

Zur Auffassung des Grundgebirges.

Von

H. Rosenbusch.

Die Discussion über die Natur und Entstehung der krystallinen Schiefer, welche lange Zeit geruht hatte, ist wohl besonders durch die erfolgreichen Untersuchungen von H. REUSCH an der Westküste des südlichen Norwegens wieder angeregt worden. Sie hat durch die Arbeiten einer beträchtlichen Zahl berufenster Fachgenossen, wie v. GÜMBEL, JOH. LEHMANN, LOSSEN, MICHEL-LÉVY, TÖRNEBOHM, SAUER, TEALL u. A., eine bedeutsame Förderung erfahren und bildete einen Theil des Arbeitsprogramms der vorjährigen Sitzung des Internationalen Geologen-Congresses in London. Während dort die Meinungen ausgetauscht wurden, über welche ein officieller Bericht meines Wissens noch nicht vorliegt, durchwanderte ich unter der lehrreichen Führung und in der anregenden Begleitung lieber Fachgenossen einige Gebiete Skandinaviens. Ich wünschte hier Ansichten auf ihre Haltbarkeit zu prüfen, die ich mir bei langjähriger Beschäftigung mit den krystallinen Schieferen gebildet hatte, und deren wesentlichen Inhalt ich schon seit einigen Jahren meinen Schülern in der Vorlesung mitzutheilen pflege. — Wenn ich mir nun erlaube, dieselben im Folgenden kurz zu skizziren, so habe ich dabei nicht die Absicht, sie historisch zu entwickeln oder jede Vorstellung bis auf ihren Ursprung zurück zu verfolgen; noch weniger gedenke ich nahestehende und entgegengesetzte Meinungen an dieser Stelle zu besprechen. Den Lesern dieses Aufsatzes dürfte die einschlägige Literatur ebenso oder besser bekannt sein

als mir. Ich möchte vielmehr hier nur, gewissermassen aphoristisch, einige allgemeine Gesichtspunkte beleuchten, von welchen aus der Weg zu übersehen ist, den die Forschung nach meiner Meinung wird einschlagen müssen, wenn es gelingen soll in die Natur desjenigen Theils der krystallinen Schiefer einzudringen, den wir Grundgebirge, azoische Formation, archaische Formation oder auch wohl Formation der krystallinen Schiefer schlechtweg zu nennen pflegen.

Unter Grundgebirge verstehe ich dabei jene, jeder sicheren Schätzung ihrer Mächtigkeit sich entziehenden Gesteinsmassen, welche als die Träger oder die Grundlage der zweifellos organophoren Formationen erscheinen. Dieselben stehen, man kann sagen, in einer gewissen gegensätzlichen Selbständigkeit den eigentlichen Sedimentformationen einerseits und den Eruptivgesteinen andererseits gegenüber, trotzdem sie mit den ersteren durch die schichtenähnliche Parallelstructur, mit den letzteren durch den Mineralbestand und dessen authigenen Charakter eine gewisse Verwandtschaft besitzen, welche allerdings nach beiden Richtungen hin grösser scheint, als sie ist.

Es ist schon nicht immer ganz leicht, die krystallinen Schiefer des Grundgebirges räumlich gegen die echten Sedimente und die Eruptivgesteine abzugrenzen. Noch schwieriger dürfte es sein, die unterscheidenden und wesentlichen Charaktere derselben gegenüber jenen zwei Arten von Gebirgsmassen anzugeben. — Man pflegt den Fossilmangel des Grundgebirges gegenüber den Sedimentformationen stark zu betonen. Für sich allein beweist er nichts. Wir kennen ausgedehnte Sandsteinmassen und conglomeratistische Bildungen ohne fossile Reste; trotzdem würde man diese kaum in dem gebräuchlichen Sinne Grundgebirge nennen, auch wenn wir sie im Liegenden der palaeozoischen Formationsgruppe anträfen. Erst in Verbindung mit dem sogenannten krystallinen Charakter der Grundgebirgsgesteine wird die Fossilfreiheit in unserer Vorstellung zu einem unterscheidenden Merkmal. — Geben wir für einen Augenblick zu, dass man thatsächlich im Grundgebirge keine Reste organischen Lebens kenne. Man spräche alsdann eine blosser Erfahrungswahrheit aus, die durch irgend einen glücklichen Fund jeden Augenblick ent-

kräftet werden könnte. Die Fossilfreiheit ist also zunächst nur ein zufälliges, nicht ein wesentliches Attribut des Grundgebirges. Sie gehört nicht zum Begriff des Grundgebirges und hat für dasselbe nicht etwa die Bedeutung, wie die Gleichwerthigkeit paralleler Richtungen für den Begriff des Krystalls.

Wer möchte nach den schönen Entdeckungen von H. REUSCH auf der Halbinsel Bergen die Möglichkeit läugnen, dass fossile Reste im Glimmerschiefer, im körnigen Kalk, ja im Gneiss des Grundgebirges gefunden werden könnten? Die Wahrscheinlichkeit ist keine sehr grosse, eine Unmöglichkeit liegt nicht vor. Und kennen wir denn wirklich keine fossilen Reste im Grundgebirge? Ich möchte jetzt nicht eingreifen in die Discussion über die Natur des Eozoon Canadense, aber ich bin sicher, dass das letzte Capitel in der Geschichte dieses hochinteressanten Gebildes noch lange nicht geschrieben ist. Es kommt darauf an, welche Anforderungen man an den Nachweis von Spuren organischen Lebens stellt. Die Kettenkorallen im körnigen Kalk des krystallinen Silurs von Kuven bei Osören haben auch keine Spur mehr von organischer Structur, jedenfalls nicht mehr, vielleicht viel weniger als das Eozoon Canadense. Dennoch bestreitet Niemand, der diese Dinge sah, ihren organischen Ursprung, weil zum Glück in demselben Schichtsystem die Graptolithen beim Forsthaus Ulven im Thonglimmerschiefer, die Trilobiten im feldspathführenden Glimmerschiefer von Vagtdal erhalten geblieben sind. — Der Hinweis auf die Schichten und Lager von mehr oder weniger körnigem Kalk und auf den Graphit- oder Graphitoidgehalt vieler Grundgebirgsgesteine als ebenso viele Beweise für das Vorhandensein organischen Lebens auf der Erde zur Zeit der Bildung der Grundgebirgsmassen oder ihrer stofflichen Vorläufer ist ein wohl berechtigter. Das thatsächliche Moment, welches in diesen Dingen liegt, wird man am besten würdigen, wenn man sich die vorgeschrittene Funktionsdifferencirung, den hohen Entwicklungsgrad der ältesten fossil erhaltenen Faunen gegenwärtig hält. Dass das organische Leben auf der Erde nicht mit Trilobiten habe anfangen können, ist oft und mit Recht gesagt worden. — Selbst wenn also niemals zweifellose organische Reste im

Grundgebirge nachgewiesen werden würden, dürfte man dennoch nicht behaupten, dass sie nie da waren, sondern nur, dass sie nicht erhalten blieben. Die Formation von Osören bliebe doch echtes Silur in metamorpher krystalliner Facies, auch wenn niemals Petrefacten darin gefunden worden wären und wir also nicht die gleiche sichere Kenntniss von dieser Thatsache hätten, wie dies heute wirklich der Fall ist.

Wenn die Benennung des Grundgebirges als *archaeische* Formation lediglich das im Allgemeinen höhere Alter im Vergleich mit dem eigentlichen Schichtgebirge betonen soll, so ist sie gewiss durchaus unverfänglich. Aber es scheint doch, als ob nicht selten diejenigen, welche diese Bezeichnung mit Vorliebe zu benutzen pflegen, damit die Ansicht verbinden, dass das Grundgebirge ganz oder doch ungefähr nach Art eines normalen Schichtengebirges durch directe Sedimentation entstanden sei. Da nun die heutigen und die im geologischen Sinne historischen, nicht prähistorischen Meere sicher keine krystallinen Sedimente von Silicaten gebildet haben und also wohl auch nicht bilden konnten, so schreibt man jenen *archaeischen* Meeren Kräfte und Eigenschaften zu, ähnlich wie sie das überhitzte Wasser bei den DAUBRÉE'schen Versuchen besitzt. Die *archaeische* Formation bestände dann nicht aus mechanischen Sedimenten, sondern aus chemischen Präcipitaten nach Art von Steinsalz, Anhydrit oder Gyps. Nun haben die wiederholten und unter allen möglichen Bedingungen angestellten Versuche dargethan, dass eine grosse Zahl der in der *archaeischen* Formation verbreitetsten Mineralien (Amphibol, Epidot, Chlorit, Sillimanit u. s. w.) nicht auf diese Weise darstellbar sind. Aber wenn dieses auch morgen gelänge und damit die Möglichkeit der erforderlichen Mineralbildung erwiesen wäre, so vermöchte man damit in keiner Weise die *Structur* der Grundgebirgsmassen zu erklären. Jeder Blick in das Gewebe der Gemengtheile dieser Gesteine überzeugt davon, dass hier keine Sequenz nach Löslichkeitsgraden oder anderen chemischen Beziehungen stattfindet. Man braucht kein Mikroskop, um zu erkennen, dass dieser millionenfache Wechsel von Glimmer- und Quarzfeldspath-Lagen nicht durch Krystallisation aus Lösungen gedeutet werden kann. Sicher liegt das Wesen des Grundgebirges nicht darin, dass es ein

Sediment aus eigenartig beschaffenen, mit ungewöhnlichen Kräften versehenen Urmeeres ist.

Man bezeichnet das Grundgebirge vielfach auch als die Formation der krystallinen Schiefer und legt damit seine Charakteristik in die authigene Natur seiner Gemengtheile und in das Vorhandensein einer gewissen Parallelstructur, die hier geradezu Schieferung genannt wird, auch wenn man damit wohl nicht allgemein zugegeben haben möchte, dass diese Structur auch hier die Folge eines zur Parallelstructur senkrechten Druckes sei. Die Parallelstructur soll dann wesentlich die Abgrenzung gegen die eruptiven Gesteine ermöglichen. Dass aber auch bei den eruptiven Massen und zwar nicht nur bei Erguss-, sondern auch bei Tiefengesteinen, eine Parallelstructur in ausgedehnter Masse vorkommt, ist eine sichere Thatsache. Dieselbe ist theils eine primäre und gehört dann in die wechselreiche Gruppe fluidaler Grenzphänomene, theils eine secundäre, durch Gebirgsdruck in ursprünglich richtungslos struirten Gebirgsmassen hervorgebrachte, und tritt bald vorwiegend randlich, bald in spärlicheren oder zahlreicheren Quetschzonen auf. Der äussere Habitus dieser schiefrig entwickelten Tiefengesteine ist in beiden Fällen durchaus derjenige der krystallinen Schiefer des Grundgebirges. Daher die häufige Klage über die Schwierigkeit der Unterscheidung von Granit und Gneiss, Diorit und Amphibolgneiss u. s. w. — Ganz besonders aber ist es hervorzuheben, dass wir krystalline Schiefer sicher kennen, welche nicht dem Grundgebirge, sondern zweifellos fossilführenden Formationen angehören, wie die oben erwähnten Gebiete auf der Halbinsel Bergen. Und es muss zugleich betont werden, dass auch die sorgfältigste petrographische Untersuchung dieser silurischen krystallinen Schiefer keinen Anhaltspunkt zur Unterscheidung derselben von genetisch gleichwerthigen des eigentlichen Grundgebirges an die Hand giebt. Man kann sogar noch weiter gehen und kühnlich behaupten, dass man derartige Anhaltspunkte in der Natur der Gesteine selbst nie finden wird, man möge die petrographischen Methoden noch so sehr vervollkommen. Der Unterschied dieser jüngeren krystallinen Schiefer und derjenigen des Grundgebirges ist eben lediglich ein stratigraphischer und ein solcher des Alters,

und diese sind nur im Felde, nicht unter dem Mikroskope zu erkennen.

Es ist eine allgemeine Erscheinung in der historischen Entwicklung wohl aller Wissenschaften, dass ein Fortschritt in unserer Erkenntniss jedesmal dann sich vollzieht, wenn wir ein bis dahin scheinbar Einfaches als ein Zusammengesetztes erfassen, dessen Theile sich nunmehr trennen und einzeln prüfen lassen. Von diesem Gesichtspunkte aus könnte es vielleicht gelingen, aus den scheinbar einfachen, aber in Wirklichkeit complexen Attributen des Grundgebirges, als welche wir seine geologische Tiefenstellung, seine krystalline Zusammensetzung und seine Parallelstructur aufzufassen gewohnt sind, enger begrenzte Begriffe abzuschneiden, die nun in Wirklichkeit den echten krystallinen Schiefern und insbesondere denen des Grundgebirges zukommen und dieses wesentlich und nothwendig von den normalen Sedimenten und Eruptivbildungen unterscheiden würden.

Alle normalen Sedimentformationen und alle Eruptivmassen, so gewaltig ihre Dimensionen seien, haben verhältnissmässig geringe horizontale Erstreckung. Nicht in concentrischen Kugelschalen, sondern nach Art der Blätter in einer Rosenknospe legen sich die Sedimentformationen um den Körper unserer Erde. Nur die Grundgebirgsmassen bilden eine continuirliche Schale um den Kern unseres Planeten in unserer Vorstellung und wohl auch in Wirklichkeit. Wo immer uns der Einblick in die tiefsten, dem Forscherauge des Menschen zugänglichen Theile der festen Erdrinde durch Erosion, durch künstliches Eindringen in die ewige Teufe, durch Verwerfungen gestattet ist, — allenthalben begegnen wir diesen krystallinen Schiefern. — Was immer an fremden Einschlüssen die Eruptivgesteine aller geologischen Epochen mit sich zu Tage fördern, lehrt uns Nichts kennen, was wir nicht auch oberflächlich anträfen, und vor allen Dingen Nichts, was auf das Vorhandensein noch anderer tieferer fester Massen, als die Grundgebirgsschiefer, im Innern der Erde schliessen lassen könnte. — Wenige Sätze in der allgemeinen Geologie dürften so allgemeiner Zustimmung sicher sein, wie der, dass wir an jedem Orte bei hinreichend tiefem Eindringen in die feste Rinde unserer Erde die krystallinen Schiefer des Grund-

gebirges und unter diesen Nichts anderes Festes antreffen würden. Dieses allgemeine Vorhandensein des Grundgebirges in den tiefsten Theilen der festen Erdrinde wollen wir kurz dessen Ubiquität nennen. Keinem anderen geologischen Gebilde kommt diese Eigenschaft der Ubiquität zu, sie ist ein ausschliessliches Attribut des Grundgebirges.

So weit wir urtheilen können wohl jedenfalls ein thatsächliches; — aber auch ein nothwendiges? dass diese Ubiquität keinem normalen Sediment und keinem Eruptivgestein zukommen kann, liegt auf der Hand. Wir kennen nur ein geologisches Gebilde, dem sie zukommen muss, das ist die erste Erstarrungskruste unserer Erde. — Es gab eine Zeit — und sie dürfte wohl kaum schon ganz hinter uns liegen — wo für zahlreiche und angesehene Geologen diese Erstarrungskruste unserer Erde mehr in die Mythologie, als in die Geologie gehörte. Allerdings bestritt und bezweifelte man wohl weniger ihr Dasein, als dass wir sie kennen. Aber es fehlte und fehlt auch heute wohl nicht an solchen, die höchstens ihr Dagewesensein, nicht aber ihr Dasein zugeben möchten. Sie sagen, dieselbe sei wieder zerstört. Die Gründe dafür bleibt man schuldig. Wo sind ihre Zerstörungsproducte? worauf wurden sie abgelagert? Jede Bildung eines Sediments setzt einen Boden voraus, auf welchen es abgesetzt wurde, jedes älteste Eruptivgestein eine Decke, die es durchbrach. Wir können uns einer Erstarrungskruste, und zwar einer irgendwie noch vorhandenen, nicht entschlagen, sie ist ein Postulat. — Weniger sicher ist es, ob wir sie kennen. In der Vorstellung, die man sich hie und da von ihr gemacht hat, denkt man sie sich z. Th. nach Art der Schlackendecke unserer Lavaströme. Das ist sehr unwahrscheinlich, denn zur Zeit ihrer Bildung mussten die physikalischen Verhältnisse der Erdoberfläche ähnlich denjenigen sein, unter denen die Tiefengesteine sich bilden. — Nehmen wir an, uns fehle jede Kenntniss von dieser Erstarrungskruste und suchen wir sie uns zu construiren. Es wird zuzugeben sein, dass diese Erstarrungskruste nicht sehr wesentlich in Bestand und Structur von den ältesten und verbreitesten Eruptivgesteinen abweichen konnte. Was zuerst in grossen Massen durch diese Kruste emporquoll, musste ihr stofflich nahe verwandt sein

und wurde unter ähnlichen Bedingungen fest, wie diese Kruste. Danach würden wir ihr wohl einen angenähert granitischen Charakter zuschreiben müssen. Zu demselben Resultate gelangen wir von der Betrachtung aus, dass diese Erstarrungskruste sehr wahrscheinlich die Verbindungen der specifisch wenigst schweren und leichtest oxydirbaren Metalle habe enthalten müssen. Es ist ferner zu erwarten, dass sie eine gleichartige sei an jedem Punkte der Erde. — Alle diese Verhältnisse stimmen auffallend und wohl kaum zufällig mit denjenigen, welche gleichlautend von vielen Punkten unserer Erde von gewissen tiefsten Theilen der Gneissformation berichtet werden. Sie berechtigen jedenfalls zu dem Satze, dass, wenn überhaupt Theile der ersten Erstarrungskruste unserer Erde von Menschengenossen je gesehen worden, dieselben in den tiefsten Abtheilungen des Grundgebirges zu suchen sind.

Die mineralogische Zusammensetzung der krystallinen Schiefer, auch derjenigen des Grundgebirges ist insofern nahe verwandt mit derjenigen der Eruptivgebilde, zumal der Tiefengesteine, als eine grosse Anzahl besonders von Silicatmineralien, aber keineswegs alle, ihnen gemeinsam sind. Die Thonerdesilicate, vom Topas abgesehen, gehören nicht zum normalen Bestande der Eruptivgesteine, der Paragonit und Margarit sind ihnen fremd, die Chlorite, der Talk, der Epidot, der Zoisit, die rhombischen Amphibole fehlen unter ihren primären Gemengtheilen, und alle diese Substanzen spielen eine hervorragende Rolle in den krystallinen Schiefern. Solcher Beispiele liessen sich weitere aufzählen. Aber nicht nur der Bestand im Allgemeinen ist vielfach ein verschiedener, sondern auch die Art der Vergesellschaftung der, beiden Gruppen gemeinschaftlichen, Mineralien ist eine andere in den krystallinen Schiefern und in den Eruptivgesteinen. Um nur eines, aber allerdings ein recht schlagendes Beispiel anzuführen, sei an die häufige Combination von farblosen Glimmern mit Amphibolen in den krystallinen Schiefern hingewiesen, welche bei den Eruptivgesteinen geradezu undenkbar ist, jedenfalls bisher nie beobachtet wurde. Man kann über die Formulirung der Associationsgesetze der Mineralien in den Gesteinen ver-

schiedener Ansicht sein, aber nicht darüber, dass diese andere sind bei den Eruptivgesteinen, als bei den krystallinen Schiefern. Soweit wir solche der ersteren Gruppe bei der zweiten wieder antreffen, beruht das grösstentheils darauf, dass die Schiefer dann ursprünglich keine Schiefer waren, der jetzige Mineralbestand ein theilweise aus einer früheren Epoche übernommener ist. — Aus dieser Verschiedenheit der Associationsgesetze in den Eruptivgesteinen und den krystallinen Schiefern müssen wir aber doch wohl den Schluss ziehen, dass die krystalline Entwicklung des normalen Mineralbestandes in den beiden Gesteinsgruppen unter dem Einfluss verschiedener Factoren sich vollzog. Sie können nicht dieselben Bildungsbedingungen gehabt haben. Nun sind die Eruptivgesteine durch die continuirliche oder periodische Krystallisation schmelzflüssiger gemischter Silicatlösungen entstanden. Das kann also nicht der Bildungsgang der krystallinen Schiefer gewesen sein. Wohl aber belehrt uns das gelegentliche, wenn auch mannigfach modificirte Vorkommen derselben Associationen in krystallinen Schiefern des Grundgebirges und Eruptivgesteinen, dass die ersteren z. Th. aus letzteren hervorgegangen sein können und wohl auch müssen.

Die Art der gegenseitigen Verwebung der Mineralgemengtheile der Grundgebirgsgesteine, durch welche wir für das Auge den Eindruck des Schieferigen erhalten, mit andern Worten die Structur und besonders die Parallelstructur derselben zeigt eine solche Mannigfaltigkeit in den Einzelheiten, dass eine Schilderung derselben in dem engen Rahmen dieser Mittheilung unthunlich ist. Nur die allgemeinen Züge, die sich aus der Vielheit der Erscheinungen ableiten lassen, sollen zumal in ihrem Gegensatz zu der Structur der Eruptivgesteine kurz angedeutet werden. Bei allem Wechsel der Eruptivgesteins-Structurformen bleibt ein Verhältniss immer dasselbe: die Gemengtheile dieser Felsarten zeigen eine derartige krystallographische Ausbildung und gegenseitige Begrenzung, dass wir durchaus eine Reihenfolge in der Ausscheidung derselben sicher und zweifellos erkennen. Es gibt für jeden Gemengtheil eine oder mehrere Bildungsperioden.

Es ist nur ein begleitender, sich aus dem Gesagten eigentlich von selbst ergebender Umstand, dass während der Krystallisation jedes Gemengtheils ein im schmelzflüssigen Zustand befindlicher Rest vorhanden war, aus welchem die späteren Krystallisationen sich dann vollzogen. Die Gesetze, nach denen die successiven Mineralbildungen sich zu einander ordneten und gegen einander abgrenzten, sind chemische, ausschliesslich chemische, wenn wir von den, einen mehr accessorischen Charakter tragenden, Fluidalphänomenen absehen. Man könnte daher die Structurformen aller Eruptivgesteine als chemische Structurformen zusammenfassen, oder sie vielleicht besser stöchiologische nennen. Ihr letzter Grund liegt in der stöchiometrischen Zusammensetzung der krystallisirenden Magmen und deren Temperatur- und Druckverhältnissen. — Ganz anders finden wir die Sachlage bei den krystallinen Schieferen. Bei aller kaleidoskopischen Buntheit der Verhältnisse im Einzelnen ist es ein immer wiederkehrendes, und in der mannigfaltigsten Weise Ausdruck findendes Moment, dass sich eine bestimmte Sequenz in der Mineralbildung nicht erkennen lässt. Jeder Gemengtheil ist gegen jeden andern so begrenzt, dass seine Form anscheinend bald durch die des andern bedingt ist, bald aber die jenes bedingt. Nicht chemische Gesetze drücken sich aus in der gegenseitigen Verwachsung, sondern fast durchweg mechanische. — Diese Thatsache erleidet nicht etwa dadurch eine Verminderung ihrer Bedeutsamkeit, dass gelegentlich auch in manchen Grundgebirgsschiefern granophyrische und andere porphyrische, oder sonstige Eruptivgesteinsstructuren auftreten. Diese sind dann eben zusammen mit dem Mineralbestande aus einer früheren Epoche des Gesteins übernommen worden, in welcher dasselbe ein normales Eruptivgestein und kein Schiefer war. Auch die sogenannten porphyrartigen und Augen-Structuren widersprechen nicht dem aufgestellten Satze. Sie sind z. Th. ebenfalls Reste eines früheren Zustandes, z. Th. aber gehören sie in jene Kategorie, die ich bei früherer Gelegenheit als mechanisch-porphyrische Structur bezeichnet habe. — Alle diese mechanischen Structurformen zeigen deutlich in der gegenseitigen Umschliessung und Begrenzung der Gemengtheile, sowie meistens auch in deren physikalischem Verhalten,

dass die Gesteinselemente im starren Zustande gegen und in einander gepresst und gegen einander verschoben wurden, wenn auch im Einzelnen die Gesetze, nach denen Deformirung und Verschiebung sich vollzog, das Mitwirken von Gleit- und Torsionsflächen hierbei für die meisten Mineralien noch nicht erkannt worden sind.

Wohl aber gibt es eine grosse Gruppe von Structuren bei den Grundgebirgs- und anderen krystallinen Schiefen, in denen die Anzeichen mechanischer Vorgänge fehlen oder doch jedenfalls bisher nicht aufgefunden werden konnten. Ich habe dabei gewisse Gneisse, körnige Kalke, Eklogite, Amphibolite u. s. w. im Auge. Ihre Structur erinnert in vielen Einzelzügen an die Structur der contactmetamorphen Gesteine, und man kann es hier als das beherrschende Moment hinstellen, dass die krystalline Entwicklung sich im starren oder doch nahezu starren, jedenfalls nicht im flüssigen Aggregatzustand vollzogen haben muss. Das ergibt sich schon daraus, dass jeder Gemengtheil jeden andern seiner Form nach bedingt. Eine deutliche Reihenfolge in der Bildung der einzelnen Componenten fehlt auch hier fast durchweg oder ist doch auf spärliche, mehr accessorische Componenten beschränkt. In dieser Gruppe kommen porphyränliche Structurformen gar gern vor und gerade diese erweisen am besten die Richtigkeit der oben ausgesprochenen Auffassung dieser Structurtypen als solcher, die sich aus starrem, oder doch nahezu starrem Aggregatzustand vollzogen. Es ist nämlich ziemlich häufig, dass hierbei die anscheinend älteren einsprenglingsartigen Gemengtheile die übrigen umschliessen. Dann aber sind diese fast durchweg nicht nach den Krystallisationsgesetzen des Wirthes, sondern nach den mechanischen Gesetzen ehemaliger Schichtung in denselben angeordnet und setzen durch dieselben in parallelen Ebenen hindurch unbekümmert um die verschiedene Lage und Orientirung ihrer Wirthes. Man erinnere sich an die Ottrelithe der Phyllite und Glimmerschiefer, an die Albite vieler Feldspathphyllite, an die Granate vieler Glimmer- und verwandter Schiefer der Eklogite und Gneisse, an die Stauroilithen der Glimmerschiefer und Gneisse. Der Beispiele liessen sich noch viele heranziehen aus den Epidoten, Zoisiten, Tur-

malinen u. s. w. der krystallinen Schiefergesteine. — Wir dürfen daher wohl den Satz aufstellen, dass die Structurformen der krystallinen Schiefer wesentlich mechanische, nicht chemische sind, die Worte mechanisch und chemisch in dem besprochenen Sinne und in der angegebenen Ausdehnung aufgefasst. — Es hat sich ganz beiläufig aus der Discussion der Structurverhältnisse ergeben, dass wir in den krystallinen Schiefen überhaupt, sowie besonders in denen des Grundgebirges z. Th. ursprüngliche echte Sedimente zu suchen haben.

Die dargelegten Auffassungen werden bekräftigt und erweitert durch die Betrachtung der stofflichen Natur der Grundgebirgsgesteine.

Hier herrschen die Gneisse. Ich brauche das Wort in dem bisher gebräuchlichen Sinne als einen Collectivbegriff. Ein eingehendes und hinreichend ausgedehntes Studium der Gneissgesteine lehrt uns, dass wir in denselben z. Th. Felsarten vor uns haben, welche von gewissen accessorischen Gemengtheilen abgesehen, die Zusammensetzung der Tiefengesteine besitzen. Es gibt zweifellos Gneisse, welche stofflich den verschiedenen Graniten, Syeniten, Dioriten, Gabbros und Noriten überaus nahe stehen und sich anscheinend nur durch die Structur von denselben unterscheiden. Nur für die im Ganzen doch recht seltenen Elaeolithsyenite und Theralithe fehlen nach dem heutigen Stand unserer Kenntnisse die Parallelen unter den Grundgebirgsschiefen. Für viele dieser Gneisse lässt sich für Geologen, welche mit der Erfassung mikroskopischer Structurverhältnisse und deren Deutung vertraut sind, der Nachweis führen, dass sie dynamometamorph veränderte Granite, Syenite u. s. w. sind. Solche Gneisse mögen Granitgneisse, Syenitgneisse, Dioritgneisse u. s. w. heissen. — Daneben begegnen wir aber unter den Gneissen zahlreichen Vorkommnissen, für die sich eine Abstammung von Tiefengesteinen aus der Structur nicht nachweisen lässt, bei denen vielmehr gleichmässig Structur und Mineralcombination auf Conglomerate, grauackeähnliche Gesteine und Thonschiefer als ursprüngliches Material hindeuten. Solche Gneisse mögen Conglomeratgneisse, Grauackegneisse, Schiefergneisse heissen.

— Eine derartige Deutung der Gneissgesteine stützt sich keineswegs ausschliesslich auf mikroskopische Charaktere, sondern wird in der wünschenswerthesten Weise unterstützt durch geologische und stratigraphische Momente, wie z. B. durch das Auftreten von endomorphen und exomorphen Grenzphänomenen bei der ersten Gruppe, durch Übergänge in unverkennbare Conglomerate, Grauwacken und Thonschiefer und durch das absolute Fehlen von Grenzphänomenen in der zweiten Gruppe. Das ist vielfach durch die Arbeiten zahlreicher in- und ausländischer Geologen und Petrographen bewusst und unbewusst erwiesen worden.

An die eigentlichen Gneisse schliessen sich eng die Granulite, gewisse Hälleflinten und Porphyroide (Canada und Schweiz) an. Sehr wichtig ist es, dass wir unter den beiden letztgenannten Gesteinsgruppen solche antreffen, die man nach Bestand und Structur nicht anders deuten kann, denn als dynamometamorphe Ergussgesteine aus der Reihe der Porphyre.

Die Beziehungen der Glimmerschiefer zu den Phyliten und Thonschiefern, der Quarzite zu den Sandsteinen sind allbekannt. — In manchen Punkten zweifelhaft sind noch gewisse Talk- und Chloritschiefer, während andere Repräsentanten dieser Gesteine sich durch ihre geologischen Beziehungen, ihren Mineralbestand und ihre Structur als eng zusammengehörig mit Gliedern der Peridotit- und Diabasfamilie erweisen.

Gegenüber den Gneissen und gneissähnlichen Gesteinen spielen die sogenannten Einlagerungen quantitativ eine unbedeutende Rolle. Man kann dieselben ungezwungen in vier Reihen gruppieren, die wir die Kalkreihe, die Magnesiareihe, die Eisenreihe und die Reihe der Amphibolite und Serpentine nennen wollen.

Als Kalkreihe fasse ich dabei eine Anzahl von Einlagerungen in den krystallinen Schiefern des Grundgebirges zusammen, an deren einem Pol ein Carbonat, der körnige Kalk, an deren andern Pol ein Silicatgemenge, der Eklogit, steht, und welche sämmtlich dadurch mit einander verbunden sind, dass Kalk in ihnen die herrschende Basis ist. In diese Reihe gehören der Granatfels, Vesuvianfels, Wollastonitfels,

Skapolithfels, der Epidotfels, Zoisitfels, gewisse Amphibolite und Pyroxenite und der Eklogit. Es ist eine alte Erfahrung, dass diese verschiedenen Einlagerungen gern in demselben Horizont, oder aber in naher räumlicher Beziehung zu einander, ja direct mit einander verbunden und in einander übergehend auftreten. Man muss nicht übersehen, dass diejenigen Silicate, welche innerhalb dieser Reihe selbständige Gesteine bilden, auch am häufigsten im körnigen Kalk als Einsprenglinge vorkommen, und endlich, dass wir in den Granitcontactzonen stofflich und structurell genau dieselbe Reihe vom körnigen Kalk bis zum Kalksilicathornfels wieder antreffen. Beiläufig sei bemerkt, dass sogar das Thonerdesilicat des Eklogit auch im Kalksilicathornfels gelegentlich beobachtet wurde. Wie nun innerhalb des Granitcontacts Niemand daran zweifeln wird, dass der körnige Kalk, der körnige Kalk mit Einsprenglingen und die mannigfache Serie der Kalksilicathornfelse nur verschiedene Umwandlungsformen von Kalken und Mergeln darstellen, so wird es auch gestattet sein, innerhalb des Grundgebirges diese wechselvolle Gesteinsreihe genetisch zu verknüpfen und auf dasselbe Urmaterial, Kalke und Mergel, zurückzuführen. Man wird dazu um so mehr berechtigt sein, als alle diese Gesteine, auch der Eklogit und Amphibolit, gelegentlich als untergeordnete Massen im körnigen Kalke jüngerer krystalliner und halbkrySTALLINER Schiefer auftreten. — Für alle diese Gesteine ist es charakteristisch, dass ihnen im Allgemeinen der schieferige Habitus fehlt, dass sie vielmehr fast durchweg massiges Gefüge besitzen. Das muss so sein, wenn die hier entwickelten Vorstellungen über die Natur des Grundgebirges richtig sind, weil bei ihnen der mechanische Druck sich gewissermassen in chemische Arbeit umsetzte. — Noch ist hervorzuheben, dass diese Kalkreihe nur verhältnissmässig selten in langanhaltenden Straten, wie in Canada, weit häufiger in verhältnissmässig untergeordneten lenticulären Massen auftritt. Das deutet darauf hin, dass die ursprünglichen Kalkmassen, die wir heute im Grundgebirge in metamorpher Form vor uns haben, nicht als Schichten, sondern riffartig zum Absatz gelangten. Dabei mögen allerdings viele solche Kalkklinsen nur abgeschnürte Theile einer ursprünglich continuirlichen

Schicht sein. Späteren geologischen Untersuchungen wird es obliegen, festzustellen, ob, wie man erwarten könnte, der Reichthum an Gesteinen der Kalkreihe nach unten im Grundgebirge in einer gewissen Regelmässigkeit abnimmt.

Auch bei den spärlicher vorkommenden und weniger gut erforschten Gliedern der *Magnesia*-Reihe steht am einen Pol ein Carbonat, der Dolomit, am andern Pol ein Silicatgemenge, nämlich gewisse Olivinfelse und Eulysite. Die Zwischenglieder haben wir in dem Dolomit mit Silicateinsprenglingen, im Enstatitfels, im Duelo, in gewissen Talk- und Chloritschiefern und manchen Amphibolgesteinen. Dass ein Theil der Olivinfelse wohl zu den dynamometamorphen Tiefengesteinen zu stellen sei, wurde oben angedeutet. Anderen, ganz besonders den von SVENONIUS in Norrland aufgefundenen, Breunnerit- und Magnesit-führenden Olivingesteinen wird man wohl ihren Platz hier anweisen dürfen. Leider fehlt uns zu besserem Verständniss dieser *Magnesia*-Reihe ihre Parallele in den Granitcontactzonen. Um so wichtiger ist das Auftreten einzelner Glieder, besonders des Sagvandit, Listwänit und verwandter Formen in jüngeren krystallinen Schiefern.

Nur in einigen Fragmenten kennen wir bislang die Eisenreihe, so in manchen Pyroxeniten und Eisenerzlagern des Grundgebirges. Die letzteren charakterisieren sich durch die accessorische Führung von Kokkolith, Granat, Vesuvian und verwandten Mineralien gegenüber jenen Eisenerzmassen des Grundgebirges, welche zu den gabbroiden Tiefengesteinen gehören und durch ihre Olivin- und Plagioklasführung gekennzeichnet sind. Selbstverständlich gibt es auch Eisenerze im Grundgebirge, welche auf ganz andere Weise, durch Auslaugung und ähnliche chemische Vorgänge aus anderen Eruptiv- oder Schichtgesteinen hervorgingen. — Den Eisenerz-lagerstätten des Grundgebirges entspricht wohl der Itabirit gewisser phyllitisch entwickelter Sedimentformationen.

Als Reihe der Amphibol- und Serpentin-Gesteine wurden oben eine grosse Anzahl von Einlagerungen im Grundgebirge zusammengefasst, die sehr Heterogenes enthalten. Manches wird bei fernerer Prüfung und genauerer Kenntniss der geologischen Beziehungen in eine der vorhergehenden Reihen zu verweisen sein. Immerhin bleibt ein

grosser Rest, in welchem wir die Umwandlungsproducte von Gabbros, von Diabasen und diesen stofflich nahe verwandten Effusivgesteinen mit grosser Sicherheit zu erkennen vermögen. Die letzteren werden mehrfach von Grünsteinen und Agglomeraten begleitet, deren tuffartiger Charakter auch noch im heutigen metamorphen Zustande schwer zu verkenne ist.

Blicken wir zurück auf die vorstehende flüchtige Skizze, die gewiss nicht den stofflichen Bestand des Grundgebirges erschöpft, aber kaum etwas Wesentliches ausgelassen hat, so sehen wir in den krystallinen Schiefern des Grundgebirges Massen, deren Abstammung von Thonschiefern, Grauwacken, Conglomeraten, Carbonatgesteinen, Tiefengesteinen, Ergussgesteinen und ihren Tuffen wir z. Th. mit aller wünschenswerthen Sicherheit, z. Th. mit grösserer oder geringerer Wahrscheinlichkeit darthun können. Denken wir uns daher das Grundgebirge einen Augenblick seines schieferigen Gefüges entkleidet und reconstruiren wir aus der heutigen metamorphen Facies den ursprünglichen Bestand, dann haben wir — von der ältesten Erstarrungskruste abgesehen — das Bild einer normalen geologischen Formationsreihe. — Eine auffallende Abweichung bei dem Vergleich mit den zweifellos fossilführenden Formationen finden wir wohl nur in der grösseren Seltenheit der Kalkgesteine im stofflich unveränderten oder silicirten Zustande. Das erklärt sich indessen wohl aus dem Umstande, dass die Möglichkeit und das Maass der Bildung von Carbonatgesteinen auf der Erdoberfläche an das organische Leben auf derselben gebunden ist, und daher um so spärlicher werden muss, in um je ältere Perioden der Erdgeschichte wir hinabsteigen.

Somit enthüllt uns das petrographische Studium des Grundgebirges eine Formationsreihe, in welcher sich Glied an Glied reiht, vom tiefsten Cambrium abwärts. Das Auge verliert sich in eine fast grenzenlose Tiefe, deren äussersten Boden die Erstarrungskruste der Erde bildet. Wenn es dereinst der Petrographie gelungen sein wird, für jeden einzelnen Theil der entwickelten Auffassungen den unwiderleglichen Beweis der Richtigkeit zu führen, dann ist der Hiatus zwi-

schen dem tiefsten fossilführenden Sedimenthorizont und dem Grundgebirge verschwunden und die Continuität der Erdgeschichte hergestellt.

Es ist eine unmittelbare Folge der hier entwickelten Auffassung, dass das Grundgebirge an verschiedenen Orten der Erde sehr verschiedenes Alter haben kann und haben muss. Es wird lediglich von dem Maass der an einem bestimmten Punkte der Erde wirkenden gebirgsbildenden Kräfte, von der Belastung der sich faltenden Formationen und von der Epoche des Eintritts und der Dauer der orogenetischen Vorgänge abhängen, wie weit hinauf in der Skala der Formationen sich die Facies des Grundgebirges entwickeln wird. Ebenso erscheint es wahrscheinlich, dass, wenn an irgend einem Punkte der Erde eine bestimmte Formation die Grundgebirgsfacies angenommen hat, keine tiefere Formation den normalen Charakter bewahrt haben kann. Es ist dabei natürlich von localen Verhältnissen und Überschiebungen abgesehen.

Die Ausführung dieser und verwandter Vorstellungssreihen, die Zusammenstellung der Thatsachen auf die sie sich stützen und die Angabe der Mittel, sie zu erkennen, bildet den Gegenstand der mikroskopischen Physiographie der krystallinen Schiefer. Wer in ein unerforschtes Gebiet sich orientirend vordringen will, bedarf eines Compasses. Der Erforscher des Grundgebirges verschafft sich denselben durch das Studium der Gesteine zweifelloser fossilführender Formationen in krystalliner Facies. Hier lernt er, dass der vor der krystallinen Umwandlung bereits vorhandene Mineralbestand durch den Gebirgsdruck deformirt wird, und sieht durch die Vergleichung des normalen und veränderten Gesteins, welche Mineralneubildung sich vollzog. Was während des Drucks und durch den Druck sich bildete, wird durch ihn nicht deformirt. Keine Kraft zerstört das, was sie schuf, solange die Existenzbedingungen des Geschaffenen fort dauern. Verschleierungen und Modificationen der angedeuteten Verhältnisse können durch Wiederholung gebirgsbildender Vorgänge in schon metamorphosirten Gebieten selbstverständlich hervorgebracht werden.

Heidelberg, Frühling 1889.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie](#)

Jahr/Year: 1889

Band/Volume: [1889_2](#)

Autor(en)/Author(s): Rosenbusch Harry

Artikel/Article: [Zur Auffassung des Grundgebirges 81-97](#)