

# Das alte Grundgebirge Deutschlands

mit besonderer Berücksichtigung des Erzgebirges, Schwarzwaldes,  
der Vogesen, des Bayrischen Waldes und Fichtelgebirges.

Von

**A. Sauer.**

.....  
Comptes Rendus IX. Congrès géol. internat.

Vienne 1903.  
.....

**WIEN 1904.**

## Das alte Grundgebirge Deutschlands

mit besonderer Berücksichtigung des Erzgebirges, Schwarzwaldes, der Vogesen, des Bayrischen Waldes und Fichtelgebirges.

Von A. Sauer.

Das alte Grundgebirge Deutschlands, das heißt die Gesamtheit der im allgemeinen zum Präcambrium gerechneten, sich durch ihre kristalline Beschaffenheit auszeichnenden Schiefergesteine besitzt, soweit es in den vom Deckgebirge entblößten Rumpfgebirgen zutage tritt und einen wesentlichen Bestandteil des Erzgebirges mit dem sächsischen Mittelgebirge, des Riesengebirges, Thüringer Waldes, Fichtelgebirges, Bayrischen Waldes, Spessart, Schwarzwaldes, Odenwaldes, der Vogesen usw. ausmacht, bei gewissen gemeinsamen Zügen in der Gliederung, im speziellen doch eine so große Mannigfaltigkeit in der Zusammensetzung wie im Aufbau, daß es weder tunlich ist, dasselbe generell zu behandeln, noch bei der zurzeit bestehenden sehr ungleichartigen Erforschung desselben möglich ist, einen vollkommen befriedigenden Überblick desselben zu geben und ein abgerundetes, in allen Teilen gleichmäßig behandeltes Bild zu entwerfen, ohne reichlich hypothetische Ergänzungen hinzufügen zu müssen. Allerdings ist man daran gewöhnt, die Hypothese gerade als ein unvermeidliches Attribut der kristallinen Schiefer und des Grundgebirges zu betrachten, obwohl auch hier die moderne Forschung schon große Fortschritte zu verzeichnen hat, indem sie uns mit ihren hochentwickelten Untersuchungsmethoden ganz besonders in den Stand setzt, das Tatsachenmaterial zu vermehren, durch mühevollen Kleinarbeit zu einem gesicherten Besitz wohlbegründeter Erkenntnis führt, um erst von da aus zu den Erklärungsversuchen zu gelangen. So verzichte ich an dieser Stelle auf eine Zusammenschweißung heterogener Forschungsergebnisse alter und neuer Zeit und glaube auch den Intentionen des Organisationskomitees an das von mir zu erstattende Referat am besten zu entsprechen, wenn ich in meinem Überblick diejenigen archaischen Gebiete bevorzuge,

die den modernen Anforderungen durch geologische Spezialaufnahmen entsprechen oder mir durch Autopsie bekannt wurden. Erzgebirge und Schwarzwald wären daher die Gebiete, in welchen ich, durch eine mehr als zwei Jahrzehnte umfassende kartographische Tätigkeit gut orientiert, an eigene Beobachtungen anknüpfen kann, die ich außerdem durch vergleichende Untersuchungen in den übrigen angeführten Gebieten und in den Alpen im Verlaufe von Jahren zu erweitern und vertiefen bestrebt war.

Das Erzgebirge ist ein altes geologisches Kulturland, wo sich seit Werners Zeiten bis auf den heutigen Tag die geologische Forschung unausgesetzt betätigte. Erwinnere ich weiter daran, daß es denjenigen größeren archaischen Distrikt darstellt, welcher zuerst unter allen einer speziellen Kartierung nach neuzeitlichen Anforderungen, das heißt im Maßstabe 1:25.000 teilhaftig wurde, dann sind damit zwei Gründe mehr angegeben, welche mich veranlassen, dieses Gebiet in den Vordergrund meiner Besprechungen zu rücken. Ich bemerke noch, dieselben wollen zunächst nicht einen gedrängten Überblick dieses äußerst mannigfaltig zusammengesetzten archaischen Distrikts geben, sondern nur die Grundlinien seiner genetischen Gliederung.

Die neue, von Hermann Credner geleitete geologische Landesaufnahme fand die vortreffliche Naumann-Cottasche Karte vor, deren hervorragender Wert für die Förderung unserer Kenntnis gerade der archaischen Formation so allgemein anerkannt war, daß es gewagt schien, einen großen Fortschritt von der geologischen Spezialaufnahme in wissenschaftlicher Hinsicht zu erwarten. Die Erwartungen wurden aber schon nach kurzer Zeit des Bestehens der Aufnahme erfüllt, ja übertroffen, und jetzt nach ihrem ersten Abschluß darf man ohne jede Übertreibung behaupten, sie bedeutet zweifellos einen wichtigen Abschnitt in der Forschungsgeschichte des Urgebirges. Allerdings kam als besonders günstiger Umstand hinzu, daß die geologische Spezialaufnahme des Grundgebirges gerade im Erzgebirge ihren Anfang nahm, wo nicht bloß durch die große Naumann-Cottasche Vorarbeit eine gute Grundlage für die Weiterentwicklung geschaffen war, sondern sich auch die geologischen Verhältnisse in gewissen großen Zügen gut übersehen ließen und in dem sich darbietenden, geradezu klassischen Normalprofil mit der Gneisstufe im unteren, der Glimmerschieferstufe im mittleren, der Phyllitstufe im oberen Horizont und der weiter darüber folgenden lückenlosen regelmäßigen Auflagerung von Cambrium mit den Phykodenquarziten, von Silur usw., eine Orientierung leichter möglich war, als in irgendeinem anderen archaischen Distrikt.

Eines der interessantesten Ergebnisse der neuen geologischen Spezialaufnahme konnte bereits vor 18 Jahren den im Anschlusse an

den internationalen Kongreß in Berlin ins Erzgebirge reisenden Geologen an Ort und Stelle bekanntgegeben werden. Es war dies der Nachweis von grobstückigen Conglomeraten mit einem teils halbklastischen, teils rein kristallin-gneisigen Bindemittel als Bestandteil der Glimmerschieferformation in dem in der Folge sehr bekannt gewordenen Profil bei Obermittweida<sup>1)</sup>. Die eminente Bedeutung dieser Einlagerung für die Erklärung des alten Grundgebirges wurde vollauf gewürdigt, wenn auch der vorläufig ganz vereinzelt Nachweis dieser merkwürdigen Bildung noch Zweifeln an ihrer Zugehörigkeit zur alten Gneis- und Schieferformation Raum zu geben schien.

Als es aber in der Folgezeit gelang, derartige klastische Gesteine in verschiedenen Teilen des Erzgebirges in großer Verbreitung und vielfacher Wechsellagerung mit den charakteristischen alten Gneisen und Glimmerschiefern und in einer Mannigfaltigkeit der Ausbildung nachzuweisen, wie man sie niemals hätte ahnen können, mußte jeder Zweifel an jener Zusammengehörigkeit schwinden und es war damit der greifbare Beweis geliefert worden von der rein sedimentären Entstehung mächtiger alter Schieferkomplexe der archaischen Formation, man darf sagen, vollkommen einwandfrei und zum erstenmal seit Hutton und Werner.

Verfolgt man die Lehre von der Entstehung des alten kristallinen Grundgebirges, die zugleich die Lehre vom allgemeinen Metamorphismus der Gesteine ist, von jenen Zeiten an, so trifft man immer als Grundton durch alle Spekulationen und Vorstellungen, mochten diese ausgehen von von den Vertretern des äußersten Plutonismus oder radikalsten Neptunismus, hindurch klingen die sedimentäre Entstehung der kristallinen Schiefer und es ist deshalb nachdrücklich in Erinnerung zu bringen, daß der Gneisbegriff, wie er sich in diesem Zusammenhange historisch entwickelt hat und durch anderthalb Jahrhunderte unbeanstandet Geltung hatte, mit diesen Vorstellungen von der sedimentären Entstehung der kristallinen Schiefer eng verknüpft ist. Daß in neuerer Zeit, besonders seit den sechziger Jahren des abgelaufenen Jahrhunderts daneben Anschauungen sich entwickelten, wie sie von Scheerer, Cotta, Zirkel und Gümbel vertreten waren, welche auch eine eruptive Entstehung mancher Gneise befürworteten, und daß diese Anschauungen im Lichte der neuesten Forschungen ihre Bestätigung fanden, wenn auch in etwas veränderter Fassung und Umgrenzung, all dies ändert nichts an dem historisch beglaubigten Vorzugsrecht des sedimentär gebildeten Gneises auf den Namen „Gneis“. Ich kann mich daher nicht entschließen, für die

<sup>1)</sup> Vergl. A. S.: Über Conglomerate in der Glimmerschieferformation des sächsischen Erzgebirges. Zeitschr. f. ges. Naturw. Halle a. S. 1879.

Gliederung der Gneise eine Bezeichnung zu akzeptieren, welche diese Tatsachen nicht gebührend berücksichtigt, und werde daher im folgenden beide Arten von Gneisen als das, was sie sind und nur sein können, bezeichnen: als Sedimentgneise und Eruptivgneise und mich weder der von Lepsius im Jahre 1893 in Zürich vorgeschlagenen Bezeichnung anschließen, welcher Metagneise den Sedimentgneisen entsprechend und Protogneise den Eruptivgneisen entsprechend unterscheidet, noch der Rosenbusch'schen Bezeichnung folgen, welcher dafür Paragneis und Orthogneis einsetzt. Dagegen halte ich es für notwendig, noch eine dritte und vierte Gruppe abzutrennen, die amphoteren Gneise als Mischgneise, aus Eruptiv- und Sedimentmaterial in engem Verband zusammengesetzte und die kryptogenen Gneise, die alle jene zahlreichen Vorkommnisse umfassen, deren Genesis festzustellen noch nicht gelungen ist.

Was nun die archaischen klastischen Sedimente im Erzgebirge betrifft, so besitzen diese außer Obermittweida noch an einigen anderen Stellen den Habitus von Conglomeraten, sie sind, wo das Bindemittel gneisartig ist als Conglomeratgneise <sup>1)</sup>, häufig aber feinkörnig und grau-wackenartig, und dann geradezu als archaische Grauwacken zu bezeichnen. Ganz dichte, bald mehr körnige, bald schiefrige Abänderungen gehen in äußerst dünn-schiefrige Formen über und sind dann unter Umständen mit Phylliten zu verwechseln, was auch in älterer und neuerer Zeit geschehen ist. In Übereinstimmung mit dem äußeren Habitus ergab die mikroskopische Untersuchung das Vorhandensein klastischer Elemente neben einem kristallinen Zement mit allen Übergängen zu rein kristalliner Ausbildung von den sogenannten Grauwacken durch die dichten Gneise zu makrokristallinen Gneisen. Gerade der vielfach innige Verband zwischen grau-wackeähnlichen Gesteinen und echten Gneisen muß als ein charakteristisches Merkmal der erzgebirgischen archaischen Formation angesehen werden. Eine besondere Erwähnung verdient die fleckige Beschaffenheit der dichten, gneisartigen Abänderungen, die damit äußerlich an Gesteine aus Eruptivkontakthöfen erinnern. Aber sie gleichen tatsächlich diesen ebensowenig wie die archaischen Conglomerate mit gneisigem Bindemittel gewissen durch Eruptivkontakt metamorphosierten silurischen

---

<sup>1)</sup> Da wir mit Conglomerat (Psephit), Psammit, Pelit drei wesentlich durch Unterschiede der Korngröße abgestufte Strukturtypen klastischer Sedimente nach Naumanns Vorgange bezeichnen, erscheint es mir nicht ratsam, diese Begriffe gleichzeitig zur stofflichen Unterscheidung von Sedimentgneisen zu verwenden und von Psammitgneisen im Gegensatz zu Pelitgneisen zu reden. Ein aus Quarz-Pelit hervorgegangener Gneis kann einem aus sandigem Sedimente, aus Psammit hervorgegangenem Gneis stofflich völlig gleichen, aber auch strukturell, da ja die ursprüngliche klastische Struktur bei der Umkristallisation des Sedimentes vollkommen verloren ging.

oder devonischen Conglomeraten gleichen, mit welchen diese auf Grund oberflächlicher Ähnlichkeit zu Unrecht identifiziert sind. Jene Fleckung ist fast ausnahmslos auf die Ausscheidung und Ansammlung winzigster Granaten in einer dicht kristallinen Grundmasse zurückzuführen, während die Fleck- und Knotensubstanz der Kontaktschiefer bekanntlich in der Regel aus Cordierit oder einem nicht näher bestimmbar Pigment besteht<sup>1)</sup>. Auf Sektion Kupferberg der geologischen Spezialkarte des Königreiches Sachsen gewinnen die gefleckten Gesteine der ersten Art eine besonders große Verbreitung und treten in unendlich oft sich wiederholender Wechsellagerung mit fein- bis grobschuppigen, gewöhnlichen glimmerreichen Gneisen auf. In anderen Gebieten des Erzgebirges, zum Beispiel auf Sektion Schellenberg—Flöha<sup>2)</sup>, treten Muskovitgneise und feinschuppige, granatführende Muskovitschiefer in diesen Verband der gefleckten Gneise und dichten Grauwacken ein und rufen hier eine durch Wechsellagerung, Einschaltung und petrographische Übergänge bedingte Mannigfaltigkeit von Gesteinsvarietäten hervor, die wir als Ausdruck der engsten genetischen Zusammengehörigkeit anzusehen haben. Das Metzdorfer Gestein ist schon in früherer Zeit mehrfach untersucht worden, sein eigenartiges Aussehen reizte dazu, ihm verdankt es auch die ältere Bezeichnung: dichter, dunkelfleckiger Glimmertrapp. Erst mit der geologischen Spezialaufnahme konnte seine Zugehörigkeit zur erzgebirgischen Gneisformation erkannt werden.

Den älteren erzgebirgischen Geologen verdanken wir eine Einteilung der Gneise nach wesentlich mineralogischen Gesichtspunkten, die sich sehr eingebürgert und in der Tat für eine schnelle Bestimmung und kurze Bezeichnung gut bewährt hat, nach dem Vorherrschen des Glimmers in graue oder Biotit- und in rote oder Muskovitgneise.

Diese Einteilung rührt von H. Müller, C. F. Naumann und B. v. Cotta her, sie sollte bis zu einem gewissen Grade eine genetische sein, namentlich betonte dies Cotta, der für die roten Gneise eine eruptive Entstehung in Anspruch nahm. Scheerer suchte diese Einteilung chemisch zu begründen. Nachdem nun schon Hermann Credner<sup>3)</sup>

---

<sup>1)</sup> Vor einiger Zeit sah ich mich veranlaßt, von einem besonders frischen Stück der gefleckten Grauwacke von Plagwitz—Leipzig einen Schliff herstellen zu lassen; ich fand hierbei die Tatsache, daß die Flecken zum Teil aus Cordieritdrillingen bestehen, eine Bestätigung für die kontaktmetamorphe Entstehung der Flecken, die bei diesem Gesteine längst vermutet wurde.

<sup>2)</sup> Vergl. in den Erläuterungen von Sektion Schellenberg—Flöha den von A. S. bearbeiteten Anteil, S. 16—21 und 28—31, 1881, über den Metzdorfer Glimmertrapp.

<sup>3)</sup> Hermann Credner: Der rote Gneis des sächs. Erzgebirges. Zeitschrift der Deutschen geol. Gesellschaft 1877.

nachgewiesen hatte, daß roter Gneis im Verbande mit den damals genauer bekannten Gneisen eine Sonderstellung nicht einnimmt, hat sich später und zwar zuerst im Metzdorfer Gebiete herausgestellt, daß auch roten Gneisen eine dichte und klastische Facies nicht fehlt.

Um vollkommen unabhängig von anderen Gebieten und anderen Forschungen Anhaltspunkte für die genetische Deutung nach vorwiegend histologischen Merkmalen zu gewinnen, war der Weg, den die Forschung im Erzgebirge einzuschlagen hatte, bestimmt vorgeschrieben. Man ging von den echten sedimentären, also grauwackenartig oder conglomeratisch ausgebildeten Schichten aus, untersuchte die aufs engste mit ihnen verbundenen vollkristallinen Gneise und gewann damit die strukturellen Merkmale für sedimentär gebildete Gneise. Auf diesem Wege gelang es mir, eine Reihe von Strukturtypen auszusecheiden, die durch gewisse gemeinsame Charaktere verbunden, mit gutem Grunde als bezeichnend für metamorphsedimentäre Gneise angesehen werden mußten. Je eingehender diese studiert und sicherer in ihrer Zusammengehörigkeit erkannt wurden, um so schärfer traten nun Strukturen von anderen Gneisen als Gegensätze hervor, die auch schon äußerlich gewisse, wenn auch oft nur entfernte Anklänge an Eruptivgesteine, und zwar Tiefengesteine verrieten. Es gelang so, vorsichtig weiter tastend, die beiden großen Hauptgruppen der Eruptivgneise und Sedimentgneise im Erzgebirge in ihrer ungefähren Begrenzung festzulegen. Doch mag ausdrücklich noch bemerkt werden, daß die Eruptivgneise sich oftmals schwer erkennen lassen, besonders wenn positive Merkmale fehlen; in solchen Fällen hat man auch den äußeren Habitus mit hinzuzunehmen.

Im Jahre 1899 war ich über die genetische Gliederung der erzgebirgischen und der sich eng anschließenden mittelgebirgischen Gesteine bereits so weit im reinen, um F. Krantz in Bonn auf seinen Wunsch eine Suite zusammenstellen zu können mit folgender Gruppierung der Gneise (Supplement 3 zu Katalog 4, S. 35):

#### A. S e d i m e n t ä r g n e i s e.

##### a) Zweiglimmerige Gneise.

1. Körnigfaseriger Annaberger Gneis.
2. Schiefrigfaseriger Rittersberger Gneis.
3. Wiesa'er Gneis.
4. Glimmerreich schiefriger Preßnitzer Gneis.
5. Kleinschuppigkörniger Plattengneis.
6. Granatführender, körnigschuppiger Flammengneis.
7. Hornfelsgneis.
8. Archäische Grauwacke.
9. Conglomeratgneis.

## b) Muskovitgneise.

1. Normaler Muskovitgneis des Zechenberges bei Kupferberg.
2. Turmalinführender Muskovitgneis von Kupferberg.
3. Muskovitgneis mit Granatglimmerschiefer von Leubsdorf.
4. Schuppiger Granatglimmerschiefer (Granatglimmerfels früher).
5. Derselbe in den gefleckten Hornfelsgneis (Glimmertrapp) übergehend. Metzdorf.
6. Derselbe in  $x$ facher Wechsellagerung mit Quarzitschiefer usw.

## B. Gruppe der Flaser- und Augengneise Eruptivgneise.

1. Grobflaseriger Augengneis, Rabenberg, Tal der schwarzen Pockau.
2. Derselbe, muskovitreich. Katzenstein, Tal der schwarzen Pockau.
3. Lagenförmig streifiger Augengneis. Sphinxelsen bei Kupferberg.
4. Dünnflaseriger Biotitgneis. Freiberg und Scheibenberg.
5. Foldunger Gneis. Hohenfichte.
6. Granulite usw.

Das sind nur Beispiele aus der damals zusammengestellten Suite, zahlreiche andere, unter verschiedensten Lokalnamen bekannte Gneise des Erzgebirges gelang es, dieser Einteilung strukturell anzuschließen: so den bekannten Wegefahrter Gneis des Freiburger Gebietes dem Annaberger Gneis, den Himmelsfürster Gneis dem Flammengneis, beziehungsweise Plattengneis, H. Müllers Drehfelder und Krumm-Hennersdorfer Gneis aber den Eruptivgneisen.

Alle für die Sedimentgneise des Erzgebirges charakteristischen Strukturen haben eine bald größere, bald entferntere Ähnlichkeit mit der von H. Rosenbusch (Steiger Schiefer) als Hornfelsstruktur bezeichneten Verwachsung, der diese zuerst als ein Strukturmerkmal für kontaktmetamorph veränderte Schiefer erkannte, später auch für sedimentär gebildete Gneise postulierte und damit ein äußerst wichtiges Kriterium für die Histologie der metamorphen Sedimente schuf. Die körnigflaserige Struktur der erzgebirgischen Gneise ist tatsächlich eine Hornfelsstruktur, jedoch nicht in reiner Form, sondern eine nach den besonderen Entstehungsbedingungen der Gneise modifizierte Hornfelsstruktur. Metamorphe Gesteine dieser Art kombinieren Druck- und Kontaktmetamorphose. Es unterliegt für mich keinem Zweifel, daß die Bedingungen, welche die Kontaktmetamorphose hervorriefen, sich nähern mußten jenen der statischen oder Dynamometamorphose, wenn diese in beträchtlicher Tiefe, also nicht bloß bei bedeutender Belastung, sondern auch bei gleichzeitig erhöhter Temperatur zustande kam; die Bedingungen für beide Vorgänge waren sicherlich sehr ähnlich, wenn

auch graduell etwas verschieden. Beim Eruptivkontakt war die bis zur Erzeugung von Glaseinschlüssen im Nebengestein sich steigernde hohe Temperatur der tonangebende Faktor der Metamorphose, bei der Umbildung der ältesten Sedimente in großer Tiefe mutmaßlich hoher Druck; dort vollzog sich die Umbildung relativ stürmisch, oftmals unter Vernichtung der ursprünglichen Schichtung, hier äußerst langsam, meist unter Erhaltung dieser und mit der Tendenz zu einer schiefrigen Entwicklung. Das charakteristische Gestein des Eruptivkontakts ist der massive Hornfels, der Typus der ältesten Sedimentgesteine ein körnigfaseriger bis schiefrigfaseriger oder schiefrigschuppiger Gneis, welcher sich seine Parallelstruktur erworben hat schon während der

Fig. 1.



Metamorphose, weshalb denn auch die den Glimmerlagen eingeschalteten Quarz- und Feldspatkörner eine plattige Entwicklung anstreben.

In Fig. 1 ist die typische Struktur eines Sedimentgneises (Annaberger Gneis) wiedergegeben. Wir sehen ein großes Feldspatkorn von Glimmer umflasert, reich an Einschlüssen von Granat, Quarz, zweierlei Glimmer, die in parallelen Zügen hindurchgehen, ein Strukturbild, wie man es häufig bei den kristallinen Schiefen der Zentralalpen im Gebiete des Zillertales oder des südlichen Gotthard antrifft. Auch alle Gneisglimmerschiefer gehören dem gleichen Strukturtypus an, ebenso der Rittersberger Gneis, der Marienberger Gneis des des Erzgebirges. Die beiden letzten Gneise und der Annaberger nehmen eine ziemlich tiefe Lage im erzgebirgischen Gneisprofil ein.

Diese Struktur ist von fundamentaler Bedeutung für die genetische Stellung dieser Gneise. Sie beweist, daß der Feldspat mindestens gleichzeitig mit den übrigen Gemengteilen des Gneises, keinenfalls später entstanden ist, eine sogenannte Feldspatisation, die man als bequeme Hypothese gern anruft, ist hier also sicher ausgeschlossen.

Auch manche hornblendehaltige Gesteine, Amphibolgneise und Feldspatamphibolite wiederholen diese Struktur, was bei der jetzt herrschenden Neigung, alle Hornblendegesteine möglichst unbesehen metamorphosierten eingeschalteten basischen Eruptivmassen zuzuweisen, ausdrücklich erwähnt zu werden verdient. „Der Feldspat ist in Form zahlreicher, 2—3 *mm* großer, rundlicher Körner der hauptsächlich aus Hornblendenädelchen bestehenden Schiefermasse beigemengt und dicht mit Hornblendemikrolithen erfüllt, die ähnlich wie der Graphitstaub in den Quarzitschiefern dieses Gebietes in zueinander und zur Schichtung parallelen Zügen durch das Feldspatkorn in die umgebende Schiefermasse so vollkommen unabhängig von den Konturen und der Lagerung des Wirtes hindurchsetzen, als wäre die Feldspatsubstanz gar nicht vorhanden.“ (A. S.: Erläuterungen zu Sektion Wiesental, S. 42. Leipzig 1884.)

Die zweite Gruppe von Gneisen, die Eruptivgneise, sind hauptsächlich zu finden unter den früher als Flaser- und Augengneise bezeichneten Gneisgesteinen, deren Tendenz zu granitischer oder granitgneisartiger Ausbildung in manchen Vorkommnissen sie schon früher eruptivverdächtig gemacht hat. Wie in aplitischen Ganggraniten besitzen die Quarze auch hier zuweilen die Tendenz zu idiomorpher Ausbildung oder, wie in manchen porphyrartigen Graniten die Feldspäte eine zonare Struktur. Ebenso bemerkenswert sind krummstengelige Einwachsungen von Quarz im Feldspat, dem Quartz *vermiculé* der französischen Petrographen entsprechend, ein Merkmal, das unsere Gneise mit charakteristischen sauren Tiefengesteinen gemein haben. Ohne ein allzu großes Gewicht auf dieses Strukturmerkmal legen zu wollen, habe ich zu bemerken, daß es niemals in zweifellos echten Sedimentgneisen des Erzgebirges beobachtet wurde. Die oft vorzüglich entwickelte Parallelstruktur der Eruptivgneise bedarf noch einer besonderen Erklärung. Sie ist ein Fluidalphänomen und im wesentlichen bedingt durch eine lagenweise parallele Anreicherung und Verteilung des Glimmerminerals, aber auch das Quarz-Feldspatgemenge zeigt dieselbe Tendenz. Das Verständnis für diese Struktur ging mir erst auf als ich im Jahre 1889 im Schwarzwald bei der Aufnahme von Blatt Gengenbach in der Randfacies des Durbacher Granitits ein ausgezeichnet fluidal, also primär parallelstreifiges, relativ grobkristallines Quarz-Feldspat-Biotitgestein kennen lernte, das in allen wesentlichen Merkmalen mit den

besprochenen alten Gneisen des Erzgebirges und ähnlichen Gesteinen des Schwarzwaldes übereinstimmte. Die Parallelstruktur bildete seitdem für mich kein Hindernis mehr, gewisse alte Gneise für eruptiv anzusehen<sup>1)</sup>).

Die Granulite fügen sich aufs engste den Eruptivgneisen an, wir finden sie demnach auch im Erzgebirge mit diesen. Man hat sich aber zu hüten, den Begriff des Gesteines ausschließlich auf das äußere Aussehen und die mineralogische Zusammensetzung zu gründen. Da würde Verschiedenartiges zusammengeworfen werden. Ich kenne nicht weniger als vier verschiedene, genetisch sich abstufoende Gesteine, die man nach ihrem äußerlichen Habitus Granulit nennen kann, und nenne da zuerst den Egergranulit am Südfuße des Erzgebirges als besonders normale

Fig. 2.



Ausbildung, geradezu ein gebänderter Aplit — Fig. 2 gibt ein Struktur-bild desselben — dann die ausgezeichnet dünnplattigen mittelgebirgischen Granulite, die mit ihrer primären Parallelstruktur Schiebungen und Pressungen in wahrscheinlich schon festem oder nahezu festem Zustande verkörpern und sich strukturell mit den Gneisgängen von Großsachsen und den Protoginen der alpinen Zentralmasse vergleichen lassen; eine dritte Art von Granuliten geht im Schwarzwalde aus feingebänderten Sedimentgneisen hervor, eine vierte als rein dynamische

<sup>1)</sup> Näheres hierüber in: A. S.: Geologische Beobachtungen im Aarmassiv. Sitzungsber. der kgl. preuß. Akademie der Wissenschaften. Berlin, 5. Juli 1900, und A. S.: Über das Vorkommen von Parallelstruktur an Massivgraniten des Schwarzwaldes. Sitzungsber. Oberrhein. geolog. Verein 1:94.

Facies aus glimmerreichen porphyrischen Granititen im Pfahlgebiete des Bayrischen Waldes.

Der eigentümliche Habitus des mittelgebirgischen Granulits, d. h. seine vollendete Parallelstruktur, ist meines Erachtens aus der Mitwirkung intensiver dynamischer Kräfte bei der Aufpressung des schmelzflüssigen Gesteines zu erklären, das gleiche gilt auch für die Ausbildung der Schieferhülle, welche die Kontakt- mit Druckmetamorphose vereinigt. Der grobschuppige Andalusitglimmerschiefer derselben mit seinem hohen Gehalte an Staurolith, der meines Wissens bisher übersehen wurde, entspricht nicht einem normalen Eruptivkontaktschiefer, da gewöhnlich Staurolith diejenigen Räume meidet, wo der Eruptivkontakt zum reinen Ausdruck kommt, dagegen in metamorphen Gneisen und Glimmerschiefern der anderen Art eine große Verbreitung besitzt. Im sächsischen Granulitgebirge greifen also Dynamo- und Kontaktmetamorphose übereinander.

Was nun die basischen Einlagerungen der erzgebirgischen und mittelgebirgischen cambrischen und präcambrischen Schieferformation betrifft, so sind auch diese teils sedimentären, teils eruptiven Ursprunges. Manche der sogenannten körnigen Amphibolite in den höheren Niveaus der archäischen Formation tragen fast noch unverwischt den Stempel diabasischer oder gabbroartiger Eruptivstruktur an sich und schon seit Joh. Lehmanns Untersuchungen wissen wir, daß der Flaser-gabbro des Granulitgebirges die druckmetamorphe Facies eines normalen Gabbro darstellt. Gelegentlich sieht man andere pyroxenitische, feldspatarme Gesteine, wohl auch eruptiven Ursprunges (Klingenberg bei Freiberg), Granat sekundär entwickeln und daher in eklogitartige Gesteine übergehen. Es wäre aber durchaus falsch, nunmehr alle eigentlichen Eklogite und eklogitartigen Amphibolite des Erzgebirges auf gleiche Weise abzuleiten und für Relikte alter basischer Eruptivgesteine zu erklären; auch sedimentäre Eklogite sind verbreitet.

Ein wesentlich anderes Bild als das Erzgebirge zeigt der Schwarzwald in seinem geologischen Aufbau aus archäischen Gesteinskomplexen. Phyllit und Glimmerschiefer fehlen vollständig, Gneise herrschen allein vor und mit ihnen die paläozoisch eingedrungenen Granite. Durch die Erfahrungen im Erzgebirge wesentlich unterstützt, gelang es mir schon bei Aufnahme von Blatt Gengenbach im Jahre 1889, eine Zweigliederung in Eruptivgneise und Sedimentgneise (Schapbachgneise und Renchgneise der amtlichen Publikationen der von H. Rosenbusch geleiteten badischen Landesaufnahme) durchzuführen<sup>1)</sup>, nicht aber

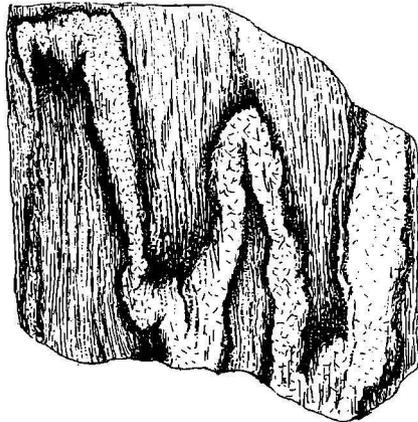
<sup>1)</sup> Sitzung des Oberrheinischen Geologenvereines in Oberwolfach 1890, in Landau 1894. Berichte Seite 95.

ist es gelungen, im Bereiche letzterer klastische Residuen alter Sedimente aufzufinden. Diese scheinen im Schwarzwalde tatsächlich zu fehlen. Das hängt, wie mir scheint, wohl damit zusammen, daß der im Schwarzwalde zutage tretende archaische Komplex einem sehr tiefen Niveau angehört, wo die Vernichtung der klastischen Sedimente durch Umkristallisation eine viel vollkommeneren sein mußte als höher; deshalb fehlen auch im Gegensatze zum Erzgebirge Glimmerschiefer und Urtonschiefer, deshalb ist andererseits die Verquickung von Eruptivgneisen und Sedimentgneisen eine vollkommeneren als im Erzgebirge und im Zusammenhange hiermit die Cordieritführung eine häufige Erscheinung. Cordierit und Sillimanit sind in Schwarzwaldgneisen ebenso häufig wie sie selten sind in denen des Erzgebirges. Für die Ausbildung der Gneise

Fig. 3.



Fig. 4.



gilt noch folgendes. Die Sedimentgneise sind mehr körnigschuppig als schieferflaserig, ihre kristalline Durchbildung ist eine sehr vollkommene, lenticuläre Einschaltungen, die zuweilen einen pegmatitischen Habitus annehmen, sind häufig, sie gehören fast ausschließlich den Sedimentgneisen an und sind zweifellos integrierende Bestandteile dieser. Aber auch lichtgefärbte, feinkörnige, glimmerarme Quarzfeldspathaggregate, die eine sehr vollkommene, das ganze Gestein beherrschende Lagenstruktur bedingen, oder wie in den Kieselschiefern Primärtrümmern ähnlich oder wie in Gekrösesteinen in starkgekrümmten Bändern das Gneisgestein durchsetzen, haben da eine weite Verbreitung. Sie sind in gewisser Hinsicht noch ein Strukturproblem. In beistehenden Figuren 3 und 4 soll das Charakteristische und Tatsächliche der Er-

scheinung bildlich dargestellt werden. Fig. 3 zeigt ein Stück des Lagengneises im Querbruch, er ist nach seiner Mikrostruktur ein normaler Sedimentgneis, eher quarzreich als quarzarm; die helle granitoide Lage keilt sich aus und verliert sich allmählich im Gestein. Der Feldspat, Orthoklas, besitzt im grauen Gneis und hellen, körnigen Band gleiche Beschaffenheit. Seltsam ist die Anreicherung von Biotit an der Grenze zwischen beiden, noch seltsamer das Verschwinden des Feldspats in dieser glimmerreichen Grenzzone, während Quarz nicht fehlt. In dem Gneisstücke mit der gekröseartig gewundenen Partie (Fig. 4) ist die Erscheinung die vollkommen gleiche. Auf den ersten Blick glaubt man einen der viel beschriebenen gefalteten Gänge vor sich zu haben; einem solchen widerspricht aber das Fehlen jeder Faltung im Gneis, das Fehlen jeder Pressung im Gange (der Quarz zeigt keine Spur undulöser Auslöschung, geschweige denn Kataklyse), das Vorhandensein des dunklen biotitreichen Hofes, der vollkommen genau allen Ein- und Ausbuchtungen des hellen Quarzfeldspatlage folgt. Wenn aber eine Gangbildung ausgeschlossen ist, dann dürfte folgende Deutung nahe liegen: In einem alten, aus tonigen und tonigsandigen Lagen bestehenden Sediment erfolgte vor oder bei der Metamorphose eine Zusammenfaltung, die Metamorphose selbst, einerseits in den tonigen Lagen unter Bildung von Feldspat, Quarz und Glimmer, andererseits in den kieselsäurereichen, sandigen, schwachtonigen Lagen unter Bildung von Feldspat neben Quarz, womit zugleich unter Volumvermehrung an der unmittelbaren Grenze dieser gegen jene eine Aufsaugung der kalihaltigen Substanzen bei Bildung des Feldspats verbunden war, daher das Fehlen des Feldspats und reichlichere Ausscheidung von Glimmer.

Es würde zu weit führen, an dieser Stelle eine erschöpfende Analyse dieser eigenartigen Verbandsverhältnisse zu geben; doch erhellt schon aus dem Gesagten, daß sie imstande sind, uns wichtige Aufschlüsse über die Vorgänge bei der Bildung gewisser kristalliner Schiefer zu liefern.

Zu den Eigentümlichkeiten der Schwarzwälder Sedimentgneise gehört auch das bisweilen reichliche Vorkommen von Quarzknauern, die Neigung, quarzitische Lagen auszubilden, die Verknüpfung mit graphitoidführenden Schiefen, die Einschaltung quarzitischer Pyroxengesteine, kristalliner Kalksteine und Wollastonitgesteine; dem gegenüber zeichnen sich die Eruptivgneise (Schapbachgneise) durch eine mehr ruhige, gleichartige Ausbildung aus, zunächst durch das Fehlen all der genannten Einlagerungen, die Häufigkeit echter Granulite und granitgneisartiger Abänderungen. Orthitführung ist weitverbreitet.

Wie das Erzgebirge ist das Schwarzwälder alte Grundgebirge reich an basischen Einlagerungen von sehr wechselnd zusammengesetzten

Pyroxen- und Augitgesteinen; diese gehören einerseits sicherlich zur Sedimentreihe wie die schon angeführten quarzitäen Pyroxengesteine, anderseits alten Eruptivmassen an und sind darum auch häufig mit Eruptivgneisen verknüpft, so auf Blatt Oberwolfach—Schenkenzell die große Mehrzahl der fast 200 Einzelvorkommnisse; auch ist bemerkenswert, daß orthitführende Amphibolite in diesen nicht selten, vor allem aber, daß Amphibolite vorhanden sind, die gut erhaltene Gabbrostruktur zeigen (A. S., Erläuterungen zu Blatt Gengenbach, Seite 23, 1894, als gabbroide Amphibolite beschrieben<sup>1)</sup>, ja sogar äußerlich Gabbrohabitus noch erkennen lassen, wie ein Vorkommen westlich von Schiltach im Kinzigtale (A. S., Erläuterungen zu Blatt Hornberg—Schiltach, Seite 17), das dem mehrfach untersuchten Gabbro von Ehrberg, dessen Verbandverhältnisse noch unbekannt sind, sehr ähnlich ist. Verschiedene Serpentine, auch jene des südlichen Schwarzwaldes wurden als Einlagerungen der alten Eruptivgneise erkannt, und für den bekannten Todtmooser Serpentin, der auch zu diesen gehört, das Muttergestein aufgefunden, als eine neue eigenartige Mineralkombination von blaßrötlichem monoklinen Pyroxen, Granat, rotbrauner Hornblende und Pleonast mit wenig Plagioklas, die ich *Badenit* benannte<sup>2)</sup>. Diese und ähnliche Gesteine und mit ihnen in Verbindung stehende Amphibolite sind die Träger der nickelhaltigen Magnetkiese von Horbach und Todtmoos.

Die übrigen deutschen Gebiete alten Grundgebirges zeigen entweder Analogien mit dem Erzgebirge oder dem Schwarzwalde; diese mögen noch kurz besprochen werden.

In den auf der anderen Rheinseite und dem Schwarzwalde gegenüberliegenden *Vogesen* ist die Zusammensetzung und Gliederung des alten Grundgebirges, soweit mir dies bekannt wurde, eine diesem überaus ähnliche, manche Ausbildungsformen der Gneise sind geradezu identisch.

Große Analogien mit dem Schwarzwalde weist auch der *Bayrische Wald* auf. Weinschenk erkennt hier zwar keine alten Gneise an, er glaubt bereits festgestellt zu haben, daß die Gneise des Bayrischen Waldes entweder schiefrige Ausbildungsformen der Granite sind oder, und zwar vorherrschend, Kontaktgesteine, deren kristalline Struktur durchaus den Stempel einer späteren Bildung an sich trägt<sup>3)</sup>. Es kann zugegeben

<sup>1)</sup> Desgl. F. Schalch: Die Amphibolite von Blatt Peterstal 1895. Erläuterungen und Mitteil. d. Gr. bad. geol. Landesanstalt.

<sup>2)</sup> Berichte des Oberrheinischen Geologenvereines. Versammlung, Freiburg 1902.

<sup>3)</sup> E. Weinschenk: Kieslagerstätte im Silberberg bei Bodenmais. Abhandlungen der königl. bayrischen Akademie der Wissenschaften. München 1891, Seite 353.

werden, daß gepreßte, gneisartige Granite eine große Verbreitung besitzen, daß ferner die sogenannten Lagergranite und Lagersyenite oftmals ein recht gneisartiges Aussehen gewinnen und endlich die am Silberberg bei Bodenmais verbreiteten Schiefergesteine die Merkmale der Kontaktmetamorphose an sich tragen, trotzdem bleiben im Bayrischen Walde noch mächtige Komplexe übrig, die sich diesen Kategorien nicht einfügen lassen. Hierzu rechne ich die den Arber aufbauenden Schuppengneise, die manchen Sedimentgneisen des Schwarzwaldes (Renchgneisen) oft zum Verwechseln gleichen, auch in der Führung gleich charakteristischer Einlagerungen, unter denen z. B. die quarzitischen Augitgneise <sup>1)</sup> zu erwähnen sind (Bärnau, Waldmünchen). Die Übereinstimmung erstreckt sich in gleicher Weise auf alte Eruptivgneise, wozu ein Teil der bojischen Gneise G ü m b e l s zu rechnen ist, z. B. auf jene der Umgebung von Pfreind. Auch die Umgebung von Passau bietet recht auffällige Analogien mit dem Schwarzwalde dar. Vom Arber nach Osten ergänzt sich das Profil wie im Erzgebirge zum Phyllit.

Im Fichtelgebirge erinnert uns die weite Verbreitung roter Gneise an das Erzgebirge, auch die oftmals sehr vollständige Entwicklung der altkristallinen Komplexe bis zum Phyllit hinauf. Eine Sonderstellung nimmt in tektonischer Hinsicht die Münchberger Gneismasse im nördlichen Teile ein. Ihre Lagerung ist zu den sie umgebenden paläozoischen Sedimenten vorwiegend eine anormale und durch Dislokationen bedingt, bei Oberkotzau und von da nach Osten ist aber der Zusammenhang nicht gestört; hier folgt auf die kleinkörnigschuppigen, biotitreichen Gneise mit teils quarzitischen, teils amphibolführenden Zwischenlagen und allen strukturellen Merkmalen kleinschuppiger Sedimentgneise nach Osten erst Glimmerschiefer, später ein glimmeriger Phyllit.

In einer an petrographischen Einzelheiten reichhaltigen Abhandlung hat unlängst Dr. Düll in München ganz nach Weinschenk'scher Auffassung des Bayrischen Waldes die Münchberger Gneismasse gedeutet als einen granitischen Eruptivstock, welcher paläozoische Schiefer durchbrochen, intrudiert, aufgeblättert und deren Bestandmassen in verschiedenartiger Weise resorbiert und umkristallisiert habe. Die Eklogite sind „durch ein saures Granitbad umgewandelte Gabbros“, der helle Glimmer in jenen „ein durch Quarz gebleichter Magnesiaglimmer“ und über den Eklogit des Weißensteins heißt es speziell: „Mit äußerster Wucht in die Klufträume injiziert, hat eine geringe Menge von Quarz genügt, um im Verein mit überhitzten Dämpfen die Metamorphose dieser zentralen Gabbropartie in Eklogit zu bewirken.“

<sup>1)</sup> Von G ü m b e l als Granulite kartiert.

Der Glimmergneis ist ihm ein Granit mit wenig oder keinen Resorptionsprodukten.

Der nüchterne Beobachter sucht die bekannten Eruptivkontaktgesteine, welche gerade die um die Münchberger Gneismasse ringsum verbreiteten paläozoischen Schiefer, wo sie an paläozoische Granite angrenzen, in bezeichnender Ausbildung liefern, im ganzen Münchberger Gneisgebiete vergeblich. Dagegen stellt er fest, daß der Eklogit einer eigentümlichen Umwandlung unterliegt, die am Weißenstein in ihrem ersten Stadium so bezeichnend wie möglich sich kundgibt; es ist das die Amphibolitisierung des Eklogits. Man denke hierbei nicht an eine Eruptivkontaktbildung, diese ist völlig ausgeschlossen. Der bekannte schöne dickbankige Eklogit ist von häufigen, das Gestein kreuz und quer und ganz geradlinig durchziehenden Klüften unterbrochen und von diesen aus 1—2 *cm* weit in ein ziemlich grobkörniges Gemenge von grüner blättriger Hornblende und Plagioklas umgewandelt worden. Danach könnte man sagen: Nicht aus einem Gabbro- oder Dioritgestein ist der Eklogit, wie Dr. Düll zu beweisen sich bemüht, hervorgegangen, sondern er geht in ein solches von ähnlicher mineralogischer Zusammensetzung über. Aus diesem Vorgange erklärt sich der häufig enge Verband zwischen Eklogiten und Amphiboliten. Denn nicht selten bilden diese die randlichen Massen jener.

Die vergleichenden Untersuchungen über das deutsche Grundgebirge sollen fortgesetzt und erweitert werden. Ich hoffe daher zu gelegener Zeit wiederum hierüber berichten zu können.

---