen und Spalten (Mandeln und Gänge); Quellenablagerungen von Kalktuff, Kieseltuff, Raseneisenstein, oder auch andere krystallinische Gesteine wie Gyps, Steinsalz u. s. w. Durch den letzteren Vorgang werden dagegen die weit mächtigeren und ausgedehnteren Ablagerungen von Thon, Sand, Geröllen, Mergel, Kalkstein und Dolomit, z. Th. unter Vermittelung des organischen Lebens, veranlasst. Kohlenstoff, als Kohlensäure in der Atmosphäre, Wasser, Chlor und einige andere Substanzen treten neu hinzu.

Alles abgelagerte Material wird aber, ebenso wie das eruptive, von Aussen herein auch wieder theilweise zerstört und abgeschwemmt, im Innern dagegen wird es durch Druck und Wärme im Verlaufe grosser Zeiträume beständig verändert. Anfangs nur mechanisch vereinigte Theile gehen dadurch aufs neue chemische Verbindungen ein, und nehmen krystallinische Zustände an, die mehr oder weniger den krystallinischen Mineralaggregaten der eruptiven Gesteine entsprechen. Ja es ist sogar wahrscheinlich, dass ihr Material z. Th. selbst wieder eruptiv geworden ist.

Da aber zu keiner Zeit, die wenn auch sehr langsame, und deshalb oft kaum beobachtbare Zerstörung und Neubildung von Gesteinen ganz unterbrochen war und ist, so sind auch alle die verschiedenen Producte der Erstarrung, Ablagerung und Umwandlung immer aufs neue wieder von denselben Vorgängen betroffen worden und werden noch davon betroffen. Das ist der ewige Kreislauf der Stoffe im Steinreich.

Bei so vielfach wiederholter Verarbeitung und Umbildung desselben Materials, zu dem überdiess die Atmosphäre und das Wasser neue Bestandtheile lieferten, ist es nicht zu verwundern, dass die Mannichfaltigkeit seiner Gruppirung sich stets einigermassen vermehrt hat, denn wenn auch gewisse Vorgänge in diesem Kreislauf ganz allgemeiner Natur sind, sich überall und zu allen Zeiten gleichmässig wiederholend, so sind doch in Folge der allgemeinen Vermannichfaltigung der Zustände und Umstände, und der Summirung ihrer Resultate, oft auch besondere Combinationen derselben eingetreten, wodurch dann besondere Gesteinsbildungen veranlasst wurden, die nicht zu allen Zeiten vorhanden waren, oder nicht zu den normalen Erscheinungen gehören. Eine weit grössere Zunahme der Mannichfaltigkeit durch die Veränderung und Vermehrung der Existenzbedingungen zeigt sich ja auch im geologischen Entwickelungsprozess des organischen Lebens, dessen Kreislauf ein weit schnellerer ist, und in der äusseren Oberflächengestaltung des Erdkörpers.

Index.

Absonderung 52
Abweichende Lagerung 62.
Achat 269.
Actinolitschiefer 187.
Adlersteine 35.
Adulargneiss 173.
Adulargranit 144.
Agalmatolith 272.
Alabaster 218.
Alaunerde 253.
Alaunfels 233.
Alaunschiefer 190.
Alaunstein 233, 271.
Amaltheenthon 200.
Amethyst 268.
Ammonitenkalk 212.
Amphibolgesteine 6.
Amphibolit 186.
Amphilogitschiefer 178.
Amygdalophyr 109.
Analcimit 76.
Anamesit 72.
Andesit 76, 122, 129.
Anhydrit 220.
Ankerit als Gestein 272.
Anordnung der Gesteine 64.
Anorthit-Augitgestein 85.
Anorthit-Diorit 93.
Anorthitgesteine 5.
Anthracit 256.
Anthrakonit 207.
Antiklinal 62.
Antimonglanz als Gestein 274.
Aphanit 94.
Aphanitmandelstein 96.
Aphanitporphyr 96.
Aphanitschiefer 96.
Aphanitwacke 96.
Aplit 145.
Aptychenkalk 211.
Aragonit als Gestein 272.
Aragonitsinter 210.
Argile schisteux 195.
Arkose 223.
Arsenkies als Gestein 274.
Asche 215.
Asphalt 257.
Asphaltsandstein 222.
Astartenkalk 211.
Aufrichtung 63.
Augengneiss 171.
Augitfels 86.
Augitporphyr 97, 100.
Bacdrillienschiefer 204.
Backkohle 254.
Bandjaspis 269.
Bandporphyr 154.
Baggertorf 251.
Baryt als Gestein 271.
Basalt 76.
Basaltbreccie 232.
Basaltconglomerat 232.
Basaltlava 76.
Basaltmandelstein 78.
Basaltporphyr 78.
Basaltische Gesteine 69.
Basaltischer Grünstein 72.
Basaltit 69, 100.
Basalttuff 232.
Basaltwacke 79.
Basanit 76.
Basische Eruptivgesteine 43, 69.
Baulit 133.
Beat 251.
Belemnitenkalk 212.
Belemnitenschiefer 204.
Beresit 145.
Bergkalk 212.
Bergkrystall 268.
Bergseife 273.
Besondere Lagerstätten 65.
Biegung der Schichten.
Bildstein 272.
Bimsstein 40, 122, 134.
Bimssteinartig 35.
Bimssteinconglomerat 233.
Bimssteinsand 233.
Bimssteintuff 233.

Bitumen 257.
Bituminöser Schieferthon 197.
Bituminöses Holz 252.
Blättergyps 218.
Blätterkohle 252.
Blättersandstein 223.
Blättertorf 251.
Blättrig 33.
Blakband 264.
Blasig 35.
Blatternarbig 39.
Blatterstein 85, 235.
Blauschiefer 178.
Bleiglanz als Gestein 274.
Bohnerz 261, 265.
Bol 273.
Borazit als Gestein 272.
Brandschiefer 258.
Braunkohle 252.
Braunkohlenformation 193.
Braunkohlensandstein 223.
Braunkohlenthon 200.
Brauneisenstein 261.
Breccie 41, 229.
Breccienartig 31.
Brillensteine 55.
Bundsandstein 193, 224.
Calamitenkohle 254.
Calcaire 206.
Calcaire grossière 211.
Calceola-Schiefer 198.
Calciphyr 207.
Cambrische Formation 193.
Caradoc-Sandstone 225.
Catawbarit 264.
Cerithienkalk 211.
Chiastolithschiefer 190.
Chloritglimmerschiefer 177.
Chloritoidschiefer 184.
Chloritschiefer 183.
Chloritschieferformation 282.
Chromdolomit 215.
Chromeisenstein 264.
Cipollin 207.
Cleavage 33.
Concretionsformen 54.
Conglomerat 40, 226.
Conglomeratartig 31.
Conglomerat des Rothliegenden 228.
Conglomerat des Weissliegenden 228.
Conglomeratformationen 279.
Conglomerat von Hainichen 228.
Cornubiat 172.
Cypridinenschiefer 198.
Cyrenen-Mergel 203.
Dachschiefer 196.
Dachsteinkalk 212.
Darg 251.
Deisterformation 193.
Deistersandstein 224.
Dendriten 56.
Devonformation 193.
Diabas 84.
Diabasmandelstein 85.
Diabasschiefer 85.
Diabaswacke 85.
Diallage-rock 87.
Diatomeenpelit 268.
Diceraskalk 211.
Dichroitfels 243.
Dichroitgneiss 173.
Dicht 31.
Diluvial 193.
Diorit 90.
Diorite globaire 92.
Diorite micacée 116.
Dioritporphyr 92.
Dioritschiefer 92.
Dioritwacke 92.
Disthenfels 241.
Dobritzer Porphyr 156.
Dogger 224.
Dolerine 186.
Dolerit 72.
Doleritlava 72.
Doleritwacke 74.
Dolomit 213.
Dolomitasche 215, 216.
Dolomitbreccie 215.
Dolomitischer Kalkstein 208.
Dolomitgesteine 6.
Dolomitmergel 203.
Domomit 121, 127.
Drachenfels-Trachyt 130.
Duckstein 233.
Durchsetzungen 62.
Dysodil 252.
Eiflerkalk 212.
Eintheilung der Gesteine 5.
Eis als Gestein 266.
Eisenchlorit-Porphyr 105.
Eisenglanzgestein 261.
Eisenglimmergneiss 73.
Eisenglimmerschiefer 178.
Eisenglimmerglimmerschiefer 262.
Eisengranit 145.
Eisenkalkstein 208.
Eisenkiesel 261, 263, 268.
Eisenmulm 262.
Eisenoolith 262.
Eisensandstein 222.
Eisensteine 6, 260.
Eisensteinmark 273.
Eisenthon 79.
Eklogit 241.

Elastischer Sandstein 181.
Encrinitenkalk 212.
Eocän 193.
Epidosit 273.
Epidot als Gestein 273.
Erbsenstein 37, 209.
Erdig 31.
Erdiger Kalkstein 209.
Erdschlacke 258.
Erlan 273.
Erdpech 257.
Eruptivgesteine 64, 66, 284.
Eruptivtuff 234.
Eulisit 242.
Eukrit 85.
Euphotide 87, 88.
Eurit 156.
Euritporphyr 151.
Eurit schistoide 164.
Fältelung 35.
Fallen 52.
Faltenglimmerschiefer 177.
Faltung der Schichten 63.
Farnenkohle 254.
Fasergyps 218.
Faserkalk 210.
Faserkohle 254.
Faserquarz 268.
Fasrig 39.
Feldspathporphyr 105.
Feldsteinporphyr 153.
Felsitfels 139, 156.
Felsitporphyr 151.
Felsitschiefer 156.
Felsittuff 233.
Feuerfester Thon 200.
Feuerstein 269.
Firn 266.
[illegible]ztorf 251.
[illegible]mmendolomit 216.
Flammenmergel 203.
Fleckenmergel 204.
Fleckenporphyr 154.
Fleckig 39.
Fleckschiefer 190.
Flint 269.
Flinz 264.
Flötzleerer Sandstein 224.
Flussspath als Gestein 269.
Flysch 198.
Foliation 33.
Folkstone-Mergel 203.
Forellengranulit 166.
Forellenstein 240.
Formationen 275.
Foyait 118.
Freidronit 112.
Fruchtschiefer 180.
Fucoidensandstein 223.
Fucoidenschiefer 198.
Gabbro 87.
Gänge 60.
Gagat 254.
Galmei als Gestein 273.
Gaskohle 254.
Gebiete 60.
Gebirgsgranit 143.
Gebrannte Thone 258.
Gekröcstein 218.
Gelberde 200, 273.
Gelenkquarz 181.
Geologische Perioden 65.
Gerölle 229.
Geschiebe 58, 229.
Gesteinsformationen 275.
Gesteinsübergänge 50.
Giltstein 184.
Glanzkohle 256.
Glaruser Schiefer 198.
Glasartig 31.
Glasurlehm 200.
Glaukonitische Kreide 209.
Glaukonitmergel 203.
Gletscher 266.
Gletscherschliffe 57.
Glimmerdiorit 94, 116.
Glimmergesteine 6.
Glimmergneiss 172.
Glimmerporphyr 105, 110.
Glimmerporphyrit 110.
Glimmergyps 218.
Glimmermergel 203.
Glimmersandstein 223.
Glimmerschiefer 175.
Glimmerschieferformation 281.
Glimmertrapp 111.
Gneiss 167. 300.
Gneissbreccie 229.
Gneissconglomerat 227.
Gneissformation 282.
Gneissglimmerschiefer 177.
Gneiss-Granit 143.
Gneissgranulit 166.
Gneissit 169.
Gneuss 167.
Granatfels 242.
Granatgesteine 241.
Granatglimmerschiefer 177.
Granit 138, 140, 146.
Granitgneiss 172.
Granitgranulit 166.
Granitit 144, 146.
Granitone 87.
Granitporphyr 139, 148.
Granu[illegible]84.
Granu[illegible]eiss 172.

Graphit 256.
Graphitglimmerschiefer 178.
Graphitgneiss 173.
Graphitgranit 145.
Graptolithenschiefer 199.
Grauer Gneiss 169.
Graues Conglomerat 228.
Grauliegendes 224.
Graustein 72.
Grauwacke 224.
Grauwackenconglomerat 228.
Grauwackenkalk 212.
Grauwackenperiode 193.
Grauwackensandstein 224.
Grauwackenschiefer 197, 198.
Great-oolith 212.
Greensand 224.
Greisen 145, 244.
Grès 221.
Grès itacolumite 181.
Grès rouge 181.
Griffelschiefer 196.
Grobkalk 211.
Grüner Porphyr 150.
Grünsalz 270.
Grünsandstein 223.
Grünstein 82.
Grünsteinconglomerat 234.
Grünsteinporphyr 98.
Grünstein-Trachyt 124.
Grünsteintuff 234.
Gryphitenkalk 212.
Guano 259.
Guttensteiner Kalk 212.
Gyps 217.
Gypsgesteine 6.
Gypsmergel 203.
Hälleflinta 156.
Haidetorf 251.
Halbgranit 145.
Halbopal 268.
Hallstätter Kalk 212.
Hangendes 52.
Harnische 56.
Haselgebirge 230, 270.
Hauptdolomit 216.
Hauynophyr 79.
Hemitren 208.
Hieroglyphenkalk 211.
Hilsconglomerat 227.
Hilsformation 193.
Hilssandstein 224.
Hilsthon 200.
Hippuritenkalk 211.
Hislopite 208.
Holzglimmerschiefer 177.
Holzgneiss 172.
Hornblendefels 186.
Hornblendeglimmerschiefer 178.
Hornblendeporphyr 105, 108.
Hornblendeporphyrit 108.
Hornblendeschiefer 186.
Hornfels 269.
Hornstein 269.
Hornsteinporphyr 153.
Hyalomicte 244.
Hyaloturmalite 246.
Hyperit 84, 88.
Hypersthenit 87, 88.
Hypersthensyenit 88.
Jade 87.
Jaspis 269.
Ilvait 274.
Imatrasteine 55.
Itabirit 263.
Itakolumit 181.
Juraformation 193.
Jurakalk 212.
Juraperiode 193.
Jurensismergel 203.
Känelkohle 254.
Kalkaphanit 85, 96.
Kalkbreccie 210.
Kalkdiabas 85.
Kalkdiorit 93.
Kalkgesteine 6, 65, 204.
Kalkglimmerschiefer 178.
Kalkkohle 254.
Kalkmergel 203.
Kalksandstein 222.
Kalkschalstein 235.
Kalksinter 210.
Kalkstein 206.
Kalksteinbreccie 229.
Kalksteinformationen 279.
Kalktrapp 85, 236.
Kalktuff 210, 211.
Kaolin 272.
Kaolinsandstein 222.
Karpathensandstein 223.
Karren 58.
Karrenfelder 58.
Karstenit 220.
Kattunporphyr 154.
Kersantit 113.
Kersanton 112.
Keuper 193.
Keuperdolomit 216.
Keupermergel 204.
Keupersandstein 224.
Kieselarme Eruptivgesteine 69.
Kieselgesteine 65.
Kieselguhr 268.
Kieseliger Sphärosiderit 265.
Kieselkalkstein 208.
Kieselmergel als Gestein 273.

Kieselreiche Eruptivgesteine 119.
Kieselsandstein 222.
Kieselschiefer 269.
Kieselsinter 267.
Kieseltuff 267.
Kimmeridge-Thon 200.
Kinzigit 243.
Klebschiefer 268.
Klingstein 135.
Klippenkalk 212.
Knistersalz 270.
Knochenbreccie 230.
Knollige Absonderung 54.
Knotenglimmerschiefer 177.
Knotenkalkstein 209.
Knotenschiefer 189, 190.
Knotig 38.
Körnig 31.
Kohlen 247.
Kohlenbrandgesteine 258.
Kohleneisenstein 264.
Kohlenformationen 280.
Kohlengesteine 6.
Kohlenkalk 212.
Kohlenkalkstein 193.
Kohlenperiode 193.
Kohlensandstein 224.
Kohlenschiefer 197, 198.
Koprolithenlager 259.
Korallendolomit 216.
Korallenkalk 212.
Korallenriffe 211.
Korund als Gestein 269.
Krablit 133.
Kräuterschiefer 197, 198.
Kramenzelstein 197, 209.
Kreide 209, 211.
Kreideformation 193.
Kreidekalk 211.
Kreideperiode 193.
Kryolith als Gestein 272.
Krystallsandstein 221.
Kugeldiorit 92.
Kugelförmige Absonderung 54.
Kugelförmige Concretionen 55.
Kugelporphyr 154.
Kugelsandstein 222.
Kulmformation 193.
Kupfersandstein 224.
Kupferschiefer 203, 204.
Labradorbasalt 79.
Labradorfels 93.
Labradorgesteine 5.
Labradormelaporphyr 105.
Labradorporphyr 96.
Lagenglimmerschiefer 177.
Lagengneiss 172.
Lagerungsverhältnisse 62.
Lamination 33.
Lapilli 230.
Laterit 236.
Laukasteine 55.
Lava 39, 70.
Lavezstein 184.
Leherzolith 86.
Lehm 199.
Leiasformation 193.
Leiaskalk 212.
Leiasmergel 202.
Leiassandstein 224.
Leithakalk 211.
Lepidolith als Gestein 273.
Leptinit 164.
Lettenkohle 253.
Leucilit 80.
Leucitgesteine 6.
Leucitfels 80.
Leucitlava 80.
Leucitophyr 80.
Leucitporphyr 80.
Lias 193.
Liaskalk 212.
Liegendes 52.
Liegende Stöcke 60.
Liëvrit als Gestein 274.
Lignit 252.
Limestone 206.
Limonit 261.
Linearparallel 35.
Liparit 131.
Listwänit 186.
Litorinellenkalk 211.
Llandeilo-Flags 225.
Löss 200.
Lösskindel 200.
Londonthon 200.
Lydit 269.
Macigno 223.
Mächtigkeit 52.
Madreporenkalk 212.
Magnesian-limestone 212, 213, 216
Magnesit als Gestein 272.
Malachit als Gestein 272.
Malakolithfels 86.
Malbstein 216.
Mandelstein 40.
Mandelsteinartig 36.
Mandelstein von Oberstein 104.
Manganerze als Gestein 274.
Mangankiesel 273.
Manganspath als Gestein 272.
Magneteisenstein 263.
Mantelförmige Umlagerung 62.
Markasit als Gestein 274.
Marmor 207.
Masegna 122.

Massivs 60.
Meerschaum 272.
Mehlbatzen 210.
Melaphyr 94, 97, 99.
Melaporphyr 105.
Melaphyrporphyr 102, 107.
Menilit 268.
Mergel 201, 202.
Mergellehm 200.
Mergelsandstein 222.
Mergelschiefer 202.
Mergelstein 202.
MetamorphischeGesteine65,162,307.
Metalliferous limestone 212.
Miarolith 144.
Miascit 117.
Micaschiste 175.
Micaschiste quarzeux 181.
Milchquarz 268.
Mimerit 72.
Mineralien als Gesteine 265.
Mineralische Holzkohle 254.
Minette 111.
Miocän 193.
Mittelgneiss 171.
Mohrenkopffels 263.
Moja 231.
Molassesandstein 223.
Monzon-Hypersthenit 89.
Monzonsyenit 117.
Moorkohle 253.
Moortorf 251.
Morasterz 261.
Mühlsteinporphyr 122.
Mulattporphyr 101.
Muldenförmige Lagerung 62.
Muriacit 220.
Muschelkalk 193, 212.
Muschelsandstein 223.
Myaciten-Thon 201.
Myophoriendolomit 216.
Nacritid 178.
Nägel 56.
Nagelfels 216.
Nagelfluhe 227.
Nagelkalk 210.
Namiester Stein 167.
Nekrolith 122.
Nenfro 122.
Neocom 193.
Nephelinbasalt 76.
Nephelindolerit 72, 74, 79.
Nephelinfels 74.
Nephelingesteine 6.
Nephelinit 74.
Nerineenkalk 212.
Newent-Sandstone 224.
New-red-sandstone 193, 224.
Nierenerz 261.
Norit 86, 88, 93.
Normalgneiss 171.
Normalpyroxenisch 43, 69.
Normaltrachytisch 43.
Nummismalis-Mergel 208.
Nummulitenkalk 211.
Nummulitensandstein 223.
Obsidian 122, 134.
Obsidianbimsstein 122.
Obsidianporphyr 135.
Oelschiefer 208, 258.
Old-red-sandstone 193.
Oligoklasdolerit 76.
Oligoklasgesteine 5.
Oligoklasgneiss 173.
Oligoklasporphyr 97.
Oligoklasquarzporphyr 154.
Oligoklas-Trachyt 128.
Omphacitfels 241.
Oolith 209.
Oolithisch 37.
Oolithischer Kalkstein 209.
Opal als Gestein 267.
Opalartig 31.
Opalinus-Thon 200.
Ophicalcit 207.
Ophiolith 238.
Ophit 94.
Ornaten-Thon 200.
Orthoceratitenkalk 212.
Orthoklas als Gestein 273.
Orthoklasgesteine 5.
Orthoklas-Quarzporphyr 154.
Ortstein hat man gewisse Quarzconglomerate mit Eisenoxydhydrat als Bindemittel genannt, welche als sehr neue Bildungen an der Oberfläche gefunden werden.
Ostreenkalk 211.
Ottrelitschiefer 189.
Oxford-oolith 212.
Oxford-Thon 200.
Palagonittuff 232.
Palaiopêtre 172.
Papierkohle 252.
Papiertorf 251.
Paragonitschiefer 178.
Parallelepipedische Absonderung 54.
Partnachschiefer 204.
Pausilipptuff 233.
Pechbraunkohle 252.
Pechkohle 254.
Pechmatit 143.
Pechstein 139, 159.
Pechsteinporphyr 139, 159.
Pechthonstein 160, 161.

Synklinal 62.
Szybiker Salz 270.
Tachylit 79.
Tafelschiefer 196.
Talk als Gestein 272.
Talkglimmerschiefer 177.
Talksandstein 222.
Talkschiefer 185.
Tassello 224.
Taviglianazsandstein 223.
Tegel 200.
Terebratulakalk 212.
Tertiär 193.
Teschinit 85.
Textur 31.
Tiegersandstein 222.
Timazit 91, 93.
Thalassitensandstein 224.
Tholeiit 75.
Thon 199.
Thoneisenstein 261, 262, 264.
Thongesteine 6, 65, 194.
Thonglimmerschiefer 188.
Thonglimmerschieferformation 281.
Thongyps 218.
Thonmergel 203.
Thonporphyr 153.
Thonsandstein 222.
Thonschiefer 195.
Thonstein 201, 233.
Thonsteinporphyr 153.
Toadstone (Krötenstein), eine Art Grünstein, meist mandelsteinartig.
Töpferthon 200.
Tolfa 233.
Topasfels 247.
Topfstein 183, 184.
Torf 251.
Torsa 233.
Trachydolerit 76, 122, 129.
Trachyt 120, 127.
Trachytbimsstein 122.
Trachytbreccie 233.
Trachytconglomerat 233.
Trachyte amphibolique 121.
Trachyte granitoide 121.
Trachyte homogène 122.
Trachyte micacée 121.
Trachyte porphyroide 122.
Trachyte schistoide 121.
Trachyte semivitreux 122.
Trachyte terreux 121.
Trachytgrünstein 93.
Trachytporphyr 122, 131.
Trachyttuff 233.
Trapp 69, 76, 82, 84, 94, 100.
Trapp-Mandelstein 100.
Trapp-Porphyr 100.
Trass 233.
Travertin 211.
Trias 193.
Trippel 268.
Trochitenkalk 212.
Trona als Gestein 271.
Tronitzer Porphyr 156.
Tropfstein 210.
Trümmergesteine 220.
Tschornosem 259.
Tuff 41.
Tuffbildungen 65, 230.
Turf 251.
Turmalingranit
Turmalingranulit 166.
Turmalinschiefer 246.
Turneri-Thon 200.
Tuten 55.
Uebergänge der Gesteine 50.
Uebergangskalk 212.
Uebergreifende Lagerung 62.
Ueberstürzung 63.
Ungleichförmige Lagerung 62.
Untergeordnete Einlagerung 63.
Uralitporphyr 97.
Urkalk 213.
Urthonschiefer 188.
Variolith 85, 96.
Variolithisch 39.
Verhärteter Thon 201.
Verrucano 224.
Verschiebungen 63.
Verwerfung 63.
Vilzer Kalk 212.
Vitrit 267.
Vogesenconglomerat 228.
Vogesensandstein 224.
Vulkanische Asche 230.
Vulkanische Eruptivgesteine 65, 69.
Vulkanischer Sand 230.
Vulkanischer Tuff 231, 232.
Vulcanite 305.
Wacke 40.
Walkerde 273.
Wasserkies als Gestein 274.
Wealden 193.
Wealden-Thon 200.
Weisse Kreide 209.
Weissliegendes 224.
Weisssstein 164.
Wellendolomit 216.
Wellenkalk 212.
Wenlock-Schiefer 198.
Wernerfels 158.
Werfner Schiefer 198.
Wetzschiefer 196.
Wielden s. Wealden.

Wiener Sandstein 223.
Wiesenerz 261.
Willsdruffer Porphyr 156.
Wissenbacher Schiefer 198.
Wolkenburger Trachyt 198.
Wulstglimmerschiefer 177.
Wulstige Absonderung 54.
Zechstein 193.
Zechsteindolomit 216.
Zechsteinkalk 212.
Zehrener Porphyr 156.
Zeichnenschiefer 191.
Zeiteintheilung 65.
Zellenkalk 210.
Zelliger Dolomit 215.
Zerknickung der Schichten 63.
Zinnober als Gestein 274.
Zirkonsyenit 118.
Zwittergestein 245.

Berichtigungen.

S. 48, Z. 1 v. u. ist das Wort aber zu streichen.
S. 171, Z. 11 statt Seiffen Heidelberg l. Seiffen und Heidelberg.
S. 226, Z. 21 statt Pouddingsteine l. Pouddingstein oder *Pouddingstone.*

Leipzig.
Druck von A. Th. Engelhardt.