

Gesteine der Lonza bei Mallnitz, Kärnten.

Von Franz Angel, Graz.

Diese petrographische Studie beschäftigt sich mit Gesteinen, welche auf einer Exkursion mit Freund Heritsch gesammelt wurden (Pfungsten 1924). Heritsch nimmt von geologischer Seite aus Bezug darauf. Meine Aufgabe bestand in der Bestimmung und systematischen Gruppierung der Vorkommen. Der Weg hiezu war mir durch Friedrich Beckes Arbeiten gewiesen^{1, 2}.

1. Gesteine der Zentralgneisgruppe.

α) Scheitermuskowit bestenfalls Übergemengteil. In dieser Gruppe gibt es stets Muskowit in Form winziger Schüppchen, beteiligt an der „Füllung“ von Plagioklasen (Schüppchenmuskowit). In den Grenzformen aber stellt sich Muskowit in der Form, Größe und Bedeutung der großen Biotite ein, mit welchen er, wenn auch stets an Menge sehr zurückbleibend, ebenbürtig erscheint (Scheitermuskowit). In allen Formen dieser Gruppe ist ein dunkler Gemengteil (Biotit oder ihn vertretender Chlorit oder beide) einer von den Hauptgemengteilen.

Formen und Vorkommen:

1. Syenitischer Zentralgneis mit Pseudomorphosen von Biotit-Epidot nach Hornblende. — Mallnitz, südlich von der Villa Mojsisovics, nahe der Talsohle.

2. Porphyrischer Zentralgranit, ebendort.

3. Mittelkörniger, heller Zentralgranit, etwa 100 m höher wie 2.

4. Ungleichmäßig mittelkörniger Zentralgneis. Kar westlich Lonza, 1800 m.

5. Flaseriger Zentralgneis, Lonza, 1650 m.

6. Linsig schiefriger Zentralgneis, Lonza, 1250 m.

7. Grobflaseriger Zentralgneis, Lonza-Abstieg gegen Söbriach, 1915 m.

Mineralbestand: Kalifeldspat. In Nr. 2 ist porphyrischer Kalifeldspat zu beobachten. Seine Farbe ist rötlich, die

¹ F. Becke und V. Uhlig, Erster Bericht über petrogr. und geotekt. Unters., Hochalpmassiv usw. Sitzungsbericht der Wiener Akademie, math.-naturw. Kl., B. 115, Abt. I, 1. Dezember 1906.

² F. Becke, Denkschriften der Wiener Akademie, math.-naturw. Kl., B. 75/1, Wien 1913.

Begrenzung scharf, man sieht leistenförmige Schnitte im Format 1:4 cm, Karlsbader Zwillinge, meist glasklar. Ein Vergleich mit einem Augengneis des Hochalmkernes (vom Seeschartel beim A.-v.-Schmid-Haus) zeigt recht sinnfällig den Unterschied zwischen „Einsprengling“ und „Augenfeldspat“. Ansonst findet man Kalifeldspat in allen hier vermerkten Vorkommen häufig bis herrschend. Stets handelt es sich um Mikroklin mit verwaschener, nur selten scharfer Gitterstruktur. Sehr häufig kommt perthitische Verwachsung mit Albit in der von Becke² beschriebenen Weise vor. An Einschlüssen sind zu verzeichnen: Kalzitrhomboeder (in Nr. 1, 2 zum Beispiel), feiner kleine, gutbegrenzte, gefüllte Plagioklase (überall in größeren Kalifeldspäten).

Plagioklas. Zur Bestimmung dieses Feldspates wurden angewendet: Schnitte normal zu a , α und γ , Vergleich mit Quarz, Beobachtung von Myrmeckit. Alle Plagioklase der Gruppe besitzen Füllung. An dieser Füllung beteiligt sich in reichstem Maße ein farbloser Glimmer (Muskowit), zurücktretend ein Klinozoisit. Andere Füllmineralien konnten nicht beobachtet werden.

Übersicht.

1. Anorthitgehalt etwa 20%; für ein gleichartiges Gestein, nämlich den Radhausberger Syenitgneis vom Kesselfall³ gibt Köhler Oligoklas an. In der Gruppe der Syenitgneise (vgl. Becke², S. 172, Nr. 24 Ramettenwand, 29 Hierkar geht der An-Gehalt sichtlich stark herunter. Zwecks Identifikation habe ich hier genau zu bestimmen versucht. Die Füllung dieser sauren Oligoklase besteht aus winzigen, nach mehreren Richtungen hin orientierten unzonar angeordneten Muskowiten, die bloß den Rand freilassen. Frei von Füllung ist der hier zu beobachtende Schachbrettalbit. Der sehr spärliche Myrmeckit mit seinen wenigen Quarzstengeln führt auf sauren Oligoklas.

2. Anorthitgehalt etwa 20% An, aus Myrmeckitauszählung saurer Oligoklas. Füllung hauptsächlich Muskowit wie oben, untermischt mit sehr wenig Klinozoisit. In solchen Gesteinen kann der An-Gehalt ebenfalls weiter sinken, da ja zum Beispiel im porphyrtartigen Granitgneis Tauerntunnel S (Becke², S. 172) ein Plagioklas von 9—16% An beobachtet wurde.

3. Anorthitgehalt 20—22% An. Füllung viel Muskowit, wenig Klinozoisit.

4. Anorthitgehalt 20% An. Besonders reiche Muskowitfüllung, fast kein Klinozoisit, Einschlußmuskowit zeichnet die alte Zonenstruktur deutlich nach. Rand der Kristalle klar.

³ A. Köhler, Über einen Floitit aus dem Zentralgneis der Hohen Tauern. T. M. P. M., B. 36. H. 1. 2. 1923. S. 66.

5. und 6. Anorthitgehalt 20—23% An. Füllung locker, hauptsächlich Glimmer, sehr wenig Klinozoisit. Hier gibt es auch wieder Schachbrettalbit.

7. Anorthitgehalt 20—25% An. Füllung abermals fast ausschließlich Glimmer.

Im ganzen handelt es sich demnach um gegenwärtig unzonare oder kaum merklich invers zonare, saure Oligoklase, die auch in früheren Zuständen nicht viel mehr Anorthit gehabt haben können, da ja sonst Klinozoisit in der Füllung besser vertreten wäre.

Quarz. Die klaren Quarzkörner enthalten mitunter Einschlüsse, zum Beispiel ganze Züge winzigster tropfenförmiger Hohlräume, deren Füllung nicht bestimmt werden konnte, oder (zum Beispiel in Nr. 2) winzige, stark brechende und doppelbrechende Nadelchen von Zirkon oder Rutil.

Biotit. In allen Gliedern der Gruppe in Form, Farbe, Pleochroismus usw. gleichartig. Basis kräftig sepiabraun, Schnitte normal darauf zeigen *a*, *b* = hellgelbgrau, *c* = tief schwarzbraun. Manchmal mischt sich ein tiefgrüner Ton dem Braun der Basis bei.

Chlorit, kräftig pleochroitisch ist vielfach als Klinochlor bestimmbar.

Muskowit (Scheitermuskowit) mit den normalen Eigenschaften.

Epidot kommt in Form kräftig grüner Körner vor, deren Kern meist satter zeisiggrün gefärbt ist wie die Hülle, welche auch eine etwas geringere Doppelbrechung besitzt. In dieser Form ist der Epidot ebenbürtig den übrigen Gemengteilen, besonders zum Beispiel dem Biotit. Diesen Umstand hat Becke in ² Seite 225 schon hervorgehoben.

Orthit in Form brauner Körner von der Größe des Epidotes, oft von Epidot umrundet, ist nicht selten in 2. und 3.

Kalkspat erscheint nicht nur als Einschluß in Kalifeldspat, wie schon erwähnt wurde, sondern auch selbständig zum Beispiel in 1 eingewoben zwischen Plagioklas, Mikroklin und Quarz, allerdings selten und in geringen Mengen, xenoblastisch begrenzt von den genannten, die Spaltung aufweisend.

Titanit, **Apatit** sind häufig, **Sagenit** wurde in 2., **Magnetit** in 2. und 3. beobachtet. **Zirkon**.

Übersicht über die Assoziation mit Berücksichtigung des Mengenverhältnisses.

1. Mikroklin, saurer Oligoklas, Quarz; Biotit, Epidot.
2. Mikroklin, saurer Oligoklas, Quarz; Biotit, Chlorit, Epidot-Orthit.

3. Saurer Oligoklas, Quarz, Mikroklin; Biotit (Chlorit), Epidot (Orthit).
4. Quarz, Mikroklin, saurer Oligoklas; Biotit, Chlorit, Epidot, Muskowit.
5. und 6. Mikroklin, Quarz, saurer Oligoklas; Biotit, Chlorit, Muskowit.
7. Quarz, saurer Oligoklas, Mikroklin; Chlorit, Biotit, Muskowit.

Textur, Struktur, sonstige Besonderheiten.

1. Ist ein grobkörniges Gestein, reich an Biotit, äußerlich gewahrt man Durchbewegung nur an s-Flächen, die in 6—8 cm Abstand die beobachteten größeren Stücke durchziehen. Auf diesen Flächen ist der sonst putzenartig verteilte Biotit in flache, dünne Flasern auseinandergezogen. Die zwischen s-Flächen liegenden Gesteinsteile sind massig. Ihre Biotitputzen besitzen häufig die Form von Pseudomorphosen nach Hornblende, wie dies Becke in ¹ u. a. aus derselben Gegend beschreibt (S. 5), auch in ² (S. 222) erwähnt, und Tschermak ³ auch zeichnerisch wiedergab (vom Radhausberg). Hier sind alle Feldspäte weiß. Im Dünnschliff beobachtet man, daß am Aufbau dieser Pseudomorphosen Epidot fast in gleichem Grad wie Biotit beteiligt ist, wogegen andere Gemengteile diesem Gewirk von Biotit und Epidot fehlen. — In Bezug auf Durchbewegung gewahrt man, daß die Zerlegung eines älteren Gefüges hier recht ungleichmäßig erfolgte. Größere Inseln blieben unverletzt, dazwischen erscheinen Ströme feinsten Körnchen, bzw. Brösel. Am Aufbau beider Gebilde nehmen alle Gemengteile teil. Selbst Apatit und Epidot sind in den Bröselzonen zerbrochen, Biotit zerfetzt und nicht wieder ausgeheilt, auch nicht in Chlorit umgesetzt. Die Plagioklase besitzen ihre Füllung in den Inseln und in den Bröselzonen. Somit ist das Gestein einer Durchbewegung anheimgefallen, welche für alle Gemengteile postkristallin war. Im übrigen entspricht es der Bezeichnung *syenitischer Zentralgneis* (Becke).

2. Dieser *porphyrische Zentralgneis* (= Zentralgranit) besitzt rötliche Mikroklin-Einsprenglinge, die übrige Gesteinsmasse ist 1. sehr ähnlich, Biotit beteiligt sich reichlich, ohne aber sichtlich Pseudomorphosen, wie oben beschrieben, zu formen. Auch hier ist äußerlich der Charakter massig, innerlich beobachtet man Kataklysezonen.

3. Dieser mittelkörnige, helle Zentralgranit besitzt auffällig mehr helle Gemengteile wie die vorigen. Er

³ G. Tschermak, Über einige Pseudomorphosen. Sitzungsbericht der Wiener Akademie, B. 46, 1862.

enthält flache, biotitreiche Schlieren. Mikroklin tritt zurück. Auch hier liegen die Biotite in allerdings ganz unregelmäßigen Putzen, vereint mit Epidot, Titanit, Magnetit zusammen. Orthite erhalten an der Grenze gegen Plagioklas Epidothöfe. Strukturell wie oben.

4. Dieser auffallend ungleichmäßig körnige Zentralgneis nimmt bereits in größerer Menge Scheitermuskowit auf. Sein Gefüge besteht aus kurzen, groben Lagen. In Quarzlagen findet man Bröselzonen neben schönem, unverletztem verzahnten Gewebe. Biotit ist vielfach durch Chlorit ersetzt, der Kalifeldspat zeigt schöne, reiche Albitschnüre. Auf den Fugen kataklastischer Gewebeteile sieht man Brauneisen. Durchbewegung nachkristallin auch in Bezug auf Chlorit.

5. und 6. Flaseriger und linsig-schiefriger Zentralgneis besitzen stärkste, nachkristalline Durchbewegung, äußerlich ausgedrückt dadurch, daß die blättrigen Komponenten bröselige Flasern oder kleine ebensolche Linsen körniger Gemengteile umschmiegen. Der Dünnschliff offenbart einen hohen Grad der Zerbrechung, bzw. Zerreißung (Mikroklinbrösel, Muskowit-, Chlorit- und Biotitfetzen).

7. Diese grobflaserige Zentralgneisform, welche durch reichlicheren Muskowitgehalt sowie durch Chlorit, welcher den Biotit überwiegt, ausgezeichnet ist, besitzt ebenfalls hochgradige, postkristalline Durchbewegung.

β. Scheitermuskowit Hauptgemengteil: Dunkle Gemengteile mangeln.

Hieher sind zu zählen:

8. Pegmatitisch-aplitischer Zentralgneis. Lonza-Mallnitz, H = 1650 m.

9. Pegmatitisch-aplitischer Zentralgneis, ausgeprägt flachlinsig. Ebenda.

10. Pegmatitisch-aplitischer Zentralgneis, dünnlagig, glimmerarm. Lonza-Mallnitz, H = 1950 m.

Diese Gesteine sind hellfarbig, fast weiß, besitzen ausgeprägte Schieferung. 8. und 9. haben viel Muskowit, der besonders auf den Hauptbrüchen sich geltend macht. Dieser Muskowit ist schwach grünlich und merklich pleochroitisch. Der Plagioklas ist ein saurer Oligoklas mit etwa 14—18% An, er ist arm an Einschlüssen (nur etwas Schüppchenmuskowit). Die perthitischen Mikrokline, welche sehr häufig sind, enthalten gelegentlich ebenfalls spärliche Glimmereinschlüsse. In 8. gibt es etwas Pyrit mit Roteisenrinde. Über Quarz ist nichts Besonderes zu sagen. Die Mineralgesellschaft ist demnach allgemein.

Quarz — saurer Oligoklas — Mikroklin — Muskowit, die ersten drei etwa gleich beteiligt.

Die Gesteine sind bis ins kleinste heftig postkristallin durchbewegt bis zur Erlangung eines guten, durchgreifenden, durch den Glimmer betonten und ermöglichten s (Sander). Alles in allem kataklastisch-schiefrige Pegmatite bis Aplite.

γ. Floitite.

11. Floitit, Mallnitz-Lonza, bei 1580 m Höhe. (Dasselbe Gestein bei etwa 1700 m.)

Ein feinkörnig-schiefriges, dunkelbraunes Gestein, Korngröße etwa 2 mm. Mit freiem Auge sichtbar sind Biotit-schüppchen und Feldspat-Quarzkörner.

Assoziation: Saurer Oligoklas, Biotit, Epidot, Quarz.

Als Übergemengteile erscheinen Kalkspat, Muskowit, etwas Chlorit (meist mit Biotit verwachsen), ferner reichlich Apatit.

Der Plagioklas besitzt etwa 20% An, ist unzonar, meist unverzwilgt, enthält spärliche Klinozoisiteinschlüsse und bildet zusammen mit dem allerdings sehr zurücktretenden Quarz eine Art Pflastergewebe. Der tiefbraune Biotit ($b = 33 e$, $a = 34 s$ Radde) bildet kurze Polygonalbögen lockerer Fügung, Querbiotite sind ebenfalls häufig. Der große Körner epidot ist hier kräftig grün, die Rinde blasser.

Im Sinne Sanders liegt hier ein vollkommen vorkristallin deformiertes Gestein vor.

Die Floitite werden als basische Fazies des Zentralgneis betrachtet. Vgl. Becke², S. 29 usw. Ich verglich hiezu auch Köhlers Angaben über die Floitite vom Kesselfall und Roßrücken,³ S. 67—69. Da ergeben sich genügend Beziehungen für die Durchführung der Bestimmung. Unterschiede gegenüber letzteren Gesteinen: Titanit sehr selten, Kalkspat etwas mehr wie dort.

Es erscheint mir der Hinweis darauf angebracht, daß in mineral-fazieller Hinsicht ein Übergang zur Grünschiefergruppe gegeben ist.

2. Gruppe der kohlenstoffreichen phyllitischen Schiefer.

Hier sind Gesteine zusammengefaßt, welche ein graphitisch pigmentiertes, feinst lepidoplastisches Grundgewebe gemeinsam haben, das sich ganz oder nahezu allein aus farblosem Glimmer aufbaut. Dieses Grundgewebe ist bald ebenschiefrig, bald feinfältelig und läßt sich auf harter Unterlage mit dem Messer ohne Knirschen zerdrücken, was schon den Quarzmangel verrät. Immerhin enthalten einzelne Vorkommen auch Quarz in geringer Menge eingestreut, oder in Form kurzer flachlinsiger Lagen. Das Herstellen von Dünnschliffen ist unter diesen Umständen recht schwierig. In dieses Grundgewebe sind Porphyroblasten verschiedener Art eingebettet. Hieher gehören:

12. Schwarzer, weicher Phyllit. Mallnitz-Lonza 1980 m. Das Gestein ist porphyroblastenfrei, nur aus feinschuppigem, stark graphitisch durchstäubten Muskowit aufgebaut. Das Gestein entspricht wohl dem Ansehen und der geologischen Position nach den Riffelschiefern⁵.

Zum gleichen Typus gehören Formen, welche auf den Schichtflächen eigenartige, hanfkorn- bis linsengroße Löcher aufweisen, welche mit Graphit ausgekleidet sind, ihrer Form nach nicht auf Granat zurückgeführt werden können. Ihnen entsprechen im Innern des Gesteines, auf Quer- und Längsbrüchen sichtbar, knotig geformte, mit leicht zerreiblichem Mineralsand erfüllte Räume. Das Füllsel braust nicht mit Säure, enthält Quarz, Limonit, Glimmerschüppchen, trübe Körnchen unbekannter Natur, Graphit ist fast zur Gänze an die Wand dieser Räume konzentriert. Vielleicht ist diese Knotenbildung der Vorzustand für Granatkeimung. Jedenfalls sind die Knoten dort, wo die Verwitterung herankam, ausgelaugt. Dies und die Limonitreste machen immerhin die Beteiligung von Karbonat am Knotenaufbau wahrscheinlich, wenngleich die erste Untersuchung in der Hinsicht keinen Anhaltspunkt (CO₂-Reaktion) lieferte.

Die anderen Gruppen zugehörigen sind am besten nach den Porphyroblasten zu gliedern.

13. Almandin, Ilmenit, Chloritoid. Ebenschief- rig. Mallnitz-Lonza, 1250 m.

14. Almandin, Ilmenit, Chloritoid. Feinfältelig. Mallnitz-Lonza, 1250 m.

15. Almandin, Ilmenit, Chloritoid, Meroxen. Ebenschief- rig. Mallnitz-Lonza, 1250 m.

Zum Vergleich sei ein Vorkommen vom Gogerbauer- Dössen angeführt: Almandin, Chloritoid, Meroxen, Chlorit.

Diese Schiefer mögen demnach als Almandin-Chloritoid-schiefer (-phyllite) bezeichnet werden. (Sie dürften den von Winkler⁵ kurz erwähnten lichten Almandin und Chloritoid führenden Glimmerschiefern entsprechen.)

Unter ihren Porphyroblasten ist Almandin häufig sehr gut entwickelt und am größten (bis etwa 1 cm Durchmesser). Umwandlungserscheinungen zeigt er nicht. Ilmenit ist der zweithäufigste Porphyroblast, papierdünn, sechsseitige grauschwarze Blättchen bildend, die 1—2 mm Durchmesser aufweisen, spröde und hart sind, grauen Strich besitzen und auch unter dem Mikroskop undurchsichtig bleiben. Sie liegen in

⁵ Vergl. A. Winkler, Bemerkungen zur Geologie der östlichen Tauern. Verhandl. öst. geol. Bundesanstalt, 1923, Nr. 5, 6. Profile S. 97, 98, Text S. 100.

dünngesäten Gruppen entweder im Hauptbruch selbst oder quer und schief hiezu, kümmern sich also ebensowenig um die Schieferung wie auch sonst Porphyroblasten. Dann folgt der matte, tiefgraugrüne Chloritoid, im Handstück kaum sichtbar, enthüllt ihn der Dünnschliff in ungeahnter Menge. Er gedeiht bis zur Größe des Ilmenit, Basisschnitte sind tief blaugrün, darauf senkrechte Schnitte haben schmale Leistenform, sind fast farblos, zeigen schwachen Pleochroismus in gelbgrünlichen und grauen Tönen. Öfter sieht man stark pigmentierte Kernzonen, unpigmentierte Rinden. Chloritoid geht auf sehr geringe Größe herab.

Meroxen, der etwas größer als wie Ilmenit in manchen Formen häufiger auftritt, zeigt die charakteristischen hämatitroten Farbtöne im Pleochroismus, die in metamorphen Schiefen so verbreitet sind und sich auf den ersten Blick abheben vom Pleochroismus der Tiefengesteinsbiotite (hier jener der Zentralgneise). Manchmal drängen sich diese Meroxene in Nester zusammen oder häufen sich an in Winkeln um Almandin. Chlorit, im allgemeinen sehr spärlich, verhält sich wie Meroxen, mit dem er enger verbunden erscheint, ohne daß man ihn als sekundäres Produkt nach Meroxen oder nach Almandin hier auffassen dürfte. Gruppen von Scheitermuskowit gibt es sehr selten; sie sind frei von Graphit.

Besonders auffällig aber ist der Reichtum an winzigen Turmalinen. Sie stehen an Zahl den Chloritoiden kaum nach, besitzen einen an graphitischen Einschlüssen reichen Kern und klare Rinde, Pleochroismus olivgrün oder tintig blau nach farblos. Apatit in den Größenverhältnissen des Turmalins ist häufig, winzige Eisenglanzschüppchen selten.

Sämtliche Glieder dieser Gruppe sind präkristallin durchbewegt, Erzeugnisse einer vorschreitenden Metamorphose. Über ihre Zonenstellung soll später noch berichtet werden.

3. Gruppe der hellgrünen phyllitischen Schiefer.

Auch hier vereinigen wir weiche, in papierdünne Lagen gegliederte Schiefer. Sie sind aber gröber lepidoblastisch als die vorigen, besitzen graphitisches Pigment höchstens in mikroskopisch nachweisbarem geringen Ausmaß, dagegen tritt Chlorit farbgebend schon für das freie Auge hervor. Es lassen sich folgende Grundtypen unterscheiden:

a) Almandin und chloritoidführender Chloritphyllit, Lonza, 1650 m, Aufstieg von Mallnitz, Nr. 16.

Das Grundgewebe besteht aus Lagen eines gegenüber der früheren Gruppe gröberschuppigen Geflechtes aus Muskowit und Chlorit, welchen Lagen spärlicher solche von verzahntem

Quarzgewebe zwischengeschaltet sind. Die schon im Handstück nicht zu häufigen, von Chlorit umrindeten Granaten wurden im Schriff nicht getroffen. Chloritoid mit den Eigenschaften des bei der zweiten Gruppe beschriebenen ist bedeutend geringer vertreten wie dort. Ilmenit und Turmalin aber gibt es hier genau wie dort, Scheitermuskowit ebenso. Apatit ist zum Teil zerbrochen, dann ausheilend fortgewachsen. Das Gestein scheint ganz den hellen Almandin-Chloritoidschiefern zu entsprechen, von welchen Winkler berichtet⁵.

β) Almandinreiche, staurolithführende Chloritphyllite.

17. Aufstieg Lonza-Mallnitz, 1250 m.

18. Aufstieg Lonza-Mallnitz, 1550 m.

Äußerlich sind diese Gesteine dem unter a) beschriebenen sehr ähnlich, wenngleich die Almandinporphyroblasten ungleich häufiger sind. Das Grundgewebe stimmt mit dem oben beschriebenen überein, ist nur gelegentlich etwas quarzreicher und enthält spärliche kleine Albitxenoblasten. Von den Porphyroblasten besitzt der in Glimmer und Chlorit eingewickelte Almandin prächtige si-Wirbel aus Quarz, Muskowit und opaker Substanz. Mehrere Schriffstellen zeigen körnigen, gelbbraunen Staurolith in guten Kristallformen, ebenfalls in Muskowit-Chloritknäuel eingebettet. Endlich sind auch Knäuel von Schüppchenmuskowit zu beobachten, die vielleicht auf umgesetzten Disthen zurückzuführen sind. Dies erscheint wahrscheinlich im Hinblick auf ein mitvorkommendes, gangartig auftretendes Mineralaggregat, nämlich

19. eine Paragenese Milchquarz-Cyanit-Staurolith-Chlorit mit etwas Meroxen und Muskowit vom Steig Mallnitz-Lonza, liegend Zentralgneis nahe der Talsohle, obige hellgrüne Schiefer durchsetzend. Die Mitte der Kluft- oder Gangfüllung besteht fast rein aus Quarz, nach außen folgt hellblauer, grobstenglicher Cyanit, am Salband körniger, kolophoniumbrauner Staurolith, untermischt mit grobblättrigem und feinem Chlorit und den Glimmern.

In diesem Schiefergebiet gibt es auch Formen, die unseren Hellglimmerschiefern der Stub- und Gleinalpe entsprechen. Turmalin wie bisher beschrieben, als Erz wurde etwas Magnetit beobachtet.

Nun stehen wir vor schwierig entscheidbaren Fragen. Wie verhalten sich die dunklen und hellen phyllitischen Gesteine zueinander? Und sind die Gesteine im Gleichgewicht in vorschreitender oder rückschreitender Metamorphose?

Es stehen uns folgende Befunde zur Verfügung:

1. Die schwarzen und grünen Gesteine dieser Art sind stofflich sehr nahe verwandt, geologisch miteinander verknüpft, ihre Unterschiede sind gradueller Natur, wenn wir den Graphitüberschuß der einen Gruppe und den Chloritüberschuß der anderen als größte Abweichungen zunächst ausscheiden und gesondert behandeln.

Sie bilden eine metamorphe Sedimentserie, deren Gleichgewicht pendelt zwischen Almandin-Chloritoid einerseits und Almandin-Staurolith-Disthen andererseits. Vergleiche ich damit meine Erfahrungen aus der Steiermark, so sehe ich denselben Gleichgewichtswechsel in der Hüllschieferserie der Gleinalpe und bei Radegund, wo Almandin-Chloritoidschiefer, Almandin-Chloritoid-Staurolithschiefer und Almandin-Staurolith-Disthenschiefer zu einheitlichen, der mittleren Tiefenzone zugehörigen Komplexen zusammentreten. Diese Stufenzugehörigkeit tritt umsomehr hervor, als wir in Steiermark ja auch Gelegenheit hatten, diejenigen Chloritoidgesteine, welche der obersten Tiefenzone angehören, zu studieren und ihre Sonderstellung zu den oben angeführten Chloritoid-Almandingesteinen zu erkennen. (Chloritoidphyllite der Platte, des Hochwechsels usw.) Von dieser Warte aus wären die schwarzen und grünen phyllitischen Lonzagesteine als Glieder eines altkristallinen Komplexes aufzufassen.

2. Die Bedeutung von Graphit und Chlorit. Ich habe in verschiedenen Studien über Gesteine des Stub- und Gleinalpengebietes sowie in dem unter ⁶ zitierten Werke zu zeigen gesucht, daß im Gebiet der unter 1. erwähnten Granat-Disthen-Staurolithschiefer die Wirkung eines darübergerlegten, erststufigen Kristallisationshofes sich folgendermaßen äußert: a) Pigmentverlust, b) Anwachsen der feinen Muskowitschüppchen zu bedeutender Größe, aus Schüppchenmuskowit wird Scheitermuskowit, c) Chloriteinwanderung, Chloritisieren von Granat, Chlorit- und Muskowitneubildung an Staurolith, Verglimmern von Disthen, Chloritisieren von etwaigem Biotit. Der Grad der sichtbaren und durchgreifenden Chloritumwandlung obiger harter Mineralien ist strichweise verschieden, im allgemeinen umso stärker, jemehr das umgewandelte Gestein Quarz führt. Die Grundlage einer vollständigen Umsetzung dieser Mineralien ist ja Zertrümmerung. In weichen, glimmerreichen Gesteinen werden Almandin und Staurolith daher nur oberflächlich umgesetzt, erhalten Chloritschalen, Rinden oder Fah-

⁶ F. Angel, Gesteine der Steiermark. Mitteil. d. naturw. Vereines, B. 60 b, Graz 1924. S. 213—223, 231. Ferner die im Literaturverzeichnis Seite 290—291 angeführten Detailstudien, Angel, Birnbaum, Machatschki usw.

nen. Die Beobachtungen vollzogen sich in Schieferkomplexen, welche die in solcher Art diaphthoritischen und nichtdiaphthoritischen Gesteinsformen nebeneinander enthalten. Hauenstein, Brendl, Tiefsattel (Gleinalmgebiet), Gaberl-Almhaus (Stubalpe).

Dieselbe Beziehung zwischen schwarzen und grünen Lonzaschiefern! Man kann dagegen einwenden, daß es sich hier im Lonzagebiet um eine Gegenüberstellung: Almandin-Chloritoid schiefer ohne Diaphthorese, Almandin-Staurolithschiefer mit solcher handelt, und es doch merkwürdig sei, daß die Diaphthorese auswählt. Diesbezüglich aber ist auf Nr. 16 zu verweisen, das ist ein Almandin-Chloritoidphyllit, welcher bis auf den reichlicheren Chlorit vollständig mit den schwarzen Almandin-Chloritoidphylliten übereinstimmt, das Pigment verlor, gröberschuppig geworden ist und dessen Granat randlich in Chlorit sich umwandelt! Also im Grund genommen, so gut in Diaphthorese befindlich ist, wie auch die Almandin-Staurolith-Chloritphyllite.

Zusammenfassend: Im Gleinalmgebiet wurden infolge örtlicher Verhältnisse aus einer Serie mit verbundenem Gleichgewichtswechsel von Staurolith-Almandin bis Chloritoid-Almandin nur Glieder mit der erstgenannten Kombination diaphthoritisiert, im Lonzagebiet aus einer ganz analog kristallisierten Serie auch noch solche mit Chloritoid-Almandin. Für Chloritoid ist dabei das Stabilitätsfeld nicht verlassen worden, wohl aber für Almandin, Staurolith (auch Disthen). Deren Reste sind „armoured relics“ (Eskola). Daß bei diesen Prozessen Eisenmineralien (Almandin, Staurolith) in Magnesiummineralien (Chlorit) übergeführt werden, ist eine weitverbreitete, mit der Diaphthorese in die erste Tiefenzone anscheinend untrennbar verbundene Erscheinung. (Hochwechsel, Gleinalpe, Preber usw.)

4. Gruppe. Phyllitische Schiefer vom Katschbergtypus.

20. Grobblättrig-flaseriger Phyllit ob dem Poschacher (bei Söbriach).

Ein mattgraues Gestein, gefügt aus grobflaserigen Quarzlagen von recht verschiedener Dicke und Flächenausdehnung, die wieder eingehüllt sind in schuppige Flasern, bestehend aus Muskowit und relativ viel Chlorit sowie eingebettetem klaren, aber zertrümmertem sauren Plagioklas. Dieser umschließt viel graphitischen Staub (wie in den Plagioklasschiefern der Gleinalpe, wo es sich allerdings um basischere Feldspatformen handelt), ferner Turmalin in winzigen Formen, auch etwas Rutil. Der Plagioklas, der ganz in Glimmer-Chloritgeflechte einge-

bettet ist, zeigt keine Zwillingsbildung und keine Zonarstruktur, wohl aber Spaltung. Ansonst ist noch Limonit zu erwähnen. Graphit durchstäubt die schuppigen Lagen, häuft sich jedoch besonders auf Fugen. Das Gestein ist in Bezug auf alle Gemengteile postkristallin durchbewegt.

5. Gruppe. Glimmerschiefer.

21. *Zweiglimmerschiefer*, Lonzaaufstieg von Mallnitz, 1580 *m*.

Das graubraune, dünn-schieferige Gestein ist der Hauptsache nach lepidoblastisch gebaut. Am Hauptbruch sieht man, in das helle muskowitzische Grundgewebe eingebettet, und meist mit (001) parallel *s* (Sander) stark glänzende, tiefbraune Biotite mit etwa 3—4 *mm* Durchmesser, zahlreichen Porphyroblasten ähnlich. Am Längs- und Querbruch sieht man eingeschaltete Quarzlagen von 1—2 *mm* Dicke. Unter dem Mikroskop sieht man, daß das Gestein durchgreifend postkristallin durchbewegt ist, so daß auch die (ehemaligen) Biotitporphyroblasten mechanisch deformiert sind. Die Assoziation ist:

Quarz-Biotit-Muskowit; mit etwas Kalkspat und Epidot.

Letztere beiden in sehr geringer Menge. Der Schriff zeigt außerdem ziemliche Mengen von Apatit mit Kernen, welche dicht erfüllt sind von staubartigen, undurchsichtigen Einschlüssen und dünnen, klaren Rinden. Auch Rutil ist zu beobachten. Mechanisch unverletzt ist von allen aufgezählten Gemengteilen nur der Rutil.

Das Gestein entspricht denjenigen Glimmerschiefern vom *Bosamer Typus* (Becke²), welche Biotitporphyroblasten an Stelle jener von Klinochlor besitzen.

6. Gruppe der Grünschiefer, bzw. Prasinite.

Die meisten hieher zu zählenden Gesteine sind sehr gut schiefrig, dabei aber merklich bis auffällig knotig. Die Knoten werden von weißen, stets sauren Plagioklasen gestellt. Die grüne Gesamtfarbe beruht auf der stets bedeutenden Beteiligung von Chlorit, Epidot und Hornblende am Gesteinsaufbau.

Gesellschaften:

22. *Saurer Oligoklas-Quarz-Chlorit-Epidot*; Biotit, Ilmenit. Dickbankiger Grünschiefer, Mallnitz-Lonza, 1400 *m*.

² L. c. S. 188.

23. Albit-Biotit-Epidot; Chlorit, Hornblende. Biotitreicher Grünschiefer, Lonza, Abstieg nach Söbriach, 2166 m und 1915 m.

24. Albit-Hornblende-Epidot; Biotit, Kalkspat, Chlorit. Prasinit (= Hornblendegrünschiefer) Lonzaköpfl.

25. Hornblende-Albit-Epidot; Ilmenit, Rutil. Prasinit (= Grünschieferamphibolit) Mallnitz-Lonza, 1600 bis 1700 m.

Mineralien: Der Plagioklas von 22 ist inverszonarer Plagioklas mit etwa 18 bis 20% An im Kern und 22 bis 24 % An in der dünnen Hülle, an Individuen ohne Zonarstruktur ergab sich ein An-Gehalt von 20%. In 23, 24 ließen die Beobachtungen auf einen An-Gehalt zwischen 10 und 13% schließen. Die Individuen waren so gut wie unzonar, noch deutlich positiv und können noch zum Albit gerechnet werden, wengleich sie sich gegen das Zwischenglied Albitoligoklas hin bewegen. In 25 war die Beobachtung sehr erschwert durch die Masse der Einschlüsse, jedenfalls sind diese Plagioklase noch deutlich positiv, die Hyperbelkrümmung gut erfaßbar, die Brechung jene eines Albites bis Albitoligoklases, also wohl derselbe Plagioklas wie in 23 und 24. Als Einschlüsse beobachtet man in allen Vorkommen feinkörnigen Klinozoisit bis Epidot, daneben häufig Hornblende, eventuell auch etwas Biotit und Chlorit, während Muskowit fehlt. Diese Plagioklase sind gar nicht oder nur einfach verzwilligt, Spaltrisse sind nicht immer, aber doch häufig genug zu sehen, was für die Bestimmung von Bedeutung ist.

Hornblende bildet stets scharf begrenzte Nadeln oder schlanke Säulen. a = gelbgrau, b = tiefbraungrün, c = tiefgrünblau, c:c = 17° Querschnitte zeigen Begrenzung aus (100), (110), (010), wovon die zwei ersten ungefähr gleich stark entwickelt sind, 010 schwächer. Es kommt dadurch eine flache Leistenform zuwege, die schon makroskopisch bemerkt werden kann. Sattgrüner, kräftig pleochroitischer Klinochlor und tiefbrauner Biotit mit dem bei den Zentralgneisen und Floitit angegebenen Pleochroismus treten in groben Schuppen auf. Epidot, meist von kräftig gelbgrüner Farbe, ist häufig in Form größerer und kleinerer Körner oder kurzer Säulen.

Strukturelles. In den typischen Gliedern, etwa 23, 24, bilden die Plagioklase einzeln oder in geringerer Anzahl Inseln mit rundlichem Umriß, in welche die zwischen solchen Inseln gehäuften dunklen Gemengteile hineinspießen oder hineinblättern. Dies ist undeutlicher in 25, dort infolge des Reichtums an Hornblende, ferner noch undeutlicher in 22, welches Gestein sich mehr an Floitit anschließt. Bemerkenswert ist im Prasinit 25 die Betonung von s (Sander) durch Hornblende, welche

mit Z in den Hauptbrüchen liegt und innerhalb des Hauptbruches pendelt. Es hängt damit die vorzügliche, ebene, dünn-schiefrige Spaltung zusammen, welche diese Gesteine zeigen, sowie ihr seidig-faseriges Aussehen am Hauptbruch. In diesem s bildet auch körniger Epidot Lagen oder Körnerzüge. Biotit sowie Chlorit verhalten sich in 22 bis 24 analog der Hornblende.

Nur die Plagioklase kümmern sich nicht direkt um dieses s, sondern nehmen es höchstens als si auf. Die Art, wie dies geschieht, ist wieder recht bezeichnend für die Gruppe.

In 23 zum Beispiel zeigt das die Plagioklase umgebende Gewebe ein deutliches, durch Biotit und Chlorit grob betontes, ein wenig welliges s. Dieses setzt sich in Albit hinein fort, aber — in Form kleiner Hornblenden, der mitvorkommende Epidot betont dies s weniger, wegen seiner Körnerform. Merkwürdigerweise ist das Hornblende-si gegen das Biotit-Chlorit-Epidot-se manchmal stark verlegt!, und merkwürdig ist es auch, daß Hornblende nur in den Albiten, nicht auch außerhalb eine Rolle spielt.

In 24 besteht si in den Albiten aus Amphibol, Epidot bis Klinozoisit, Biotit und Chlorit, letztere in der Minderzahl, wie dies auch außerhalb der Albite statthat, wo auch Hornblende herrscht. Der hier vorkommende Kalkspat zeigt ebenfalls Einschichtung in s. Am si ist er nur ausnahmsweise beteiligt.

Bezugnahmen. Der Prasinit 25 läßt sich vergleichen mit hornblendereichem Grünschiefer, Mallnitz (Becke², S. 182, 184.) Der kann ohne Schwierigkeiten einer Gruppe basischer metamorpher Massengesteine zugewiesen werden.

Davon heben sich 23 und 24 strukturell und quantitativ ab; diese eng zusammengehörenden Typen kenne ich durch Mohr's Arbeiten⁷ und aus eigener Anschauung vom Hochwechsel. Die dort als Albitgneise etc. bezeichneten Gesteine sind den oben beschriebenen bis ins Detail ähnlich. Ihr Tonerdeüberschluß läßt Sedimentnatur vermuten (vgl. Angel, Gesteine der Steiermark, S. 212 oben, anderseits Becke², S. 184, Chloritischer Grünschiefer Geiselkopf!).

Während die bisher genannten 23 bis 25 vorkristallin durchbewegt sind, ist 22 allein nachkristallin durchbewegt in Bezug auf alle Komponenten. Er besitzt auch sonst eine etwas abseitige Stellung, ist aber vorläufig nirgendwo anders unterzubringen.

⁷ Mohr, Geologie der Wechselbahn. Denkschr. d. Wiener Akademie, B. 82, 1913.

7. Gruppe der Karbonatgesteine.

26. Kalkglimmerschiefer, Mallnitz-Lonza, 1800 m.

27. Kalkglimmerschiefer, Mallnitz-Lonza, 2100 m.

Hellgraue Schiefer, von parallel zum Hauptbruch ziemlich eben verlaufenden s-Flächen mit Muskowitbelag durchzogen. s enggeschart. Hin und wieder durchziehen Klüfte das Gestein in seichten Winkeln zu s, erfüllt von reinem, körnigem Kalkspat. Der Dünnschliff zeigt Kalkspat weitaus herrschend, Quarzkörnerzeilen und Muskowit (gelegentlich mit Sagenit). Auch Pyrit ist nicht selten. Graphitisches Pigment häuft sich unregelmäßig in allen diesen Gemengteilen (Pyrit ausgenommen), deutet distriktweise ein präkristallines s an. Im gegenwärtigen Zustand ist das Gestein präkristallin deformiert.

28. Marmor, Mallnitz-Lonza, 1700 bis 1800 m.

Das hellgraue, zuckerkörnige Gestein zeigt schon äußerlich Schieferung, trotzdem außer Kalkspat kein Mineral sichtbar ist. Im Dünnschliff sieht man, daß die Kalkspatkörner durchgehend „oblong in s“ (Sander) sind, wodurch die Schieferung hervorgebracht wird. Quarzkörnchen zeigt der Schliff häufig, Muskowit und graphitischen Staub selten.

29. Karbonatquarzit, Mallnitz-Lonza, etwa bei 1950?

Die Hauptmasse dieses Gesteins ist ein schneeweißer, feinkörniger Quarzit, in welchen Lagen, die größtenteils aus rostig verwitterndem Karbonat (Ankerit) bestehen, eingefaltet und eingeschoppt sind. Die Karbonatlagen enthalten auch Quarz, größere Klinochlore und sauren Plagioklas. Stellenweise sind sie unter Schwund durch Limonit ersetzt, was hier ausgesprochen Verwitterungserscheinung ist. Das Gestein ist präkristallin deformiert.

Schl u ß.

Unsere Sammlung von Gesteinen der Lonza hat uns eine überraschend große Anzahl typischer Tauerngesteine beschert. Der Zentralgneis, die untere und obere Schieferhülle sind in typischen Beispielen vertreten.

Vom Standpunkt der Mineralfazies aus (Eskola⁸, Becke⁹ stehen die Grünschiefer im Mittelpunkt des Interesses. Normale Grünschiefer enthalten als kritisch die Kombination: Albit-Chlorit-Epidot-Kalkspat-Muskowit. Unsere Tauern-Grünschieferformation aber enthält Hornblende, bzw. Biotit mit, während Muskowit ausbleibt, der Plagioklas geht bis zum sauren Plagioklas. Im ganzen scheint in unserem Gebiet kritisch die Kombination:

⁸ P. Eskola, Petrology of eastern Fennoscandia I. Helsinki, 1925.

⁹ F. Becke, Zur Faziesklassifikation der metamorphen Gesteine. T. M. P. M. 35, 1921.

Saurer Oligoklas-Biotit (Hornblende)- Chlorit-Epidot

und dies nicht bloß für die Grünschiefer, sondern auch für die Zentralgneise, wo Hornblende ausschließend, Muskowit und Mikroklin eintreten; und ebenso für die Diaphthorite nach Almandin-Stauroolithschiefern und Almandin-Chloritoidschiefern, wo Muskowit, Chlorit, Chloritoid kennzeichnend werden. Der Name Prasinitfazies für dieses Gleichgewicht, bzw. für dieses Bedingungsintervall, erscheint ganz zweckmäßig. Die Prasinitfazies gehörte dann zur obersten Tiefenzone, etwas tiefer als die gewöhnliche Grünschieferfazies. Mit Ausnahme der schwarzen Almandinchloritoidphyllite gehörte alles zur Prasinitfazies, die genannten Schiefer aber wären Relikte aus einer Scholle zweitstufigen Altkristallins.

Min.-petr. Institut Graz, Jänner 1926.
