

Vorläufige Mitteilung über Untersuchungen in der nördlichen Gneiszone des zentralen Aarmassives.

Von Dr E. HUGI, Bern.

Veröffentlicht mit Genehmigung der Schweiz. geologischen Kommission.

In den letzten Jahrzehnten ist die vielumstrittene Gesteinsklasse der krystallinen Schiefer allseitig zum Gegenstande eingehender petrographischer Studien gemacht worden. Ganz besonders stehen in unsern Tagen die sogenannten «Gneise» im Vordergrund des wissenschaftlichen Interesses; denn es hat sich erwiesen, dass die Bildungen, welche man unter diesem einen Namen zusammengedrängt hat, weder einheitlicher Entstehung, noch übereinstimmenden Alters sind. Ihr vorzüglichstes Charaktermerkmal ist vielmehr gerade durch einen fortwährenden Wechsel ihrer petrographischen Beschaffenheit gegeben.

Das eingehende, mikroskopische und chemische Studium der «Gneise» in ausseralpinen Gegenden und ihre detaillierten, neuern Untersuchungen in einigen Gebieten der Alpen liessen es als zweifellos erscheinen, dass uns in diesen Gesteinen zum Teil ächt eruptive Bildungen vorliegen, oder dass wir es anderseits auch mit metamorphen Sedimenten zu tun haben. Prinzipielle geologische Fragen haben durch diese Arbeiten vielerorts ihre endgültige Lösung gefunden, andere Gegenden aber warten ihrer petrographischen Neubearbeitung. So hat sich auch von Jahr zu Jahr mehr und mehr die Notwendigkeit kund gegeben, ausgehend von veränderten Gesichtspunkten die «Gneise» des Aarmassives einer eingehenden petrographischen Untersuchung zu unterziehen. Auch von dieser Seite, so liessen mannigfache Analogien wohl vermuten, durften neue wichtige Aufschlüsse erwartet werden.

Die Geologie der « Gneiszonen » des östlichen Finsteraar-massives ist uns durch die Aufnahmen von A. HEIM erschlossen worden. Die Petrographie hat hier ihre Berücksichtigung gefunden in den Arbeiten von C. SCHMIDT. Den langjährigen, mustergültigen Untersuchungen FELLEBERGS verdanken wir die erste gründlichere Kenntnis der « Gneise » im westlichen Teile derselben Gebirgsgruppe und die Gneisgebiete des zentralen Aarmassives haben in ihrem Kontakt mit den nördlichen Kalkalpen durch A. BALTZER eine klassische, erste Bearbeitung erfahren. Mögen im Laufe der Zeiten die Auffassungen sich ändern, mögen andere Anschauungen die Wissenschaft beherrschen, es wird doch das grosse Tatsachenmaterial, das diese Autoren uns gegeben haben, in seinem Werte bestehen bleiben, und unsere Aufgabe und Pflicht soll es sein, die erhaltenen Resultate zu erweitern und durch die vervollkommeneten Mittel und durch vermehrte Erfahrungen der Wissenschaft zu vertiefen. Diese erneuten Untersuchungen unserer « Gneise » sind in anerkannter Weise durch die wichtigen Arbeiten von A. SAUER vorerst im zentralen und jüngst auch im östlichen Teile des Massives angebahnt worden. Vor sechs Jahren sprach dieser Autor den Gedanken aus, dass die Hauptmasse der nördlichen « Gneise » sicher eruptiven Ursprungs sei. (Vergl. A. SAUER: Geologische Beobachtungen im Aarmassiv. *Sitzungsber. der kgl. preuss. Akad. der Wissensch.* zu Berlin. 1900, XXXIV.) Derselben Ansicht hat auch A. BALTZER schon im Jahre 1894 lokale Bedeutung beige-messen (vergl. *Compte rendu du Congrès géologique international.* Zürich, 1894, S. 456).

Nicht weniger wichtig für die genetische Auffassung dieser « Gneise » ist auch der kurze Bericht, den A. SAUER im April 1904 der 38. Versammlung des Oberrheinischen-geologischen-Vereins in Konstanz vorlegte und der die Ergebnisse der petrographischen Untersuchungen im Gneiszuge von Erstfeld kurz zusammenfasst. In dieser Gesteinszone des Kantons Uri ist eine unverkennbare Zweiteilung der Gneise festzustellen; die, wie auch meine Untersuchungen im Gadmentale und im untern Urbachtale schon vor längerer Frist ergeben haben, sich gegen W weiter verfolgen lässt.

Die nahen Anklänge der beiden wesentlichsten Gneis-varietäten, einerseits an die Schapbachgneise und andererseits an die Renchgneise des Schwarzwaldes erscheinen höchst auffallend und es muss daher gewiss von hervorra-

gendem Interesse sein, festzustellen, ob tatsächlich, wie SAUER wohl vermuten möchte, irgend welche genetischen Beziehungen zwischen diesen beiden, so weit auseinander liegenden « Gneisarealen » bestehen.

Die sauren und basischen Spaltungsprodukte, die derselbe Autor im Erstfeldergebiet als Gerölle gesammelt hat, konnten in der Umgebung von Innertkirchen auch im Anstehenden konstatiert werden. Die allzu kurz bemessene Zeit reichte aber noch nicht aus, in dem zum Teil schwierig zu begehenden Terrain durchgehends ihre geologischen Verbandverhältnisse zu verfolgen.

Ferner dürfte es oft auch mit Schwierigkeiten verbunden sein bei der dynamischen Beeinflussung dieser Zonen eine scharfe Grenze zu ziehen zwischen einem basischen Spaltungsgesteine des Gneises und den so überaus wechselnden Resorptionsprodukten, denen wir hier auf Schritt und Tritt begegnen. In klarster und übersichtlichster Weise, weil hier dynamisch weniger verändert, stellen sich diese magmatischen Spaltungserscheinungen in der Zentralzone des Massives, im Protogin dar. Die lamprophyrischen und aplitischen Ergüsse sind kaum anderswo vorzüglicher aufgeschlossen, wie in dem prachtvollen Profil der Grimselstrasse. (Vergl. auch F. WEBER: Ueber den Kali-Syenit des Piz Giuf und Umgebung etc. *Beitr. zur geol. Karte der Schweiz*, Neue Folge, Liefg. XIV, S. 164—166.)

Analoge Teilergüsse, wie die nördliche Gneiszone und der zentrale Granitlakkolith sie zeigen, bieten sich ferner auch in der zwischenliegenden Zone der Sericitschiefer. Ihre ungeahnte Mannigfaltigkeit ist durch O. FISCHER bekannt geworden. (O. FISCHER: Ueber einige Intrusivgesteine der Schieferzone am Nordrand des zentralen Granites aus der Umgebung der Sustenhörner, etc. *Tscherm. Min. u. petrogr. Mitteil.*, Band XXIV, Heft 1 u. 2.)

Die nahe Uebereinstimmung zwischen dem östlichen und zentralen Teile der nördlichen Gneiszone wird ferner auch durch die beidseitig zu konstatierenden Uebergänge des « Gneises » in Sericitschiefer gekennzeichnet. (Vergl. SAUER: Ueber den Erstfelder Gneis, etc., S. 27.) Auch im Urbach-, im untern Hasli- und besonders im Gadmentale tritt uns an vielen Stellen die ununterbrochene Reihe der Uebergänge zwischen dem « Gneis » und dem ausgesprochenen Sericitschiefer entgegen. Ob aber eine so durchgreifende Metamorphose allein nur « der dynamischen Verarbeitung » des Gneises

zuzuschreiben ist, wie SAUER es annimmt, das ist eine Frage, über welcher die Diskussion noch offen steht. Zwei Punkte sind es, die im Auftreten dieser, den Gneisen eingelagerten Sericitschiefer vor allem in die Augen fallen müssen :

1. Wie schon die BALTZER'sche Karte deutlich hervorhebt, folgt die Zone der stärksten Sericitisierung überall denjenigen Stellen, an welchen die Marmoreinlagerungen des « Gneises » auftreten. Wie aber weiter unten ausgeführt werden soll, sind alle diese körnig krystallinen Kalke des Berner-Oberlandes, soweit ich sie bis jetzt kennen gelernt habe, sicher kontaktmetamorpher Natur.

2. Da, wo der « Gneis » in Sericitschiefer sich umwandelt, besitzt ersterer nicht seine gewöhnliche schieferige, oder granitisch-körnige Beschaffenheit, sondern er zeigt den Charakter eines Quarzporphyrs. Wohlumgrenzte, bis 5 Mm. messende Quarzeinsprenglinge heben sich deutlich heraus aus der flaserigen Grundmasse. In unmittelbarer Umgebung dieser porphyrischen Facies des « Gneises » und der daraus hervorgegangenen sericitreichen Schiefer wurden im Gadmementale (an andern Punkten sind diese sericitischen Zonen noch zu wenig untersucht), Pegmatite getroffen, die in hervorragender Weise durch die innige schriftgranitische Verwachsung zwischen Quarz und Feldspat gekennzeichnet sind. Diese Tatsachen lassen die Bildung unserer Sericitschiefer von andern Gesichtspunkten aus betrachten. Nachdem heute an der eruptiven Natur der Hauptmasse der nördlichen « Gneise » sich nicht mehr zweifeln lässt, erscheint es anderseits als vollkommen gewiss, dass solche pegmatitische Erstarrungsprodukte des granitischen Magmas nicht beim Festwerden der ganzen Eruptivmasse sich bilden konnten, sondern dass sie vielmehr nachfolgenden Restergüssen entsprechen, in welchen die starke Anreicherung der Mineralisatoren die Erreichung des eutektischen Erstarrungsverhältnisses ermöglichte. Jene pegmatitischen Zonen müssen also unbedingt spätern Nachschüben entsprechen, die auf Spalten oder auf gelockerten Stellen des schon ganz oder teilweise erstarrten « Gneismassives » empordrangen, sie bedeuten Stellen, an welchen der postvulkanischen Tätigkeit freie Wege geöffnet waren und an welchen diese auch während längerer Zeit andauerte, bis sie zuletzt in pneumatohydatogenen und thermalen Wirkungen ausklang.

In Ueberlegung des eben gesagten möchte man nun die dem « Gneis » eingefügten Sericitschiefer nicht als ein rein

mechanisches Umwandlungsprodukt jener porphyrischen « Gneise » auffassen, sondern die Sericitisierung (wie sich das auch für andere Gebiete unserer Alpen als wahrscheinlich herausgestellt hat) so erklären, dass zuerst zwar der « Gneis » in den betreffenden Zonen mechanisch zerspalten und zerruschelt worden ist, dass aber dann auf diesen gelockerten Stellen von dem in seiner Eruptionszeit sicher etwas spätern Protogin aus, die intensiv wirkenden Agentien der postvulkanischen Tätigkeit empor drangen und ihnen ist die chemische Arbeit bei der Neubildung des Sericits auf die Rechnung zu setzen.

Diese Auffassung, welche die Sericitisierung der Gesteine mit pneumatolytischer und postvulkanisch-thermalen Tätigkeit in genetischen Zusammenhang bringt, ist ja keineswegs neu. Schon GRODDECK, STELZNER und in neuerer Zeit auch LINDGREN wiesen nach, dass vielerorts die Neubildung von Sericit mit der Entstehung epigenetischer Erzgänge in engster Beziehung steht. Da ferner auch der Kaliglimmer als primärer Gemengteil ein Charaktermineral aplitischer und pegmatitischer Gesteine (gasreiche, magmatische Restergüsse) bildet, so dürften die hier ausgesprochenen Ideen zum mindesten das Gepräge höchster Wahrscheinlichkeit gewinnen.

Wie weit sich diese Ansicht auf die Hauptzone der Sericitgneise und Phyllite ausdehnen lässt, die zwischen den Zentralgranit und den nördlichen Gneis sich einlagert, das kann noch nicht übersehen werden. Jedenfalls wären auch hier ähnliche Ueberlegungen nicht ohne weiteres von der Hand zu weisen, nachdem wir durch die Arbeiten von O. FISCHER in diesen Gebieten eine Menge von Teilergüssen kennen gelernt haben. Würde ferner auch mit der hier vertretenen Anschauungsweise nicht die von SAUER angeführte auffallende Tatsache in viel besserem Einklang stehen, dass unmittelbar an der Nordgrenze der Sericitschiefer der « Gneis » und seine, gegen mechanische Einflüsse so empfindlichen Gangbildungen nicht im geringsten verändert worden sind.

Aus dem bisher gesagten ergibt sich schon zur Genüge, wie viele neue Gesichtspunkte eine erneute, detaillierte Bearbeitung der nördlichen Gneiszone bieten kann, wie reiche Arbeit dem Petrographen in diesen ausgedehnten Gebieten noch zu tun übrig bleibt. In richtiger Erkenntnis dieser Tatsachen hat denn auch im Sommer 1905 die schweizerische geologische Kommission auf Veranlassung von Herrn Prof. BALTZER den Verfasser dieser Zeilen mit der eingehenden

petrographischen Untersuchung der nördlichen « Gneiszone » im zentralen Teile des Aarmassives betraut. Im Spätsommer 1905 wurden nun, nachdem ich schon früher einzelne dieser Gebiete besucht hatte, zwischen Gadmen und Grindelwald die Aufnahmearbeiten begonnen. Es möge mir an dieser Stelle gestattet sein, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. WEINSCHENK in München, den besten Dank auszusprechen. Er hatte die grosse Liebenswürdigkeit, mich früher auf jenen ersten orientierenden Exkursionen zu begleiten, ihm danke ich so vielfache Anregung und in der kurzen Zeit, während welcher ich mein Arbeitsfeld durchzog, sah ich dort manche Idee des Meisters feste Form und Gestalt gewinnen.

Nicht zu geringerem Danke auch bin ich Herrn Professor BALTZER verpflichtet, der meine Arbeiten in jeder Hinsicht fördernd, mir mit Rat und Tat zur Seite steht.

Bei einer Neubearbeitung der nördlichen « Gneise » des Aarmassives muss es sich in erster Linie um die Lösung zweier wichtiger Fragen handeln: Einerseits erscheint es notwendig, eine genauere petrographische Spezialisierung dieser mächtigen Gesteinszone durchzuführen, denn dass sie wesentlich komplexerer Natur sein muss, als man bisher angenommen hat, das ist nach den Erfahrungen, die man in neuerer Zeit in andern Gneisgebieten gemacht hat, wohl zu erwarten. Die oben kurz skizzierten ersten Untersuchungsergebnisse sind in der Tat auch schon geeignet, dieser Vermutung zur vollen Bestätigung zu dienen. Zweitens muss es aber auch von Interesse sein, Näheres über die genetischen Verhältnisse und das Alter dieser « Gneise » in Erfahrung zu bringen, um so mehr, als mit diesen Untersuchungen prinzipielle Fragen der Gebirgsbildung in engster Beziehung stehen. Lehnt sich ja doch der « Gneis » durch Vermittlung der Sericit- und Hornblendeschiefer einerseits an den Zentralgranit an, auf der andern Seite aber sehen wir ihn in den sogenannten Keilen mit komplizierten Kontouren hineingreifen in die Sedimente der nördlichen Kalkalpen.

Nach den bisherigen Erhebungen kann es nicht mehr zweifelhaft erscheinen, dass ein Hauptanteil der nördlichen « Gneise », oder wie man sie desshalb zweckmässiger nennen würde, der « nördlichen Granite », sicher eruptiven Ursprungs ist. Diese ersten Mitteilungen sollen einige neue Tatsachen geben, welche als strikte Beweise für die Tiefengesteinsnatur des « Gneises » sich dartun. Diese Merkmale sind zu suchen :

1. In seinen Kontaktverhältnissen mit den nördlichen Kalkalpen ;
2. In seiner strukturellen und chemischen Beschaffenheit ;
3. In den Einschlüssen von Kontaktschollen.

1. Dem ersten Punkte wurde bei den bisherigen Untersuchungen schon viel Aufmerksamkeit geschenkt. Die sogenannten Zwischenbildungen in der Umgebung von Innertkirchen, im Gadmentale, im Wendengebiet, am Gstellihorn und bei Stieregg am untern Grindelwaldgletscher wurden, soweit es die allzukurze Zeit erlaubte, studiert, doch bisher ohne sicheres, positives Resultat. In ihrem Bestande ist kennzeichnend das Auftreten des dichten gelblichen, stark verkieselten Dolomits, dessen eingehende mikroskopisch-chemische Untersuchung allerdings noch aussteht, immerhin muss der reiche Quarzgehalt, der besonders an der Sohle des Dolomitbandes sich anreichert, sehr auffallen und vor allen Dingen gerade jetzt zu einer Zeit, da aus dem zentralen Tian-Schan durchaus analoge, vollständig dichte, ebenfalls stark verkieselte Dolomite bekannt geworden sind, die einen Granitkontakt begleiten und von granitischen Intrusionen stellenweise direkt gebändert erscheinen: (Vergleiche A. KLEIN-SCHMIDT und H. LIMBROCK: « Die Gesteine des Profils durch das südliche Musart-Tal im zentralen Tian-Schan. » *Abhandlungen d. K. Bayr. Akad. d. Wissensch.* II. Kl. XXIII Bd. I. Abt. München 1906 S. 221 und 222.) Es ist für unsere Zwischenbildungen ferner charakteristisch das Vorhandensein des, in seiner Beschaffenheit sehr wechselnden Verrucano und der Arkosen, deren Struktur und Mineralbestand bisweilen durchaus an die Merkmale der Aplite erinnern.

Diesem Bande der Zwischenbildungen schliessen sich nach aussen zum Teil stark gepresste Eisenoolithe (oft mit gestreckten Oolithkörnern) an, und ihnen folgen dunkle Kalke, die makroskopisch nicht die geringste Veränderung erkennen lassen, u. d. M. aber auffallen durch ihren Chalcedongehalt. Die Untersuchung dieser Zwischenbildungen erstreckte sich bis jetzt nur auf zahlreiche Punkte zwischen Grindelwald und Gadmen. Irgendwelche untrügliche Kennzeichen der Kontaktmetamorphose konnten aber in dieser Linie an dem höchst merkwürdigen Gesteinsbande nicht festgestellt werden. Um so bedeutungsvoller müssen uns daher Beobachtungen erscheinen, welche die diesjährigen Exkursionen in der Umgebung des Wendenjoches ergeben haben.

Die Serie der Zwischenbildungen ist hier eine vollständigere, wie an allen übrigen, mir bis dahin bekannt gewordenen Punkten. Schon BALTZER gibt in Karte, Profilen und Text von der nach ihm Wendepässli benannten Lokalität (vergl. Blatt XIII der geologischen Dufourkarte und *Beitr. zur geol. Karte der Schweiz*, Bd. XX, S. 147), eine Folge von schwarzen Anthrazitschiefern und von grauen und bunt gefärbten Phylliten und Helvetanschiefern an, die den « Gneis » des Grassen konkordant unterteufen, mit den eigentlichen Zwischenbildungen (Dogger, Röthidolomit, Sandstein, Sernftschiefer) dagegen in diskordanter Lagerung sich befinden. Das höhere Alter dieser bunten und dunklen Schiefer scheint also sicher zu stehen, die Zugehörigkeit zum Perm und Carbon ist zum mindesten sehr wahrscheinlich. Da in den letzten Jahrzehnten Gletscher und Firn an diesem Joche bedeutend zurück gegangen sein müssen, so ist es jetzt auch möglich, jene von BALTZER gegebene Schichtenserie noch um ein Glied zu vervollständigen.

An der Jochhöhe zwischen Wendengletscher und Grassen-gletscher treten heute mit 1 Meter sichtbarer Mächtigkeit über dem Firn Konglomerate zu Tage, die mit den schwarzen Schiefern konkordant liegen. Ihre Geröllgrösse ist bedeutenden Schwankungen unterworfen und reicht von den Dimensionen einer Baumnuss bis zu Durchmessern von 25 und 30 Cm. heran. Soweit die bisherigen Beobachtungen reichen, haben Quarzite und Glimmerschiefer das Material dieser Rollsteine geliefert. Es dürfte auch dieser neue Horizont für das carbonische Alter dieser dem « Gneis » konkordant anliegenden Schichtenfolge bezeichnend sein. Irgendwelche Reste organischer Natur konnten bis jetzt weder in den Schiefern und noch viel weniger natürlich in den Konglomeraten aufgefunden werden. Dagegen lohnt es sich, die Ergebnisse der ersten flüchtigen petrographischen Untersuchung beider Gesteinskomplexe diesen vorläufigen Notizen einzureihen.

Jene von BALTZER als Helvetanschiefer und Phyllite bezeichneten tonreichen Sedimente erwecken durch ihr schlierig fleckiges Aussehen schon im makroskopischen Bilde den Eindruck von kontaktmetamorph veränderten Bildungen. Stellenweise lassen durch das ganze Gestein reichlich verteilte Knötchen sie direkt als Knotenschiefer bezeichnen. Besonders auffällig aber sind häufige, grosse (bis 40 Cm. Durchmesser) Quarzknauer dieser Schiefer, die meist von einer 1—2 Cm. breiten Muskovitlage umhüllt sind. Dem unbe-

waffneten Auge geben sich auch schon stecknadelkopf- bis erbsengrosse gerundete, zum Teil einschlussreiche, getrübe, zum Teil tief rot durchscheinende Körner von Almandin zu erkennen, die in den Schiefen eine weite Verbreitung besitzen. Die erste rasche mikroskopische Durchsicht weniger Schriffe bestätigte das überaus häufige Auftreten des, wenn zum Teil auch nur in kleinen Individuen vorhandenen Almandins, dem sich an Verbreitung wenig zurückstehend, reichliche gerundete und unregelmässige Körner eines braunen Turmalins beigesellen. Seltener sind Rutil und Zirkon. Graphit verteilt sich in unregelmässigen Putzen und Schlieren durch das ganze Gestein. Ich zweifle nicht, dass die gründliche Untersuchung der Schiefer noch weitere Tatsachen liefern wird, die geeignet sind, die Beweise für ihre ächt kontaktmetamorphe Natur zu vermehren.

Nicht weniger interessant erweisen sich in petrographischer Beziehung auch die Konglomerate. In derjenigen Lage, in welcher die Gerölle geringere Dimensionen aufweisen und sich enger zusammenschliessen, nimmt das Gestein einen gneisartigen Charakter an, es entstehen Bildungen, die sich mit Konglomeratgneisen, wie sie von manchen andern Lokalitäten beschrieben worden sind, wohl vergleichen lassen.

Wo dagegen das Konglomerat aus grossen Rollsteinen sich aufbaut, wo also der Cement relativ an Masse zurücktritt, da hat eine derartig fortgeschrittene Verfestigung durch die Einwirkung kontaktmetamorpher Kräfte nicht stattgefunden, sondern es sind an solchen Punkten jetzt die kopfgrossen Quarzite und Glimmerschiefer in eine lockere, erdige, schwarz abfärbende, talkig-graphitische Zwischenmasse eingebettet. Auch in Bezug auf diese Konglomerate werden fortgesetzte Studien an der nicht allzu leicht zugänglichen Stelle diese ganz skizzenhaften ersten Beobachtungen ergänzen müssen. Vor allem wird die genaue petrographische Untersuchung der Konglomeratgerölle zur Feststellung wichtigster Altersbeziehungen unerlässlich sein.

2. An manchen Stellen unseres «Gneisgebietes» stellt die strukturelle Erscheinungsweise des Gesteins seinen Tiefengesteinscharakter vollkommen sicher. Die noch ausstehenden chemischen Analysen solcher «Gneise» werden nicht er mangeln, seinen ächt granitischen Charakter mitzubeweisen.

Ein untrügliches Merkmal für die eruptive Natur eines Teiles unserer «Gneise» bieten nun aber :

3. Die zahlreichen **Scholleneinschlüsse**, die unsere Zone überall zunächst ihrem Nordrande durchsetzen. In ihre Feststellung und Untersuchung habe ich den Schwerpunkt meiner bisherigen Arbeiten verlegt.

Wie eben erwähnt, sind diese ächten Kontaktschollen in ihrem Auftreten hauptsächlich an den Nordrand der « Gneiszone » gebunden, oder sie folgen besonders, was mir recht bemerkenswert scheint, auch der nächsten Umgebung der grossen Kalkkeile, die wir durch BALTZER'S Aufnahmen in all ihren Einzelheiten kennen gelernt haben. In grösserer Entfernung vom Kontakt wurden bis jetzt nur seltene Schollen von ganz untergeordneten Dimensionen vorgefunden.

Es ist also zweifellos der nördliche « Gneis » als die Randzone des grossen Granitlakkolithen zu betrachten, dessen zentrale Partie uns im sogenannten Protogin des Aarmassives vorliegt. Der Grundcharakter dieser Randpartien ist gegeben durch seine tiefgehenden Resorptionserscheinungen, die der Zone eine ungemein wechselnde, oft von Decimeter zu Decimeter verschiedene Beschaffenheit verleihen.

Bald war diese Resorption des sedimentären Materials eine vollständige, es hat eine vollkommene Vermischung von Schiefer und Granit stattgefunden; unter solchen Bedingungen entstanden die schlierigen und streifigen und die hornfelsartigen Gneise, die in unseren Gebiete eine weite Verbreitung besitzen.

Die pinitreichen Gneisvarietäten, in welchen dieses Mineral, wie z. B. in einem Gneis der Wendenalp, vollkommen kristallographisch begrenzte, bis 1 Cm. lange Krystalle bildet, sind dagegen nach ihrer ganzen Struktur als rein eruptiver Typus aufzufassen, in welchem der ursprüngliche Cordierit durch sekundäre Vorgänge in Pinit übergeführt worden ist.

Bisweilen aber auch wurden vom eruptiven Magma die Sedimente nicht vollständig resorbiert, sondern ihre Reste treten uns jetzt noch in einzelnen, vom « Gneis » umschlossenen Schollen entgegen, welche letztere zwar bei diesem innigen Kontakte vollständig verändert worden sind.

Die Grössenverhältnisse dieser Einschlüsse zeigen bedeutende Schwankungen. Sie bewegen sich von Durchmesser von wenigen Decimetern bis zu Ausdehnungen von 200 und 300 Metern.

Unter den Kontaktschollen sind zwei Hauptarten zu unterscheiden. Beide werden einander allerdings durch Ueber-

gänge nahegeführt und erweisen sich als prinzipiell nicht verschieden. Ihre abweichende Zusammensetzung ist nur bedingt durch die wechselnde Beschaffenheit des sedimentären Materials, das der kontaktmetamorphen Umwandlung anheim fiel. Die einen sind hervorgegangen aus tonig-kalkigen die andern aus kalkreichen Sedimenten. Wir können unterscheiden :

1. Kalksilikatfelse.

2. Krystalline silikatführende Kalke, Dolomit und Marmore.

Von beiden Typen und ihren Uebergangsgliedern liegen zahlreiche Dünnschliffe vor, deren Detailstudium freilich wegen andern, dringenderen Arbeiten noch nicht vollständig abgeschlossen werden konnte. Was also hier im folgenden über diese Gesteine mitgeteilt wird, darf erst den Wert einer vorläufigen Untersuchung beanspruchen. Die Beschreibung jedes Details soll absichtlich noch vermieden werden.

1. Kalksilikatfelse.

Diese silikatreichen Einlagerungen der nördlichen « Gneiszone » treten auf als unregelmässige Schlieren und Schollen. Gegenüber den Marmoreinlagerungen stehen sie in ihren Dimensionen stark zurück. In der Literatur wurde ihrer früher kaum Erwähnung getan, sie wurden als streifige oder flaserige Gneise vom umgebenden Gesteine unterschieden, ohne jedoch die ihrer Bedeutung entsprechende Berücksichtigung zu finden, bis zuerst SAUER vor zirka 6 Jahren ihre wahre Natur erkannt hat. (*Sitzungsber. der kgl. preuss. Akad. der Wissensch. zu Berlin*, Bd. XXXIV, 1900.)

Solche z. T. resorbierte Schollen, die andererseits auch eine gut ausgeprägte Injektionsflaserung erkennen lassen, sind aufgeschlossen am untern Ende des Urbachtales und besonders übersichtlich an der Grimselstrasse in der Aeussern Urweid. Die eine Varietät dieser Einschlüsse zeichnet sich aus durch ihren reichen Biotitgehalt, der lokal sich anhäufend mit quarzreichen Zonen wechselt und so eine deutliche Bänderung des Gesteines hervorbringt. Ausgesprochene Pflasterstruktur und die starke Beteiligung von Granat und Pyroxen an der Zusammensetzung des Gesteines, kennzeichnen mit der äusseren Erscheinungsweise seinen kontaktmetamorphen Charakter.

Andere Schollen sind bemerkenswert durch ein Vorherrschen der Feldspä te (Albit, wenig Orthoklas), denen sich

auch Biotit (zum Teil chloritisiert), braune Hornblende, reichlicher Titanit und Titaneisen und Prehnit zugehellen. Seltener wurden in diesem Silikatfelse Klinozoisit und Granat beobachtet. Auf Spältchen hat sich sekundär gebildeter Kalkspat ausgeschieden.

Durch ihre prachtvolle mineralogische Ausbildung und grosse Mannigfaltigkeit zeichnen sich grossstrahlige grüne und braune Amphibolfelse aus, welche als Scholle im Gneis am Tobel des Triftwassers kürzlich festgestellt wurden.

Gegenüber den eben beschriebenen Kalksilikat- und Hornblendefelsen finden sich nun anderseits auch viel feinkörnigere, dem unbewaffneten Auge fast dicht erscheinende, sonst aber analoge Gesteine vor, die wir im Vergleich zu jenen nach ihrem makroskopischen Aussehen als Silikathornfelse bezeichnen können.

Aus ihrem dichten Bestande treten makroskopisch nur einzelne grössere Granatkörner, kleine Biotitschüppchen und wenige Pyritkryställchen heraus. Im mikroskopischen Bilde spricht sich die Pflasterstruktur noch deutlicher aus, wie in den oben beschriebenen Varietäten. Die einzelnen Mineralgemengteile erscheinen wie in einander geschmolzen; sie sind ganz erfüllt von Einschlüssen und wo die Hornblende als Gemengteil mit vorkommt, da erscheinen ihre schlecht umgrenzten Individuen an den Enden aufgeblättert.

Die am Gesteinsbestande sich beteiligenden Mineralien kennzeichnen alle die Wirkung des Piezokontaktes, unter ihnen sind zu erwähnen: Quarz unregelmässig verteilt, stellenweise sich anhäufend, mit geringen, kataklastischen Störungen. Farblose Augite (Diallag und Diopsid) randlich oft uralitisiert, auf Spältchen bisweilen Serpentinbildung zeigend. Braune Hornblende, von rundlichen Quarzindividuen durchwachsen. Wenig Biotit, stark ausgebleicht. In untergeordneter Menge, ebenfalls als gerundete Körner, Feldspate (Orthoklas, Albit, Mikroperthit), Prehnit, Titanit, gut ausgebildete, wenn auch kantengerundete Krystalle (Briefcouvertform). Farbloser Granat, Körner bis zur Grösse von 2—3 Mm. Durchmesser (nicht anomal), hie und da in Epidot umgewandelt. Graphit, Pyrit, Apatit, und seltener wurden gefunden Fassait und Disthen. Sekundär hat sich ebenfalls Kalkspat ausgeschieden.

Kleine basische, biotitreiche Putzen, die unregelmässig im « Gneis » verteilt liegen, und die sich auszeichnen durch

einen auffallend grossen Apatitgehalt, werden für primäre Ausscheidungen gehalten.

Aehnliche Silikatfelse, wie sie eben beschrieben wurden, stehen auch in enger Verbindung mit den Silikatreichen Marmoreinlagerungen, die sich an zahlreichen Stellen unseres Gebietes vorfinden.

So wurde am Lauteren-See über Speicherbergalp am linken Gehänge des untern Gadmentales als regelmässige, parallelförmig begrenzte, zirka 30 Cm. mächtige Einlagerung in kristallinem Marmor ein Silikatfels getroffen, der in seinem makroskopischen Strukturbilde durchaus an einen sogenannten gestreckten Quarzporphyr erinnert. Stengelige Quarzindividuen ordnen sich schon für das unbewaffnete Auge zur ausgesprochensten Parallelstruktur. Die Frage, ob diese Struktur eine ursprüngliche sei, oder ob sie sekundären Pressungen ihre Entstehung verdanke, lag auf der Hand. Die vorläufige mikroskopische Untersuchung ergab zweifellos, dass hier keineswegs ein Quarzporphyr vorliegt, sondern dass wir es vielmehr mit einem Silikatfels zu tun haben, dessen metamorphe Bildung sich unter Einfluss des Gebirgsdruckes vollzogen hat. Die langen, parallel gerichteten Quarzstengel zeigen nur geringe kataklastische Störungen. Der reichliche Augit, der nach Art des Feldspathes im Pegmatit von Quarz durchwachsen wird, der Gehalt an Hornblende, Muskovit, Apatit, Feldspäthen und Titanit, die Durchsetzung aller dieser Mineralien mit feinen, staubförmigen Einschlüssen, das alles deutet darauf hin, dass hier ein Silikatfels vorliegt, dessen Metamorphose sich unter gleichzeitiger Pressung vollzogen hat. Das Gestein ist ein Produkt des Piezokontaktes. Diese Art der Umbildung mag um so bedeutungsvoller erscheinen, da dieser Silikatfels als Einlagerung in eine Linse krystallinen Marmors auftritt. Auch dieser körnige Kalk muss also übereinstimmenden Bedingungen seine heutige Gestalt verdanken, auch er war nach seiner Metamorphose nur noch geringer mechanischer Einwirkung ausgesetzt. Nach den bisheriger Feststellungen erscheint es wahrscheinlich, dass der Silikatfels nur einer tonreichen Schicht des ursprünglichen sedimentären Kalkes entspricht; freilich muss aber auch gerade in dieser Zone die Metamorphose einen besonders hohen Grad erreicht haben.

Unter analogen Lagerungsverhältnissen, ebenfalls in engstem Verbande mit krystallinen Kalken wurden auch an der

Aeussern Urweid hoch metamorphe Einschlüsse gefunden, die besonders auffallen durch ihren, für unsere Gegend ungewohnten Mineralbestand.

Die eine dieser metamorphen Schollen muss aus einem Magnesia-, Ton- und Eisen reichen Sedimente hervorgegangen sein. Das Gestein besteht im wesentlichen aus Pinit, dessen Umbildung aus Cordierit sich stellenweise noch undeutlich zu erkennen gibt, grossen Ausscheidungen eines grünen Spinells und ihnen gesellen sich Magnetkies, Biotit, viel Titanit und seltener auch eine braune Hornblende hinzu. Das Gestein fällt schon im Handstücke auf durch sein hohes spezifisches Gewicht und erinnert durch seinen Mineralbestand an die injizierten Schiefer des bayrischen Waldes, oder an den « Gneis », wie ihn jüngst GLUNGLER aus der bayrischen Oberpfalz beschrieben hat. (*Sitzungsber. d. bayr. Ak. der Wissensch.* 1905. Bd. 35, 2. Heft.) Dieselbe Kontaktmetamorphose, die sich in jenen Gebieten in grossen Zügen vollzogen hat, die ist also hier in dieser Scholle in kleinen Dimensionen zu verfolgen. Aber anderseits besteht doch auch wieder ein wesentlicher Unterschied zwischen jenen bayrischen Vorkommnissen und unserer Gegend. Während dort die metamorphen Gesteine wenig verändert erscheinen, kommt bei uns den sekundären, oder eigentlich also den tertiären Umwandlungen — leider möchte man sagen, — eine bedeutende Rolle zu. Der Cordierit ist vollständig in Pinit übergegangen, der Biotit ist stark ausgebleicht und auf Spalten und Spältchen hat sich sekundärer Kalkspat ausgeschieden. Welchen Einwirkungen diese bedeutenden Umwandlungsvorgänge zuzuschreiben sind, kann hier noch nicht endgültig entschieden werden.

2. Krystalline, silikatführende Kalke und Dolomite.

Eine zweite Art kontaktmetamorph veränderter Schollen des nördlichen « Gneises » tritt uns entgegen in seinen Einschlüssen von körnigen, silikatreichen Carbonatgesteinen. Diese gehören zum petrographisch Interessantesten, was diese Zone darbietet.

Höchst bemerkenswert und auffallend erscheint schon das Auftreten dieser Einschlüsse, die sich an die Nähe der Hauptkontaktlinie halten, oder die ganz besonders auch an die unmittelbare Umgebung der grossen Kalkkeile gebunden sind. Gegenüber den Kalksilikatfelsen zeichnen sie sich aus durch ihre bedeutenderen Dimensionen. Die Scholle des

Schaftefen marmors gewinnt eine Ausdehnung von einigen hundert Metern und durch ihre ansehnliche Grösse fallen auch auf die Einschlüsse am Lauteren-See und bei Stieregg am untern Grindelwaldgletscher, sowie diejenigen am Schönalphorn und am Absturz des Wendengletschers. Geringere Dimensionen zeigen die Kalkeinlagerungen östlich des Sustenpasses, an der Aeusseren Urweid, am Zäsenberghorn und bei Innertkirchen. Am Dossenhorn konnte wegen der Bedeckung durch den Gletscher die Umgrenzung der dortigen Schollen nicht festgestellt werden, und von Laucherlialp am Gstellhorn und von Wendenalp im Gadmentale sind mir bis jetzt die Kontaktkalke nur in losen Blöcken bekannt geworden. An letzterem Orte muss zwar das Anstehende leicht aufzufinden sein, wenn der Lawinenschnee noch weiter zurückgeht, wie in diesem Sommer.

Obwohl BALTZER die Kalkeinlagerungen an der Aeusseren Urweid schon beschrieben hat (*Beitr. z. geol. Karte der Schweiz*, Bd. XX, S. 30) und obwohl SAUER diese sowohl, wie auch die Scholle an der Kirche von Innertkirchen kennt, so sind dieselben bis jetzt noch nie zum Gegenstande spezieller petrographischer Untersuchungen gemacht worden. Weil aber die Art und Weise ihres Auftretens, sowie ihr mineralogischer Bestand für die Beurteilung der ganzen Kontaktverhältnisse zwischen dem nördlichen « Gneis » und den nördlichen Kalkalpen von grundlegender Bedeutung zu sein scheint, so mögen auch über die Beschaffenheit dieser metamorphen Schollen hier noch einige vorläufige Bemerkungen folgen.

Die grösste Abwechslung zeigen die Kalkschollen an der Aeusseren Urweid, die hier fünf grössere und kleinere linsenförmige Einlagerungen im « Gneise » bilden und welche an der Grimselstrasse in ausgezeichneter Weise aufgeschlossen sind. Nach oben scheinen die Schollen, soweit die bisherigen Untersuchungen des schwer zugänglichen, steilen Gehänges festzustellen erlaubten, rasch auszulaufen, unterhalb der Strasse konnte an einigen unter ihnen eine Zunahme des Querschnittes festgestellt werden. Trotz grösster Mühe und Aufwand von viel Zeit waren aber die möglichen Fortsetzungen am jenseitigen Ufer der reissenden Aare bis jetzt nicht zu erreichen und zu verfolgen.

Die vorläufige Untersuchung dieser krystallinen Carbonatgesteine hat folgende, hauptsächlichsten Ergebnisse geliefert :

1. Die Mehrzahl der Schollen besteht aus krystallinem Kalk, der Hauptbestand anderer dagegen ist ein körniger Dolomit.

2. Die Einschlüsse werden umrandet von silikatreichen Zonen. Der Rand der Schollen ist feinkörnig und geht nach innen allmählig in das silikatärmere, gröbere Carbonatgestein über.

3. Mechanische Strukturen treten gegenüber andern analogen Vorkommnissen vollkommen zurück. Das Carbonataggregat zeigt meist nicht verzahnte Struktur, die aber lokal und untergeordnet auch einer ausgesprochenen Verzahnung Platz macht.

Der Mineralbestand der Kontaktschollen an der Aeussern Urweid ist durch folgende wesentliche Punkte gekennzeichnet:

a) In den Kalken fanden sich als kontaktmetamorphe Neubildungen: Granat (keine optischen Anomalien); Diopsit (oft an Menge dem Kalkspat gleichkommend). Einige dieser augitreichen Kalke, wie auch solche von Stieregg, zeigen die ausgeprägtesten Kontaktstrukturen (Pflasterstruktur, Siebstruktur), Kontaktstrukturen, wie ich sie an den typischen Kontaktkalken des Monte Somma, der Insel Elba (Cavoli), oder der Insel Pargas (Storgård und Lindberg) niemals in schönerer Ausbildung kennen gelernt habe. Auch in unserem Gebiete haben wir es zu tun mit den Produkten reiner Kontaktwirkung.

Forsterit, ungemein häufig, aber zum grössten Teile serpentinisiert; sehr oft ist in den rundlichen Antigorit- oder Chrysotil-Aggregaten noch ein letzter Rest des Forsterits übrig geblieben. Durch diese Serpentinanhäufungen kommt eine ausgezeichnete Eozoon-Struktur zu Stande, wie sie bis jetzt von keinem andern schweizerischen Vorkommnis bekannt geworden ist. Es möge daher für diese typische Bildung des Haslitales, die sich jüngst auch im Gebiet des Dossengletschers und in weiterer Ausdehnung in der Umgebung des Lautern-Sees im untern Gadmentale gefunden hat, der Name **Eozoon-Helveticum** gebraucht werden; natürlich ohne damit an die früher irrtümlich angenommene organische Herkunft dieser äusserst charakteristischen Verwachsung zwischen Serpentin und Kalkspat erinnern zu wollen. Ich bin geneigt, diese sekundäre Umwandlung des Forsterits postvulkanischer, hydatogenthermaler Tätigkeit zuzuschreiben.

Im Bestande der metamorphen Kalke wurde an der Aeussern Urweid ferner Vesuvian in grösseren Körnern getroffen. Titanit, Quarz, Muskovit, Magnetkies, Pyrit und Graphit treten auf als seltenere akzessorische Gemengteile.

In einzelnen Schollen scheint die Metamorphose des ursprünglich sedimentären Kalkes weniger weit fortgeschritten zu sein. Solche Marmore zeigen sich im Dünnschliff durch staubförmige, zum Teil kohlige Substanzen, zum Teil auch durch mikroskopische Gasbläschen getrübt. Der Inhalt der letztern mag auch die Ursache sein, dass das Gestein beim Anschlagen einen skatolähnlichen Geruch von sich gibt.

b) Die erste Untersuchung des körnigen Dolomits der Aeussern Urweid hat folgende Resultate ergeben :

Mittel- bis grobkörniges, fast rein weisses Gestein, mit wenigen grünlichen Pünktchen, verursacht durch kleine Serpentineinschlüsse. U. d. M. erweist sich das Gestein als vollkommen unverzahnt und dynamisch nicht gestört. In das körnige Dolomit-Aggregat sind eingestreut: Blättchen von Muskovit in Parallelverwachsung mit Chlorit, seltene Körner von Periklas, zum Teil in Serpentin umgewandelt, Pyrit und Magnetkies.

Von den Schollen an der Aeussern Urweid weichen in ihrer petrographischen Beschaffenheit in manchem Punkte ab die Kontaktkalke an der Kirche bei Innertkirchen und die mit ihnen nahe übereinstimmenden Einschlüsse des Gneises von Stieregg.

Schon im makroskopischen Aussehen der Gesteine gibt sich ein deutlicher Unterschied kund: Die Carbonatschollen der Urweid erweisen sich fast durchgehends richtungsloskörnig, die Kalke von Innertkirchen sind ausgesprochen schieferig und an denjenigen von Stieregg ist diese Parallelstruktur nachträglich noch den intensivsten Faltungen und Knickungen unterworfen worden. Der grosse Silikatreichtum gibt beiden Gesteinen ein Aussehen, das oft von demjenigen des umgebenden « Gneises » nur wenig abweicht. Bezüglich ihres Mineralbestandes bieten die beiden Vorkommnisse folgende Eigentümlichkeiten :

1. Kalkschollen von Innertkirchen: Der Hauptbestand des Gesteines wird gebildet durch ein Kalkspataggregat, das sich durch seine vollkommene Kataklase (ausgesprochenste Mörtelstruktur) in auffallenden Gegensatz stellt zu den Kalken und Dolomiten der Aeussern Urweid.

In diese zertrümmerte Hauptmasse des Gesteines lagern sich (ebenfalls Merkmale der Kataklyse zeigend) ein: Quarz, Albit, Klinozoisit, Skapolith, Titanit, brauner Biotit (teilweise in Chlorit umgewandelt), Phlogopit, Graphit und Pyrit.

2. Kalkschollen von Stieregg. Die bei Stieregg, am untern Grindelwaldgletscher auftretenden Schollen sind durch ihre intensiven, tektonischen Störungen gegenüber allen übrigen, bis jetzt untersuchten Kalkeinschlüssen gekennzeichnet. Diese vorläufige Mitteilung bietet nicht den Raum, auf die geologischen Verhältnisse näher einzutreten. Makroskopisch, wie mikroskopisch lässt sich jede Abweichung von der normalen Lagerung leicht verfolgen an Hand der zonar angeordneten, silikatreichen Stellen, die an der Verwitterungsfläche wulstartig hervortreten und durch die lagenförmige Verteilung feinsten Graphitschüppchen (dunkle Flaserung des Gesteines).

Das mikroskopische Bild des Kontaktkalkes lässt mit unverkennbarer Deutlichkeit feststellen, dass die heutige Struktur desselben das Resultat zweier zeitlich verschiedener Bildungsphasen ist:

Die vollständige Durchwachsung der Kalkspatkörner mit Kalk-, Magnesia- und Tonerdesilikaten erzeugt eine Art Siebstruktur und repräsentiert die erste Umwandlungsperiode dieser Schollen als den reinen Effekt kontaktmetamorpher Einwirkung. Die bis ins einzelne gehende, intensive Zertrümmerung aber, die ausgesprochenste Mörtelstruktur des Gesteines kann nur zeitlich nachfolgenden, mechanischen Einflüssen zugeschrieben werden. Was die kontaktmetamorphen Kräfte geschaffen haben, das suchten die dynamischen Einwirkungen wieder zu vernichten. Jene vollführten zuerst ihre Arbeit, die letztern folgten in ihrer Tätigkeit nach.

Dass unsere Schollen ihre mineralogische Umbildung nur dem Eruptivkontakte danken, dass ihre erste Umwandlungsphase der Einwirkung umhüllenden Schmelzflusses angehört, das bestätigt noch eine andere, wichtige Tatsache. Die Schollen von Stieregg sind umschlossen von einer aplitischen Randfacies des «Gneises», sie müssen sich also ganz gewiss noch in ihrem ursprünglichen, ächt eruptiven Gesteinsverbande befinden.

Auch der Mineralbestand dürfte kaum je in einem andern Kontaktgebiet als typischer befunden worden sein. Es möge

zu dem oben gesagten nur hinzugefügt werden, dass in manchen Teilen dieser Schollen nicht mehr der Kalkspat den Hauptgemengteil des Gesteines ausmacht, sondern es stellen sich mit ihm ins Gleichgewicht, oder übertreffen ihn an Menge sogar: Granat (optisch anomal, Felderteilung, Dodekaederstruktur), farblose Augite und häufiger Vesuvian. Seltener finden sich Glieder der Epidotgruppe. Das Bestehen freien Quarzes neben Kalkspat ist nur eine Bekräftigung dafür, dass die Metamorphose am Kontakt mit dem Tiefengestein unter erhöhtem Druck sich vollzogen hat.

Die intensivste Tätigkeit nachfolgender Dynamometamorphose vermochte in chemischer Beziehung nichts Neues zu schaffen, sie war nicht im Stande, die Beschaffenheit des doch unter andern Bedingungen Gewordenen auch nur im Geringsten zu verändern. Ihre ganze Wirkung äusserte sich nur in dem Bestreben, das Bestehende zu zerstören, denn trotz stärkster Kataklyse lassen die zertrümmerten Silikate keine Umsetzungsvorgänge erkennen.

Mit den körnigen Kalken von Stieregg stimmt in mineralogischer Beziehung das Gestein der kleinen Schollen überein, die sich im «Gneis» des Zäsenberghornes vorfinden. Strukturell unterscheiden sie sich davon durch ihre geringere Kataklyse.

Durch einen grossen Granat- und Vesuvianreichtum zeichnen sich die Kalkblöcke der Wendenalp aus, die zudem auch noch Titanit-, Apatit- und Biotit führend sind.

Das Auftreten von Prehnit ist gegenüber allen andern Vorkommnissen dieser Kontaktkalke charakteristisch für eine Scholle östlich des Sustenpasses.

Den Silikatalken der Aeussern Urweid des Dossenhornes und denjenigen aus der Umgebung des Lauteren-Sees einerseits, und den Schollen von Innertkirchen, Stieregg und vom Zäsenberghorn, Wendenalp und Sustenpass andererseits, ist endlich noch ein dritter Typus gegenüber zu stellen, der von diesen andern Vorkommnissen sich wesentlich unterscheidet. Es sind demselben beizurechnen der Marmor von Schaftelen und der weisse, körnige, krystalline Kalk, der sich (bis jetzt allerdings nur in Blöcken) auf Laucherlialp am Gstellhorn gefunden hat, sowie das Lager des weissen Marmors am Schönalphorn. An diesen metamorphen Kalken fällt zuerst die Struktur und bei der mikroskopischen Durchforschung auch ihr eigenartiger Mineralbe-

stand ins Auge, der von demjenigen aller oben beschriebenen Kontaktkalke sich wesentlich unterscheidet.

Die ausgesprochene Mörtelstruktur lässt erkennen, dass auch hier die heutige Gestalt des körnigen Kalkes als Resultat zweier Bildungsstadien sich darstellt: Bei seiner ersten Umbildung aus sedimentärem Kalke erlangte der Marmor eine grobkristalline Beschaffenheit. Die ursprüngliche bedeutende Korngrösse hat sich aber nur noch in wenigen Resten bewahrt. Grössere Individuen von Kalkspat, deren Zwillingslamellen verbogen, gewunden und zerknickt, ja förmlich verknäuel sind, betten sich ein in ein feinstes, meist nicht verzahntes Trümmerwerk desselben Minerals. Solche Zerrüttungs- und Pressungszonen geben sich schon im makroskopischen Aussehen zu erkennen durch eine dichte, elfenbeinartige Beschaffenheit des Marmors.

Die übrig gebliebenen, grössern Kalkspatindividuen flimmern mit ihren Spaltflächen aus der matten Zwischenmasse heraus. Auch hier müssen die beiden, neben einander auftretenden Ausbildungsweisen des Calcits entstanden sein im Spiel und Gegenspiel kontaktmetamorpher Einwirkungen und dynamischer Kräfte. Was die einen schaffen, das führen die andern wiederum der Zertrümmerung entgegen.

Wir sagen kontaktmetamorpher Einwirkungen, und doch ist der Mineralbestand ein ganz anderer, als wie wir ihn bei den oben besprochenen typischen Kontaktkalken kennen gelernt haben. Es fehlt die reiche Menge der Calcium-, Magnesium-, Tonerde-, Eisen-Silikate, an ihre Stelle sind Quarz und Albit, sulfidische Erze, Graphit, Fluor- und hydroxylhaltige Verbindungen getreten. Es dokumentieren sich die Marmore von Schaftelen, diejenigen am Gstellihorn, und vom Schönalphorn, die der grossen Kontaktlinie zunächst gelegen sind durch ihre mineralogische Zusammensetzung als hochmetamorphe kristalline Carbonatgesteine, deren Umbildung aus sedimentären Kalken und Dolomiten vulkanisch-pneumatolitischer Tätigkeit zuzuschreiben ist.

Diese Auffassung findet in einer weiteren Beobachtung noch ihre Bestätigung: Die grösste der Marmorlinsen von Schaftelen lehnt sich an einen Pegmatit, der zwischen den umgebenden « Sericitschiefer » und den Kalk sich einfügt. Die innigste schriftgranitische Verwachsung zwischen dem Quarz und Orthoklas dieser granitischen Kontaktzone konnte nur da sich ausbilden, wo der emporsteigende

Schmelzfluss mit Gasen und Dämpfen übersättigt war. — Beim langsamen Festwerden des Ergusses wurden die aus dem Magma ausgedrängten Mineralisatoren mehr und mehr dem Rande der Eruptivmasse zugetrieben, diese selbst in ihrem Erstarren strukturell beeinflussend. Solche Randzonen der granitischen Intrusion wurden zum Pegmatit. Nicht allzu hohe Temperatur und grosser Reichtum an gasförmigen Stoffen sind bezeichnend für dieselben. Zugleich drangen die vom Magmaherd ausströmenden Agentien auch hinaus ins umhüllende Nebengestein und vollzogen die Metamorphose der von der Hauptkontaktlinie losgetrennten, aber ihr nahe liegenden Kalkschollen.

Auf den einmal gefundenen und bevorzugten Bahnen und auch auf neu entstandenen Spalten stiegen noch lange die in der Tiefe befreiten Gase empor, nun das erstarrte Muttergestein selber verändernd. Ihnen ist jedenfalls auch, wie auf den ersten Seiten dieser Mitteilungen schon ausdrücklich hervorgehoben wurde, die Sericitisierung der porphyrisch ausgebildeten Sericitschiefer unseres Gebietes auf die Rechnung zu setzen. Durch postvulkanische Tätigkeit sind die Quarzporphyre zu Sericitschiefern geworden. Muss es uns nicht auffallen, dass, wie dies schon auf BALTZERS Karte so deutlich zum Ausdruck gelangt, gerade diese Sericitschiefer eine einheitliche Zone bilden, eine Zone, der zugleich auch jene Marmorlinsen angehören, die sich uns als Umwandlungsprodukte postvulkanisch - pneumatolytischer Einwirkung darstellen.

Die erwähnten Folgerungen ergeben sich aus den am altbekannten Marmorvorkommen von Schaftelen und aus am Schönalphorn gemachten Beobachtungen, es ist zu erwarten, dass auch am Gstellihorn, wo der übereinstimmende Marmor sich gefunden hat, ähnliche Verhältnisse zu Tage treten werden, sobald es dort gelungen sein wird, das Gestein im Anstehenden zu treffen.

Pegmatite scheinen übrigens im « Gneis » des Aarmassivs häufiger sich zu finden, als wie bisher bekannt geworden ist. In den letzten Jahren konnte ich im Gebiet des Ober-Aletschgletschers einen Pegmatitgang feststellen, der sich von den hier besprochenen analogen Bildungen allerdings in mancher Beziehung unterscheidet und der besonders auffällt durch das Vorhandensein faustgrosser, stengeliger Turmalinaggregate. Es wird sich zu anderer Zeit Gelegenheit bieten, Näheres hierüber zu berichten.

Die wichtigsten Neben- und Uebergemengteile, die bis jetzt im zum Teil dolomitischen Marmor von Schaftelen und im krystallinen Kalk am Gstellihorn und Schönalphorn aufgefunden wurden, sind folgende :

1. **Schaftelen**: Quarz, Albit, Pyrit, Magnetkies, Forsterit, Humit und Klinochlor.

2. **Gstellihorn** (Laucherlialp): Phlogopit, Muskovit, Sericit, Chlorit, Quarz, Graphit (mehrere Millimeter grosse Blättchen von guter, krystallographischer Umgrenzung) Bleiglanz, Zinkblende, Wurtzit, (Realgar?), selten Forsterit.

3. In dem noch am wenigsten untersuchten Marmor des **Schönalphorns** wurden als akzessorische Bestandteile bis jetzt nur Graphitblättchen und Körner von Quarz festgestellt. Im Auftreten aller dieser Mineralien fällt noch eine Erscheinung besonders auf, die geeignet ist, den oben ausgesprochenen Ansichten als weitere Stütze zu dienen.

Während das Kalkspataggregat dieser Marmore die Struktur extremster Katakklase erkennen lässt, zeigen sich im grellsten Gegensatze z. B. zum Kontaktkalk von Stieregg die Neubildungen mechanisch nicht beeinflusst. Im ganz zertrümmerten Schaftelen-Marmor lassen die Quarzkörner nur die ersten Spuren undulöser Auslöschung erkennen, ebenso zeigen die oft einige Millimeter grossen Humitkörner wohl eine schlecht ausgebildete Spaltbarkeit, niemals aber die geringsten optischen Störungen. Besonders auffallend aber ist es, wenn wir in den vollkommen kataklastischen Kalkblöcken von Laucherlialp wohl umgrenzte, nicht im mindesten verbogene Phlogopitblättchen, oder sogar durchaus ungestörte, gut umgrenzte Kryställchen des weichen Graphits vorfinden. Da ich die Neubildung von Phlogopit, Muskovit, Chlorit, Quarz, Graphit, Bleiglanz, Zinkblende, Wurtzit und Forsterit durch die reine Druckwirkung als ausgeschlossen erachte, so scheint mir für diese Tatsache nur eine Erklärung möglich zu sein: Die Neubildung dieser Mineralien muss fortgedauert haben, nachdem die zertrümmernden, gebirgsbildenden Kräfte in ihrer Hauptsache zum Abschluss gekommen waren. Ein Moment, das näherer Beachtung und weiterer Prüfung gewiss ebenfalls würdig erscheint.

In der Bildung der Kalkschollen unseres Gebietes scheinen also, um damit das gesagte nochmals kurz zusammen zu fassen und zugleich vergleichend gegenüberzustellen, folgende Phasen zum Ausdruck zu kommen :

1. **Silikatreiche Kalke der Äusseren Urweid des Lauteren-Sees und des Dossenhorns**: Reine Kontaktwirkung, geringe mechanische Beeinflussung. Postvulkanische Zersetzung.

2. **Kontaktkalke von Innertkirchen, Stieregg und Zäsenberg, Wendenalp und Sustenpass**: Reiner Kontakt, mechanische Zertrümmerung, geringe, postvulkanische Einwirkungen.

3. **Marmore von Schaftelen, Schönalphorn und Gstellhorn (Laucherlialp)**: Vulkanisch-pneumatolytische Umwandlung an vorhandenen Spalten, oder an bevorzugten Stellen des magmatischen Ergusses (Tätigkeit mineralbildender Agentien); keine eigentliche reine Kontaktmetamorphose, nur teilweise Zertrümmerung der metamorphosierten Schollen. Die mineralogische Neugestaltung erstreckt sich über einen längeren Zeitraum und über dauerte die mechanische Metamorphose des Gesteins.

Es mag hier noch darauf hingewiesen werden, dass, indem wir vom Typus 1 zu 3 fortschreiten, wir uns im allgemeinen vom Innern der Gneiszone mehr und mehr ihrer Peripherie nähern. Auch hier könnten wir also, wenn der Ausdruck notwendig erscheint, von einer Art Tiefenstufen sprechen.

All die angegebenen weit verbreiteten Scholleneinschlüsse charakterisieren den nördlichen « Gneis » in seiner Hauptmasse als typische eruptive Bildung, als die Randzone des grossen Lakkolithen, dem auch der Protogin als später erstarrter, innerster Kern zugehört. Wie die bisherigen Untersuchungen des « Gneises » selbst ergaben, ist seine Schiefelnatur in erster Linie das Resultat von Resorptionserscheinungen.

Die Lösung einer ersten Frage, die man vielleicht von diesen Zeilen erwartet, wäre nun die nach dem Alter des Lakkolithen. Ein definitiver Entscheid hierüber ist aber noch nicht möglich und wird stets ausserordentlich erschwert sein, da auf das Vorhandensein noch kenntlicher Fossilreste in den vollständig umkrystallisierten Schollen kaum gehofft werden darf. Nur das eine scheinen mir doch jetzt schon die metamorphen Schiefer und Konglomerate des Wendenjoches sicher zu stellen, dass die Entstehung des « Gneises » der Postcarbonzeit angehört. Einschlüsse von typischem « Gneis » konnte ich bis jetzt in den Schiefeln und Konglomeraten nicht finden. Die charakterlosen Quarzit-Gerölle vermögen uns keine Anhaltspunkte zur Altersbestimmung zu geben.

Das sind die Hauptergebnisse meiner vor kurzem begonnenen Arbeiten. Der beschränkte Raum dieser vorläufigen Mitteilung gestattete es nicht, auf die Detailuntersuchungen näher einzugehen, es muss dies spätern Publikationen vorbehalten bleiben. Die hier skizzierten Anschauungen mögen sich vielleicht später zum Teil auch etwas verschieben, und neue Gesichtspunkte werden hinzutreten. Das Mitgeteilte kann und will also nicht den Wert einer abgeschlossenen Untersuchung beanspruchen, es soll fortgesetzter Arbeit nur einen vorläufigen Halt bieten.

Geologisch-mineralogisches Institut der Universität Bern,
Herbst 1906.
