

# Ueber die Erforschung der archaischen Formationen.

Von

Dr. Ernst Kalkowsky in Leipzig.

---

Von den bisher aufgestellten Theorien über die Entstehung der krystallinischen Gesteine der archaischen Formationen ist keine einzige im Stande auf alle Fragen in Betreff der letzteren eine befriedigende Antwort zu geben. Es dürfte deshalb wünschenswerth sein, dass man bei der Erforschung der archaischen Formationen nicht ausschliesslich eine einzige Theorie seinen Darstellungen des Beobachteten zu Grunde legt. Es ist nicht in der Ordnung, wenn Metamorphiker bei der Beschreibung irgend eines Glimmerschiefers sogleich hinzusetzen, es sei der metamorphische Character desselben deutlich zu erkennen. Gewiss ist es nicht leicht, sich so gänzlich von theoretischen Ansichten zu befreien, dass die Darstellung völlig objectiv wird; gleichwohl ist dies das Ziel, dem man zustreben soll. Nur so wird schätzbares Material geliefert werden, um einst eine Theorie auszuarbeiten, welche die Vorgänge in jenen ältesten Zeiten der Erdgeschichte zu einer Erkenntniss höheren Grades zusammenfasst.

Jetzt noch möge man nicht vergessen, dass wir von den archaischen Formationen im Ganzen noch recht wenig wissen; viele Gebiete sind noch erst recht oberflächlich untersucht; und doch giebt jede neue Arbeit darin reichliche und unerwartete Früchte. Freilich muss man nicht mit der vorgefassten Meinung hinzutreten, dass an archaischen Gesteinen keine Beobachtungen möglich seien. Vielerlei Art vielmehr sind die Beobachtungen,

die man im Felde anzustellen, und die Untersuchungen, welche man am Arbeitstisch auszuführen hat, wenn man sich mit jenen Formationen beschäftigt.

Im Folgenden soll versucht werden, auf diejenigen Verhältnisse aufmerksam zu machen, die bei dem Studium zu berücksichtigen sind, und die auf die Aufstellung einer Theorie von Einfluss sein werden. Wohl wird diese Zusammenstellung nicht vollständig sein, denn bei fortgesetztem Studium erkennt man ja noch immer neue Beziehungen.

Die oberen Schichten der archaischen krystallinischen Schiefer<sup>1</sup> stehen an vielen Orten in einem so innigen Verhältniss zu den sie concordant überlagernden Gesteinen der cambrischen oder der silurischen Formation, dass man sich genöthigt sieht, auch die krystallinischen Schiefer für Producte einer Sedimentation aus dem Wasser zu halten. Diese Verwandtschaft veranlasst uns, den Beziehungen der archaischen Gesteine zu den postarchaischen nachzuspüren und zwar mit Bezug auf die chemische Zusammensetzung, auf die petrographische Beschaffenheit und auf die geologischen Verhältnisse.

Was zunächst die Frage nach der chemischen Gleichheit oder Ungleichheit betrifft, so findet augenscheinlich eine Verschiedenheit zwischen der chemischen Zusammensetzung archaischer und derjenigen postarchaischer Gesteine statt. Es muss jedoch diese Verschiedenheit nicht in den Zahlen einzelner Analysen gesucht werden, sondern vielmehr nur in den allgemeinen Beziehungen.

Eine solche tritt uns z. B. in dem Verhältniss zwischen Grauwacke resp. Arkose und Gneissen entgegen. Diese beiden Gruppen von Gesteinen mögen im Allgemeinen dieselben Verhältnisse der Elemente zu einander aufweisen, so dass für eine Verwandlung jener klastischen Gesteine in Gneisse wenigstens das chemische Material gegeben wäre. Allein es ist in Erwägung zu ziehen, dass wir Arkosen fast nur in der Nähe granitischer Gesteine finden, und dass Grauwacken in den ältern Formationen häufiger sind, als in den jüngern. Es ergibt sich

---

<sup>1</sup> Im Folgenden wird nur auf krystallinische Gesteine von entschieden archaischem Alter Rücksicht genommen werden.

daraus die Frage, ob vielleicht in der archaischen Periode der Erdgeschichte die geognostischen Verhältnisse derartig waren, dass eine reichlichere Bildung von Arkosen und Grauwacken stattfinden konnte. Gewiss kann man auch aus einem Sandsteine durch chemische Prozesse einen Gneiss entstehen lassen, aber nur indem man die Zufuhr noch anderer chemischer Substanzen annimmt. Damit müsste man aber zur Erklärung eines Problems wieder ein anderes zu Hilfe nehmen.

Einen andern Fall der hier in Rede stehenden chemischen Verschiedenheit bietet das Auftreten des kohlen-sauren Kalkes dar. Wenn gleich in den archaischen Formationen manche grosse Kalklager vorkommen, so ist doch ohne allen Zweifel in den postarchaischen Formationen das Verhältniss der Carbonate zu den aus Kieselsäure und Silicaten bestehenden Gesteinen ein anderes: die Carbonate haben an Masse relativ zugenommen.

Etwas Ähnliches zeigt sich bei den Sandsteinen, die in den postarchaischen Formationen oft eine gewaltige Mächtigkeit erreichen und dabei sehr arm an Glimmer oder Thon sind oder dieser Beimischungen ganz entbehren. Die der chemischen Zusammensetzung nach ihnen entsprechenden archaischen Quarzite treten dagegen meist nur in wenig mächtigen und wenig ausgedehnten Lagern auf.

Was, zum Zweiten, die petrographische Beschaffenheit betrifft, so muss zunächst nochmals das Auftreten des kohlen-sauren Kalkes erwähnt werden. In jüngern Formationen mischt sich derselbe gar oft dem Sandstein oder einem Thongestein gleichmässig bei. Ähnliche Gesteine krystallinischen Gefüges von unzweifelhaft archaischem Alter sind dagegen überaus selten und fast nur auf die unmittelbare Nachbarschaft von grösseren (und oft sehr reinen) Kalklagern beschränkt.

Von hohem Interesse ist ferner der Umstand, dass es auch postarchaische Gesteine giebt, die nicht rein klastische Structur aufweisen. Ich will an dieser Stelle nicht diejenigen Vorkommnisse erwähnen, welche, obwohl jünger als das Silur, doch eine rein krystallinische Textur haben sollen; man hat mit Recht darauf hingewiesen, dass dieselben einen gewichtigen Ein-

wurf gegen die Theorie des gemeinen Metamorphismus abgeben. Allein beachtenswerth ist namentlich auch das Vorkommen von an Ort und Stelle neugebildeten Gemengtheilen in sog. klastischen Gesteinen. Es empfiehlt sich vielleicht diese Gemengtheile kurz als „authigene“ zu bezeichnen, und ihnen die „allothigenen“ gegenüber zu stellen<sup>2</sup>.

Das vornehmste, bisher bekannt gewordene Beispiel einer solchen Mischung von authi- und allothigenen Gemengtheilen sind die zuerst von ZIRKEL untersuchten silurischen und devonischen Thonschiefer mit ihren Nadelchen, über deren mineralogische Natur ich bereits in einem Briefe in diesem Jahrbuch 1879, S. 382 Auskunft gegeben habe. Die wohlbegrenzte Form dieser Nadelchen, ihre Abwesenheit in vielen jüngeren Thonschiefern und den sich jetzt bildenden thonigen Sedimenten schliessen jeden Zweifel über ihren Ursprung aus.

Jedoch auch andere paläozoische Gesteine sedimentären Ursprungs zeigen eine Beimischung von authigenen Gemengtheilen. So die untersilurischen Grauwacken von Plagwitz und Klein-Zschocher bei Leipzig. In dem grossen Aufschluss bei Plagwitz zeigen sich an einer Stelle kleingefleckte Varietäten, deren Flecken durch Anhäufung eines authigenen Quarzementes entstanden sind. Nicht weit davon stehen einige Felsen an, deren Gestein durch grosse Feldspäthe ein gar seltsames Aussehen gewinnt. In einem Bruche bei Klein-Zschocher ist die Grauwacke durchweg sehr fest und zähe in Folge des Vorhandenseins eines Cementes von authigenem Quarz und authigenem braunen Glimmer.

In Bezug auf geologische Verhältnisse endlich geben sich zwei beachtenswerthe Verschiedenheiten zwischen archaischen

<sup>2</sup> Ich habe früher einmal die Bezeichnungen „krystallinisch“ und „klastisch“ im Sinne der obigen neugebildeten Wörter gebraucht; doch lässt sich hiergegen manches einwenden. Es schienen deshalb zwei neue Kunstausdrücke nöthig zu sein. Die beiden obigen Worte sind mit den Partikeln *ἀλλοσι* anderswo und *αὐτόσι* daselbst gebildet. Da in der poetischen Sprache bereits ein mit der zusammengesetzten Form *αὐσι* gebildetes Wort *αὐσιγενής* mit der ausdrücklichen Bedeutung „an Ort und Stelle entstanden“ gebräuchlich ist, so wurde demselben des Wohlklangs wegen der Vorzug gegeben vor einer Neubildung mit der attischen Form *αὐτόσι*. Ein Compositum *ἀλλοσιγενής* wird in den Wörterbüchern nicht angegeben, doch ist es durch Analogie gerechtfertigt.

und postarchaischen Formationen zu erkennen. In den letzteren sehen wir nicht selten Gesteine von genau derselben Beschaffenheit sich über weite Gebiete hinziehen. Es mag gestattet sein, nur an die Gypsmauer am Südrande des Harzes oder an das Kupferschieferflötz jener Gegenden zu erinnern. In den archaischen Formationen dagegen herrscht ein beständiger und ziemlich schneller Wechsel, und zwar, worauf es hier ankommt, eben auch in der Streichrichtung der Schichten. Die bunten Gneisse in der Oberpfalz konnte GÜMBEL in der Gegend von Passau nicht mehr wieder finden. Die an Andalusit reichen Glimmerschiefer des Düllens südlich von Eger sind nördlich von dieser Stadt nicht mehr vorhanden, obwohl der Gebirgsbau in dieser Gegend eine einfache Antiklinale darstellt. Erreicht doch einmal ein Lager eine sehr weite Ausdehnung, so wird dies regelmässig von den Autoren als bemerkenswerth hingestellt.

Der zweite hierher gehörige Unterschied betrifft die geographische Verbreitung der betreffenden Formationen. Bereits in den paläozoischen Systemen lassen sich gesonderte Bildungsräume unterscheiden; wenn wir jetzt die Gesteine einer dieser Formationen an einer Stelle vermissen, so lässt sich zuweilen der Nachweis führen, dass sie überhaupt gar nicht dagewesen sind. In noch jüngern Formationen lassen sich immer mehr einzelne von einander gesonderte Becken als Bildungsräume erkennen. Anders dagegen ist es mit den archaischen Formationen. Sie scheinen universell zu sein. Nicht nur, dass sie in sehr grossen Arealen zu Tage ausgehen, wir sehen Spuren derselben auch bei mächtiger Bedeckung durch jüngere Sedimente durch Vulkane aus der Tiefe emporgefördert, wie z. B. in den rheinischen Vulkangebieten. Die jüngeren Fossilien führenden Formationen bilden, wie einmal ein Referent in diesem Jahrbuch sagte, nur den oberflächlichen Ausputz der gewaltigen Massen von krystallinischen Gneissen und Schiefen, welche als Continente vom Boden der Oceane aufragen. Doch muss hier darauf hingewiesen werden, dass wir wenig Kunde davon haben, ob auch unter dem Boden der Oceane die archaischen Formationen vorhanden sind. Andererseits ist es sehr zweifelhaft, ob Glimmerschiefer und Urthonschiefer universell sind. —

Die Beziehungen der postarchäischen geschichteten Gesteine zu den archäischen sind zwar mannigfacher Art, aber sie werden doch immer nur einen entfernten Einfluss auf eine Theorie der archäischen Formationen auszuüben im Stande sein. Der grösste Theil der Untersuchung und Erforschung muss sich unmittelbar auf die archäischen Massen selbst beziehen; man muss versuchen, die eigenthümlichen Verhältnisse der letzteren von den verschiedensten Gesichtspunkten und in allen möglichen Beziehungen zu erkennen.

Zunächst mag es gestattet sein, die chemischen und mikropetrographischen Verhältnisse zu berücksichtigen. Es ist nöthig dieselben auf einmal zusammen zu behandeln, denn diese verschiedenen Wege der Untersuchung haben zum grössten Theil denselben Endzweck. Namentlich muss die chemische Untersuchung stets Rücksicht nehmen auf die allergenaueste petrographische Untersuchung und zwar muss sie sich nach der letzteren richten. Man muss nicht vergessen, dass seit Einführung des Mikroskopes in die Petrographie die chemische Analyse nur noch in beschränktem Maasse die Aufgabe hat, die mineralogische Zusammensetzung eines Gesteines kennen zu lehren. Jetzt fallen ihr andere Aufgaben anheim.

Allein auch die mikropetrographische Untersuchung darf sich nicht auf die Bestimmung der Gemengtheile beschränken. Um die Zusammensetzung eines Glimmer-Gneisses zu erkennen und die Anwesenheit von Quarz, Feldspäthen und Glimmer zu constatiren, braucht man nicht erst das Mikroskop zu Hilfe zu nehmen; eine solche mikroskopische Analyse hat gerade so viel Werth, wie eine qualitative Gesteinsanalyse, die die Anwesenheit der gewöhnlichen sieben oder acht Elemente ergiebt.

Wenn man eine Reihe von Gneissen, Glimmerschiefern, Amphiboliten u. s. w. unter dem Mikroskop durchmustert und sich dabei der verschiedenartigen Textur der massigen Gesteine erinnert, so wird man finden, dass einige Texturtypen, die bei den letzteren Gesteinen sehr häufig sind, bei den Felsarten der archäischen Formationen gar nicht vorkommen. Letzteren fehlt nach allen bisher angestellten Untersuchungen gänzlich irgend welche Art von amorpher, krystallitischer oder halbkrySTALLINISCHER Basis. Es ist ein charakteristisches Kennzeichen

für die in Rede stehenden Gesteine, dass sie in frischem Zustande, mögen sie dem unbewaffneten Auge auch dicht erscheinen, unter dem Mikroskop sich stets in ein klares Aggregat krystallinischer Partikeln auflösen. Zwar vermag bisweilen das Mikroskop nicht mehr die mineralogische Natur der winzigsten Körnchen zu bestimmen, wie z. B. Quarz und Feldspath in dieser Form äusserst schwer unterscheidbar sind; aber dennoch wird man in genügend dünnen Schliffen bei der Beobachtung zwischen gekreuzten Nicols das krystallinische Gefüge mit leichter Mühe zu erkennen im Stande sein.

Richtet man sein Augenmerk auf die Formverhältnisse der Gemengtheile, so wird man bei vielen, nicht aber bei allen Vorkommnissen bemerken, dass die verschiedenen Mineralien sich gegenseitig in ihrer Formausbildung gehindert haben. Im Präparate von einem solchen Gestein sucht man vergeblich z. B. nach einem Quarzdurchschnitt, der sich auf die Krystallform dieses Mineralies beziehen liesse; ebenso verhalten sich dann in demselben Präparate alle Feldspäthe, alle Hornblenden u. s. w. Eine Folge dieser Textur ist es, dass die Gemengtheile einander gegenseitig umhüllen, dass im Präparat Quarz im Feldspath steckt und daneben ein Feldspathkorn von Quarz rings umgeben ist. Wohl kommen dergleichen Structurverhältnisse auch bei körnigen massigen Gesteinen vor, aber doch nicht in der Häufigkeit, wie bei den archaischen Sedimentgesteinen.

Bei letzteren zeigt sich überdies noch in anderer Weise eine Behinderung der Formausbildung. Manche Gemengtheile zeigen nämlich eine Form, welche sich der Krystallgestalt des betreffenden Mineralies nähert; aber doch sind alle Contouren abgerundet. In dieser Weise tritt z. B. sehr häufig der Eisenglanz im Glimmerschiefer auf, ferner der Olivin in den Amphiboliten des Eulengebirges, Fichtelgebirges und des Oberpfälzer Waldgebirges.

Allein bisweilen ist diese „Abrundung“ einzelner Gemengtheile nur eine geringe und es wird ihr Streben nach Ausbildung eigener Form dann dadurch auffällig, dass es eben immer nur gewisse Gemengtheile sind, an welchen es zu erkennen ist. In manchen Gneissen treten die Quarze in ziemlich gut begrenzter Form auf, die Feldspäthe aber ohne eigene Form; in Urthonschiefern besitzen alle Turmaline ziemlich scharfe Krystallform, die Quarze aber fast nie.

Wenn zuvor die gegenseitige Umhüllung der Gemengtheile erwähnt wurde, so offenbart sich ein anderes Structurverhältniss gerade darin, dass manche Gemengtheile nur umhüllt werden, aber keine anderen einschliessen. In den zuletzt genannten Amphiboliten tritt der Olivin in und zwischen allen anderen Gemengtheilen auf, aber er umschliesst nie irgend ein fremdes Partikelchen, höchstens umgeben mehrere Olivinkörner ein Erzkorn. Hierher gehört auch das Vorkommen von Gemengtheilen, die mit einer Unzahl von Mikrolithen eines anderen Gemengtheiles erfüllt sind, während grössere Individuen des letzteren frei sind von Interpositionen. So enthalten die Quarze eines Amphibolites von Schwarzenberg im Erzgebirge eine Menge von Hornblendesäulchen, in den Feldspäthen des Chloritgneisses und des Hornblendegneisses aus der Gegend von Liebau in Niederschlesien wimmelt es von Salitmikrolithen. Bei der Bildung solcher Gesteine müssen doch wohl etwas andere Verhältnisse geherrscht haben, als z. B. bei der Bildung des Amphibolites von Miltitz in Sachsen, in dem reine Quarze neben reinen Hornblende-Individuen liegen.

Es ist noch zu erwähnen, dass manche Felsarten eine auffällig gleiche Grösse der Gemengtheile besitzen, wodurch eine zuckerkörnige Textur und ein gewissermassen sandsteinartiger Habitus erzeugt wird. Beispiele hiefür geben Gneisse Schlesiens und viele Amphibolite. Bei den verschiedenen Varietäten der Granulite zeigt sich auch die gleiche Grösse der Gemengtheile, jedoch ohne den äusseren Habitus besonders zu beeinflussen.

In dem Vorstehenden wurden die Structurverhältnisse mehr gleichmässig gemengter Gesteine betrachtet; es erübrigt noch diejenigen Fälle zu betrachten, wo einzelne Individuen eines oder mehrerer Gemengtheile dem übrigen Mineralgemenge gegenüber sich durch besondere Grösse oder Lagerung auszeichnen. Auch hierbei zeigt sich grosse Mannigfaltigkeit.

Makroskopisch kann bisweilen von einem solchen Verhältniss nichts zu beobachten sein. Dieser Fall tritt z. B. ein beim rothen Gneiss des Erzgebirges. In Dünnschliffen gewahrt man neben grösseren Quarzen, Feldspäthen und weissem Glimmer auch gleichsam eine Grundmasse von einem äusserst feinkörnigen Quarz-Feldspath-Gemenge. Ebenso verhält sich der zwei-

glimmerige Gneiss der oberen Stufe der Gneissformation im Eulengebirge Schlesiens. In anderen Gesteinen als Gneissen scheint diese Structur nur selten vorzukommen.

In einiger Beziehung zu dieser Textur steht das Auftreten von feinkörnigen Aggregaten, deren Einzelindividuen einerseits eine viel geringere Grösse haben, als sonst die betreffenden Gesteinsgemengtheile, und andererseits öfter auch besonderen Mineralien angehören. In den feldspäthigen Amphiboliten des Eulengebirges findet sich mehrfach, „dass kleinere Individuen aller Gemengtheile zu Haufwerken zusammentreten, die durch ihre rundliche Form gleichsam die Granaten ersetzen. Wie letztere, so sind auch derartige Haufwerke meist von einem klaren Kranz von Quarz und Feldspäthen umgeben“<sup>3</sup>. COHEN giebt an, dass im Glimmerschiefer von Leutershausen im Odenwald Partien mit Aggregatpolarisation vorkommen, „welche aus einem zarten Gemenge von Quarz mit lichtem Glimmer bestehen“<sup>4</sup>. Hierher gehören auch die Verwachsungen von Pyroxen und Quarz, welche wie „Zotten eines Darmes“ die Granaten vieler Eklogite umgeben.

In den beiden eben erwähnten Texturverhältnissen kann man den Übergang erblicken zu dem Auftreten porphyrischer Krystalle in archaischen Sedimentgesteinen. Der äussere Habitus ist dabei je nach dem porphyrischen Mineral etwas verschieden. Die glimmerartigen Mineralien treten meistens in kleineren Blättchen zu Flecken zusammen, z. B. Chlorit in Fleckschiefern. Dann ereignet es sich gar nicht selten, dass diese Mineralien in gut schiefrigem Gesteine quer gegen die Schieferung gestellt sind. G. ROSE hat zuerst auf diese Structur im Glimmerschiefer am Nordabfall des Riesengebirges aufmerksam gemacht. Dasselbe findet man bisweilen im dunkeln Glimmerschiefer von Zschopau im Erzgebirge und dann auch in manchen Phylliten, worüber in einem anderen Aufsätze berichtet werden wird.

Es ist bemerkenswerth, dass accessorische Mineralien

<sup>3</sup> E. KALKOWSKY: Die Gneissformation des Eulengebirges. Leipzig 1878, S. 38.

<sup>4</sup> Geogn. Beschr. d. Umgegend von Heidelberg. Strassburg 1879, Heft I, S. 15.

oft in verhältnissmässig grossen porphyrischen Individuen auftreten, wie also z. B. Granat und Staurolith; doch muss betont werden, dass dieselben Mineralien anderswo dann auch in mikroskopisch kleinen Körnchen erscheinen. Sie verhalten sich also in dieser Hinsicht ganz so wie Quarz und Feldspath.

Von den beiden letzteren Mineralien treten die Feldspäthe wohl häufiger porphyrisch auf, als der Quarz, doch besitzen sie fast nie eine scharfe Krystallform; dasselbe gilt auch vom porphyrischen Quarz. Auch sind beide Mineralien in dieser Ausbildung sehr oft von kleineren Individuen der anderen Gemengtheile durchspickt, zuweilen in reichlichem Maasse. Ganz besonders merkwürdig sind die Feldspäthe in einer Varietät des hellen Glimmerschiefers im Erzgebirge. Obwohl sie keine absonderliche Grösse besitzen, so treten sie doch deutlich porphyrisch aus einem Gemenge von Quarz, Glimmer und Chlorit hervor. Welche besonderen Verhältnisse, muss man fragen, hatten hier diese auffällige Structur zur Folge, warum entstand nicht ein Gneissglimmerschiefer mit gleichmässigem Gefüge, ein feldspatharmer Gneiss, wie sie doch sonst vorkommen?

Für genetische Betrachtungen wichtig ist ferner noch eine Erscheinung, welche man namentlich an den porphyrischen Gemengtheilen wahrzunehmen in der Lage ist. Solche Individuen sind nämlich bisweilen deutlich zerbrochen. Die durch ihre Contouren und ihre Lagerung erkennbaren Bruchstücke werden durch ein Cement getrennt, welches genau dieselbe Zusammensetzung und Structur hat, wie die übrige kleinkörnigere Masse des Gesteines. So sind viele Orthoklase des eigenthümlichen Phyllitgneisses vom Glasberg bei Waldsassen im Fichtelgebirge in mehrere Stücke zerbrochen und durch Quarz-Glimmer-Masse verkittet. Auch nicht porphyrische und selbst mikroskopisch kleine Gemengtheile archaischer Gesteine lassen manchmal ein solches Verhalten deutlich erkennen; doch muss darauf hingewiesen werden, dass nicht ohne weiteres neben oder hinter einander liegende Theilchen desselben Mineralen als Bruchstücke zu deuten sind. Es scheint von Interesse zu sein, im gegebenen Falle namentlich auch noch in Erwägung zu ziehen, ob die vermeintlichen Theilstücke in einem homogenen Medium liegen, also z. B. im Quarz, oder ob sich zwischen ihnen ein Mineralgemenge

befindet; ferner ob letzteres feinkörniger ist oder eine andere Zusammensetzung hat, als an anderen Stellen desselben Präparates. Die Entscheidung über fragmentare Beschaffenheit wird natürlich um so schwieriger sein, je feinkörniger und dann je gleichmässiger körnig das Gestein ist.

Die so verschiedenartige mikro- und makroskopische Textur der archaischen Gesteine scheint bis zu einem gewissen Grade von der chemischen Zusammensetzung abhängig zu sein. Ebenso scheint das geologische Alter hierbei in's Spiel zu kommen; wenigstens konnte ein derartiges Verhältniss für die Gneisse des Eulengebirges constatirt werden. Welche anderen Factoren noch die Textur bestimmen, lässt sich vor der Hand nicht erkennen.

Wenn der Einfluss der chemischen Zusammensetzung auf die Textur der archaischen Gesteine vielleicht zweifelhaft erscheint, so ist dagegen eine Beziehung derselben auf die Gemengtheile um so deutlicher ausgesprochen. Um es kurz zu sagen, die mineralogische Zusammensetzung eines archaischen Gesteines ist ebenso von der chemischen abhängig, wie dies bei den Eruptiv-Gesteinen der Fall ist. Aber die einzelnen Regeln sind für beide Arten von Gesteinen keineswegs identisch.

Die allgemeinsten Beziehungen in dieser Richtung sind bereits vor längerer Zeit von St. HUNT dargelegt worden<sup>5</sup>; er zeigte, dass man auch bei den archaischen Sedimentgesteinen eine Reihe der saueren Gesteine und eine andere der basischeren unterscheiden könne; letztere Reihe ist mineralogisch characterisirt durch die reichliche Anwesenheit von Hornblende und ähnlichen an Kieselsäure ärmeren Mineralien.

Allein diese Relation ist noch viel specieller, als wie es auf den ersten Blick scheinen möchte; es ergiebt sich, dass beinahe alle chemischen Typen der eruptiven Massengesteine ihre Analoga unter den archaischen Sedimentgesteinen haben. Einige Andeutungen werden hier genügen. Dass Granit und Gneiss bisweilen dieselbe chemische Zusammensetzung haben bei einander sehr ähnlicher mineralogischer, ist eine vielverbreitete Angabe, obschon es sich nicht immer nachweisen lässt, dass

---

<sup>5</sup> Chemical and geological essays. Boston a. London 1875, S. 283.

auch echte Massengranite zum Vergleich zugezogen wurden. Auffallend aber wird eine solche Zusammenstellung, wenn man bei dem neuerdings erkannten augitführenden Granitite sich des schon vor vielen Jahren von HITCHCOCK beschriebenen Augit-Gneisses aus den Green Mountains, Vermont, N.-A., erinnert. H. CREDNER fand die chemische Zusammensetzung eines sog. Trappgranulites aus Sachsen gleich der eines Feldspathbasaltes, und die mikroskopische Untersuchung des ersteren ergab wirklich als Gemengtheile Magneteisen, Plagioklas und einen Pyroxen (wahrscheinlich Diallag)<sup>6</sup>. Die chemischen Typen des Syenites und Diorites finden in den archaischen Formationen ihre Analoga in Hornblende-Gneissen und feldspäthigen Amphiboliten; viele Vorkommnisse der letzteren gelten noch immer als massige Eruptivgesteine. Bemerkenswerth ist es andererseits auch, dass unter den jüngeren, postarchaischen, krystallinischen Schieferen Mineral-Combinationen vorkommen, welche aus den archaischen Formationen bisher nicht bekannt sind<sup>7</sup>.

Es wird noch nöthig sein, an einigen Beispielen darzuthun, wie die chemische Zusammensetzung das Auftreten der einzelnen Mineralien als Gemengtheile beeinflusst. So ergab es sich, dass der Gehalt an Eisen, welcher nicht bei der Bildung von Silicaten verwendet wurde, in Gneissen als Eisenglanz, in Amphiboliten dagegen als Magneteisen auftritt<sup>8</sup>. In den chloritischen grünen Schieferen Niederschlesiens schliessen sich Epidot und Mikrolithen eines Mineralen einerseits und Eisenglanz andererseits einander aus<sup>9</sup>. RIESS fand, dass der eigenthümliche mineralogische Character der echten Eklogite verloren geht, sobald dem Gestein Feldspath zugemischt ist<sup>10</sup>. ZIRKEL gab an, dass Apatit in allen denjenigen Gneissen vom 40sten Parallel in enormer Menge vorkommt, welche reichlich Hornblende enthalten<sup>11</sup>.

<sup>6</sup> Zeitschr. d. Deutschen geol. Ges. 1875, S. 194—196.

<sup>7</sup> Vergl. die Arbeiten von BECKE und LUEDECKE über griechische und türkische Schiefergesteine.

<sup>8</sup> Eulengebirge S. 39.

<sup>9</sup> TSCHERMAK, Min. Mitth. 1876, S. 109.

<sup>10</sup> TSCHERMAK, Min. u. petr. Mitth. 1878, S. 209.

<sup>11</sup> Microscopical Petrography, Washington, 1876. S. 15.

Solche und ähnliche Gesetzmässigkeiten, auf die bei der mikroskopischen Untersuchung wohl zu achten ist, bieten sich überall bei der Vergleichung zweier archaischer Gesteine dar; sie müssen nothwendigerweise bei der Aufstellung einer Theorie berücksichtigt werden. Aber wohl ist es zu beachten, dass solche Gesetzmässigkeiten uns noch nicht im Geringsten dazu berechtigen, für die archaischen Gesteine eine ähnliche Art der Entstehung, wie für die massigen Eruptivgesteine anzunehmen. *Multa fiunt eadem, sed aliter.*

Die chemischen Beziehungen weisen darauf hin, dass auch dem einzelnen Gemengtheil in dem archaischen Gesteine eine eigene Rolle zuertheilt ist; sie machen darauf aufmerksam, dass auch die eigenthümlichen Verhältnisse der einzelnen Gemengtheile bei der mikroskopischen Untersuchung zu beachten sind. So werden wir darauf zu achten haben, welche Mineralien in den archaischen Gesteinen auftreten, welche sich gern mit einander associiren, welche Mikrostructur ihnen zukommt, ob sie ebenso ausgebildet sind, wie in Eruptivgesteinen u. s. w. Es ist doch z. B. sehr auffällig, dass die eigenthümlichen faserigen Feldspäthe der Granulite in Eruptivgesteinen noch nicht beobachtet wurden. Ferner wird der zonale Aufbau mancher Gemengtheile und das Vorkommen von Mikrolithen nur im Centrum derselben zu beachten sein.

Kein Structurverhältniss der Gemengtheile hat aber eine so hohe genetische Bedeutung, wie das Auftreten von Einschlüssen eines Liquidums in denselben. Zwar ist es fast nur der Quarz, in welchem die Flüssigkeitseinschlüsse leicht und deutlich wahrgenommen werden; doch ist es nicht zweifelhaft, dass der Quarz nur deshalb die Liquida reichlicher enthält, weil er seiner physikalischen Beschaffenheit nach dazu besser geeignet war, als andere Mineralien<sup>12</sup>. Überdies sind ja doch in archaischen Gesteinen Flüssigkeitseinschlüsse auch direct, z. B. in Feldspath und Hornblende beobachtet worden.

Nachdem aber einmal gezeigt worden ist, dass auch die

<sup>12</sup> Wie an der Stelle, wo die Flüssigkeitseinschlüsse im Quarz in letzteren eingebettete Fibrolithmassen treffen, statt der Einschlüsse Spalten auftreten, wurde gezeigt in „Gneissform. d. Eulengebirges“. S. 7 und Fig. 3 Taf. I.

Quarze der Gneisse, Glimmerschiefer u. s. w. Flüssigkeitseinschlüsse enthalten, genügt es nicht mehr, allein ihre Anwesenheit in einem neu untersuchten Gesteine zu bemerken; es ist nun auch nöthig, auf ihre Qualität und Quantität, auf ihre Lagerung und womöglich stets auch auf die chemische Beschaffenheit des Liquidums Rücksicht zu nehmen.

Was zunächst die Form und die Menge der Flüssigkeitseinschlüsse betrifft, so scheinen in archaischen Gesteinen weder so viele, noch so grosse, noch so verzerrt gestaltete Flüssigkeitseinschlüsse vorzukommen, wie in Quarzen der Stockgranite und mancher Porphyre. Im Gegentheil, es wurden Gneisse beschrieben, die nur sehr spärliche oder kleine Flüssigkeitseinschlüsse in ihren Quarzen beherbergten<sup>13</sup>. Recht spärlich sind die Flüssigkeitseinschlüsse auch in manchen Phylliten.

Die Lagerung oder Anordnung der Flüssigkeitseinschlüsse ist bisher in zwei Fällen beobachtet worden. ZIRKEL gab an<sup>14</sup>, dass in den Quarzen der Glimmer-Gneisse vom 40sten Parallel in Nord-Amerika die Reihen von Flüssigkeitseinschlüssen beiderseits erst an den Rändern der betreffenden Körner endigen. Dasselbe Verhältniss beobachtete ich an den sehr klaren porphyrischen Orthoklasen der bereits oben erwähnten hellen Gneissglimmerschiefer der Gegend von Zschopau. Nach der Eingangs erwähnten Abhängigkeit der Flüssigkeitseinschlüsse von der Mineralsubstanz scheint ein Schluss aus dem eben beschriebenen Verhalten auf allothigenen Ursprung der betreffenden Gemengtheile nicht zulässig. Es ist wahrscheinlich, dass in der Fortsetzung jener Reihen über die betreffenden Körner hinaus die Flüssigkeitseinschlüsse entweder nicht zur Ausbildung gelangten, oder auch dass sie in besonderen Fällen nur für die deutliche Beobachtung nicht genügend gross und nicht in klare Masse eingelagert sind.

Für eine solche Deutung sprechen auch jene Reihen oder besser Flächen von Flüssigkeitseinschlüssen, welche in einem Präparat mehrere Quarze hintereinander in derselben Richtung durchsetzen. Dieses Verhalten wurde in Gneissen des

<sup>13</sup> ZIRKEL, *Microsc. Petrogr.* S. 15, und *Eulengebirge* S. 34.

<sup>14</sup> *Microscopical Petrography.* S. 58.

Eulengebirges erkannt<sup>15</sup>. Die Flüssigkeitseinschlüsse liegen in allen Quarzen, die man bei sehr schwacher Vergrößerung auf einmal im Gesichtsfelde übersehen kann, in Streifen angeordnet, die einander nahezu parallel sind und sehr oft von einer Grenze der Durchschnitte bis zur entgegengesetzten fortgehen. In den zwischen den Quarzen liegenden trüben Feldspäthen und in den braunen Glimmern sind Flüssigkeitseinschlüsse nicht beobachtbar.

Fortzusetzende Untersuchungen werden vielleicht noch andere Eigenthümlichkeiten der Anordnung der Flüssigkeitseinschlüsse erkennen lassen; namentlich scheint die Frage interessant, ob wohl die Flächen von Flüssigkeitseinschlüssen in einer erkennbaren Beziehung zu makroskopisch wahrnehmbarer Faltung und Streckung stehen.

Was die chemische Beschaffenheit der eingeschlossenen Liquida betrifft, so ist auch für die archaischen Gesteine zuerst der Unterschied zwischen Einschlüssen von flüssiger Kohlensäure und solchen von wässriger Salzlösung aufrecht zu erhalten. VOGELSANG wies bereits das Auftreten von Einschlüssen liquider Kohlensäure im grauen Gneiss von Freiberg nach<sup>16</sup>, und ZIRKEL fand sie in nordamerikanischen Gneissen<sup>17</sup>. Im dunkelen Glimmerschiefer von Zschopau fand ich sie ebenfalls<sup>18</sup>. In einem dunkelen Gneissglimmerschiefer dicht bei der Stadt Zschopau erscheinen Einschlüsse liquider Kohlensäure bei reichlicher Anwesenheit von Graphit und Apatit. Ob diese drei Dinge mit einander in ursächlichem Zusammenhange stehen, ob ihre Vergesellschaftung häufiger vorkommt, muss ferneren Untersuchungen zu entscheiden vorbehalten bleiben. — Es mögen hier noch besonders die sog. doppelten Flüssigkeitseinschlüsse erwähnt werden, welche ZIRKEL im Quarz eines Gneisses aus dem Clover Cañon, Humboldt Mountains erkannte<sup>19</sup>.

Bemerkenswerth aber scheint auch im Gegensatz zu diesen

<sup>15</sup> l. c. S. 26.

<sup>16</sup> POGGENDORFF'S Annalen CXXXVII, 1869, S. 265.

<sup>17</sup> Microsc. Petrogr. S. 19.

<sup>18</sup> Zeitschrift d. Deutschen geol. Ges. 1876, S. 703.

<sup>19</sup> Microsc. Petrogr. S. 18. Auf die Gneisse des St. Gotthard, welche nach O. MEYER sehr reich an solchen Einschlüssen sind, wird hier wegen ihres zweifelhaften Alters, wie oben erwähnt, nicht Rücksicht genommen.

Vorkommnissen das gänzliche Fehlen der Einschlüsse flüssiger Kohlensäure in den verschiedenen Gneissen des Eulengebirges<sup>20</sup>. Es ist kaum anzunehmen, dass nur die Präparate keine solche Einschlüsse enthalten, denn wo sie sonst auftreten, finden sie sich gar nicht vereinzelt, sondern wenn auch spärlich, so doch allgemein verbreitet.

Überhaupt aber überwiegen die Einschlüsse eines wässrigen Liquidums bei weitem die von Kohlensäure. Man könnte behaupten, dass es kein archaisches Gestein giebt, dem sie gänzlich fehlen; allerdings sind sie in den dunkelen, eisenreichen Gemengtheilen nur selten und bei günstigen Umständen zu beobachten. Man hat bereits in mehreren Fällen nachgewiesen, dass diese Liquida Lösungen von verschiedenen Salzen sind. Sehr genaue Untersuchungen über die Anwesenheit in Wasser leicht löslicher Salze in Gneissen des Schwarzwaldes theilte KILLING mit<sup>21</sup>. Es scheint in der That, dass diese Salze in den Flüssigkeitseinschlüssen enthalten sind, „indem die Chlor- und Schwefelsäure-Reaction, welche die frischen Gneisse zeigen, bei dem aus ihnen isolirten Quarze mit noch grösserer Deutlichkeit hervortritt“. So werthvoll diese Beobachtungen schon sind, so wird doch noch eine quantitative Bestimmung solcher Salze wünschenswerth erscheinen, vor Allem um die Frage beantworten zu können, ob die Beschaffenheit der wässrigen Einschlüsse in irgend einer Beziehung steht zur mineralogischen Zusammensetzung der betreffenden Gesteine. —

Wenn es im Vorstehenden versucht wurde, auf die mannigfachen Fragen aufmerksam zu machen, welche sich bei der chemischen und mineralogischen Untersuchung archaischer Gesteine zur Beantwortung darbieten, so muss doch eingestanden werden, dass bisher solche Untersuchungen noch nicht in genügender Menge vorhanden sind, um daraus viele sichere Schlüsse zu ziehen, die für eine Theorie der archaischen Formationen zu berücksichtigen wären. Leider sind aber die geognostischen Untersuchungen im Felde bisher ebensowenig vorgeschritten;

<sup>20</sup> l. c. S. 26.

<sup>21</sup> K. KILLING: Über den Gneiss des nordöstlichen Schwarzwaldes und seine Beziehungen zu den Erzgängen. Würzburg 1878. Ing.-Diss. S. 7.

nur wenige archaische Gebiete sind genau untersucht worden und eine Vergleichung verschiedener Gebiete ist bis jetzt fast nur in allergrößtem Maasstabe versucht worden. Ich muss es in Abrede stellen, dass nur noch das Experiment Aufschlüsse über die Genesis zu geben im Stande ist, wie dies von einem verdienten und berühmten Geologen ausgesprochen wurde. Keineswegs soll der Werth des geologischen Experimentés auch für diese Fragen in Zweifel gezogen werden, aber man wird aus dem Folgenden ersehen, dass es auch noch viele Punkte giebt, über welche erst die Beobachtung Aufschlüsse geben muss, ehe Theorie und mit ihr das Experiment herbeigezogen werden können.

Wenden wir unsere Aufmerksamkeit zuerst auf makropetrographische Verhältnisse, so fällt uns das oft betonte krystallinische Gefüge der archaischen Gesteine auf; wir bringen dasselbe bewusst oder unbewusst mit dem Habitus vieler klastischen Gesteine der jüngeren Formationen in Beziehung. Abgerundete und nicht abgerundete Bruchstücke älterer Gesteine, deren Anhäufung klastische Gesteine erzeugt, sind im Bereiche der archaischen Formationen eine seltene Erscheinung. Aber doch kommen sie darin vor. Es wird von einigen Fällen berichtet, wo Lager von Conglomeraten zwischen echt krystallinischen Gesteinen concordant eingelagert vorkommen. Doch rühren die Beobachtungen noch aus einer Zeit her, wo die Anwendung des Mikroskopes in der Petrographie noch nicht so um sich gegriffen hat, wie heute. Deshalb fehlt uns auch noch alle Kunde über die Beschaffenheit des Cements, über das Verhältniss desselben zu den Rollstücken der mineralogischen Zusammensetzung nach. Andererseits wird es nöthig sein, beim Auffinden solcher Conglomerate auch nach denjenigen Gesteinen und Terrains zu suchen, von welchen die Rollstücke abstammen.

Manche Beschreibungen von Rollstücken in Gneiss u. s. w. erwecken jedoch ein sehr berechtigtes Misstrauen gegen die Bruchstück-Natur solcher rundlichen Gebilde. Es ist eine gerade nicht zu seltene Erscheinung, dass archaische Gesteine eigenthümliche Knollen von etwas abweichender Zusammensetzung enthalten; vielleicht sind es concretionäre Bildungen. So erscheinen Knollen eines Gemenges von Quarz und Faserkiesel im Gneiss, eines Gemenges von Glimmer und Hornblende im

Amphibolit. Hierher gehören ferner die Dattelquarzite von Krummendorf in Nieder-Schlesien<sup>22</sup>.

Scharfkantige Bruchstücke einer anderen Felsart in archaischen Gesteinen sind ebenfalls vorgekommen und beschrieben. Es zeigt sich dabei auffälliger Weise, dass meist die Bruchstücke mit dem sie einschliessenden Gestein mehr oder minder nahe verwandt sind. Meines Wissens hat man noch nie Granit im Amphibolit oder Amphibolit im Quarzit nachgewiesen; aber mehrfach Bruchstücke von Gneiss in Gneiss, von Amphibolit in dem daneben anstehenden Kalk. Ferner sind die Bruchstücke immer nur vereinzelt resp. local vorgefunden worden; Breccien scheinen nicht vorzukommen.

Die Bruchstücke mit scharfen Kanten erreichen bisweilen eine ansehnliche Grösse; es treten ganze Lagertheile in dieser Weise in andere Gesteine eingeschlossen auf. Aber auch hier scheint man bisweilen über die Grenzen des Erlaubten im Muthmassen hinausgeschritten zu sein, wenn man ganze Lager von mehrere Kilometer langer Erstreckung und vielen hundert Metern Mächtigkeit als Bruchstücke betrachtet. Eine solche Deutung scheint mehr der Ausdruck einer theoretischen Anschauung als eine Darstellung der Beobachtungen zu sein. Die Möglichkeit aber, dass solche Fälle vorkommen können, soll durchaus nicht a priori verneint werden.

Bei den theoretischen Erörterungen über das Wesen solcher abgerundeten und nicht abgerundeten Bruchstücke in archaischen Gesteinen muss aber auch das Vorkommen solcher Dinge in eruptiven Massengesteinen in Betracht gezogen werden; die mikroskopische Untersuchung hat dann noch die Aufgabe, die Contactstellen in beiderlei Fällen einer eingehenden vergleichenden Prüfung zu unterwerfen. —

Ausser durch wirkliche und scheinbare Bruchstücke wird das gleichmässige Gefüge der archaischen Gesteine auch noch durch accessorische Bestandmassen, „Nester“ und primäre Trümmer unterbrochen. Weitaus die meisten Schiefer und viele Gneisse, seltener die Amphibolite und überhaupt basischere Ge-

---

<sup>22</sup> cfr. E. SCHUMACHER: Die Gebirgsgruppe des Rummelsberges bei Strehlen. Zeitschr. d. Deutschen geol. Ges. 1878, S. 470.

steine, enthalten Quarzlinsen, d. h. mehr oder minder regelmässig gestaltete Massen von fast reinem Quarz. Auch bei diesen Gebilden sind die Verhältnisse gar mannigfaltiger Art. Bisweilen treten viele kleine Linsen von Quarz auf, bisweilen nur wenige, aber grosse. Meist liegen die Linsen gleichförmig gelagert mit der Textur des betreffenden Gesteines, also z. B. mit ihrem grössten Durchschnitt parallel den Glimmerblättchen; bisweilen aber durchqueren sie die Schichten, ohne dass Verhältnisse beobachtbar resp. vorhanden wären, welche eine Entstehung des Quarzes dieser Massen durch Einwirkung der Atmosphärien auf das Nebengestein annehmbar erscheinen liessen.

An die reinen Quarzmassen schliessen sich die Nester von verschiedenen Mineralien. Sie kommen vorzugsweise im Gneiss vor und zeichnen sich durch die Grösse der Mineral-Individuen, durch das Auftreten seltenerer Mineralien und solcher aus, welche in dem betreffenden Gesteine nicht als Gemengtheile vorkommen. So fand ich Turmalin nirgends als Gemengtheil der Gneisse des Eulengebirges, während er doch in Nestern derselben Gneisse gar nicht selten ist. Viele seltene und dabei gut krystallisirte Mineralien finden sich in solchen Nestern, und wenn man auch annehmen kann, dass die dazu nöthigen selteneren Elemente, wie z. B. Beryllium, Bor, überall in den Gesteinen, nur in anderen Verbindungen, enthalten seien, so bleibt doch eben die Ursache dieser localen Bildung noch unerklärt. Diese grobkörnigen Nester stehen stets im Verhältniss der unmittelbaren Zugehörigkeit zu den sie enthaltenden Gesteinen; sie sind am nächsten mit Concretionen in Eruptiv-Gesteinen zu vergleichen; zeigen doch auch diese in Klüften und Hohlräumen oft primäre Mineralien, die als Gemengtheile im Gestein selbst nicht enthalten sind.

An die Mineral-Nester schliessen sich noch die sog. „primären Trümmer“ an; doch hat man erst in der neuesten Zeit sein Augenmerk auf die Unterscheidung genetisch verschiedener Arten von Gängen und Gangtrümmern in den archaischen Gesteinen gelenkt, so dass hier diese Erscheinungen nur kurz angedeutet werden können.

Von der makropetrographischen Untersuchung wenden wir uns zu den Verhältnissen des geognostischen Auftretens

der einzelnen Gesteine und damit zu einem Gegenstande, welcher bisher noch fast gar nicht von der Forschung in Angriff genommen worden ist. Es kommt hier nicht die sich immer wiederholende, allgemeinere Aufeinanderfolge von Gneissen, Glimmerschiefer, Urthonschiefer in Betracht, sondern es ist vielmehr die Aufmerksamkeit auf das Auftreten einzelner Gesteine innerhalb dieser grossen Gruppen zu lenken.

Wenn man genauere Karten oder Beschreibungen archaischer Gebiete studirt, wird man bald finden, dass in einigen Gegenden die Glimmer-Gneisse und mit ihnen die sog. Lagergranite die herrschenden Gesteine sind, dass untergeordnete Lager von Amphiboliten, Kalkstein, Magneteisenstein u. s. w. fast gar nicht auftreten. In anderen Gegenden wiederum sind diese letzteren Gesteine sehr reichlich und mit wechselndem Habitus den Glimmergneissen eingeschaltet. Bis jetzt hat es sich noch immer ergeben, dass in den ersteren Gegenden die unteren Niveaus, in den letzteren dagegen die oberen Niveaus der Gneissformation entblösst sind. Die unteren Gneisse enthalten stets dunklen Glimmer (meist Magnesiaglimmer), zeigen aber ihrer Structur nach grosse Mannigfaltigkeit. Die mit ihnen verbundenen sog. Lagergranite haben wohl stets annähernd dieselbe chemische Zusammensetzung. Eine grössere Differenzirung in der chemischen Zusammensetzung finden wir erst bei den Gliedern der oberen Stufe der Gneissformation. Erst in der oberen Stufe werden wir durch die vielfache Wechsellagerung petrographisch verschiedener Massen an sedimentäre Formationen jüngeren Alters erinnert; in der unteren Gneissstufe herrscht bisweilen eine so grosse Einförmigkeit, dass man dadurch an Eruptivmassen erinnert wird. Wenn daher die Ansichten vieler Autoren über den Character der Gneissformation im Widerspruch stehen, so erklärt sich dies, wie gewöhnlich, dadurch, dass ihren theoretischen Ansichten verschiedene und beschränkte Beobachtungen zu Grunde lagen.

Doch sehe ich mich genöthigt, besonders zu bemerken, dass ich mit der Andeutung einer äusseren, relativen Ähnlichkeit nicht meine Ansichten über die Genesis der betreffenden Massen ausspreche.

Es wurde bereits die grosse Mannigfaltigkeit der specielleren

Zusammensetzung der Gneisse erwähnt; dabei aber ist es noch ganz besonders auffällig und vielleicht bedeutungsvoll, dass die einzelnen Gneissvarietäten oft nur ein räumlich beschränktes Verbreitungsgebiet aufweisen. So ist der mit dem Namen „rother Gneiss“ belegte Kaliglimmergneiss des Erzgebirges auf dieses Gebirge und wenige Punkte des nördlichen Böhmens beschränkt. Die sandigkörnigen Gneisse des Riesengebirges und Eulengebirges kommen weder in Sachsen noch in Bayern wieder zum Vorschein. Die dunkelen Gneisse mit einem an Eisen reichen Glimmer treten ausserhalb des Schwarzwaldes nur in sehr beschränkten Massen auf. Die Magnetitgneisse Schwedens sind in Deutschland bisher nicht gefunden worden. Andererseits haben manche Gneissvarietäten wiederum eine sehr grosse Verbreitung; z. B. der Freiburger graue Gneiss, der rothe Gneiss mit dunkeltem Magnesiaglimmer und rothem Feldspath in Schweden, dem nördlichen Russland, im sächsischen Erzgebirge, im oberpfälzer Gebirge u. s. w.

Diese grosse Veränderlichkeit des Gneisses selbst in einander räumlich nahestehenden Gebieten verhindert jede Parallelisirung einzelner Schichtensysteme, wie dies in jüngeren sedimentären Formationen z. Th. auf anderer Grundlage möglich ist. Es bleibt allerdings noch die Vermuthung zulässig, dass die verschiedenen Gneisse in von einander entfernten Gebieten im Verhältniss der Faciesbildung zu einander stehen, dass sie der Ausdruck der localen Bildungsverhältnisse und Bedingungen sind. Vorläufig tappen wir jedoch mit solchen Vermuthungen noch in einem völlig unbekanntem Gebiete herum.

Wie die Gneisse, so zeigen auch andere archaische Gesteine manche sonderbaren Verhältnisse in ihrem Auftreten. Es mag gestattet sein, als besonderes Beispiel die Amphibolite zu wählen. Diese grosse Gruppe von Gesteinen ist im Allgemeinen in allen Theilen der archaischen Formationen vom oberen Gneiss bis zum Urthonschiefer vertreten und zwar mit denselben äusserlichen Verhältnissen in Betreff des Vorkommens.

Amphibolite finden sich zwischen Glimmergesteinen in dreifach verschiedener Weise. Zuerst erscheinen sie in sehr kleinen oder auch in grösseren Lagern, aber dabei nur vereinzelt. Sie zeigen meist einen schnellen Übergang in das sie

einschliessende Glimmergestein und sind oft weiter nichts, als eine Amphibol haltende Varietät desselben. Beispiele für diese Art des Auftretens von Amphiboliten findet man fast überall in den Verbreitungsgebieten der archaischen Formationen.

Ferner kommen Lager von Amphiboliten in grosser Zahl schwarmweise auftretend vor. Sie haben alsdann wohl stets eine von dem Nebengestein ganz unabhängige mineralogische Zusammensetzung; dabei ist letztere aber in einem und demselben Gebiete auch eine constante. So erscheinen Schwärme von feldspäthigen Amphiboliten im Urthonschiefer des Erzgebirges, im oberen (hercynischen) Gneiss des oberpfälzer Waldgebirges, feldspäthige Amphibolite mit Olivinegehalt im Eulengebirge, quarzige Amphibolite an mehreren Stellen im Gneiss des Erzgebirges. Bei diesen Schwärmen sind die Amphibolite sowohl nebeneinander, als übereinander in den Glimmergesteinen ziemlich regellos verbreitet, und es lässt sich nicht etwa ein Niveau feststellen, dem sie hauptsächlich angehören.

Zum Dritten aber treten Amphibolite in der Weise auf, dass sie auf grosse Strecken die herrschenden Gesteine bilden, denen gegenüber glimmerführende Felsarten die Rolle untergeordneter Gebirgsglieder spielen. In solchen grossen Gebieten wechseln mannigfache Varietäten mit einander ab, vom Hornblendgneiss bis zum sog. Hornblendefels. Beispiele eines derartigen Auftretens der Amphibolite sind die Zone Kupferberg-Kunzendorf und das Gebiet der Grünen Schiefer in Niederschlesien, die Gebiete von Ronsperg und vom Hohen Bogen an der bayerisch-böhmischen Grenze, und andere mehr.

Die angeführten drei Arten des geognostischen Auftretens der Amphibolite sind bis zu gewissem Grade mit dem Vorkommen etwa von Thonen im Sandsteingebirge zu vergleichen, aber eine durchgehende Ähnlichkeit ist durchaus nicht zu erkennen, auch nicht, wenn man andere jüngere klastische Gesteine zum Vergleich herbeizieht. Noch schwieriger erscheint jeder Vergleich mit dem Auftreten von eruptiven Massengesteinen.

Wenn man die Form der Amphibolitlager erster und zweiter Art näher untersucht, so wird man in allen Fällen finden, dass sich dieselben nach mehr oder minder langer Erstreckung beiderseits im Streichen auskeilen. Da man nun solche Lager mit gar

verschieden steilem Einfallen beobachten kann, und dabei immer wieder das beiderseitige Auskeilen zu erkennen im Stande ist, so ist der Schluss gerechtfertigt, dass die betreffenden Lager auch in der Richtung des Fallens eine beschränkte Ausdehnung besitzen. Man kann und darf nicht annehmen, dass alle beobachtbaren Lager gerade mit dem kürzesten Querschnitt zu Tage ausgehen. Darauf folgt nun ferner, dass ein Lager im Allgemeinen die Gestalt einer Linse besitzt. Was für Amphibolite gilt, gilt auch für alle anderen archaischen Gesteine, wenn auch bei ihnen die Linsenform ihrer Lager nur durch allergenaueste Kartirung zu constatiren ist. Die relativen Grössenverhältnisse hängen zum Theil von der petrographischen Zusammensetzung der betreffenden Gesteine ab.

Diese besondere Lagerungsform der Gesteine der archaischen Formationen muss man stets im Auge behalten, wenn man die tektonischen Verhältnisse in Gebieten dieser Formationen erkennen will. Bisher ist dieses Verhältniss oft ausser Acht gelassen. So fand Jemand am Rande eines Gebirges zwei Amphibolit-Lager in einer Entfernung von 5 Kilometer und gab das eine als „Fortsetzung“ des andern aus. Eine derartige Anschauung stützt sich aber auf keinerlei Beobachtung; sie ist vielmehr nur zu Stande gekommen durch unmotivirte Übertragung der Verhältnisse jüngerer Formationen auf die archaischen. In einem anderen Falle wurden drei in einem Thale auf einander folgende Aufschlüsse von Amphibolit auf ein und dasselbe Lager bezogen, welches durch Faltung dreimal an der Erdoberfläche entblösst sein sollte. Auch hier ist für diese Auffassung kein Grund vorhanden. Es war vielmehr die einfachere Erklärung anzunehmen, dass hier drei verschiedene Lager von Amphibolit in Gneiss vorlagen. Dass aber eine solche Repetition desselben Gesteins in verschiedenen Niveaus in den archaischen Formationen vorkommt, lässt sich in vielen Gebieten mit grosser Sicherheit erkennen, z. B. in den Erzdistricten.

Wenn man in der angedeuteten Weise die Form der Lager, die Form der architektonischen Elemente der archaischen Gebirge berücksichtigt, so wird man bald die Angaben mancher Autoren über die grossartige Faltung der Gneissformation u. s. w. in der und der Gegend mit gerechtfertigtem Misstrauen lesen,

und die Gründe für solche Deutung nur in den theoretischen Betrachtungen, nicht in den Beobachtungen der Autoren finden.

Zu der falschen Vorstellung einer Faltung wird man in den archaischen Formationen aber auch noch durch eine andere Eigenthümlichkeit der Zusammensetzung derselben geführt. Es zeigt sich nämlich ziemlich häufig, dass irgend ein abweichend zusammengesetztes Gestein von dem herrschenden sowohl im Liegenden als im Hangenden von einer wieder anders zusammengesetzten Felsart getrennt wird. Am bekanntesten dürfte in dieser Hinsicht die allseitige Umhüllung von Kalklagern, z. B. im Glimmergneiss durch Graphit-haltige Schiefer sein. Genau so sind nach RIESS die Eklogite stets durch Amphibolite von Gneiss getrennt. Zeigt sich dasselbe Verhältniss bei weniger auffallend von einander geschiedenen Gesteinen, so lässt man sich nur zu leicht verleiten, in der sich umgekehrt wiederholenden Reihenfolge der Schichten die Andeutung einer Faltung zu finden. Doch haben wir sogar in jüngeren Formationen Beweise, dass solch eine Reihenfolge nicht nothgedrungen das Resultat einer Faltung ist. Die Marmore der Gegend von Carrara werden von einem aus vielen Mineralien zusammengesetzten Gesteinsmantel umhüllt, der sog. Madreacchia. Diese ist aber um so mächtiger vorhanden, je reiner der Marmor ist<sup>23</sup>. Dies deutet darauf hin, dass auf irgend eine Weise, vielleicht bei der vermutheten Metamorphose dieser Massen, die Silicate sich aus dem Kalkstein zugleich nach beiden Seiten hin ausgeschieden haben. Von einer sehr energischen Faltung wird bei jenen im Schiefer liegenden, unförmlichen Kalkmassen nichts berichtet.

Wenn auch eine Faltung archaischer Gebirgssysteme in grossem Maassstabe gewiss stattgefunden hat, so dürfte der Nachweis, dass dieselbe sich auch im kleineren und kleinsten Maassstabe manifestirt, bisher nicht geliefert sein. Auch die Frage, ob die makroskopische Faltung und Fältelung vieler, nicht aller, archaischen Gesteine mit dem Gebirgsbau zusammenhängt, ist bisher noch nicht beantwortet worden. Dasselbe gilt von der sog. Streckung, der NAUMANN ein besonderes Interesse

---

<sup>23</sup> G. VOM RATH: Zeitschr. d. Deutschen geol. Gesellsch. Bd. 17, 1865, S. 280.

zuwandte. Ferner wird falsche Schieferung nur ausnahmsweise bei Gneissen und Glimmerschiefern erwähnt; etwas häufiger scheint sie sich bei den Urthonschiefern einzustellen. Der Grund dieses verschiedenen Verhaltens kann einerseits darin zu suchen sein, dass Gneiss und Glimmerschiefer nicht geeignet waren, die falsche Schieferung anzunehmen, während andererseits vielleicht überhaupt nur die Urthonschiefer von dieser Einwirkung in gewissen Fällen betroffen wurden.

Da die archaischen Formationen die ältesten auf der Erde sind, so haben sie auch im Allgemeinen die stärksten Störungen ihrer ursprünglichen Lagerung erlitten. Als ursprüngliche muss aber die horizontale bezeichnet werden. Von den Vermuthungen, welche man früher über das häufige Auftreten auf dem Kopfe stehender Gneissstraten geäußert hatte, hat man in neueren Zeiten wohl zumeist Abstand genommen. Wir erklären die Aufrichtung, Biegung und Faltung archaischer Systeme auf dieselbe Weise, wie in Gebieten jüngerer Formationen.

Von besonderem Interesse ist aber der Nachweis, dessen Wichtigkeit für die Theorie bereits von DAUBRÉE erkannt wurde, dass diese Störungen der Lagerung schon zur Zeit der archaischen Periode begannen. Zum Beweise hiefür dienen die, wie es scheint, allerdings bisher nur in Nord-Amerika beobachteten Fälle einer Discordanz innerhalb der archaischen Formationen und zweitens die Verschiedenheit der Faunen in benachbarten Gebieten des Silurs. Denn aus letzterem Verhalten, sollte es thatsächlich sein, würde man mit Recht auf die Anwesenheit von Unebenheiten der Erdoberfläche schliessen, welche einzelne Becken abgrenzten. —

Bei der geognostischen Untersuchung der archaischen Formationen ist nun noch ein Capitel von Fragen zu berücksichtigen, nämlich von Fragen, welche den Ursprung des Materiales für die archaischen Gesteine betreffen. Diese Fragen sind keineswegs rein auf theoretischer Grundlage zu beantworten, es sind dazu vielmehr auch directe Untersuchungen verschiedenster Art nöthig.

Wenn Störungen der Lagerung bereits in der archaischen Periode sich einstellten, so tritt uns vor allem die Frage entgegen, ob nicht vielleicht die oberen archaischen Schichten

ihr Material bereits einer Zerstörung der unteren verdanken. Diese Anschauung wird von DANA vertreten<sup>24</sup>. Namentlich muss dieses Verhältniss für Glimmerschiefer und Urthonschiefer vermuthet werden, die ihrer chemischen Zusammensetzung nach gewissen klastischen Gesteinen späterer Perioden nahe verwandt sind. Die geographische Verbreitung dieser beiden Gesteinssysteme ist in dieser Beziehung sehr auffällig; es scheint mehr als zweifelhaft, dass sich die Abwesenheit von Glimmerschiefer und Urthonschiefer immer durch Denudation wird erklären lassen. Andererseits aber haben wir bisher auch noch gar keine Untersuchungen, ob die Gesteine der Schieferformation irgendwelche Abhängigkeit von den in verschiedenen Gegenden bisweilen so verschieden zusammengesetzten Gneissen erkennen lassen. Für chemische und mikroskopische Untersuchungen scheint sich hier ein weites Arbeitsfeld darzubieten, das bisher noch gänzlich brach liegt. Freilich, leicht werden diese Arbeiten nicht sein.

Die grosse petrographische Ähnlichkeit archaischer Gesteine mit solchen eruptiven Ursprungs hat mehrere Autoren dahin gebracht, das Material für die archaischen Schichten von Ascheneruptionen auf der ersten Erstarrungskruste der Erde abstammen zu lassen; die lockeren Auswurfsmassen wurden zuerst zu Tuffen, dann zu krystallinischen, schieferigen Gesteinen verändert. Gneisse wurden so als Tuffbildungen aus saueren Magmen, grüne Schiefer als Äquivalente der Schalesteine jüngerer Formationen aufgefasst.

Diese Hypothese hat ein sehr bestechendes Äusseres; sie giebt auf einmal Rechenschaft über die Massenhaftigkeit des Materiales, über die Schichtung desselben und über die chemische Zusammensetzung. Ferner kann man noch astrophysische Beobachtungen zur Begründung der Vermuthung anführen, dass die erste Schlackenkruste der Erde bald von Eruptionen durchbrochen wurde. Gleichfalls kann die universelle Verbreitung der Gneisse auf diese Weise erklärt werden.

Allein diese Hypothese bleibt eine Hypothese; directe That-sachen und Beobachtungen zu ihrer Unterstützung liegen nicht vor. Und doch will es scheinen, dass die Möglichkeit vorhanden

---

<sup>24</sup> Manuel of Geology. 2 Ed. 1875, S. 155.

ist, Untersuchungen in dieser Hinsicht auszuführen. Mit allen denjenigen Gesteinen, welche wir als Tuffbildungen in jüngeren Formationen erkannt haben, treten auch krystallinische, massige Eruptivgesteine auf. Bisher aber haben wir noch keine Nachricht von dem Vorhandensein von derartigen Felsarten, die zur archaischen Zeit entstanden wären. Man muss sich hierbei aber nicht durch rein äusserliche Ähnlichkeiten täuschen lassen, und sog. Granite und sog. Diorite, die schiefrigen und geschichteten Massen concordant eingelagert sind, sogleich für eruptive Gesteine halten. Genauere Untersuchungen zeigen hier, dass solche Gesteine mit körniger Textur auf's engste mit den schiefrig-struirten verwandt und von ihnen nicht zu trennen sind.

Ferner fehlen bisher noch alle Untersuchungen, ob vielleicht in den unteren Gneissen sich Stellen nachweisen lassen, welche als die Canäle für spätere Tufferuptionen zu deuten wären. Allerdings scheint der gänzliche Mangel derartiger Angaben auch für die Zukunft nicht besonders belangreiche Resultate zu versprechen.

Die beiden hier kurz angedeuteten Verhältnisse erheben gewichtigen Widerspruch gegen die Hypothese von dem eruptiven Ursprung des Materiales für die archaischen Gesteine, aber man muss zugeben, dass sie nicht entscheidend sind. —

Zusammenfassende geognostische Untersuchungen der archaischen Formationen in ganzen Continenten werden schliesslich nöthig sein, wenn man der Frage näher auf den Grund gehen will, ob es möglich sei, dass das Material auch für die ältesten archaischen Gesteine auf dieselbe Weise durch Zerstörung älterer Gesteinsmassen durch das Wasser geliefert wurde, wie dies in späteren Zeiten geschah mit Bezug auf die klastischen Gesteine.

In Nord-Amerika nimmt man zur Erklärung der ältesten paläozoischen Schichten einen von der jetzigen Ostküste noch weiter nach Osten gelegenen Continent, eine Atlantis, an. Dieser hypothetische Continent wird dann auch von St. HUNT zur Beschaffung des Materiales für die archaischen Schichten verwendet. Dort in Nord-Amerika erscheint diese Anschauung noch ziemlich verständlich, weil längs der Ostküste die archaischen Formationen nur in einem schmalen Streifen auftreten. Allein in Europa scheint

die Verbreitung des Gneisses mit der Abstammung des Materiales von einem solchen versunkenen Continente nicht gut vereinbar. Gneisse sind in Europa nicht nur von Oporto bis zum Weissen Meere entblösst, sondern sie treten auch in der Richtung quer gegen die allgemeine nordöstliche Küstenlinie Europa's in mehrfachen Zonen hervor von den Hebriden bis Sicilien, von Norwegen's Küste bis zum Rhodope-Gebirge.

Im Vorstehenden habe ich versucht, im Zusammenhange diejenigen Punkte darzulegen, auf welche man bei Erforschung der archaischen Formationen mit Rücksicht auf die Theorie derselben zu achten haben wird. Dagegen habe ich nicht beabsichtigt, meine eigenen theoretischen Anschauungen auseinander zu setzen. Aber dennoch wird es in meinen Worten ausgedrückt sein, dass ich ein Gegner gewisser Theorien und Hypothesen bin und andere für berechtigter halte. Nur muss ich noch besonders hinzufügen, dass ich nicht Anhänger ausschliesslich einer der jetzt herrschenden Ansichten bin; vielmehr glaube ich, dass erst Theile der letzteren zu einer neuen Theorie werden vereint werden müssen, wenn für eine solche eine genügende Anzahl von Untersuchungen verschiedenster Art vorhanden sein wird. Deshalb sind auch für mich, wie A. VON INOSTRANZEFF einmal sagt, Gneiss und Glimmerschiefer bisher noch „petrographische Hieroglyphen“.

---

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1880

Band/Volume: [1880](#)

Autor(en)/Author(s): Kalkowsky Ernst Louis

Artikel/Article: [Ueber die Erforschung der archaischen Formationen 1-28](#)