

Prof. Dr. Bruno Sander

Innsbruck, Alte Universität.

Die Gliederung des Altkristallins der Stubalpe in Steiermark.

Von

F. Heritsch in Graz.

Mit 7 Textfiguren.

Unter dem Altpaläozoicum von Graz liegt, durch eine gut ausgeprägte Diskordanz getrennt, eine große Serie von hochmetamorphen Gesteinen, die den Bogen um die Bucht von Graz von der Koralpe bis zum Rennfeld bilden. Dieser lange Zug des Altkristallins hat im Gebiete der Gleinalpe¹ und der Stubalpe eine genaue Durchforschung erfahren. Vom Stubalpengebiete liegen eine geologische Karte, eine Profiltafel und kurze Erläuterungen vor². Die folgenden Ausführungen geben auf petrographisch-geologischer Basis eine Darstellung der Gliederung des Altkristallins und seiner Metamorphosen. Als Abkürzungen werden verwendet: i. H. — im Handstück; u. d. M. — im Dünnschliff; u. A. — undulöse Auslöschung; s, si, se — im Sinne SANDER's verwendet. Die den erwähnten Gesteinen beigefügten Nummern beziehen sich auf die im geol. Institut der Grazer Universität befindlichen Handstücke und Schliffe. Die Zahlen der optischen Ausmessungen wurden nach der Methode ROSIWAL's gewonnen.

¹ F. ANGEL, Jahrb. d. geol. Bundesanstalt. 1923.

² Geologische Karte und Profile, von FR. CZERMAK und FR. HERITSCH, Erläuterungen dazu von FR. HERITSCH, beides Graz, 1923, bei Moser-Meyerhoff.

I. Die Serien des Altkristallins.

Trotz der überaus großen tektonischen Störungen wurde die Möglichkeit einer Seriengliederung bereits frühzeitig im Fortschreiten der geologischen Arbeit erkannt. Im folgenden sind die Serien vom Liegenden zum Hangenden erörtert.

Bemerkt sei, daß durch die Auffassung des Bestehens einer Seriengliederung die Zusammenziehung aller gleichartigen oder als zusammengehörig erkannten Gesteine zu einer tektonischen Gruppe bedingt wurde; so werden z. B. alle Marmore als Abkömmlinge tektonischer Art aus der Almhausserie angesehen. Daraus resultiert ein komplizierter Falten-, Schuppen- und Gleitbretterbau.

Die Ammeringserie, die geschlossen das Gebiet der höchsten Erhebungen des Stubalpengebirges einnimmt, wird von einer alten Tiefengesteinsmasse, den Ammeringorthogneisen samt den zugehörigen Aplitgneisen und Pegmatitgneisen¹, und von einer Serie intrudierter Paragneise gebildet.

Die Ammeringorthogneise sind den Zentralgneisen der Hohen Tauern vergleichbar. In Falten von Aplitgneis in Granitgneis oder Grössinggneis wurde a. a. O. Abbildungskristallisation festgestellt. In tektonisch tiefen Teilen der Orthogneismasse fand ich vor kurzem im SW-Gehänge des Axlerkogels scharf gefalteten Ammeringorthogneis (386), dessen Falten 2—4 cm Schenkelentfernung und 2—5 cm Länge haben. U. d. M. sieht man Polygonalbögen von Biotit in den Umbiegungen, ebenso auch Querbiotite; Quarz-Feldspatgemenge feinkörnig und ohne optische Störungen; Biotit und der seltene Muscovit sehen oft wie zerrissen aus, haben aber keinerlei optische Störungen. Es liegt auch hier Kristallisation nach der Bewegungsphase vor. Erwähnt sei, daß diese Faltung nichts mit der Aufschiebung zu tun hat, die als jugendliche O—W-Bewegung die Ammeringserie auf die Obdacher Zone gefördert hat; denn die Faltung ist präkristallin erfolgt und die ganz junge O—W-Bewegung (p. 115) hat blockartigen Charakter.

Die Schieferserie, in welche die Ammeringorthogneise intrudiert sind, besteht aus Meroxengneisen², Grössinggneisen

¹ HERITSCH, Verhandl. d. geol. Bundesanstalt. 1922. p. 147.

² ANGEL-HERITSCH, Jahrb. d. geol. Staatsanstalt. 1919. p. 61.

und Grössinggranatgneisen. In der folgenden Tabelle der optischen Ausmessungen stehen unter 161—163 die Meroxengneise, unter 152, 164—179 die Grössinggneise, unter 180—183 deren Epigneise, unter 184—188a die Grössinggranatgneise.

Die Bezeichnung Meroxengneis ist in der engen Fassung ANGEL's angewendet. Im aufgesammelten Material gibt es eine Anzahl von Gesteinen, die i. H. als Meroxengneise zu bezeichnen wären; die Ausmessung des Schliffes ergab die Notwendigkeit des neuen Namens Grössinggneis. Folgende Meroxengneise wurden untersucht: 161 — Gehänge S von P. 1398 bei der Murmoaralpe; 162 — Gipfel des Grössing; 163 — Pulzriegel (Epigneis). 161 und 162 stimmen mit den von ANGEL aus einer anderen tektonischen Zone beschriebenen Meroxengneisen überein. Erwähnt seien nur die großen Xenoblasten von Mikroklin-Mikroperthit und Oligoklas in 161, die in einem Grundgewebe von Quarz-Feldspat und s-Zügen von Meroxen und Muscovit schwimmen. — Der „Epigneis“ 163 hat granoblastisches Gewebe von Quarz (mit u. A. und Quarzgefügeregel $c \perp s$) und Quarzkornfasern, von beiden Feldspäten, Granat, Meroxen in s, Chlorit z. T. in s, aber auch quer zu s, sogar in dieser Stellung gestaucht, gebogen, mit u. A. Im Sinne von SANDER ist dieses Gestein ein Diaphthorit.

Die Grössinggneise haben ein schwankendes Verhältnis von Quarz : Feldspat : Meroxen, kommen aber nur vereinzelt den Meroxengneisen nahe. Sie sind dem allgemeinen Habitus nach als Schiefergneise zu bezeichnen, vergleichbar der Schiefergneisserie von Spitz und Weißenkirchen im Waldviertel. Das rasch wechselnde Mengenverhältnis der drei Hauptkomponenten ist eine gute, ja oft die einzige Möglichkeit zur Trennung der Ortho- und Paragneise. In diesem Sinne wird man die Grössinggneise mindestens zum größten Teile als Paragneise auffassen müssen, da die Orthogneise — abgesehen von ihrem texturellen Unterschied — Beständigkeit zeigen.

An die typischen Grössinggneise schließen sich die durch den starken Gehalt an Rutil und Chlorit ausgezeichneten „Epigneise“, die in langsamem Übergang zu den chlorit-

Gesteins- nummer	161	162	163	152	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175
Quarz	33,2	29,3	29,8	30,8	31,9	30,4	26,4	33,5	27,5	33,0	26,8	29,4	30,4	28,1	27,1	27,5
Feldspat	39,2	30,4	27,2	40,5	37,2	34,6	45,6	34,6	38,3	35,0	35,8	35,3	41,7	28,4	29,3	37,1
Meroxen	18,6	26,0	10,1	28,1	20,4	28,8	21,3	21,8	27,8	16,8	22,5	16,0	22,1	19,0	31,6	26,3
Muscovit	3,3	1,6	4,0	0,2	0,2	0,5	0,4	1,2	3,4	2,7	6,0	1,3	0,5	4,7	0,9	0,7
Chlorit	—	5,2	15,1	—	2,9	0,5	—	1,8	—	3,0	—	7,8	0,1	2,5	1,0	—
Granat	5,0	4,9	10,7	0,2	4,5	5,0	4,7	4,8	1,8	6,8	6,4	7,3	2,5	11,6	7,8	6,9
Epidot bzw. Klinozoisit	0,2	0,5	—	0,1	1,0	0,6	2,1	0,6	1,1	—	0,4	1,3	1,0	—	0,4	0,4
Rutil	—	—	1,8	—	0,6	—	—	—	—	1,9	—	0,6	—	0,9	0,6	—
Turmalin	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Erz	0,5	2,1	1,3	0,1	1,3	3,6	1,3	1,7	0,1	1,9	2,1	1,0	1,7	4,8	1,3	1,1

Gesteins- nummer	176	177	177 a	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	187 a	188	188 a
Quarz	31,3	26,9	23,6	30,7	32,5	32,6	28,1	28,8	29,9	27,6	32,5	19,1	24,1	17,2	23,8	26,5
Feldspat	40,2	35,3	36,5	34,7	35,9	38,4	22,5	38,4	37,0	27,6	32,4	34,2	23,6	21,7	35,6	32,7
Meroxen	27,5	27,4	24,6	28,2	22,3	2,9	14,7	5,6	12,3	26,2	12,0	22,4	10,1	19,3	18,9	12,9
Muscovit	0,6	1,2	6,1	0,5	0,2	0,3	3,9	0,2	0,8	0,2	1,2	4,1	8,1	18,0	2,3	11,4
Chlorit	—	0,9	3,1	0,2	0,7	20,5	20,1	18,1	11,4	0,2	3,1	—	9,3	1,4	3,3	1,0
Granat	—	5,3	5,5	0,1	6,1	3,0	4,7	6,6	6,2	17,9	17,4	18,1	22,2	15,9	12,9	15,0
Epidot bzw. Klinozoisit	0,3	0,8	—	1,3	0,3	—	—	—	—	0,2	—	0,1	—	—	0,2	—
Rutil	—	—	—	—	—	0,9	0,9	0,8	0,4	—	1,0	—	0,9	0,5	0,6	0,3
Turmalin	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,4	0,2	—
Erz	0,1	2,2	0,6	2,4	2,0	1,4	5,1	1,5	2,0	0,1	0,4	1,2	1,5	1,7	2,2	0,2

freien Gesteinen stehen. Folgende Grössinggneise wurden untersucht: 152 — Karhütten¹; 164 — Gipfel des Weißensteins; 165 — Grössing—Kleinfestritz, ober der Mulde S von P. 1597; 166 — Tultschriegel; 167 — knapp O über P. 1123; 168 — Gehänge N von den Karhütten; 169 — Fundort wie 165; 170 — Planhütten; 171 — vom Trigonometrier des Grössing einige Dutzend Meter gegen den Gernkogel; 172 — Pirkstaller, Feistritzgraben; 173 — bei Kleinfestritz; 174 — Gehänge SO vom Weißensteingipfel; 175 — zwischen Grössing und Gernkogel in 1920 m; 176 — knapp unter der Weißensteiner Hütte am Weg nach Obdach; 177 — Anstieg auf den Grössing aus der Scharte nach dem Ammering; 177 a — Scharte zwischen Ammering und Grössing; 178 — Kothgraben, knapp S vom Halsbauern; 179 — SO-Hang des Weißenstein in 2050 m.

I. H. schauen alle Grössinggneise wie feinkörnige Merogneise aus, wobei der variierende Glimmergehalt beträchtliche Unterschiede bedingt. Z. T. sind sie aplitisch durchhäutert, ohne daß damit eine Änderung einträte.

In Fig. 1 a und 1 b sind zwei Dünnschliffbilder von Grössinggneis gegeben. In Fig. 1 c liegt eine schematische Übersicht der vier vorhandenen Strukturtypen vor. Es folgen: dem an kleinen Granaten reichen Typ I die Gesteine 164, 167, 169, 172, 182, dem relativ armen Typ II die Gesteine 165, 166, 170, 171, 174, 175, 177, 177 a, 178, 179, dem sehr granatarmen bis granatfreien Typ III die Gesteine 168, 176 und dem Typ IV, der den Übergang zum Grössinggranatgneis darstellt, die Gesteine 173, 180, 181, 183. — Es sei hier nur nebenbei bemerkt, daß die Schiefergneise der Niederen Tauern und Seetaler Alpen die angeführten Typen wieder erkennen lassen.

Die Quarzgefügeregel $c \perp$ oder nahezu \perp auf s haben 165, 166, 167, 169, 171, 177 a, wobei z. T. die Quarzkornfasern, markiert durch feine Bestäubungszonen, in Körner mit Grenzen $//$ oder \perp zu s zerfallen. Selten ist die u. A. kräftiger. Bei allen ist zwischen den Glimmerzügen ein granoblastisches Gewebe von Quarz und beiden Feldspäten

¹ Verh. d. geol. Bundesanst. 1922, p. 157. Beschreibung des mit Orthogneis in Kontakt stehenden und mit Aplitgneis durchhäuterten Gesteins.

vorhanden. Vereinzelt treten große Xenoblasten auf [Kalifeldspat und Oligoklas in 166, der letztere mit Klinozoisit- und Muscoviterfüllung, rundlichen Quarzen und Albiten; Oligoklas und Kalifeldspat (mit Quarztropfen) in 170; Oligoklas (mit Muscoviteinschlüssen) in 172, 179 a]. Wie der Zustand der Plagioklase zeigt, haben im Gegensatz zu den andern die

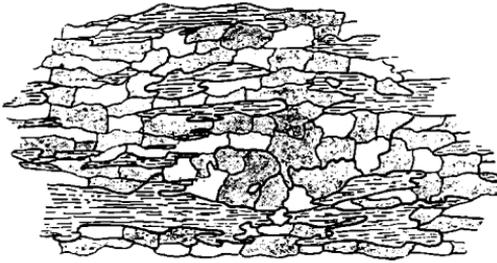


Fig. 1a. Gefügebild aus Grössinggneis 168. Weiß-Quarz, Grau-Feldspat, Gestreift-Merophenocrysten.



Fig. 1b. Gefügebild aus Grössinggneis 169. Weiß-Quarz, Grau-Feldspat, Gestreift-Merophenocrysten, Dick umrahmt und rundlich Granat, Schwarz-Erz.

Gesteine 165, 172, 173, 178 die Ammeringkristallisation nicht mitgemacht. Der Merophenocryst hat bis auf 170 den braunroten Pleochroismus. Auffallend ist die hohe Magnetitzahl (bei 179 ist Titanit zu dieser Zahl geschlagen). Ganz allgemein ist das Gefüge durch die Glimmer in s gegeben, sie bilden auch Geflechte in s. Dazu tritt in vielen Fällen noch die in s oblonge Form des Quarz-Feldspatgewebes hinzu. Vielfach

ist auch die Trennung in glimmerreiche und glimmerarme Lagen ganz scharf, ein Hinweis auf die kräftige Durchbewegung. Die postkristalline Kataklyse ist schwach; nur in 177a ist sie heftig, es zeigt sich da auch Biegung von Chlorit und Meroxen in kleinen Fältchen, verbunden mit u. A.

„Epigneise“ wurden folgende untersucht: 180 — Kothgraben bei Kleinfestritz; 181 — äußerer Feistritzgraben; 182 — unterer Kothgraben; 183 — zwischen Kotmar und Klein-Pretal in 1170 m. Sie unterscheiden sich von den Grössinggneisen durch den schon i. H. auffallenden Chloritgehalt. U. d. M. bieten sie im allgemeinen das Bild der Grössinggneise: Quarz mit starker (180), sonst schwächer u. A.; Oligoklasxenoblasten (182, 183). Bemerkenswert sind die großen, z. T. in Chlorit umgewandelten Granaten in 181, in welchem die kleinen Granaten nicht chloritisiert sind. Ich habe an anderer Stelle¹ einen großen Granaten aus 181 abgebildet, aus dem ein Strom von Chlorit austritt, der sich sofort in s einstellt — ein Fall von Diaphthorese unter Bewegung. Derselbe in den „Epigneisen“ liegende Chlorit steht überhaupt oder meist in s, der andere Teil ist quergestellt. Die Glimmer liegen immer in s. — Die „Epigneise“ sind im Sinne von SANDER als Diaphthorite zu bezeichnen. Die Kataklyse ist jünger oder vielleicht (180) gleichalt bezüglich des Chlorites.

Die Grössinggranatgneise unterscheiden sich von den Grössinggneisen durch den hohen Granatgehalt. Sie sind verwandt mit den Granatgneisen ANGEL'S (54, 55), gehören aber in eine andere Tiefenstufe. Sie sind mit den Kinzingiten vergleichbar. Folgende Gesteine wurden untersucht: 184 — Tultschriegel; 185 — Kothgraben; 186 — zwischen P. 1936

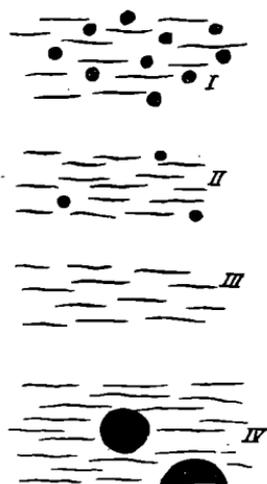


Fig. 1 c.

Schemata der vier Strukturtypen der Grössinggneise. Die Striche sind die Glimmer, die runden Schwärzlinge sind die Granaten.
Vergrößerung 1 : 10.

¹ HERITSCH, Grundlagen der alpinen Tektonik. Berlin 1922. p. 91, 92.

und 2052; 187 — P. 1936 (Epigneis); 188. — unterer Kothgraben; 188 a — Katzensteiner bei Kleinfestritz.

Der Granatgehalt unterscheidet diese Gesteine auch i. H. sicher von den Grössingneisen. Das Gestein 185 ist hell, besteht aus $\frac{1}{2}$ mm dicken, durch Meroxene getrennten Quarz-Feldspatlagen und hat 1 mm große Granaten; Chlorit durch-

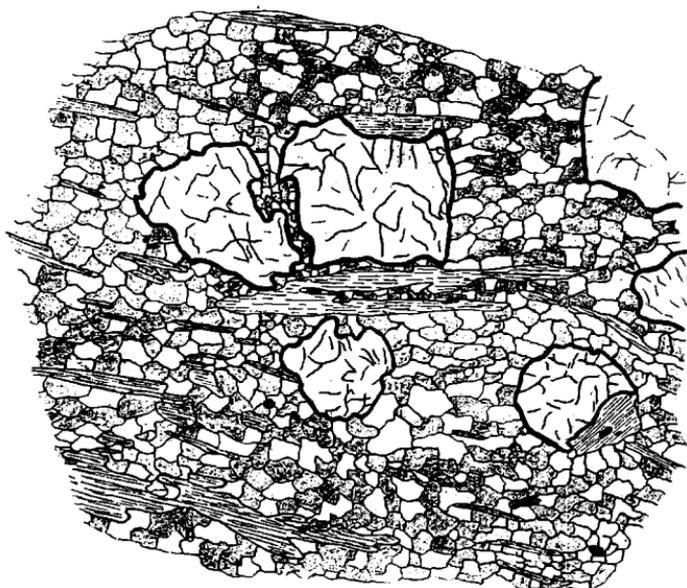


Fig. 2. Gefügebild des Grössinggranatgneises 185.
 Weiß-Quarz } das Kleingefüge bildend.
 Grau-Feldspat }
 6 große Granaten.
 s — s die Meroxene.
 Schwarz-Erz und Rutil.

zieht in kurzen Lagen oder Putzen das Gestein. Der Epigneis (187) ist dünnstieferig, glimmerreich, chloritführend; die großen Granaten greifen über mehrere Lagen über. U. d. M. sieht man: z. T. schwache, z. T. kräftige u. A. des Quarzes, große Xenoblasten von Orthoklas und Plagioklas in 186; die Granaten (0,3 × 0,3 bis 1,0 × 1,2 mm, sogar 2,5 × 3,0 mm) kontrastieren mit dem feinen Quarz-Feldspatgewebe, sind immer rundlich, haben z. T. si aus Erz, Quarz etc. In 186 hat der innere Teil der Granaten Erz ohne Anordnung, der äußere Teil Erz als deutliches si, der dritte Teil Erz und

Quarz in schaliger Anordnung. In 187 und 188 a haben die Granaten schalig angeordnete oder zentral gehäufte Einschlüsse von Rutil, Erz, Feldspat und Quarz (im Quarz winzige Calcit-rhomboeder). — Das Gestein 188 hat viele kleine Granaten ($0,1 \times 0,1$ mm) mit si aus Erz; ein großer Granat zeigt innen konzentrisch angeordnete Einschlüsse von kleinsten, nicht deutbaren Körnern und einen äußeren Granatmantel der Feinschichtung als si aufbewahrt hat¹. — In 188 lösen sich die Granaten randlich in ein in s liegendes Skelett auf. — Muscovit und Meroxen stehen in s, in 184 ist das nur z. T. der Fall. 188 hat Turmalin mit c in s. Chlorit liegt in s, nur

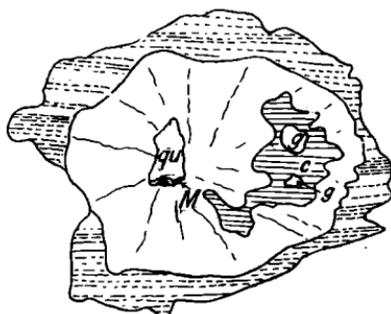


Fig. 3. Granat aus Grössinggneis 188, innen mit Rissen, außen mit si, qu = Quarz, M = Meroxen, c = Chlorit, g = kleine Granatreste im Chlorit.

in 187 auch \perp auf s. Der „Epigneis“ 187 erhält seine Charakteristik durch Muscovitströmchen und Chlorit, er ist ein diaphthoritisches Gestein.

Der Ammeringserie sind als dünne Lagen andere Gesteine eingeschaltet: im Gebiete des P. 1349 biotitführende Hornblendegranatgneise (221, siehe p. 85), Amphibolit, Kränzchengneise (217, 218, siehe p. 88) und Zoisit-amphibolit unter der Weißensteiner Hütte, Hornblendegneis, den Grössinggneisen zwischen Grössing und Planriegel eingeschaltet (224, siehe p. 84), Marmor, nahe der Basis der Ammeringserie über dem P. 1123, Augengneis der Speikserie² am P. 2052 und im Osthang des Weißensteins.

¹ Über die Deutung dieser Erscheinung siehe SANDER, Jahrb. geol. Reichsanst. 1916. p. 619.

² HERITSCH, Erläuterungen 1923 p. 7.

Die Intrusivgesteine und die begleitenden Schiefergesteine der Ammeringserie gehören in die obere Tiefenstufe, soweit sie nämlich in den Hof der Ammeringkristallisation fallen (p. 113). Daß wenigstens die Gesteine der Schieferserie früher der Gleinalpenkristallisation (p. 112) unterlegen waren, ist sicher, wie ihre Beschaffenheit außerhalb des Hofes der Ammeringkristallisation zeigt. Die in der Schieferserie vorhandenen „Epigneise“ = Diaphthorite sind Zeugen einer jüngeren Bewegung und Kristallisation.

Aus der Stellung der Schieferserie zum Orthogneis und aus der Stellung der Speikserie zur Ammeringserie kann nur geschlossen werden, daß der Granit ein bereits in s angeordnetes Gebirge vorgefunden hat. Dieses war bereits metamorph, wie z. B. der Metamorphosehiatus zwischen den Orthogneisen der Ammering- und den Orthoaugengneisen der Speikserie zeigt. Die Schieferserie d hat ihren Habitus schon vorintrusiv erreicht, was Bewegung in s, Schuppung und Verfaltung voraussetzt. Nach und während der Intrusion der heutigen Ammeringorthogesteine sind diese, ihr Schieferdach und die Serie der intrudierten Paragesteine kräftig durchbewegt und gefaltet worden. Das zeigen die Faltenstücke der Ammeringgneise¹. Aber die Faltung der Ammeringorthogneise, die ja den Zentralgneisen der Hohen Tauern nahe stehen, ist ungleich viel geringer als jene etwa im Sonnblickkern (z. B. Duisburger Hütte). Die Durchbewegung war also wesentlich schwächer.

Nach Intrusion, Faltung und dem Ende der Gleinalpenkristallisation ist über die Ammeringserie die Ammeringkristallisation (p. 113) gegangen, die, nicht regional wirkend, einen Kristallisationshof mit folgenden Grenzen bildete: Osthang des Speik zwischen der hangendsten Einschaltung von Ammeringorthogneis und dem Aplitgneis (28) über P. 1698—unterer Köthgraben—Kleinfestritz—Pirkstaller. So ergibt sich eine wenig über die oberflächliche Verbreitung des Ammeringgneises hinausfallende Begrenzung des Kristallisationshofes. Die Ammeringkristallisation bewirkte das Hin-auf-rücken der von ihr betroffenen Gesteine in eine höhere

¹ HERITSCH, Verh. d. geol. Bundesanstalt. 1922. p. 156.

Tiefenstufe der Speik- und Rappoltserie gegenüber. Die Ammeringkristallisation war ein Rückschritt des metamorphen Zustandes, der den Habitus der Tauernzentralgneise bedingte und die betroffenen Gesteine in Gegensatz zu ihrem Hangenden hinsichtlich der Metamorphose brachte.

Die Speikserie ist nicht mehr im ursprünglichen Kontakt mit der Ammeringserie, da diesen jüngere Bewegungsflächen zerstört haben. Die Serie ist von Amphiboliten und Augengneisen aufgebaut. Von Hornblendegesteinen sind vorhanden: gemeine Amphibolite, Plagioklasamphibolite, Zoisitamphibolite, Hornblendezoistschiefer, Granatamphibolite¹. Von diesen zeigen besonders die Zoisitamphibolite häufig Internfaltung². Viele Amphibolite sind aplitisch durchsetzt, wobei die Aplite in dünne Lagen auseinander gelegt sind, so daß die Gesteine wie gebändert aussehen³. Selten sieht man das Aufblättern von Amphiboliten in hellen Intrusivgesteinen.

Manche aplitische Lagen ändern in einem Aufschluß ihre Beschaffenheit; so z. B. das Vorkommen beim Peterbauer (372), das z. T. wie ein Tonalitgneis, z. T. aplitisch hell (mit stellenweise angereicherten Hornblendezügen und großen Granaten) aussieht; u. d. M. sind im Quarz-Feldspatgewebe die Muscovite in s und quer dazu, feiner Meroksen, Chlorit, Turmalin (c in s) und Granat (Fremdlinge?) zu sehen.

Die ursprünglichen aplitischen Gesteine haben jetzt vielfach den Habitus von Hornblendegneisen⁴. Es gibt da sehr merkwürdige Gesteine, z. B. Aplitgneis, der nur im Hauptbruch garbenartig angeordnete Hornblenden hat, oder Hornblendegneise, die bei geringem Amphibolgehalt geradezu tonalitgneisig aussehen. Bei allen Hornblendegneisen sind die Amphibole und die häufig vorhandenen Meroxene streng

¹ Verschiedene Amphibolgesteine habe ich im Centralbl. f. Min. etc. 1922, p. 696—703, beschrieben; dort finden sich bezüglich der Namengebung auch Änderungen hinsichtlich der Bezeichnungen der Gesteine 82 und 81 a bei ANGEL. Ferner sei angeführt, daß der Hornblendefels 253 (Samer bei Klein-Feistritz) smaragditeische Hornblende führt.

² HERITSCH, Grundlagen der alpinen Tektonik. p. 78. Fig. p. 77.

³ HERITSCH, ebenda. p. 89. Fig. p. 90.

⁴ Die Hornblendegneise entsprechen den von ANGEL auf der Gleinalpe gefundenen Injektionsverhältnissen, siehe ANGEL, Jahrb. 1923. p. 20.

in s gestellt. Meist sind die Hornblendegneise feinkörnig. Immer aber sind sie nur schmale Lagen in den weitaus vorherrschenden Amphiboliten und sind als in s eingeschlichtete Einschaltungen von Tiefengesteinen anzusehen.

Die Tabelle p. 84 gibt einen Überblick über die recht verschiedenen Mengenverhältnisse der mineralischen Komponenten. Das Gestein 224 c gehört nicht der Speikserie, sondern der Gradener Serie an (Kamm Sattelwirt—Jägerwirt, zwischen P. 1358 und 1285). No. 224 stammt vom Kamm zwischen Grössing und Planriegel. Beide haben feinlagige Textur mit hellen und dunklen Lagen; Hornblende, Meroxen, Chlorit in s; Granat so ungleichmäßig verteilt, daß ein Teil der hellen Lagen granulitartig wird.

Gesteinsnummer	224 c	224	227	222	273	221	271	268	428
Quarz	16,4	30,0	9,5	12,7	9,6	8,6	16,2	11,4	12,6
Plagioklas	30,1	45,9	34,8	49,7	41,8	38,4	38,0	44,5	38,2
Hornblende	45,9	10,4	41,4	9,3	33,5	29,5	26,4	18,1	23,2
Meroxen ¹	0,9	2,2*	0,5	—	—	7,4*	12,8*	15,9*	13,9*
Chlorit	—	5,2	—	—	—	2,0	—	3,0	—
Muscovit	0,5	—	—	—	—	—	—	—	—
Zoisit	—	—	7,3	27,2	1,3	—	—	—	—
Granat	3,9	4,8	5,5	0,9	12,6	11,9	5,6	5,9	8,8
Epidot	—	0,5	—	—	—	—	—	—	1,0
Rutil	2,0	—	0,2	0,1	0,5	0,2	0,5	—	—
Titanit	—	—	—	—	—	—	—	—	1,2
Erz	0,3	1,0	0,8	0,1	0,7	2,0	0,5	1,2	1,1

Der granatführende Hornblendegneis 227 (P. 1698 am Speik) hat die dunklen Gemengteile und Zoisit in s, die anderen in dieser Richtung oblong. Auch dieser Gneis ist feinlagig. — Der Hornblendezoisitgneis 222 (Südhang des Speik, unter P. 1967) hat im Querbruch den Charakter eines Aplitgneises, der Hauptbruch hat Hornblendegarben, welche die Faltung markieren; sonst wie 227, mit kleinen idioblastischen Granaten. — Bei allen Gesteinen fehlt die u. A. des Quarzes fast vollständig.

¹ Ein beige-setzter * bedeutet Biotit mit schwarz-gelb-Pleochroismus.

Hornblendegranatgneise hat ANGEL von der Stubalpe beschrieben¹. Diese Gruppe ist nicht einheitlich, weil es in ihr auch recht helle Gesteine gibt, wie 273 (Gehänge des Schwarzkogels gegen das Raheck). Dagegen ist 221 (Kamm westlich unter dem Gernkogel in 1400 m Höhe und auf P. 1349) dunkel, schlecht geschiefert; der Granat hat ein si aus feinen opaken Pünktchen; Quarz ohne u. A. — Die Gesteine 271 (Kölblgraben), 268 (Pfarrerhube) und 428 (Ausgang des Kölblgrabens) sind granatführende Hornblende-meroxengneise, ausgezeichnet durch Lagenbau von hellen und dunklen Lagen, durch die strenge s-Stellung der dunklen Gemengteile, durch die in s oblonge Form aller anderen Komponenten. 428 führt große Schachbrettplagioklase².

An einer Stelle des Stubalpengebietes, in einem Seiten-graben des Kothgrabens, ist Saussuritgabbro vorhanden. Ferner wurden Serpentine gefunden.

Der Antigoritserpentin des oberen Stüblergrabens ist massig, dunkelgrün mit einzelnen hellgrünen Lagen; Erz ist makroskopisch in zahllosen kleinen Pünktchen zu sehen. U. d. M. gibt er das typische Bild von Antigoritserpentin, mit wirren Antigoriten ohne jede Orientierung, darin liegen größere Magnetite, die häufig von kleinen Magnetitkörnchen umgeben sind, und Breunerit. Das Mengenverhältnis von Antigorit : Magnetit : Breunerit = 90,5 : 9,1 : 0,7. Das Gefüge ist massig.

Aus dem Kothgrabengebiet wurde ein eminent geschieferter und gefalteter Antigoritserpentin mit starken carbonatischen Adern untersucht. U. d. M. sieht man reichlich Breunerit mit randlichem Talk; die Antigorite sind durchaus parallel gestellt, und es haben sich auch scharf markierte Züge von Antigoritblättchen ausgebildet, die an schaufelartigen Flächen ausheben und jenseits derselben neu einsetzen oder die zerfasern. Wo größere Antigoritblättchen getroffen sind, herrscht u. A.; dagegen haben die Carbonate keinerlei optische Störungen. Von Erz ist nach der Ausmessung nur 0,5 % vorhanden.

¹ ANGEL-HERITSCH, Jahrb. Reichsanst. 1919. p. 121; dazu HERITSCH, Centralbl. f. Min. etc. 1922. p. 701.

² Absolut gleich den Abbildungen bei BECKE, Denkschr. d. Wiener Akad. d. Wiss. 75. Taf. II Fig. 18, 19.

Ein eigenartiges Knetgestein (374) liegt ober dem Gehöft Hold im Nordhang der Kuppe 1130. Das muscovit-reiche Handstück ist scharf gefaltet. An den Querbrüchen der Falten sieht man in der gneisigen Masse unregelmäßige Putzen und Fetzen von hornblendereichen Partien schwimmen. U. d. M. sieht man die leichte Biegung und u. A. der Muscovite in den Faltenbiegungen, in den scharfen Biegungen aber gibt es nur Glimmergebälk; die Biegung der Muscovite ist im allgemeinen so schwach, daß zwischen diesen ganze Ströme bildenden Glimmern Plagioklase und Quarze ohne u. A. liegen. Die Biegung ist jedenfalls postkristallin erfolgt, wofür auch die Quermuscovite in den scharfen Biegungen sprechen. Es liegt ein Gneis (Orthogneis?) vor, der eine hinsichtlich der Faltung ganz schwache Kataklastenstruktur hat, u. A. des Quarzes fehlt fast ganz. In Lagen und unregelmäßigen Putzen liegt im Gneis die Mineralkombination Quarz—Feldspat—Meroxen—Amphibol, die beiden letzteren in s und zerfasert. Das ganze Gestein muß als Knetgestein von Gneis + einem Amphibolgestein aufgefaßt werden, dessen Zerknethung sich in den Muscovitfaserzügen, die um die großen Feldspäte herumgebogen sind, ausdrückt.

Ein sehr wichtiger und mächtiger Bestandteil der Speikserie sind die Augengneise, die, mit anderen Gesteinen verschuppt, sehr hervortretende Züge bilden. Im Augengneis des Speiks (12) wurden bedeutende Kataklasten, Zerbrechung von Feldspatporphyroblasten und Zerfetzung der Glimmer festgestellt¹.

Wenig mächtig sind einige längere Züge von Granulit, welcher Name im strukturellen Sinn verwendet wird. Untersucht wurden folgende Gesteine: 189 — granatfreier Granulit, Graben westlich vom Raucheck; 190 — Granatgranulit mit Hornblende, Osthang des Speik in 1850 m Höhe; epidotführende Granulite: 191 vom Sattel nördlich des Peterer Riegels, 192 aus der Mulde zwischen 1967 und dem Gipfel des Speik, 193 vom Osthang des Speik in 1850 m Höhe und 193 b vom Samer im Kothgraben; Hornblendegranulit 193 a vom Osthang des Speik in 1850 m.

¹ ANGEL-HERITSCH, Jahrb. 1919. p. 66; ANGEL, Gleinalpe, Jahrb. 1923. p. 25.

Zu den folgenden Ausführungen sind die nebenstehenden Ausmessungen zu vergleichen.

Gesteins- nummer	189	190	191	192	193	193 a	193 b
Quarz	20,9	32,3	24,6	27,1	27,8	27,5	24,7
Feldspat	77,7	43,5	68,7	65,3	55,2	32,6	36,2
Biotit	0,5	2,2	2,8	3,1	0,4	1,5	14,3
Chlorit	0,2	—	—	—	—	—	—
Muscovit	0,6	0,2	0,1	0,1	6,2	—	0,2
Klinozoisit	—	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Epidot	—	0,8	3,2	2,7	5,2	—	10,5
Granat	—	19,2	0,3	1,0	5,0	20,7	12,9
Pyroxen	—	—	—	—	—	1,1	—
Hornblende	—	1,2	—	—	—	16,1	—
Erz	—	0,4	0,1	0,5	—	0,3	—

Das Gestein 189 ist i. H. = 15. Es hat größere Xenoblasten von Mikroklin und wenige von Oligoklas in einem granoblastischen, in s oblongen Grundgewebe, in dem Orthoklas den Quarz und Plagioklas überwiegt und Glimmer und Chlorit in s stehen. Das Gestein hat die Ammeringkristallisation nicht mitgemacht. — Das Gestein 190 ist ein Übergang zum Hornblendegranulit. Im Grundgewebe von Ortho- und Oligoklas, Albit und Quarz (mit starker undulöser Auslöschung, auch als Körnergruppen) liegen große Xenoblasten von Oligoklas mit den für die Ammeringkristallisation bezeichnenden Einschlüssen; Biotit in s; rundliche Granaten, manchmal Hornblenden einschließend oder an diese angelehnt; Hornblende sonst noch in Berührung mit Biotit oder von Epidot umgeben; Epidot auch in größeren Körnern. — 193a = 14, nur hat das Gestein die Ammeringkristallisation mitgemacht. — Die epidotführenden Granulite sind nicht leicht von den Ammeringorthogneisen zu trennen. Es sind (bis auf 193b) schieferige Gesteine. Recht selten sind große Xenoblasten von Mikroperthit (mit randlichem Myrmekit) und von Oligoklas (mit Einschlüssen aus der Ammeringkristallisation, in 192 auch mit Quarztropfen); nur in 193 fehlen die Xenoblasten. Im granoblastischen Grundgewebe überwiegt der Kalifeldspat über den Plagioklas. 193 weicht durch seinen Muscovitgehalt vom Typus ab. Der Granat ist rundlich, in

191 auch skelettartig, in 192 bildet er Körnerhaufen um Gemenge von Biotit, Quarz, Feldspat und Epidot. Epidot liegt in größeren Körnern im Schliff und hat in 193b einen orthitischen Kern. In allen Vorkommen ist das s-Gefüge durch die oblonge Form der Körner des Grundgewebes markiert; dazu tritt, aber nicht durchgreifend, Glimmer in s. Die Gesteine haben bis auf 189 die Ammeringkristallisation mitgemacht und eine schwache postkristalline Pressung erfahren; bei dem von ANGEL beschriebenen Weißstein vom Salzstiegel (15) ist eine starke Kataklyse aller Gemengteile vorhanden. — Die Granulite sind wie die Meroxengneise Angehörige einer älteren Intrusionsphase, deren vollkommene Durchbewegung ihr dem Ammeringorthogneis gegenüber höheres Alter zeigt. Sie folgen in ihrer Metamorphose dem Augengneis, haben aber die Gleinalpenkristallisation mitgemacht. Die später eingetretene Ammeringkristallisation hat die Umsetzung der Plagioklase in den Granuliten des Speikgipfels bewirkt, während die von ANGEL beschriebenen Granulite von Salzstiegel keinerlei Umsetzungen zeigen, da sie schon außerhalb des Hofes der Ammeringkristallisation liegen.

Selten sind in der Speikserie Marmore vorhanden; sie müssen wegen ihrer Begleitgesteine als tektonische Einschaltungen aus der Almhausserie angesehen werden.

Eine besondere Stellung nehmen die sog. Kränzchengneise¹ ein, von welchen die folgenden neu untersucht wurden: 217 — unter der Weißensteiner Hütte am markierten

Gesteinsnummer	217	218	219	220
Quarz	1,3	—	0,5	3,8
Plagioklas	38,1	18,7	23,3	14,4
Biotit	3,9	—	10,1	18,0
Chlorit	—	—	—	0,2
Hornblende	51,5	59,7	61,2	57,8
Klinozoisit	2,4	17,1	—	—
Epidot	—	2,5	—	2,4
Rutil	—	0,4	—	2,5
Titanit	2,8	1,5	4,9	—
Magnetit	—	0,1	—	0,9

¹ ANGEL-HERITSCH, Jahrb. d. geol. Staatsanstalt. 1919. p. 110 ff.

Weg nach Obdach; 218, 219 — zwischen P. 1217 und Flantscher; 220 — Graben ober dem Grabenbauer.

ANGEL hält die Kränzchengneise nicht für einfache metamorphe Eruptiva, sondern für Eruptiva mit mechanischer Mischung von eruptivem und anderem Material, deren Vergneisung mit ihren Begleiterscheinungen posttektonisch eintrat. Es könnte ein Tonerdesilikatgestein und ein dioritisches Magma die Verëinigung zum Kränzchengneis ergeben haben. Dafür spricht die Analyse eines „Granatamphibolites“ von Törl¹, der ein Kränzchengneis ist, wie die von STINY gütigst gewährte Einsicht in den Schriff ergab.

Bei Betrachtung der genetischen Frage der Kränzchengneise vom geologischen Standpunkte aus muß darauf hingewiesen werden, daß sie dort, wo sie noch in einer halbwegs normalen tektonischen Stellung sind, an der Grenze der Speik- und Rappoltserie stehen. Da zwischen diesen Serien ein präkristalliner Bewegungskontakt sehr wahrscheinlich ist, so ist die Möglichkeit, in den Kränzchengneisen ein vormetamorphes mechanisches Mischgestein zu sehen, vorhanden. Die posttektonische Metamorphose hat alle Spuren der rupturellen Vorgänge verwischt.

Die „normale“ Stellung der Kränzchengneise mögen zwei Beispiele zeigen. Beim Grabenbauer im hintersten Lobminggraben folgt über einer großen Mächtigkeit von Amphiboliten eine enge Wechsellagerung von solchen mit Kränzchengneisen und schmalen Hellglimmerschieferlagen, und auch in Bänken von 10—20 cm Dicke wechseln diese drei Gesteine ab, bis man in eine mächtige hangende Serie von hellen Glimmerschiefern kommt. — Im benachbarten Profile Arwasser Hube—Kirchmaier lautet die Folge vom Hangenden zum Liegenden: Marmor über der Arwasser Hube — schwarzer Quarzit bei der Hube — Amphibolit, 80 Schritte — Disthenglimmerschiefer, einige Schritte — Amphibolit, 50 Schritte — mächtige Disthenglimmerschiefer — Amphibolit, 50 Schritte — Disthenglimmerschiefer, schmales Band — Marmor — Amphibolit bis zum Kirchmaier; darunter beginnen erst die Wechsellagerungen von Kränzchengneis und hellem Glimmerschiefer,

¹ STINY, Gesteine aus der Umgebung von Bruck a. d. Mur. Selbstverlag. 1917. p. 21.

bis eine mächtige Serie von Kränzchengneis erreicht wird, die den Amphiboliten der Speikserie aufliegt. Hier beteiligt sich auch Marmor an dem Aufbau der Kränzchengneiszone. Da nun im ganzen Stubalpengebiete die Lage der Marmorbänder mit den Stellen größter tektonischer Komplikation zusammenfällt, so ist ihr Auftreten hier eine Stütze für den Mischungscharakter der Kränzchengneise.

Die oben angeführten Kränzchengneise fallen unter den Begriff Epigneis, was in diesem Falle gleichbedeutend ist mit einer durchlebten Diaphthorese. Aus dem Befunde u. d. M. braucht wegen der Übereinstimmung mit den von ANGEL beschriebenen Gesteinen nur Einzelnes hervorgehoben werden. Die Hornblenden in 217 sind im inneren Teile braun, am Rand grün, sie sind also kristalloblastisch weitergewachsen. In 217 ist der Biotit manchmal förmlich aufgeblättert, wobei Chlorit keilförmig eindringt. Plagioklas findet sich als kleine, rundlich begrenzte Körner oder in langen Körnerstreifen zwischen den Hornblenden und ist mehr oder weniger stark mit Klinozoisit durchsetzt. In 218 schließen sich Klinozoisit und Granat als Randmineral der Kränzchen aus.

Die oben gegebenen Zahlen zeigen eine gewisse Gleichmäßigkeit der mineralischen Komposition. Wenn man aber die von ANGEL gegebenen Zahlen vergleicht, so sieht man nicht nur große Schwankungen im Mineralbestande, sondern auch die Einreihung von hornblendefreien Biotitgesteinen in die Gruppe. Besonders bemerkenswert ist das Verhältnis der hellen Gemengteile, insonderheit des Quarzes. Unter den ANGEL'schen Gesteinen stehen Gesteine mit einem Quarz : Plagioklasverhältnis = 19,5 : 36,3 und 0,0 zu 43,0. Auch diese Unregelmäßigkeit spricht für ein mechanisches Mischgestein. Es ist aber, wenn man diese Gesteine ihrer gemeinsamen charakteristischen Struktur halber beisammen lassen will, fraglich, ob man sie als Gneise bezeichnen kann, falls man unter Gneisen nur Gesteine mit lebhafter Beteiligung von Quarz verstehen will.

An der Grenze der Speik- und Rappoltserie ist im oberen Stüblergraben eine tektonische Mischungszone im Osthang der neuen Holzabfuhrstraße aufgeschlossen. Die drei im folgenden beschriebenen Gesteine sind aus dieser überaus interessanten Zone entnommen.

Das Gestein 414 ist ein stark zerkneter Amphibolit. I. H. ist das Gestein stark gefaltet, aus Meroxen und großen Hornblenden aufgebaut, eminent schieferig mit Knetcharakter und nicht weit entfernt von manchen Kränzchengneisen. U. d. M. sieht man dicht gelagerte Hornblendezüge in s, ebenso Meroxen in Parallelstellung mit Amphibol. Beide schauen an den Enden vielfach wie zerrissen aus. Dazwischen liegen kleine Körner von Plagioklas und Quarz ohne u. A., die oft rasch zu größeren Linsen anschwellen. In Hornblende und Meroxen gibt es nur selten kleine Rutilen. Stellenweise treten im Schliiff rundlich begrenzte Linsen auf: Meroxen und Chlorit mit großen Rutilen, Chlorit oft senkrecht auf s gestellt, zerfasert, Quarz und Plagioklas; das sind nicht Inseln von Diaphthorese, sondern es ist, da Epidot und Zoisit fehlen, ein Gleichgewicht. — Das Gestein ist kein reiner Amphibolit, sondern es ist ein quarz- und glimmerreiches Gestein beigemischt. Die Mylonitisierung und Knetung war präkristallin, denn in den Faltenbögen gibt es keine gebogenen Hornblenden.

Das Gestein 421 hat i. H. große Ähnlichkeit mit den Muscovitschiefern (p. 97). U. d. M. stimmt es weder mit diesen noch mit den Hellglimmerschiefern (p. 96) überein. Leider liegen in den Schliiffen keine von den großen Granaten der Handstücke. U. d. M. sieht man ein sehr dünnes, ideal in s gestelltes Gefüge von vorwiegendem Muscovit¹, wenig Meroxen, etwas Chlorit (mit Meroxen zusammen), Quarz, etwas Erz und Calcit. Die Biegungen in den Muscoviten sind Polygonalbögen. U. A. in Quarz und Muscovit ist gering. — Das Gestein ist ein Hellglimmerschiefer mit Annäherung an die Granatgneisquarzite.

Das Gestein 419 ist ein präkristalliner Mylonit von Hellglimmerschiefer und Amphibolit. I. H. sieht man die Verquetschung von Amphibolit mit dem Glimmerschiefer, ferner in diesem auch Zeilen und Haufen von Amphibol. U. d. M. sieht man große Granaten mit verlegtem si, saure Plagioklase mit einzelnen größeren Muscovitscheitern und mit Zügen und

¹ Dieser ist wahrscheinlich, wie in den Gleinalpengesteinen, nicht reiner Muscovit, sondern eine Mischung unter sehr starker bis vorwiegender Beteiligung von Paragonit.

Schwärmen von kleinem Muscovit, welche gefaltet sind ohne Biegung der einzelnen Blättchen. Ferner zeigt der Schriff kleine Meroxen und Züge von solchen, z. T. mit Chlorit; sie bilden oft dichtgedrängte Züge in Plagioklas. Öfters sieht man auch größere Chloritflecken im Plagioklas, auch quer zu s gewachsen. Ferner zeigt der Schriff Nester von Quarz und Feldspat und langgezogene Körnerhaufen der beiden. Streifenweise liegen im Schriff Hornblenden (mit Rutil), in s und quer wachsen in sie Chlorite und Meroxenscheiter hinein; in den Längs- und Querrissen der Hornblenden sind kleine Muscovitscheiter gewachsen. Glimmer und Chlorite zehren geradezu die Hornblenden auf. Quarz und Muscovit haben geringe u. A.

Ein zweiter Schriff weicht nur durch den Reichtum an Chlorit und das Zurücktreten des Amphiboles ab. In diesen Gesteinen kann man nichts anderes sehen als präkristallin verfaltete und verknietete, mylonitisierte Bildungen, die aus der Mischung eines Amphibolites mit einem Hellglimmerschiefer hervorging.

Sehr charakteristisch für den Charakter dieser Zone des Perschtenkogels ist auch die Einquetschung von Glimmerquarziten (422), die — einem hohen Niveau der Rappoltserie entnommen und tief unten mechanisch eingeknetet — in Meroxen und Granat diaphthoritische Erscheinungen zeigen. Ebenso charakteristisch ist auch die Nähe von Marmor.

Soweit die Gesteine der Speikserie nicht in den Hof der Ammeringkristallisation gehören, haben sie ihr heutiges Aussehen der Gleinalpenkristallisation zu verdanken. Diaphthorese hat nur eine geringe und, wie die Kränzchenneise zeigen, immer zonenweise Verbreitung.

Die Speikserie ist das Dach der Ammeringserie und es finden sich in ihr auch Orthogneise als Blätter in s. Auf der Südseite findet sich ein echter intrusiver Verband. Aus dieser Injektionszone stammt das in Fig. 6 abgebildete Stück (375), ein Amphibolit mit breitem Aplitgneisband, dessen Grenzfläche ein Harnisch ist, auf dem parallel mit der Bewegungsrichtung Hornblenden gewachsen sind — ein Beweis, daß die Harnischbildung in einer Zeit kristalliner Mobilisation geschehen ist.

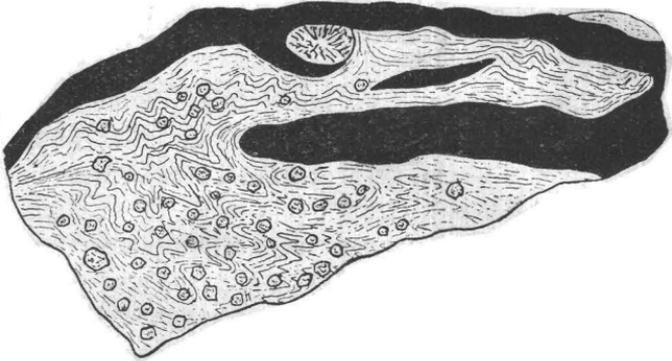


Fig. 4. Verknetung von Hornblendegestein (schwarz) und Glimmerschiefer, Granatenführend, gefaltet. Stüblergraben. Größe des dargestellten Handstückes (419). Länge: 13 cm; größte Höhe: 7 cm.

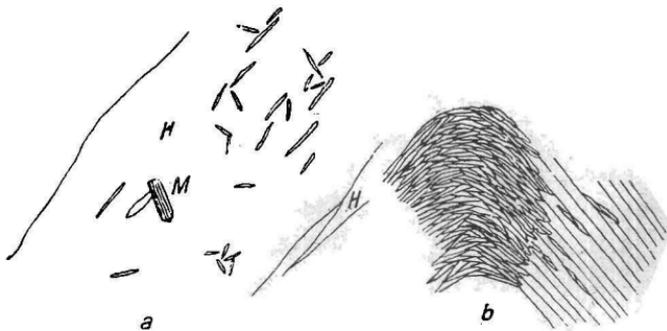


Fig. 5. Aus Knetgestein 419. Vergrößerung 1:25.
 a) Muscovit und Merophyllit (M) in Hornblende.
 b) Polygonalbögen von Muscovit mit Fortsetzung in lamelliertem Plagioklas.

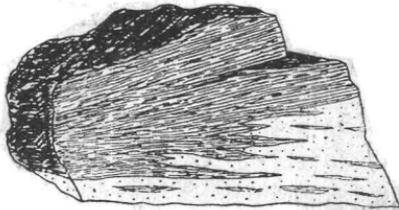


Fig. 6. Granat-führender Aplitgneis in Amphibolit. Petererkogel. Länge des Gesteinsstückes (375) = 8 cm.

Von den Amphibolgesteinen wurden zahlreiche Faltenquerschnitte untersucht; sie zeigen alle präkristalline Faltung.

Die Rappoltserie liegt im Hangenden der Speikserie. In der ersten Stubalpenarbeit wurde von einer Rappoltserie und einer Quarzitzerie gesprochen. Damals war noch unbekannt, daß die mit Granitgneis und Meroxengneis verbundenen Quarzite, Glimmer- und Gneisquarzite, nur eine ganz wenig mächtige Lage im Hangenden der Serie ausmachen, die keineswegs immer vorhanden sein muß. Die quarzitischen Gesteine sind konstant mit den untersten Teilen der Almhausserie verbunden, was nicht unbedingt eine primäre Wechsellagerung sein muß.

Die Rappoltserie wird von sehr verschiedenen Glimmerschiefern zusammengesetzt. Über die Rappoltglimmerschiefer ist auch nach Untersuchung zahlreicher neuer Schliffe nach ANGEL'S Beschreibung¹ nichts mehr zu sagen. Besonders charakteristisch ist für sie die ausgeprägte Internfaltung. — Erwähnt sei nur, daß es zahlreiche Übergangstypen in die Glimmerquarzite bzw. Granatglimmerquarzite gibt. So ist z. B. das südöstlich unter P. 1652 im Almhausgebiete geschlagene Gestein 234 m i. H. = Glimmerquarzit 108 a; u. d. M. ist noch Ähnlichkeit mit den Rappoltglimmerschiefern vorhanden, und die Zahlen der Ausmessung ergeben eine Mittelstellung.

Im Hangendsten der kristallinen Serie liegen chloritführende Glimmerschiefer, die jenen der Gleinalpe analog sind². Sie sind bei Lankowitz im Verband mit Glimmerquarziten und sollen als Zugehörige der Rappoltserie gelten, wenn sie auch dem Hauptgebiete derselben fehlen. Untersucht wurden folgende Proben: 215 — Sattel westlich vom Franziskanerkögel; 216 — Sattel zwischen Voitsberg und Dambauer; 216 a — Gaisfeld; 216 b — Stumpf im Berg bei Graden.

Das Gestein 215 ist dunkel, hat fast phyllitischen Habitus, mit phyllitisch auskeilendem Gefüge und bis 0,5 cm großen

¹ Jahrb. 1919, p. 140 ff.

² ANGEL, Jahrb. 1923, p. 20. Bei HERITSCH, Geologie von Steiermark, p. 162, 164, als Hornfelsschiefer.

Granaten. I. H. ist es als Granatphyllit zu bezeichnen¹. U. d. M. sind alle Komponenten mit Ausnahme der Granaten sehr klein; Quarz mit starker undulöser Auslöschung; wenig Plagioklas in den quarz- und den glimmerreichen Lagen; Meroxen, Chlorit, Muscovit in Schüppchen und Scheitern; Turmalin; starke Bestäubung des ganzen mit graphitischen Substanzen; Erz; große Granaten mit si aus graphitischen Substanzen. Die ursprüngliche Feinschichtung des Sedimentes wird durch das meist ausgeprägte s der Glimmer, durch die Quarzlagen, durch die in langen Zügen angeordneten graphischen Substanzen markiert. Die wilde Fältelung ist besonders durch die letzteren scharf gegeben. Dieses graphitische s ist deshalb so bemerkenswert, weil es außerhalb der Granaten die intensivste Fältelung hat, innerhalb derselben aber ganz ungestört ist. Daher sind zwei Störungsphasen zu erkennen: Gleinalpenkristallisation, die den Glimmerschiefer schuf und in den Granaten das si kristallin aufbewahrte; eine zweite Phase (zeitlich = Diaphthorese) mit lebhafter Durchbewegung, welche einen den Diaphthoriten vergleichbaren Zustand herbeigeführt hat.

Das Gestein 216 hat auch phyllitischen Habitus und auffallend große Granaten. Es stimmt mit 215 u. d. M. überein. Kleine Unterschiede liegen in dem gebogenen, aber noch nicht gefalteten si der Granaten; außerhalb derselben herrscht wilde Faltung. Bemerkenswerterweise dringt in die Granaten Chloritisation ein.

Die chloritführenden Glimmerschiefer sind die „Ton-glimmerschiefergebilde von Voitsberg, Salla und Übelbach“ bei STUR². Später hat IPPEN³ als Verbreitungsgebiet die Region gegen Puchbach, zwischen Kowald und Edelschrott, hervorgehoben; die Gesteine verlaufen in einem leichten Bogen gegen Arnstein und Ligist. IPPEN hat allerdings zwei verschiedene, im Handstück oft schwer zu trennende Gesteine vereinigt, nämlich die chloritführenden Glimmerschiefer und die Diaphthorite. IPPEN beschreibt die chloritführenden Glim-

¹ HERITSCH, Denkschr. d. Wien. Akad. d. Wiss. 94. p. 358, phyllitische Granatenglimmerschiefer.

² Geologie von Steiermark. Graz 1871.

³ Mitt. d. naturwiss. Vereins f. Steiermark. 1895. p. 34—36.

merschiefer von Kowald-Arnstein und von Ligist als Phyllite; beide stimmen mit meinen Stücken überein.

Ein sehr auffallendes Glied der Rappoltserie sind die Disthengranatglimmerschiefer. Das Gestein, das ober den Marmoren der Arwasserhube einen felsigen Kopf bildet, hat große Granaten (oft über 1 cm) in einer hellen Glimmermasse, in der in s Disthene (bis 5 cm lang) liegen; das Gestein fällt durch seine Quarzarmut auf. U. d. M. ist der Granat reich an Interpositionen, die ein verlegtes si bilden. Die Hauptmasse besteht aus Muscovitscheitern, die auch manchmal gebogen sind; darin liegt Disthen und wenig Staurolith, ferner vereinzelt Quarz in kleinen Putzen. — Dasselbe Bild gibt das Gestein, das — Hornblendefels¹ enthaltend — bei der Abzweigung des Fußweges zum Stübler an der Straße kurz unter dem Gaberl in großen Felsen ansteht. Es hat nur etwas mehr Quarz und zeigt zahlreiche kleine Turmaline in s. — Beide Gesteine stimmen weitgehend mit den Staurolithgneisdiaphthoriten und den Staurolithdisthengneisdiaphthoriten überein, welche ANGEL beschrieb²; Unterschiede liegen nur im Quarzgehalt und im Fehlen von Feldspat. Es sind die Disthengranatglimmerschiefer wohl auch Diaphthorite aus der Staurolithgneisreihe. Aber ihre Verbindung mit den hellen Glimmerschiefern rechtfertigt ihre auch auf der Karte durchgeführte Abgrenzung gegen die Diaphthorite. Im Gleinalpengebiete hat ANGEL solche Gesteine zu den Hellglimmerschiefern gesetzt, indem er diesem Begriff eine sehr weite Ausdehnung gegeben hat. Ich beschränke den Namen Hellglimmerschiefer auf jene Typen, die ANGEL in unserer ersten Stubalpenarbeit so bezeichnet hat³.

Die Hellglimmerschiefer s. str. stehen z. T. (z. B. 95 und 96 bei ANGEL) den Granatglimmerquarziten nahe; dagegen gehört 98 in eine Übergangsreihe vom Hellglimmerschiefer zum Disthengranatglimmerschiefer und steht letzterem, wie sein Muscovitreichtum zeigt, näher. Von den neu untersuchten Gesteinen ist 235 von der Kapelle unter dem Flantscher ein Hellglimmerschiefer ähnlich 95, aber reicher an

¹ HERITSCH, Centralbl. f. Min. etc. 1922. p. 696.

² Jahrb. 1919. p. 96.

³ Jahrb. 1919. p. 138.

Muscovit; er hat verlegtes si im Granat. Das Gestein 360 vom Kamm östlich des Scherzberges ist 235 ähnlich, aber noch reicher an Muscovit und führt (wie 96) sehr große Turmaline mit c in s.

Ein besonderer aus den Hellglimmerschiefern hervorgehender Typus sind die Muscovitschiefer, von denen zwei Proben untersucht wurden: 236 — zwischen Gößnitzbach und Sternig, und 237 — Gehänge der breiten Almmulde südlich vom Petererriegel und P. 1935. Die Ausmessungen der beiden ergaben: Quarz 45,1, 47,3; Feldspat 0,5, 4,2; Meroxen 1,3, 1,8; Muscovit 42,0, 42,7; Granat 10,6, 4,7; Turmalin 0,0, 0,7; Rutil 0,3, 0,3; Erz 0,2, 0,1. In diesen Gesteinen bilden i. H. Muscovit und Quarz entweder ein ziemlich ebenschieferiges (236) oder ein durch dicke, knollenartige Quarze und große Granaten unebenschieferiges bis höckeriges (237) Gefüge. U. d. M. Quarz mit starker u. A. und verzahnten Intergranularen, mit Plagioklaslagen, die von Muscovit getrennt werden. Die Scheiter des Muscovites stehen fast alle in s. Granat in 236 mit verlegtem si aus Muscovit, in 237 ohne sichere Reliktstruktur, mit Einschlüssen von Rutil, Biotit und Erz. Turmalin und Rutil über die ganzen Schriffe verstreut. Postkristalline Kataklase nicht ganz schwach, sie hat Lösung des Quarzgefüges bedingt. — Diese Gesteine können vollständig diaphthoritisierte Glieder von Tonerdesilikatgneisen sein.

Bezüglich der Quarzite ist nach ANGEL'S Ausführungen¹ nichts mehr zu sagen. Gneisquarzite sind sehr selten. Zur Untersuchung, die nichts Neues ergab, kam nur ein Stück (367) von der alten Weinstraße.

Viele neue Glimmerquarzite wurden untersucht. Es sind Gesteine mit mäßigem Granatgehalt. Z. T. haben sie Glimmer-Polygonalbögen (357 von der alten Weinstraße). Granatglimmerquarzite (= jenen der Gleinalpe) wurden vom P. 1379 östlich des Scherzberges (234) und vom oberen Kohlbachgraben westlich P. 1248 (363) untersucht. 234 ist stark kataklastisch und mit Aplitgneis injiziert, wobei der Primärkontakt durch die vorkristalline Gefügebewegung verwischt wurde.

¹ Jahrb. 1919. p. 155.

In den hangendsten Teilen des Kristallins liegen im Gebiete westlich und nordwestlich von Lankowitz eigenartige Schiefer. Ich stelle sie zu den Granatglimmerquarziten, beschreibe sie kurz, wobei ich verweise und betone, daß sie reich an Pegmatitgneis sind. Diese Granatglimmerquarzite sind ebenflächige, sehr dünnplattige Gesteine mit Glimmer, Granat und Quarz als Hauptkomponenten, mit Feldspat als Übergemengteil. Ihr sehr feinkörniges Gefüge ist ein absolut in s gestelltes Glimmernetzwerk, zwischen welchem kürzere oder längere, in s längliche und immer auskeilende Quarz-(Feldspat-)züge liegen. Die Granaten sind große Porphyroblasten. Untersucht wurden folgende Stücke: 238, 239 — Hohlweg westlich vom Sattel westlich des Franziskanerkogels; 240 — Teigtischgraben östlich vom Eisenbauer; 240a — markierter Weg Sattelmwirt—Jägerwirt, Biegung zwischen Koinihütte und P. 1285. — Die i. H. grauen Gesteine haben viele kleine (238, 239) oder sparsame, bis 0,5 cm große Granaten. Quarz fast ohne u. A.; kleine, sehr saure Plagioklase. In 240 vereinzelt größere (0,8 × 2,0 mm) Oligoklasporphyroblasten, deren Lamellierung und Längsentwicklung in s liegt; sie sind mit den Albitloblasten zu vergleichen, die SANDER aus den Hohen Tauern beschrieben hat, und sind auch so zu erklären: ihre Kristallisation erfolgte ohne Anpassung der Form an gerichtete Spannungen. Ein solcher Oligoklasporphyroblast ist gebrochen, die beiden Trümmer zeigen eine zu s etwas verschieden orientierte Zwillingsstreifung und ein damit parallel gehendes si; das zeigt eine leichte postkristalline Gefügebewegung an, die sich auch in der ganz leichten undulösen Auslöschung der Quarze äußert. — Meroxen und Muscovit bilden ein Netzwerk in s. Größere (bis 1,0 × 3,0 mm) und kleine Granaten, oblong in s, mit ausgezeichnetem, durch staubfeine, nicht deutbare Pünktchen gebildetem si. Erz und Rutil über die ganzen Schiffe verstreut. — Das Stück 240a hat den Habitus der grauen Glimmerquarzite. U. d. M. auch z. T. deutliche Anklänge an die Glimmerquarzite. Granat mit si ⊥ auf se.

Im Steinbruch beim Tauber ist ein Granatgneis-quarzit (412) mit wenigen, aber großen Granaten abgeschlossen. Er führt spärliche Disthene. Die Ausmessung

ergab folgende Zahlen: Quarz 39,6; Plagioklas 16,1; Meroxen 4,2; Muscovit 18,1; Granat 18,5; Disthen 0,8; Turmalin 0,7; opake Substanz 2,0. Der Schriff zeigt ausgezeichnetes s-Gefüge von Quarz, Feldspat und Glimmer, auch Lagen von Granat und Glimmer allein. Der Granat ist in s oblong. Alle Komponenten sind in s gestellt.

Nur an einer Stelle (am Rücken südlich vom Gaberl) treten Granitgneis (1a) und Meroxengneis auf¹; sie liegen im quarzreichen Teile der obersten Rappoltserie.

Die Rappoltserie ist keine einheitliche, metamorph gewordene Schichtreihe, sondern sie ist tektonisch durch Einschaltungen von Gesteinen aus anderen Serien gegliedert und auch sonst durch Schubflächen durchzogen. Eine solche Fläche zieht östlich unter dem Kamm P. 1698—Salzstiegel durch. Über den Amphibolgesteinen der Speikserie liegt ein gegen S tektonisch auskeilendes Band von Disthengranat- und Hellglimmerschiefern, auf welches Rappoltglimmerschiefer aufgeschoben sind; nach Aufhören der anderen Glimmerschiefer sind die Rappoltglimmerschiefer, deren unterste felsige, die Störung wohl markierende Lage in Schrofenzügen bis in den Rappolt zu verfolgen ist, direkt den Amphibolgesteinen aufgeschoben. In diesen Felsen (ca. 10 m unter dem Salzstiegel an der ebenen Straße gegen den Schmidbauer) sind in die Rappoltglimmerschiefer Fetzen und Schuppen von sehr heftig gefalteten Hellglimmerschiefern eingepreßt (411). U. d. M. hat dieses Gestein große Ähnlichkeit mit dem Hellglimmerschiefer 95, i. H. dagegen mit den Muscovitschiefern. U. d. M. sieht man ein grobkörniges Quarzgefüge mit geringer Kataklase und fast ohne u. A. Ebenso fehlt auch dem Glimmergebälk der Faltenbögen die u. A. Meroxen und Muscovit bilden einzelnen Blätter in s, der letztere macht aber auch dicke Lagen. Die Werte der Ausmessung sind folgende: Quarz 59,2; Meroxen 5,1; Muscovit 32,6; Granat 2,6; Turmalin 0,1; Erz 0,4. Das Gefüge steht ideal in s. Die Faltung ist präkristallin. Es besteht aber die Möglichkeit, daß der Schriff nur einen Teil mit präkristalliner Faltung getroffen hat, nicht aber die nebenliegenden, vielleicht kataklastisch umgeformten Teile,

¹ ANGEL-HERITSCH, Jahrb. d. geol. Staatsanstalt. 1919. p. 57, 63.

auf welche die Beschaffenheit des Handstückes hinweist. In diesem Falle müßte man auf eine postkristalline Wiederbelebung einer präkristallinen Schubbahn denken.

Als mechanische Einschaltungen sind die verschiedenen Amphibolgesteine¹ und die vielfach mit Pegmatitgneis ohne Primärkontakt verbundenen Marmore anzusehen. Pegmatitgneise sind selten. Nur an einer Stelle, am Kamm südlich vom Gaberl vor dem Marterl ist Pegmatit vorhanden, der in der Metamorphose mit dem Granitgneis des Wölkerkogels (1) zu vergleichen ist. Am Rappolt ist Amphibolit in Primärkontakt mit Granit vorhanden.

Die Faltung der Rappoltserie ist präkristallin. Die Zurechnung der Gesteine zur Gleinalpenkristallisation ist dadurch und durch ihre Verbindung mit den anderen Serien sichergestellt.

Die **Almhausserie** ist das Hangende der Rappoltserie. Ihr auffallendstes Glied ist der Marmor, dessen lange Züge bereits von den früheren Beobachtern² als wichtiger Leit-horizont erkannt wurden; so haben sie z. B. in M. VACEK'S Übersichtsaufnahme eine im großen ganzen richtige Darstellung gefunden³. Mit der Almhausserie der Region um das alte Almhaus haben ANGEL und ich uns eingehend beschäftigt⁴. Die Serie hat auf ihrer ganzen Erstreckung den für das Gebiet um das alte Almhaus nachgewiesenen, un-gemein komplizierten Bau⁵. Es braucht daher hier nur einiges erwähnt werden. Im allgemeinen sei bemerkt, daß sich die meisten Gesteine der Almhausserie in eine untere Tiefenstufe

¹ Beschreibung in HERITSCH, Centralbl. f. Min. etc. 1922. p. 696 ff. Dort auch Neubenennung eines von ANGEL beschriebenen Gesteins (89). Die beschriebenen Hornblendefelse 225 i und 265 haben smaragditische Hornblende.

² Mit Ausnahme LEITMEIER'S, Jahrb. geol. Reichsanst. 1911.

³ Verh. d. geol. Reichsanst. 1890. p. 13. Geol. Manuskriptkarte, Blatt Köflach—Voitsberg.

⁴ Jahrb. d. geol. Staatsanst. 1919.

⁵ Hinsichtlich der Amphibolgesteine siehe HERITSCH, Centralbl. f. Min. etc. 1922. p. 696 ff.; dort auch Umbenennungen der von ANGEL beschriebenen Gesteine 77 und 90. Die von ANGEL beschriebenen „Hornblendegranatgneise“ 75 (Wölkerkogel) und 76 (Brandkogel) sind Hornblendepagioklasgranatfelse.

einreihen lassen¹; sie gehören zur Gleinalpenkristallisation. Vielfach lassen sich zwei Tiefenstufen nachweisen, die ihren schärfsten Ausdruck in den Diaphthoriten haben.

In der Almhausserie liegt der Granitgneis des Wölkerkogels (1), den ANGEL beschrieben hat². Ein neuer Schlift zeigt mehr Granat und kleine Turmaline. Die Möglichkeit der Abstammung des Granates aus dem resorbierten Nebengestein ist durch ein si aus Erz nahegerückt. Biotitkongregationen aus dem Granit haben ein ausgeprägtes s aus Biotit—Muscovit—Erz. — Der Granit des Wölkerkogels ist nach der Ammeringkristallisation emporgedrungen und hat nur eine leichte Pressung mitgemacht.

Der von ANGEL beschriebene Ottrelithschiefer des Almhauskopfes (58) ist ein besonders bemerkenswertes Glied. Er ist mit den Chloritoidgesteinen der Gleinalpe nicht vergleichbar; diese sind noch zweite Tiefenstufe, No. 58 aber ist erste Tiefenstufe und als der später eingequetschte Streifen einer jüngeren, vom Hochmetamorphicum zu trennenden Auflagerung anzusehen. No. 58 ist jedenfalls in der Zeit der zweiten Durchbewegung (Diaphthorese) in den Verband gekommen und hat eine aufsteigende Metamorphose mitgemacht, während die gleinalpenkristallinen Gesteine die Diaphthorese erlitten.

In der ersten Stubalpenarbeit wurde von ANGEL ein Mesotonerdesilikatgneis beschrieben (56). Dieser ist nach den Erfahrungen im Gleinalpengebiete mit den hornfelsartigen Granatglimmerquarziten zu vergleichen und wegen seiner Granatarmut als Glimmerquarzit anzusprechen. Dasselbe Gestein (369) kommt in den basalen Teilen der Almhauszone unter dem Pufing vor und ist wie No. 56 durch seine dunkle Farbe auffallend.

Mit dem genannten Glimmerquarzit unter dem Pufing kommt Granatgneis (371) vor. I. H. feinfaserige Textur, planparallel. U. d. M. ähnlich den Hirschegger Gneisen durch Ströme von Schüppchenmuscovit und andere Glimmer; darin Granaten, Lagen von Quarz—Feldspat. Vergleichsgesteine sind die von ANGEL beschriebenen Granatgneise 54, 55. Alle

¹ Nicht in die ESKOLA'sche Eklogitfazies.

² Jahrb. d. geol. Staatsanstalt. 1919. p. 56.

drei Granatgneise gehören in die Reihe der diaphthoritisierten Gesteine. Der Granatgneis 371 bildet mit Glimmerquarzit über dem ersten Marmor unterhalb des Pufing eine schmale Lage.

Die Teigitschserie umfaßt zum großen Teile Gesteine der untersten Tiefenstufe; sie verdanken der Gleinalpenkristallisation ihren Habitus. Diese Gesteine waren schon von ROLLE¹ als Gneis erkannt worden. Von den späteren Autoren, z. B. von MORLOT, STUR, VACEK, DOELTER wurden sie als Glimmerschiefer bezeichnet, was bei ihrer Neigung zur „glimmerschieferartigen“ Verwitterung begrifflich erscheint. — Die Hauptgesteine der Teigitschserie sind die Buntscheckgneise und die Hirschegger Gneise.

In den Hirschegger Gneisen sind Pegmatitgneise so reichlich vertreten, daß sie geradezu charakteristisch für diese Gesteine sind. Sie sind meist ganz dünne Linsen, ja sogar nur kleine Blätter in s. Neben diesen infolge enormer Durchbewegung in Linsenform gebrachten Pegmatitgneisen gibt es auch mächtige, weniger durchbewegte Züge. Das kann auf verschiedenes Alter oder auf selektive Metamorphose zurückgehen.

Die Buntscheckgneise sind keine nach den Zahlenwerten einer Ausmessung zu definierende Gesellschaft, sondern nur texturell unter Zugrundelegung ihrer mineralischen Komposition zu erfassen. Sie haben als Paragneise einen rasch wechselnden Bestand, der sich auch in den Ungleichmäßigkeiten eines Schliffes ändert. Diese Eigenschaft haben sie mit den anderen Gneisen der Teigitschserie gemeinsam. Die neu untersuchten Gesteine gleichen den von ANGEL² beschriebenen, nur führen alle Disthen. Es wurden auch Typen gefunden, die texturell und u. d. M. Übergangstypen zu den Hirschegger Gneisen sind.

In der Gruppe der Hirschegger Gneise wurden Gesteine vereinigt, die petrographisch zu trennen sind, deren Scheidung aber auch auf einer Karte sehr großen Maßstabes nicht gelingen würde; sie werden als sillimanitführende Gneise, Hirschegger Gneise und Gößnitzgneise bezeichnet, gehen aber in der Kartendarstellung als Hirschegger Gneise.

¹ Jahrb. 1856. p. 223.

² Zu ANGEL'S Beschreibung. Jahrb. 1919. p. 92, siehe noch ANGEL, TSCHERM. Min.-petr. Mitt. 35. p. 114—116, und BECKE, ebenda. p. 117—120.

Die sillimanitführenden Gneise (195 — Felsen an der östlichen Talwand bei der Ausmündung des Katzbachgrabens in den Sallagraben; 195 g — Sallagraben beim W.H. 1,5 km ober Krenhof; 195 h — Sallagraben bei der Mündung des Hofamessergrabens) zeigen i. H. die Lagentextur der Hirschegger Gneise. U. d. M. fehlen die für die letzteren charakteristischen Disthenflatschen. Mit den Buntscheckgneisen haben sie die sillimanit- und disthendurchspickten Feldspäte gemeinsam. Ihre Abgrenzung gegen Hirschegger- und Buntscheck-Gneise schwimmt infolge von Übergängen.

Gesteinsnummer	195	195 g	195 h	196	197	198	199
Quarz	27,1	36,9	38,8	2,9	15,0	28,3	6,8
Feldspat	21,6	27,4	20,3	2,0	9,5	0,3	0,2
Sillimanit	0,1	0,2	0,2	0,5	0,6	0,2	0,4
Meroxen	20,1	13,5	27,6	14,4	7,2	2,8	—
Scheitermuscovit	2,9	—	1,5	15,6	5,4	26,2	44,6
Schüppchenmuscovit	—	—	—	31,1	33,5	18,2	18,7
Epidot	2,8	—	—	—	—	—	—
Disthen	3,2	4,2	0,7	17,8	22,2	6,0	8,0
Granat	20,1	16,5	4,0	12,9	5,3	16,3	20,1
Rutil	—	—	—	—	—	—	0,6
Turmalin	—	—	0,4	—	—	—	—
Erz und opake Substanz	2,1	1,3	6,5	2,7	1,3	1,3	0,6
Titanit	—	—	—	0,1	—	—	—

195 zeigt u. d. M. zwei verschiedene Lagen: a) Quarztrümmerströme (mit u. A. und verzahnter Struktur), vereinzelt Plagioklas mit Disthen- und Sillimanitnadeln, sehr wenig Meroxen; b) Plagioklas wie oben, Muscovit, sehr viel Meroxen in großen Schuppenzügen, Granat (z. T. skelettartig, reich durchsetzt mit Erz und Meroxen), Magnetit. — Nach diesem Muster gehen diese Gneise; einzelne haben größere Feldspatporphyroblasten mit Sillimanit und Disthen. Der Sillimanit in den Feldspäten hat die Form des Sillimanitbartes (= Nadelballen bei ANGEL¹).

Für die Hirschegger Gneise ist der dünn-schichtige bis feinfaserige, linsige bis plattige Habitus, u. d. M. der

¹ TSCHERM. *Min.-petr. Mitt.* 35. p. 114.

Lagenbau charakteristisch. In der mineralischen Komposition liegt der charakteristische Zug im Reichtum an Disthenflatschen¹ und in der Führung von einzelnen größeren Disthenen. Bezüglich des Sillimanites können sie nur an die Buntscheckgneise angeschlossen werden. Unter den von ANGEL in der ersten Stubalpenarbeit² beschriebenen Sillimanitgneisen finden sich Typen, welche in ihrem Gefüge und in der Art ihrer mineralischen Komposition bereits zum Typus des Hirschegger Gneises neigen. Charakteristisch für die Paragneisnatur der Hirschegger Gneise ist der starke Wechsel ihres Mineralbestandes. Für ihre Beschreibung kommt, besonders hinsichtlich der Lagen von Quarz und Feldspat das Zufallsmoment des Schliffes in Betracht, woraus sich ergibt, daß Ausmessungen nicht zur Charakteristik, sondern nur beiläufig zur Kennzeichnung des Habitus des Gesteines in Betracht kommen können. Daher mögen einzelne Typen zur Beschreibung kommen.

Das Gestein 196 (geschlagen nordwestlich vom P. 1217 gegen Flantscher) hat u. d. M. folgende sehr dünne (0,2—0,8 mm) Lagen: a) Meroxenscheiter (mit Erz und Titanit); Granat



Fig. 7.

Struppiger Sillimanitbart in Muscovit. Vergrößerung 1:160.

(auch skelettartig, z. T. mit verlegtem si aus Erz und Quarz); verfilzte Ströme von Muscovitschüppchen mit kleinen Disthenhaufen; verfilzte, von sehr wenig Meroxen durchsetzte Disthenströme; Scheitermuscovit; Erz in langen s-Strähnen; alle sechs Komponenten bilden ein auskeilendes Gefüge. — b) Quarz in granoblastischem Gefüge mit wenig Albit und vereinzelt Zügen von Erz und Meroxen. — c) Meroxen und Granat wie in a; Muscovitströme zurücktretend; fast keine Disthenströme; kleine Scheitermuscovite; viel Erz in langen s-Zügen, Plagioklas wie im Buntscheckgneis. — d) Scheitermuscovite in s, darin feinste Sillimanitnadeln in der Form des struppigen Sillimanitbartes (Fig. 7); am Rande der Muscovitlagen vielfach Plagioklas wie in c, manchmal kunstvoll von Erz in

¹ Siehe dazu ANGEL, TSCHERM. Min.-petr. Mitt. 35. p. 113.

² Was in dieser Arbeit als Knetgesteine von Quarzit (Glimmerquarzit) + Sillimanitgneis angeführt wurde, ist Hirschegger Gneis.

s-Strähnen durchsetzt. — e) Vorwiegend Scheitermuscovit, dazu Meroxen und Erz. — Alle diese Lagen bilden derart ein auskeilendes Gefüge, daß die Quarzlagen im Schliß nur kurz durchgehen. Die anderen halten durch, besonders gilt das für die Disthenfilze, welche lange Ströme bilden und sich an ihren Enden oft fingerartig auflösen und in Schüppchenmuscovit eingreifen.

Gestein 197 (Teigitschgraben, unter dem Grabenschmied) hat folgende 1—4 mm breite Lagen: a) Ströme aus Schüppchenmuscovit mit einzelnen Muscovitscheitern und Meroxenen; Erz in s; einzelne Plagioklase. — b) Lange Ströme von Disthenfilz. — c) Ströme von Schüppchenmuscovit (manchmal mit kleinen Rutilen), welche Lagen von granoblastischem Quarz mit Scheitermuscovit und Lagen von Meroxen, Scheitermuscovit und Granat umschließen. — d) In s gestreckte Granaten (mit si wie in 196) in langen Zügen, dazu wenig Meroxen. — e) Schüppchenmuscovitströme mit in s gestreckten Granaten und Meroxenscheitern (z. T. in s, z. T. quergestellt); viele eingestreute Quarzlinsen, in diesen Plagioklas wie in 196 unter c—f); granoblastischer Quarz mit kleinsten Muscovitscheitern (im Quarz feinste parallele Züge von Einschlüssen \perp auf c); Plagioklas wie im Buntscheckgneis, randlich mit kleinen Granaten. — g) Quarzlagen wie in f, dazu in s langgestreckte Granaten mit verlegtem si (aus Meroxen und Erz). — Die postkristalline Pressung ist schwach.

Von No. 198 (Profil St. Bartolomae—Hirshegg, unter P. 1241) und 199 (nördlich von St. Johann) wurden nur die Ausmessungsergebnisse angeführt. Sie unterscheiden sich in keinem wesentlichen Zug von den obigen. Angeführt sei nur aus beiden der struppige Sillimanitbart im Muscovit. Im Gestein 199 β (Katzbachgraben, unter dem Sägmüller) wurde auch Hornblende als Komponente festgestellt.

Zu den Hirshegger Gneisen gehört auch der sogenannte Stainzer Plattengneis. Von diesem Gestein wurden aus demselben geologischen Verband im Sauerbrunngraben nebeneinander eine Reihe von Handstücken geschlagen, die aber doch voneinander abweichen; die einen haben Disthenflatschen, die anderen nicht; dafür haben die letzteren große Feldspate von der Art jener des Buntscheckgneises.

Die Hirschegger Gneise sind der Typus des durchbewegten Gesteins. Die Glimmerzüge, die Disthenflatschen, haben den Charakter von Gleitfasern. Die Durchbewegung ist aber präkristallin, es hat die Kristalloblastese (Gleinalpenkristallisation) die Phase der großen und der Differentialbewegungen überdauert, wie das Fehlen von Spannungen zeigt. Die Durchbewegung wird auch von den Pegmatitgneisen aufgezeigt, die immer in Linsenform und als Schnüre auftreten (p. 102). Sie können als diaphthoritisch gelten (Schüppchenmuscovit!).

Göbnitzgneise wurden bei der Aufnahme jene Gesteine genannt, die (der Typus ist No. 200, zwischen Neuhäuselwirt und Spenger) ein grobes Lagengefüge haben: Quarz-Feldspatlagen von 3—10 mm Dicke und Glimmer-Granatlagen von 1—4 mm Dicke. Die ersteren zeigen Quarz (fast ohne undulöse Auslöschung, mit quer zu s gehenden Rissen, granoblastisch, in s oblong, auch durch Muscovit getrennte Lagen bildend), Kalifeldspat und Oligoklas (in s gestreckt), große Muscovitscheiter (strenge in s), Meroxen, Magnetit. — Die anderen Lagen zeigen Quarz und beide Feldspäte, Muscovitscheiter und Meroxen in s, Magnetit, Granat (mit unverlegtem si, z. T. skelettartig), große Disthene. — Das ganze ist eine in s auseinandergelegte Mischung eines granitischen Ganggesteins von aplitischem Charakter und einem ursprünglichem Tongestein. Die Kristalloblaste ging über das gemischte Gestein und überdauerte weitaus die Durchbewegung; sie löschte alle Spuren rupturer Vorgänge aus. Schließlich trat nur mehr eine leichte postkristalline Pressung ein. Das Gestein ist der Typus eines Injektionsgneises (WEINSCHENK), der Kristallisationsschieferung (BECKE), der vorkristallinen Deformation (SANDER). — Die Gesteine dieser Art sind sehr variabel. Wo sie stark gefaltet sind, wandern die aplitischen Lagen zu Putzen von oft nicht mehr als Faustgröße zusammen. Die Lagentextur wird oft fein und das aplitische Material tritt so stark zurück, daß Zwischentypen zu den Hirschegger Gneisen entstehen. Diese Zwischenglieder haben den Lagenbau gemeinsam. In diesem Sinne sind die sillimanitführenden Gneise nicht nur ein Zwischenglied von Buntscheck- und Hirschegger Gneisen, sondern auch zwischen den letzteren und den Göbnitzgneisen.

Solche Übergangstypen entstehen da, wo der Sillimanit fehlt und es sich um in s umgelegte ursprüngliche Injektionen handelt. — Auch auf einer Karte von Planmaßstab könnten die Gößnitzgneise nicht von den Hirschegger Gneisen getrennt werden.

In der Teigitschserie sind Einschaltungen von anderen Gesteinen relativ selten. In erster Linie sind Marmore zu nennen, die z. T. auffallend lange Züge bilden.

Als Einschaltungen treten ferner mächtige und lange Züge von Glimmerschiefern verschiedener Art auf.

Sehr klein aber bemerkenswert ist der aplitische Granitgneis (160), der am markierten Weg südöstlich unter dem Ochsenkogel (vor dem Abstieg zum P. 1346) im Gehänge herumliegt und mit Buntscheckgneis in Kontakt steht¹. U. d. M. zeigt das i. H. fast massige Gestein granitisch-körniges Gefüge, Quarz (als Mesostasis und in größeren Körnergruppen), sehr saure große Oligoklase (meist gut idiomorph, z. T. mit Kaolin verschmiert, z. T. mit Sillimanit- und Muscoviteinschlüssen, mit Chlorit, Quarztropfen und einem Mineral der Epidotgruppe), kleine Albite ohne Interpositionen, außerhalb der Feldspäte etwas Chlorit und Muscovit. Die postkristalline Pressung äußert sich in der kräftigen u. A. der Quarze.

Ein an Muscovit reicher, vielfach gefalteter Granitgneis (160c)² liegt an der Packstraße, abwärts von Unterrohrbach. Die Glimmer sind zu breiten Zügen und Flatschen angeordnet, aber es ist keine Trennung in Lagen wie bei den Meroxengneisen. Quarz (mit u. A.) und Feldspat sind kataklastisch zerhackt. In den Falten bilden die Glimmer Polygonalbögen. — Im markierten Hohlweg von Pack zur Bartelmäer Alpe kommt ein dünnschieferiger Granitgneis (160d) vor, der texturell zwischen einem Granitgneis und einem Meroxengneis steht³.

Auch Einschaltungen von Diaphthoriten finden sich. Das interessanteste Vorkommen dieser Art ist der Staurolithgneis in Diaphthorese (204), der mit 70—80° NO-Fallen einen

¹ Die Ausmessung eines Schriffes, bei HERITSCH, Verh. geol. Bundesanstalt. 1922. p. 149.

² Ausmessung. Ebenda. p. 149.

³ Ausmessung. Ebenda. p. 149.

großen Aufschluß am linken Ufer der Teigtisch bei der Vereinigung der Straßen von Hirshegg und Pack bildet. Das Gestein ist von starken und feinen Lagen von Pegmatitgneis durchsetzt, ferner finden sich zahlreiche große und kleine Putzen von Pegmatitgneis, vereinzelt auch mächtige Knollen von granatführendem Pegmatitgneis. Diese Putzen werden bis 1 m dick, aber im Streichen verschwinden sie, indem sich ihre Mächtigkeit mehr und mehr vermindert, so daß sie oft nach 10 m Länge schon auskeilen. In den Pegmatitgneisputzen schwimmen Fetzen des Staurolithgneises. Das ganze ist ein Bild lebhafter Durchbewegung. Das Gestein 204 (Ausmessung, p. 109) ist sehr hell, fast ungeschiefert und zeigt i. H. Granat, Quarz und vorwiegend wirr gestellten Muscovit. Handstück und Schliff sind dem sog. Pinitgneis 47 sehr ähnlich. U. d. M. sieht man große und kleine Granaten (mit si aus opaker Substanz und Erz, mit Rutileinschlüssen), ein Gewirr von Scheitermuscovit, darin Erz, Rutil (auch sonst über den glanzten Schliff verstreut), Meroxen (mit Erz und Rutileinschlüssen), kleine Quarzkörnchen, Plagioklas (mit feinsten Nadelchen — Sillimanit?), vereinzelte Staurolithe, große Zirkone. Das Gestein steht manchem Hellglimmerschiefer der Gleinalpe nahe und stellt jenen Typus von Diaphthorose dar, der keinen phyllitischen Habitus zeigt¹.

Die Gradener Serie. Sie ist das hangendste Glied des Kristallins der Stubalpe. Ihre Gesteine sind ursprünglich von der Gleinalpenkristallisation geformt worden, haben aber dann eine diaphthoritische Phase erlebt. Die Hauptgesteine sind Staurolithgneise und deren Diaphthorite, ferner die merkwürdigen Mylonite.

Als Staurolithgneise, Staurolithdithengneise und deren Diaphthorite wurden die von ANGEL als Cordieritgneise² beschriebenen Gesteine erkannt³. Zum Vergleich wurde der Staurolithgneis in Diaphthorose von der Ruine Ehrenfels bei Radegund herangezogen⁴. Das Gestein 205

¹ HERITSCH, Grundlagen der alpinen Tektonik. p. 92.

² ANGEL-HERITSCH, Jahrb. d. geol. Staatsanstalt. 1919. p. 96.

³ ANGEL, TSCHERM. Min.-petr. Mitt. 35. 1921. p. 112.

⁴ PETERS, Mitt. d. naturwiss. Vereins f. Steiermark. 1868; PETERS-MALY, Sitz.-Ber. d. Wien. Akad. d. Wiss. 57. 1. Abt. 1868.

Gesteinsnummer	204	205	207	208
Quarz	3,0	2,8	0,2	1,7
Feldspat	7,7	18,2	6,1	4,8
Meroxen	11,4	8,4	12,8	9,9
Scheitermuscovit	48,7	12,4	49,4	25,2
Schüppchenmuscovit	—	14,3	0,8	32,9
Chlorit	—	—	1,0	—
Granat	20,8	26,2	24,1	14,8
Staurolith	3,6	16,5	—	2,7
Disthen	—	—	—	4,0
Rutil	0,6	—	0,5	0,7
Turmalin	—	—	3,2	—
Erz und opake Substanz . .	4,2	1,2	1,9	3,3

(Quelle am markierten Weg Sattelwirt—Jägerwirt, über der Koinihütte) ist ein Staurolithgneis in Diaphthorese. U. d. M. zeigt er viele schöne Staurolithe ($1,2 \times 3,0$ mm); bei einzelnen (Fig. 8) siedeln sich in der Spaltrichtung Ströme von Schüppchenmuscovit an, welche die Staurolithe zerlegen¹. Ein anderer Teil des Schlifses zeigt bereits große Ströme von Schüppchenmuscovit, ferner Scheiter von Muscovit und Meroxen, Quarz, Oligoklas, Granat. Sehr deutlich ist die Hornfelsstruktur des Gewebes. — Das Gestein 207 (Scherzberg, Osthang) hat unverhältnismäßig große Granaten (10 bis 20 mm) in dünnstieferigem Gefüge. Der Mineralbestand ist in der Ausmessung gegeben. Erwähnt seien nur die Bestäubungszonen von opaker Substanz in s, Turmaline mit c in s und die Quarzgefüregel.

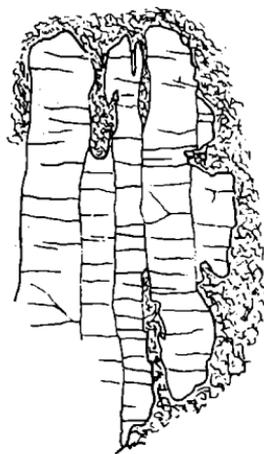


Fig. 8.
Auflösung von Staurolith durch Schüppchenmuscovit. Vergrößerung 1:20.

Das Gestein steht manchen Hellglimmerschiefeln der Gleinalpe nahe. — Im Gestein 208 (Gehöft westlich vom

¹ ANGEL, TSCHERM. Min.-petr. Mitt. 35. p. 112.

Josefbauern, Katzbachgraben) liegen Reste von kleinen Disthenen in Strömen von Schüppchenmuscovit—Muscovit—Chlorit—Meroxen. Granaten haben ein si, wie bei ANGEL beschrieben¹.

Von alpinen Staurolithgesteinen sind die von ELTERLIN beschriebenen² nicht vergleichbar. Von den durch F. E. SUESS dargestellten Gesteinen des Patscherkofels³ ist der staurolithführende Glimmerschiefer mit den staurolithführenden Diaphthoriten, das auf p. 620 erörterte Gestein jenem der Koinihütte ähnlich. Ebenso ist eine Parallele mit HAMMER'S Staurolithgesteinen der Laasergruppe⁴ und den von OHNESORGE beschriebenen des Hochedergebietes⁵ am Platze.

Die Gruppe der Mylonite von Diaphthoriten + quarzitischen Gesteinen hat ANGEL aufgestellt. Herr Hofrat BECKE hatte die Güte, ANGEL und mich aufmerksam zu machen, daß die Trennung in zwei Gesellschaften auch bei richtigen Sedimenten vorkommt, und er verwies auf die mährischen Culmschiefer. In meinem großen Schlißmaterial aus der obersteirischen Grauwackenzone habe ich manchmal solchen Wechsel feststellen können, doch scheint er da regelmäßiger angeordnet zu sein. Ich möchte zur Frage nicht Stellung nehmen und behalte daher unter Vorbehalt den ANGEL'schen Namen bei. Untersucht wurden Gesteine dieser Art von folgenden Punkten: 209 — Anfang der Teigitschklamm; 210 — nördlich vom Sattel 1285 in Gradenberg; 211 — zwischen P. 807 und St. Johann; 211 a — Schärzberg, Osthang; 212, 213 — Westseite des P. 1379; 212 a — P. 874 bei St. Johann. — Alle Gesteine gleichen i. H. dem Gestein 48 bei ANGEL. U. d. M. sieht man zwei Gesellschaften: a) Verzahnte Quarze mit langen Strähnen von Sericit; b) Granat, Meroxen, Sericitströme, Muscovit, Chlorit, also die Gesellschaft der Diaphthorite. In 209, 212, 213, 214 kommen Turmaline dazu. 211 führt wie No. 51 Disthenflatschen. Die Gesteine nähern sich in ihrem Bestande u. d. M. den hellen,

¹ ANGEL-HERITSCH, Jahrb. d. geol. Staatsanst. 1919. Fig. 3. p. 102.

² Jahrb. geol. Reichsanst. 1891. p. 229, 301.

³ Jahrb. geol. Reichsanst. 1894. p. 619.

⁴ Jahrb. geol. Reichsanst. 1906. p. 504.

⁵ Verhandl. geol. Reichsanst. 1905. p. 176.

quarzreichen Glimmerschiefern. Die Ausscheidung auf einer Karte ist unmöglich.

Die Mylonite sind oft reichlich von Pegmatitgneis durchsetzt. So stehen Mylonit (211) und Pegmatitgneis nördlich von St. Johann mit 30—40° O-Fallen an. Bei der Kapelle westlich vom Hofamesser haben sie im Verein mit Pegmatitgneisen 50° NO-Fallen und reichen bis zum Hirschegger Gneis. In der Zone zwischen P. 874 und Zainler kommen auch Mylonite (212a) neben den Diaphthoriten vor.

Reichlich sind in einzelnen Teilen der Gradener Serie Pegmatitgneise vertreten. Nie sind sie in derart schmale Linien zerlegt wie in der Teigitschserie, obwohl sie auch in hohem Grade durchbewegt sind. Ferner finden sich teilweise häufig Marmore als Einschaltungen. Sehr interessant ist der in einer Zone von chloritführendem Glimmerschiefer liegende, mit Gesteinen der Teigitschserie verknüpfte, als tektonische Einschaltung aufzufassende Marmor des unteren Teigitschgrabens¹. Wo nach dem tektonischen Ende der Teigitschserie über der Almhausserie die Gradener Serie liegt, liegen in letzterer Hornblendegesteine (z. B. Hornblendegneis zwischen P. 1358 und P. 1285 nördlich vom Jägerwirt²).

Die Obdacher Zone bildet den Westrand des Stubalpenkristallins. An sie ist die Ammeringserie angepreßt oder aufgeschoben. Die Obdacher Zone besteht aus Hirschegger Gneisen mit Einschaltungen von Marmoren, Pegmatitgneisen, Hornblendegesteinen, Diaphthoriten und Hellglimmerschiefern.

II. Allgemeine Erörterungen.

In den Profilen zeigt sich, daß Gesteine der III. Tiefenstufe, nämlich der Teigitschserie, auf solchen der II. Tiefenstufe (Almhaus- und Rappoltserie) liegen. Dieser Gegensatz verschärft sich noch, wenn man das tektonisch Tiefste, die Ammeringserie, mit der Teigitschserie vergleicht. Den folgenden Erörterungen über Metamorphose und Gebirgsbildung ist die Vorstellung von den Tiefenstufen zugrunde gelegt.

Auf dem Kristallin der II. bzw. III. Tiefenstufe liegen die phyllitischen Gesteine des Paläozoicums von Graz. Es

¹ HERITSCH-LIEB, Centralbl. f. Min. etc. 1923.

² Ausmessung und Beschreibung auf p. 84.

besteht zwischen den beiden ein Hiatus der Metamorphose, der — nebenbei bemerkt — den ganzen Rand des Paläozoicums gegen das Kristallin auszeichnet. Daher muß die Metamorphose des Kristallins fertig gewesen sein, als jene des Grazer Paläozoicums eintrat. Diese vorpaläozoische Metamorphose haben ANGEL und ich Gleinalpenkristallisation genannt¹.

Unter Heranziehung der Verhältnisse im Gleinalpengebiete können wir mehrere Phasen der Gleinalpenkristallisation unterscheiden. In der ersten Phase erreichen die Augengneise, Grössing- und Meroxengneise, die Gesteine der Gradener, Teigitsch-, Almhaus- und Rappoltserie den Schiefercharakter. Die Anlage der Metamorphose, d. i. das s-Gefüge, bei den basischen Eruptiven wird erreicht. — Als zweite Phase erfolgte die Granitintrusion (das sind die heutigen Ammeringorthogneise) in einer Bewegungszeit, wie die Verfaltung des Granites mit seinen Hüllgesteinen und blattartige Einschaltungen in diese zeigen. Die erste und zweite Phase sind ausgesprochene Gebirgsbildungs- und daher Durchbewegungszeiten. Die Granite trafen ein in s durchbewegtes Schiefergebirge als Hülle an. Im Gleinalpengebiete ist die Kontaktwirkung der Granite (dabei wird nicht an Kontaktmetamorphose, sondern an Intrusionsmetamorphose gedacht!) noch deutlich, im Stubalpengebiete ist sie durch spätere Vorgänge verwischt. Diese späteren Vorgänge haben das s weiter ausgebaut und die Herrschaft des s-Gefüges im kleinen und großen bewirkt, was seinen Ausdruck z. B. im Vorherrschen der Pegmatitgneise gegenüber den Pegmatiten der Gleinalpe findet. Im Stubalpengebiete ist im Vergleich zur Gleinalpe nur wenig von der Granitintrusion zu sehen. Im Stubalpengebiete ist die Granitintrusion auch nicht in ein so hohes Stockwerk emporgedrungen wie im Gleinalpengebiete. — In sehr deutlicher Weise lassen fast alle Gesteine erkennen, daß nach der Gebirgsbildung und den damit verbundenen zwei ersten Phasen der Metamorphose als dritte Phase erst der Hauptteil der Kristalloblastese eintrat, denn wir sehen fast überall posttektonische Kristallisation. Die Verlegung des si

¹ Verhandl. geol. Reichsanst. 1921. p. 56.

in manchen Gesteinen muß in den zwei ersten Phasen erfolgt sein.

Die Gleinalpenkristallisation hat Hochmetamorphicum gemacht. Sie hat alle Spuren früherer Kataklaststruktur verwischt, sie hat unter kristalliner Aufbewahrung des primären s-Gefüges die Rolle der Abbildungskristallisation gespielt.

Die Untersuchung der Gesteine und besonders der Faltenquerschliffe zeigte, daß die Tektonik des Gebirges in der Hauptsache präkristallin ist. Faltung und Fältelung, die Lagebeziehungen der Serien zu einander, der größte Teil der tektonischen Komplikationen ist der Gleinalpenkristallisation gegenüber vorkristallin. Es liegt also ein kristallin aufbewahrtes Gebirge vor. Der Gang der Geschehnisse schreitet von der tektonischen Umformung der damit z. T. gleichzeitigen Metamorphose zu einer metamorphen Hauptphase ohne Gefügebewegungen.

In der Masse der hochmetamorphen Gesteine der Gleinalpenkristallisation des Almhausgebietes erscheinen als Einschaltung Ottrelithschiefer¹, die als jüngere tektonische Einbeziehungen — jünger im Alter und, weil sie nicht gleinalpenkristallin sind, jünger in der Metamorphose — aufzufassen sind.

Das liegendste Glied der kristallinen Serie, der Ammeringorthogneis und seine Begleiter, zeigt einen metamorphen Zustand, der einer oberen Tiefenstufe entspricht als die hangenden Serien. In die tektonisch tiefe Lage kann die Ammeringserie nicht erst nach der Gleinalpenkristallisation gekommen sein. Nichts läßt sich dafür anführen, daß der Granit im Ammeringgebiete später intrudiert wurde als jener des Gleinalpengebietes. Daher muß dieser Granit einmal die Gleinalpenkristallisation mitgemacht haben, muß aber dann eine zweite Kristallisationsphase rückschreitenden Charakters erlebt haben, die ihm den Habitus der Tauernzentralgneise verlieh. Diese zweite oder Ammeringkristallisation ist auf die Gneismasse und deren nächste Umgebung beschränkt; sie bildet einen schmalen Kristallisationshof um die Gneismasse (p. 82).

¹ ANGEL-HERITSCH, Jahrb. 1919. p. 108, 173.

Keiner der beiden Metamorphosen hat den Granitgneis des Wolkerkogels (1) und den Pegmatit südlich vom Gaberl (24, 25) betroffen.

Als gleichzeitig mit der Ammeringkristallisation ist die weit verbreitete Diaphthorese anzusehen. Diese rück-schreitende Metamorphose geschah in einer Zeit der Bewegung. Ihr gehören die Epigneise unter den Grössing- und Grössinggranatgneisen, unter den Kränzchengneisen, die Diaphthorite der Staurolithgneise an. In den Diaphthorit- und Staurolithgneisgebieten finden sich lagenweise Diaphthorite und Mylonite; beide werden aufgefaßt als Bildungen, welche unter Mitwirkung gebirgsbildender Bewegung entstanden sind; sie sind tektonische Fazies im Sinne von SANDER. Da aber die Diaphthorese lagenweise durchgreift und oft Diaphthorite ganz vorherrschend sind, so ist sie gleichsam als selektive Metamorphose ein Schutz der nebenliegenden, nicht diaphthoritiserten, nicht ein zweites Mal durchbewegten Gesteine. Die Diaphthorese war besonders stark an den großen Bewegungsbahnen, an den Grenzen der Serien, so an der Untergrenze der Rappoltserie (Disthengranatglimmerschiefer, p. 96), ferner in der Gradener Serie, die zum größten Teile aus Diaphthoriten besteht¹.

Mit dieser Auffassung der Diaphthorese kommen wir zur Vorstellung von zwei zeitlich getrennten Störungsphasen, zwischen welchen der Hauptteil der Gleinalpenkristallisation und wohl auch eine lange Zeit der Ruhe liegt. Wir kommen auch zu einer Zeitrelation von Metamorphosen und gebirgsbildenden Phasen:

- I. a) Präkristalline Gebirgsbildung, Erreichung des s-Gefüges, Beginn der Gleinalpenkristallisation.
- b) Fortdauer der Bewegungen, Granitintrusion.
- c) Hauptteil der Gleinalpenkristallisation als post-tektonische kristalline Mobilisation.
- II. Zweite Störungsphase mit Diaphthorese und lokal beschränkter Ammeringkristallisation.
- III. Empordringen des Wolkerkogelgranites und der Pegmatite südlich vom Gaberl in s-Flächen und Bewegungen zur Einschlichtung dieser Gesteine in s.

¹ Zu Diaphthorese und Durchbewegung siehe SANDER, Verhandl. 1912. p. 255; Jahrb. 1914. p. 618; HERITSCH, Grundlagen der alpinen Tektonik.

Die erste Gebirgsbildung war die Hauptstörungsphase des Gebirges. Aus ihren Beziehungen zur Gleinalpenkristallisation ergibt sich ihr vorpaläozoisches Alter. Die zweite Störungsphase, der jedenfalls die erste Aufrichtung und die Metamorphose des Grazer Paläozoicums¹ zugehört, kann man, ohne es beweisen zu können, in das Carbon legen. Manche Komplikation in der Lagerung des kristallinen Gebirges mag in dieser Phase entstanden sein, aber die Anlage der Haupttektonik ist vor der Gleinalpenkristallisation geschehen.

Das Grazer Paläozoicum reagierte noch auf die vorgosauische Gebirgsbildung. In diese Störungsphase kann die Pressung des Granites des Wolkerkogels und ein Teil der sich manchmal zur Kataklase steigernden postkristallinen Pressung vieler Gesteine gesetzt werden.

Auf die tertiäre Gebirgsbildung reagierte das Grazer Paläozoicum fast nur mehr durch die Bildung von Brüchen. Diese Phase radialer Dislokationen steht wohl in Zusammenhang mit der in O—W erfolgten Aufschiebung der Ammeringserie auf die Obdacher Zone.

Einer noch jüngeren brechenden Tektonik gehören die Zerklüftungen an, welche leider noch nicht hinreichend studiert worden sind. Es ist bemerkenswert, daß Spalten in N—S (Koth- und Roßbachgraben) den Erzbringern den Weg geöffnet haben. Diese Bewegungen können mit jungtertiären und jüngeren epirogenetischen Erhebungen des Gebirges in Zusammenhang stehen.

In Kürze muß noch die Bedeutung der Internfaltung erwähnt werden. Aus der Diaphthorese von gleinalpenkristallinen Gesteinen wurde auf zeitlich getrennte Bewegungsphasen geschlossen. Die zweite Störungsphase hat schon die gleinalpenkristalline Anlage der Tektonik angetroffen, denn die Haupttektonik liegt vor der rein kristalloblastischen (3.) Phase der Gleinalpenkristallisation. Da sind die intern gefalteten Gesteine schon ihrer heutigen Position vorgelegen, wie die Abbildungskristallisation und z. B. die mechanisch

¹ Gleichzeitig sind: Ammeringkristallisation (die genau genommen eine Diaphthorese ist) —Diaphthorese—Metamorphose des Grazer Paläozoicums. Untersuchungen an Faltenquerschiffen aus Grazer paläozoischen Schiefen ergaben para- bis postkristalline Gefügebewegung.

unverletzten Meroxene auf den Bankungsflächen der intern gefalteten Gesteine zeigen. Es muß daher die erste Anlage der Tektonik selbst doppelt gewesen sein: 1. Anlage der Falten tektonik; 2. Durchreißen mit Clivageflächen (ein Hervorgehen der Internfaltung aus Gleitbretterbildung würde auch eine Clivagierungsphase voraussetzen); diese Flächen werden zu den Bewegungsflächen der neuen Tektonik¹, die in der dritten Phase der Gleinalpenkristallisation kristallin aufbewahrt wurde. Eine solche zweimalige Tektonik läßt auch ein Stück eines mit Ammeringorthogneis injizierten Amphibolites vom Petererkogel erkennen; es wurde von Clivage durchrissen, auf deren Flächen im neuen, dem alten fast parallelen s Hornblenden gewachsen sind.

In den früheren Zeilen wurde öfters erwähnt, daß die Teigitschserie mit ihrer III. Tiefenstufe auf der Almhausserie, d. i. II. Tiefenstufe, liegt. In die II. Stufe gehören auch Rappolt- und Speikserie. Es liegt also Verkehrung der Tiefenstufen vor. Es ist die Möglichkeit in Betracht zu ziehen, daß die Lage der Teigitschserie auf den anderen erst durch einen Schub bewirkt wurde, der in der Zeit der Diaphthorese und Ammeringkristallisation geschehen ist, wobei aber die Bewegungsformen durchaus in diaphthoritischer Bahn gegangen sein müßten (Diaphthorese der Staurolithgneise, Granatgneis p. 107—108). In der Teigitschserie konnte die Bewegung nur im Block gegangen sein, und die Einmischung von Gliedern der Teigitschserie in die Almhausserie könnte nur durch Wiederaufleben der s-Flächen als tektonische Bewegungsflächen geschehen sein. Die Annahme eines jüngeren Aufschubes der Teigitschserie kann nur gemacht werden, wenn man vom theoretischen Standpunkte aus die Lagerung der III. Tiefenstufe auf der II. erklären will, also unter Voraussetzung der Richtigkeit der Tiefenstufenlehre.

Die Annahme der späteren Aufschubung der Teigitschserie auf die liegenden Serien ist im gewissen Sinne auch ein tektonisches Postulat. Sie kann aufgefaßt werden als das tektonische Korrelat der heftigen Durchbewegung der Diaphthorite, als Ursache vermehrter Komplikation der Almhausserie

¹ HERITSCH, Grundlagen der alpinen Tektonik, p. 80.

und der gelegentlich heftigen Kataklase einzelner Gesteine. Es fehlen auch der Teigitschserie nicht Andeutungen von Diaphthorese; so möge das Vorkommen von Klinozoisit neben Disthen und Sillimanit aufgefaßt werden, wobei es der Gegenstand einer späteren Untersuchung sein muß, bisher festgestellten regionalen Anordnungen in der Verteilung des Klinozoisites nachzugehen.

Der angenommene jüngere Aufschub der Teigitschserie hat ein Gebirge der III. Tiefenstufe auf eines der II. gewälzt. Die Metamorphose der Teigitschserie wird der Gleinalpenkristallisation zugerechnet, die im Gebiete der Teigitschserie in tiefster Zone gewirkt hat. — Daß es sich aber um keinen Fernschub handelt, zeigt die verbindende Brücke der Stauroolithgesteine, die im Liegenden und Hangenden der Teigitschserie vorhanden sind und nach dem Untersinken der Teigitschserie eine im Hangenden der Almhausserie befindliche, untrennbare Einheit darstellen. — Im vorgebrachten Sinne ist die Aufschiebung der Teigitschserie das Korrelat zu Diaphthorese und Ammeringkristallisation; die beide rückschreitende Metamorphosen sind.

Das Hauptergebnis der geologischen und petrographischen Untersuchung ist folgendes: Es liegt ein altes Gebirge vor, das seit der vorpaläozoischen Zeit keine alpine Tektonik mehr erlitten hat. Dieses Ergebnis paßt in den Rahmen eines großen Teiles der östlichsten Zentralzone, deren „Horstcharakter“, um mit E. SUSS zu reden, immer klarer hervortritt. — Hingewiesen sei noch, daß mindestens seit der carbonischen Gebirgsbildung, wahrscheinlich aber schon seit der vorpaläozoischen Störungsphase unser Gebirge zum Typus der „ausgefalteten Gebirge“ gehört.