

Geologie des Kulm bei Weiz.

Von Dr. Richard Purkert.

(Mit einer Tafel in Farbendruck.)

Einleitung.

Der Kulm ist ein bekannter und viel besuchter Aussichtsborg, östlich von Weiz und südlich von Anger in der Oststeiermark gelegen. Die geologische Kartierung des Kulmgebietes erfolgte in der Zeit vom Herbst 1923 bis 1924. Während dieser Zeit und der darauffolgenden Ausarbeitung der vorliegenden Arbeit hat mein verehrter Lehrer, Herr Universitätsprofessor Dr. F. Heritsch, der Arbeit sein Interesse und stete Unterstützung zugewendet, wofür ich ihm vielmals danke.

An dieser Stelle möchte ich auch nochmals Herrn Verwalter Schmidt der Gutsverwaltung Herberstein bei St. Johann danken, der mir in freundlichster Weise den sonst nur auf zwei markierten Wegen begehbaren Herbersteinschen Tiergarten zugänglich machte.

Das ganze Gebiet des Kulm und seiner Ausläufer nach Süden und Südosten (Langecker Kamm, Hollerberg und Romatschachberg, Weinberg sowie der schmale Zug südöstlich St. Johann) wird von kristallinen Schiefen eingenommen. Mit zwei Ausnahmen fällt die Umgrenzung der beiliegenden geologischen Karte mit der Grenze des Kristallins gegen das Tertiär und das Alluvium zusammen. Diese beiden Ausnahmen sind: Die Nordgrenze der Karte, und zwar nördlich der gesamten Freienberger Klamm, wo eine Verbindung mit dem Kristallin des Rabenwaldes gegeben ist, und der schmale Zug südöstlich St. Johann. Hier reicht das Kristallin ein kurzes Stück über das Gebiet der Karte hinaus gegen Südosten und verschwindet nach kurzer Strecke unter dem Tertiär. Dieses in der Karte nicht mehr verzeichnete Stück wird von Mikroklingranitgneis eingenommen.

Literaturbericht.

Geologische Notizen über den Kulm finden sich nur äußerst spärlich.

Andrae verzeichnet in seinen beiden Berichten (L. 4a und b) bereits vom Kulm Granit, Gneis, Diorit, Amphibolschiefer, Glimmerschiefer zum Teil mit Angabe genauer Fund-

punkte und eingehender Beschreibung. Den Augengneis beschreibt *Andrae* als grobflaserigen Gneis mit Feldspatauscheidungen.

Stur (L. 14) erwähnt 1871 vom Kulm Granit, Gneis, Diorit, Amphibolgesteine, Chloritschiefer (wahrscheinlich bezeichnet er als solche die diesen manchmal makroskopisch einigermaßen ähnlichen Hornblendeschiefergneise) und Marmor. Er vergleicht diese Gesteine mit den Koralmgesteinen.

Hatle (L. 6) bringt einige Mineralvorkommen vom Kulm, wovon der Tremolit (siehe bei den Amphiboliten), der Muskowit des Langecker Kammes und der Orthoklas (richtiger Mikroklin) der Herbersteinklamm erwähnt seien. In letzterem haben wir wieder eine Erwähnung der gerade dort sehr mächtigen Augengneise.

Vacek (L. 15) notiert lediglich in seiner Arbeit die mannigfaltige Zusammensetzung der Gebiete am Nordostrand der Grazer Bucht, ohne des Kulms direkt Erwähnung zu tun. In seiner Manuskriptkarte zeichnet er jedoch (nach dem im Grazer Museum „Joanneum“, Geologische Abteilung, befindlichen Exemplar) im Kulmgebiet lediglich Gneis ein.

In neuerer Zeit erfolgten Begehungen durch *Mohr* und *Angel*, wobei ersterer den Gabbro und Granit im Klausenbachgraben, letzterer den Diopsidzoisitschiefer vom Kulm-Westhang auffand. Die Beobachtungen *Angels* finden sich in L. 1 niedergelegt.

Das Kulmgebiet ist stellenweise sehr schlecht abgeschlossen, so daß man vielfach mit Rollstücken arbeiten muß.

Petrographischer Teil.

Vorbemerkung: Im folgenden werden die Abkürzungen: I. H. = im Handstück und u. d. M. = im Dünnschliff verwendet (siehe im Sinne *Sanders*). Die Plagioklasbestimmung wurde, wo es anging, nach der Methode der Auslöschungsschiefe vorgenommen, sonst mit Hilfe der Beckeschen Linie. Oft gelangte auch eine Kombination beider Methoden zur Anwendung.

Die angegebenen Nummern beziehen sich auf die der Sammlung des Geologisch-Paläontologischen Institutes der Universität Graz übergebenen Handstücke und Dünnschliffe.

Um eine genauere Angabe des Fundortes zu ermöglichen, wurden im petrographischen Teil zahlreiche Angaben auf die topographische Detailkarte 1 : 25.000, Blatt Graz, Sektion NO, bezogen.

Dem allgemeinen Sprachgebrauch in der Gesteinsbezeichnung folgend, sind im folgenden geschieferte Gesteine der

Gruppen 1 und 2 als „Gneise“ bezeichnet. Nach Angel kann man sie, da sie ihre Schieferung lediglich der Kataklase verdanken und eine posttektonische Kristallisation fehlt, als geschieferte Granite usw. bezeichnen.

1. Abteilung: Orthogesteine.

1. Gruppe: Granodiorite und Gangfolge.

Granodioritgneis: Nr. 1, 924 *m*, am Kamm vom Kulm 955 *m* gegen SO. Nr. 2, 820 *m*, gleicher Kamm. I. H. hell, fast weiß, gut geschiefert, am Hauptbruch Schüppchenmuskowit. U. d. M. Plagioklas (Albitoligoklas), mit Klinozoisiteinschlüssen. Quarz mit starker undulöser Auslöschung, meist in Körnerhaufen. Muskowit stellenweise wellig gebogen, kennzeichnet s. Klinozoisit, selten mit eisenreicherem Kern, in den Muskowitlagen. Wenig Apatit, opake Substanz, ferritische Substanz. In zwei außerdem Granat zwischen den Muskowitlagen, selten zertrümmert, mit Einschlüssen von Quarz und Feldspat. Chlorit sehr spärlich am Granat.

Vergleichbar den Granodioriten der Gleinalm (L. 2). Hiebei entspricht 1 dem Schriff 43 Angels, 2 dem Schriff 44. Ein Unterschied besteht im Fehlen des Meroxens in den Kulmgranodioriten, der in denen der Gleinalm sehr häufig ist.

Granodioritmylonit: Nr. 3, 530 *m* südlich Siegersdorf. Plagioklas wie oben. Quarz, sehr stark undulös, ist durchaus zu kleinen eckigen Körnern zerrieben. Dazwischen Chloritfetzen und etwas weniger Schüppchenmuskowit. s wird nur durch ferritische Substanz angedeutet.

Turmalingranodioritpegmatitgneis: Nr. 4, 680 *m* am Kamm vom Kulmgipfel gegen SO. I. H. weiß, in Linsen zerlegt, mit Muskowitbelag. U. d. M. Plagioklas (Albitoligoklas mit 15% An). Quarz sehr stark undulös, in Haufen kleiner Körner. Muskowit oft gebogen, manchmal geknickt. Turmalin in den muskowitreichen Lagen, stellenweise zonar, oft zerrissen. Apatit, ferritische Substanz.

Granodioritpegmatitgneis: Nr. 5, Kamm nordwestlich von Rosenberg, 480 *m* an der Straße. I. H. weiß, grobkörnig geschiefert, Muskowitbelag. U. d. M. Plagioklas (Albitoligoklas mit 17% An), eckig umrandet, selten mit Klinozoisiteinschlüssen. Bei einem größeren Korn sind die Zwillinglamellen längs einer Linie wellig gebogen. Quarz undulös, teilweise mit Einschlußstreifung. Muskowit und Chlorit wenig, in Fetzen. Granat manchmal chloritisiert, Klinozoisit, Apatit, Pyrit, ferritische Substanz.

Granodioritaplitgneis: Nr. 6, Kulm-Nordhang, nördlich „n“ von Eben der Karte 1:25.000. I. H. wie 5. U. d. M. ziemlich gleichmäßig feinkörnig, eckig umrandet. Albitoligoklas

ligoklas mit Einschlüssen von Klinozoisit, die oft besenartig angeordnet sind. Quarz undulös. Muskowit spärlich. Klinozoisit reichlich. Apatit, ferritische Substanz.

Alle diese Gesteine verdanken ihre Schieferung einer kataklastischen Beanspruchung. Eine posttektonische Kristallisation fehlt.

2. Gruppe: Mikroklingranite-Quarzdiorite und Gangfolge:

1. Untergruppe: Granatfreie Mikroklingneise:

Die Gesteine werden hier in eine Reihe der kataklastischen Beanspruchung nach geordnet angeführt.

Mikroklingranitgneise: Nr. 7, 575 m nordwestlich von „H“ von Hoferberg der Karte 1:25.000. Nr. 8, Freiberger Klamm, südlich von „e“ von Neuhaus der gleichen Karte. Nr. 9, 580 m Kamm südlich von Freiberger. Nr. 10, 565 m Kamm westlich von St. Johann. Nr. 12, 640 m Kamm südlich von der Herbersteinklamm. Nr. 13 und 14, 740 m Kamm vom Kulm 955 m gegen SW. Nr. 15, 610 m Kamm vom Kulmgipfel gegen SO.

I. H. hell, mittelkörnig, geschiefert, meist hervorstechender Meroksen.

U. d. M. Mikrokl-Mikroperthit: Selten scharf, meist flau gegittert. Gitterung oft wellig gebogen und geknickt. Seriziteinschlüsse. In 8 Myrmekitbildungen. Plagioklas: Albitoligoklas-Oligoklas. In 10 und 12 mit 20% An. Klinozoisiteinschlüsse. Die Feldspäte sind stets eckig unrandet. Quarz, stark undulös, in kleineren Körnern als die Feldspäte. Muskowit und Meroksen oft leicht gebogen. Muskowit füllt oft Zwischenräume strahlig aus. Beide unvollkommen in s eingestellt. Meroksen teilweise mit rötlichem Pleochroismus. In 8 rötlich und hellbräunlich streifig ineinandergreifend. Im gleichen Schliff im Meroksen mehrfach pleochroische Höfe. Das dafür verantwortlich zu machende Mineral war nicht aufzufinden. Serizit in Strömen, oft in Feldspäte einspießend. In einigen Schliffen Chlorit, oft in direktem Übergang zu Muskowit. Klinozoisit, Apatit, Magnetit meist am Meroksen, ferritische Substanz.

Wie oben angeführt, nimmt die kataklastische Beanspruchung von 7 bis 15 zu. In 7 und 8 sind die Feldspäte und Quarz ziemlich gleichkörnig. In den folgenden Schliffen wird das Korn immer feiner, wobei anfangs noch einige restliche größere Feldspatkörner erhalten bleiben. Quarz wird entweder zerrieben oder in s gestreckt und dann zerrissen. Die Serizitströme nehmen zu und verbreitern sich. In 15 ist zwischen wenigen große-

ren Körnern nur mehr ein Körnergrus von Quarz und Feldspat vorhanden. Es ist dies das letzte Stadium vor der Mylonitisierung, wobei der Schliff das s noch erkennen läßt. I. H. und der Beschreibung nach ähneln diese Gesteine den Gesteinen, die Eigel seinerzeit (L. 5) Granulite genannt hat. Da Dünnschliffe der Pöllauer Gesteine fehlen, ist Näheres darüber nicht anzugeben. Geographisch liegt dieser Zusammenhang ja sehr nahe. Über den Vergleich mit den Mürztaler Grobgneisen siehe unten.

Mikroklingranitmylonite: Nr. 16, Herbersteinklamm, Schloßfelsen, 410 m an der Straße. Nr. 17, 610 m am Kamm vom Kulmgipfel gegen SO. I. H. grünlich mit unregelmäßig angeordneten hellen Flecken, zum Teil felsitisch. U. d. M. Mikroklin-Mikropertit oft getrübt. Albitoligoklas-Oligoklas. Quarz sehr stark undulös. Schüppchenmuskowit. Wenig Chlorit, ferritische Substanz, Pigment. Alles ein feiner Grus, in dem die Muskowite oft geknickt sind.

In 16 ein aplitischer Gang, deutlich vom übrigen Gestein abgegrenzt. Er besteht aus Quarz (stark undulös), Plagioklas und wenig Muskowit. Er ist nicht so stark mylonitisiert wie der Mikroklingranitmylonit. Durch den Schliff ziehen einige, einander fast parallele jüngere Sprünge, durch ferritische Substanz markiert. Bemerkenswerterweise bilden diese Risse streckenweise die Grenze der beiden Gesteine oder ziehen ihr sehr nahe, sind also wohl bei einer jüngeren rupturrellen Beanspruchung des Gesteines durch die Nichtübereinstimmung der beiden Gefüge gerade an dieser Stelle zustande gekommen. In 17 Risse in verschiedenen Richtungen, erfüllt mit feinkörnigem Plagioklas und Quarz. 17 ist stärker zerrieben als 16.

Die Mikroklingranitgneise entsprechen durchaus den Mürztaler Grobgneisen (L. 9). Auch die Reihe der kataklastischen Beanspruchung läßt sich im allgemeinen der von Heritsch beschriebenen Reihe vergleichen, ebenso wie der Umformung, die R. Staub (L. 12) aus dem westlichen Berninagebirge beschrieben hat. 16 und 17 sind vergleichbar seinem Typus B vom Val Roseg, nur daß bei der Reihe des Kulms die bauchigen Serizitlinsen fehlen. Die Struktur der Mikroklingranitgneise vom Kulm ist daher ebenfalls als porphyroklastisch zu bezeichnen.

2. Untergruppe: Granatführende Mikroklingranite und -gneise.

Kataklastische Granat-Mikroklingranite: Nr. 18, Freienberger Klamm südlich von „n“ von Floing der Karte 1:25.000. Nr. 19, Klausenbachschlucht, Steinbruch am

Ostende. Nr. 20, gleicher Fundort wie 19. I. H. weiß, mittelkörnig, zahlreiche Granaten. 18 von einem Pegmatit mit großen Muskowiten durchzogen. 19 mit aplitischen Schlieren, in einem Hohlraum Albitkristalle. U. d. M. Mikroklin-Mikroperthit flau gegittert, die Lamellen stellenweise gebogen oder zerbrochen. An den Rändern meist schmale Mörtelkränze. Plagioklas: Albit-Albitoligoklas (6, 16 und 9% An). Lamellen oft zerrissen und verworfen. Quarz sehr stark undulös. Muskowit oft gebogen. Serizit geht aus den Feldspäten hervor oft bis zu ihrem Verschwinden. Meroxen meist weniger als Muskowit. Chlorit selten. Granat mit Einschlüssen von Feldspat. Klinozoisit selten mit eisenreichem Kern. Apatit. Magnetit. In 18 Myremekitbildung, wobei der Quarz strauchartig in den Mikroklin wächst. In 20 in einem Meroxen ein Zirkon mit schönem pleochroitischen Hof. Die Gesteine 18—20 sind ungeschiefert, lediglich kataklastisch deformiert.

Granat-Mikroklingranitgneise: Nr. 21, knapp östlich von Siegersdorf. Nr. 22 und 23, 765 m und 740 m am Kamm vom Kulm 955 m gegen SW. Nr. 24, 520 m südöstlich Auerberg. 21 i. H. ein Wechsel von hellen und Granat-Meroxenlinsen. Sehr ähnlich manchen Mürztaler Grobgnaisen. U. d. M. Mikroklin = Mikroperthit meist scharf gegittert. Plagioklas: Albitoligoklas (10,5, 16 und 25% An). Einschlüsse von reichlichem Klinozoisit, randlich oft einschlußfrei. Die Lamellen sind oft zerrissen und gegeneinander verschoben, die Risse mit Feldspatkörnchen ausgefüllt. Quarz stark undulös, meist oblong in s. Muskowit und Meroxen in s, teilweise gebogen. Granat mit Feldspateinschlüssen. Klinozoisit. Zoisit. Apatit. Magnetit. Ferritische Substanz.

3. Untergruppe: Hornblende-Mikroklingranitgneis.

Nr. 25, Freienberger Klamm südlich von „s“ von Neuhaus der Karte 1: 25.000. I. H. weiß, Granat und Hornblende deutlich hervortretend, geschiefert, Linsenbildung, Granat von Hornblende umschmieg. U. d. M. Mikroklin-Mikroperthit wenig. Albitoligoklas reich gefüllt mit Klinozoisit, Muskowit und Disthen (? L. 3). Quarz stark undulös, meist oblong in s. Muskowit in Lagen. Hornblende stark zersetzt, meist in den Glimmerlagen, stellenweise im Übergang zu Chlorit. Granat. Rutilin oder in der Nähe der Hornblende. Opake und ferritische Substanz.

Das Gestein stellt den Übergang von den Mikroklingranitgnaisen zu den Quarzdioritgnaisen dar.

4. Untergruppe: Quarzdioritgneise.

Nr. 26, Freienberger Klamm südlich von Floing. Nr. 27, gleicher Fundort. Nr. 28, 745 *m* bei Höfling. Nr. 29 und 30, Steinbruch 560 *m* südsüdwestlich von „R“ von Ramhöf im Graben. I. H. hell, Hornblende in s. Granat. Manchmal ein deutlicher Lagenwechsel. U. d. M. Plagioklas: Albitoligoklas-Oligoklas (15, 20 und 32,5% An) mit reichlichen Einschlüssen von Klinozoisit (oft besenartig), Muskowit und Disthen (?). Quarz stark undulös. Muskowit in Lagen. Chlorit sehr spärlich. Hornblende in s, zerfetzt, oft Übergang in Chlorit. Granat mit Einschlüssen von Quarz, Plagioklas und spärlichem Chlorit. Klinozoisit. Zoisit in Stengeln in den Glimmerlagen. Titanit. Apatit. Opake und ferritische Substanz.

26 ist in Linsen zerlegt, die von Glimmer umschmiegelt werden. Die Linsen bestehen aus Quarz-Feldspat und Hornblende oder Granat. 29 gibt das Bild einer unvollkommen lagigen Anordnung der Gemengteile. In 30 lassen sich sehr gut helle Lagen (Plagioklas, Quarz, Muskowit, spärlich Titanit, Zoisit, Apatit) und dunkle Lagen (Hornblende, Muskowit, Chlorit, Zoisit, Titanit) unterscheiden, die einander abwechseln.

5. Untergruppe: Gangfolge:

Turmalinpegmatitgneise: Nr. 31 und 32, 575 *m* nordwestlich von „H“ von Hoferberg. Die Gesteine bilden echte Gänge im Mikroklingranitgneis Nr. 7. I. H. weiß, turmalinführend. U. d. M. Mikroklin-Mikroperthit mit Einschlüssen von Serizit. Etwas Albitoligoklas. Quarz stark undulös, oblong in s, meist zerbrochen. Muskowit oft gebogen. Turmalin meist zerbrochen. Opake und ferritische Substanz. Die Albitoligoklase oft reich gefüllt. Sehr spärlich Chlorit. Zahlreiche Serizitströme, in denen kleine Quarz- und Feldspatkörner liegen, umziehen die Feldspäte und spießen in sie ein.

Erwähnt sei, daß in der Nähe dieses Aufschlusses ein Rollblock von Quarz gefunden wurde, der einen schönen Harnisch zeigte. Unter diesem Harnisch erwies sich der Quarz als Breccie. (Nr. 32a.) Das ist auch ein Beispiel für die starke rupturale Beanspruchung.

Turmalinaplitgneise: Nr. 33, 570 *m*, Kamm südwestlich von Ramhöf. Nr. 34, 470 *m* nordöstlich von „g“ von Freienberg. U. d. M. Mikroklin-Mikroperthit. Plagioklas (Albit mit 11% An, Albitoligoklas). Quarz stark undulös. Muskowit und Meroxen sehr wenig. Turmalin. Etwas Granat. Chlorit spärlich. Wenig Klinozoisit, Apatit, ferritische Substanz.

Die Gesteine 31—34 erweisen ihre Zugehörigkeit zur 2. Gruppe durch ihren Mikroklingehalt.

Anhang: Schlieren.

Kataklastische, turmalinaplitische Schliere: Nr. 35, 590 *m* an der Straße, Kamm nördlich vom Heiligen Grab, Stücke in einer Mauer. Nach der Angabe der Bauern aus den umliegenden Äckern stammend, wozu das dort vorkommende Gestein (Mikroklinggranitgneis) auch paßt. I. H. kreisrund oder elliptisch ausgezogen, ohne Grenze gegen den Granit, mit hellem Rand und allmählicher Zunahme an Turmalin gegen den Kern. U. d. M. randlich granatführender Mikroklinggranitgneis. Der Muskowit tritt zurück, Granat verschwindet und allmählich bildet sich ein heller Rand aus Mikroklin-Mikroperthit, Plagioklas, undulösem Quarz und sehr wenig Turmalin. Der Turmalin nimmt gegen die Mitte der Schliere zu. Der Kern besteht aus teilweise recht scharf gegittertem Mikroklin-Mikroperthit, Albitoligoklas, undulösem Quarz, viel Turmalin und wenig Apatit. Der Turmalin ist stark zertrümmert. Das Korn der Schliere ist gröber als das des umgebenden Gneises.

Geschieferte, turmalinaplitische Schliere: Nr. 36, 545 *m* über „rg“ von Hoferberg im Mikroklinggranitgneis anstehend. Obwohl die Schliere nicht Mikroklin führt, ist sie doch mit dem Mikroklinggranitgneis verbunden und daher hier zu stellen. Im Anstehenden ein Band von 3 *cm* Mächtigkeit, das sich im ganzen Aufschluß von 4 *m* Länge durch den Mikroklinggranitgneis hindurchzieht. In der Mitte dieses Bandes finden sich Linsen von Turmalin, so dicht, daß makroskopisch kein anderer Gemengteil festzustellen ist. Jede dieser Linsen ist mit der nächsten durch ein dünnes Band von Turmalin verbunden. U. d. M. am Rand spärlich Muskowit und Meroxen in Reihen, viel Klinozoisit und sehr selten Granat. Das Gestein besteht aus: Albitoligoklas mit 16% An und stark undulösem Quarz in s. In der Mitte die eigentliche Turmalinschliere: Der i. H. dicht erscheinende Turmalin erweist sich u. d. M. als Haufwerk zertrümmerter, oft zonarer Turmaline. Dazwischen sehr feine Körner von Quarz und Plagioklas.

Alle geschieferten Gesteine der 2. Gruppe zeigen lediglich kataklastische Schieferung ohne Anzeichen posttektonischer Kristallisation.

3. Gruppe Augengneise.

Augengneise: Nr. 37, 650 *m* nördlich von Freienberg. Nr. 38, 440 *m* nördlich von „g“ von Freienberg. Nr. 39, 680 *m*

Langecker Kamm nördlich von P. 700. Nr. 40, Langecker Kamm 500 m südöstlich von P. 563. I. H. meist hell, gut geschiefert, meist Linsenbau, Augengröße $\frac{1}{2}$ —5 cm. U. d. M. gut geschiefert. Die Augen bestehen aus Mikroclin-Mikroperthit, meist mit randlicher Mörtelzone. Stellenweise gehen auch Mörtelstreifen an Rissen durch die Augen. Bisweilen Seriziteinschlüsse. Das Gestein besteht aus: Mikroclin-Mikroperthit, sehr selten, wohl von zertrümmerten Augen stammend. Plagioklas: Albitoligoklas-Oligoklas (in 37 An 14%, in 40 An 15%). In größeren Körnern finden sich stellenweise ungefähr parallel angeordnete Muskowite. Quarz stark undulös, oblong in s oder zerbrochen. Muskowit in Lagen umschmiegelt Linsen von Quarz und Feldspat. Meroxen ebenso, oft mit randlicher Ausbleichung. Granat, Klinozoisit, sehr selten Chlorit, Apatit, opake und ferritische Substanz, selten Pigment. Quarz und Feldspat sind in den glimmerreichen Lagen stärker zerbrochen als in den glimmerfreien Lagen und in den Linsen. Die Zertrümmerung nimmt von 37 gegen 40 zu. Das Korn außerhalb der Augen wird immer feiner.

Mylonitische Augengneise: Nr. 41, 660 m über „f“ von Siegersdorf. Nr. 42, Herbersteinklamm gegenüber dem Schloßfelsen. I. H. Augen 2—5 cm, von Glimmerlagen umschmiegelt. Im Anstehenden des Gesteines 41 ein Karlsbader Zwilling von 20 cm Länge, außerdem ein länglicher, großer Quarz. Da er vereinzelt ist, ist er wohl pegmatitischer Entstehung. 42 ist i. H. feinkörnig, grünlich. U. d. M. Augen: Mikroclin-Mikroperthit mit randlicher Mörtelzone, Risse mit Mikroclin-Mikroperthit und Quarz ausgefüllt, an einer Stelle eine myrmekitische Bildung (41). Gestein: Mikroclin-Mikroperthit wie in 37—40. Albitoligoklas (in 42 An 16%). Quarz stark undulös, oft in Lagen ohne Regelung. Muskowit. Serizit. Meroxen sehr wenig. Chlorit, in 42 linsenförmig angereichert. Granat. Apatit. Ferritische Substanz. Serizit in Strömen. In ihrer Nähe sind Quarz und Feldspat zu einem feinen Korn zermahlen. Die Lagenquarze sind meist selbst vollkommen zertrümmert.

Augengneismylonite: I. H. Augenlänge in 43 5 mm, in 44 2 cm. Die Augen von grünlichem Material umschmiegelt, in dem sich wenig Granat findet. U. d. M. Mikroclin-Mikroperthit in Augen mit Einschlüssen von Quarztropfen, Plagioklas und etwas Meroxen. Albitoligoklas selten in größeren Körnern mit Muskowiteinschlüssen. Schüppchenmuskowit. Meroxen. Quarz sehr stark undulös, sehr selten in größeren Körnern. Granat in

spärlichen Resten. Chloritfetzchen. Apatit. In 43 ist bemerkenswert, daß in den Mikroklinaugen feinste Einschlüsse eine Trübung hervorrufen, welche, nach der Gitterung angeordnet, diese schon bei gewöhnlichem Licht sichtbar werden läßt. Beide Gesteine sind sehr stark zertrümmert, namentlich 44 ist ein mylonitisches Trümmerwerk. Obwohl Augen vorhanden sind, müssen beide Gesteine auf Grund des Gefügebildes als Mylonite bezeichnet werden.

Allgemeines zu den Augengneisen.

Die Mikroklinaugen sind stets flau gegittert. In sämtlichen Augen finden sich Einschlüsse sehr feinen Schüppchenmuskowites. Diese Einschlüsse sind stellenweise leicht orientiert angeordnet. In Anbetracht der Nähe des Eruptivgebietes glaube ich auch für die Augengneise des Kulmgebietes eine Auflötung im Sinne Angels (L. 4, S. 86 ff.) annehmen zu können. Wir haben demnach im Unterschied zu den später zu besprechenden Gruppen 1, 2, 4 folgende Entstehungsweise vor uns: Kataklyse eines Ausgangsmateriales, Augensprossung und Kristallisation des Ganzen, schließlich die neuerliche Zertrümmerung. Bei der starken, jetzt vorhandenen Kataklyse der Augengneise ist das Ausgangsmaterial nicht sicher zu ermitteln. Dem heutigen Mineralbestand entspricht wohl bei den hellen Augengneisen ein mehr aplitisches, bei den dunkleren ein granitisches Ausgangsmaterial. Sie sind daher als Orthoaugengneise zu bezeichnen.

4. Gruppe: Gabbrogesteine.

Saussüritgabbro: Nr. 45, Klausenbachgraben. I. H. massig, mittelkörnig, grau, Pyroxene deutlich hervortretend. Nicht viel Meroxen. U. d. M. Plagioklas einschlußfrei oder Kern dicht gefüllt mit feinen, verfilzten Nadelchen von Zoisit β und einschlußfreier Rand oder durchaus dicht gefüllt. Unter den Einschlüssen sind auch feine Muskowite spärlich vorhanden. Die Bestimmung ergab: 1. Oligoklas-Andesin mit 40% An. 2. Oligoklas mit 23,5% An. 3. Kern: Oligoklas mit 39% An. Rand: Oligoklas mit 32,5% An. Der Pyroxen erwies sich als Diallag. Meroxen fast stets um ein recht großes Korn von Ilmenit. Diallag und Meroxen sind stets von einem Chloritrand umsäumt. Bei einem Meroxen streifige Verwachsung mit Chlorit. Pleochroismus des Meroxens hellgelbbraun-sienarot. Oft gebogene Lamellen. Apatit. Quarz spärlich, undulös. Granat sehr spärlich, nicht gut kristallographisch begrenzt, im Plagioklas.

Saussüritgabbro: Nr. 46, 650 m über „o“ von Siegersdorf. I. H. dunkler als 45, mehr Meroxen. U. d. M. Diallag häufig in Umwandlung in Hornblende. Rutil in

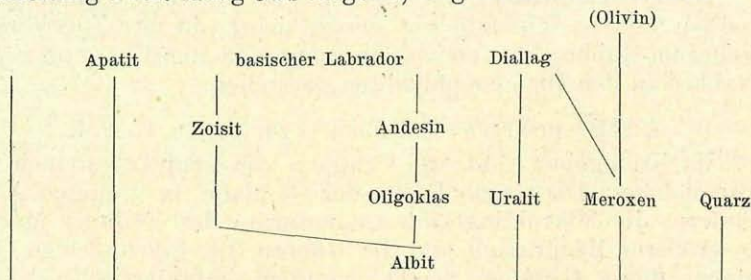
Körnern im Meroxen. Epidotnadelchen. Sonst durchaus gleich 45. Die Plagioklasbestimmung ergab: Kern: Albitoligoklas, Rand: Albit.

Hornblendegabbro: Nr. 47, Rollstück, Weinberg, Westhang. I. H. massig, feinkörnig, fast schwarz. Meroxen fleckenweise. U. d. M. Uralit-Hornblende reichlich, an einer Stelle ein Diallag. Oligoklas dicht gefüllt mit Zoisit. Meroxen fleckenhaft, stets in der Hornblende. Ilmenit, stellenweise mit Leukoxenrand und Rutil ebenfalls stets in der Hornblende. Quarz undulös, sehr spärlich. Apatit. Äußerst spärlich Granat.

Allgemeines zu den Gabbrogesteinen.

Die Struktur der Gabbrogesteine ist ophitisch. In Nr. 47 Hornblende und Plagioklas in granophyrischer Verwachsung. Die Ausscheidungsfolge der Hauptgemengteile ist:

Ilmenit — Apatit — Plagioklas — Pyroxen — Meroxen — Quarz, wobei uns 47 zeigt, daß die Ausscheidung von Plagioklas und Hornblende sehr rasch aufeinandergefolgt ist. Die Entstehung dieser Gesteine können wir uns, einer mündlichen Mitteilung Prof. Angels folgend, folgendermaßen denken:



Der Quarz ist wohl zugeführt worden. Der Granat ist vielleicht durch eine randliche Wechselwirkung zu erklären. Etwas Sicheres konnte darüber nicht ermittelt werden.

I. H. und u. d. M. ergibt sich eine Übereinstimmung mit dem Gabbroamphibolit Heritschs (Saussuritgabbro Angels, L. 1, S. 149), Schliff 334 von der Stubalpe. Das Stubalpengestein ist i. H. etwas grobkörniger, die Struktur u. d. M. etwas weniger gut ausgebildet.

Das gabbroide Gestein (Murgeschiebe, L. 1, S. 148) dürfte wohl auch in diese Gesteinsgruppe zu stellen sein. Mit Ausnahme von Hornblende und Granat sind sämtliche mineralische Komponenten von 45 und 46 hier vorhanden. Die Struktur ist weit klarer entwickelt.

Nr. 45—47 haben schwache Kataklyse ohne jede Schieferung.

Anhang: Gabbroamphibolite.

Gabbro-Amphibol-Plagioklasfels: Nr. 48, Weg 540 *m* südöstlich von „f“ von Siegersdorf. I. H. dunkel, mittelkörnig. U. d. M. Hornblende, alle anderen Gemengteile weitaus überwiegend, sehr oft mit Kernen von Diabas. Oligoklas in Körnern. Quarz in Körnern, undulös. Granat selten. Muskowit wenig. Chlorit. Zoisit, spärlich. Rutil. Apatit. Das Gestein zeigt leichte Kataklyse und regellose Anordnung der Gemengteile.

Saussuritamphibolit: Nr. 49, Langecker Kamm, 580 *m* südlich von Dorf Langeck. I. H. stark geschiefert, hell-schmutzigrün, mit weißen Lagen, die etwas Hornblende führen. U. d. M. liegen hellgrüne Hornblendens, stark zer-rissen und zerfetzt, in einer Saussuritmasse. Die Einschlüsse im Plagioklas sind so fein und so dicht verfilzt, daß sie auch bei stärkerer Vergrößerung nicht mehr auflösbar sind. Zoisit wenig. Rutil. Apatit wenig. Opake Substanz. Der Beschreibung nach entspricht dieses Gestein am besten den Saussuritamphiboliten Stinys (L. 13, S. 23 ff.) und wurde daher auch so bezeichnet.

Diese beiden Gesteine könnte man auch zu den Orthoamphiboliten stellen. Ich stelle sie jedoch hieher, da ihre Zugehörigkeit zum Gabbro klar ersichtlich ist und sie den Übergang vom Gabbro zu den Orthoamphiboliten darstellen.

Allgemeines zu den Gruppen 1, 2, 4.

Im Kulmgebiet sind drei Gruppen von Eruptivgesteinen zu verzeichnen: Die Granodiorite der Gleinalm in wenigen Ausläufern, die Mikroklinggranite-Quarzdiorite der Pöllauer Masse in größerer Mächtigkeit und der Gabbro. Die geschieferten Gesteine dieser Gruppen zeigen lediglich kataklastische Schieferung, d. h. sie sind als erstarrte Massen von einer rupturrellen Deformation ergriffen worden, die sie bis zur Schieferung, bis- weilen bis zur Mylonitisierung umformte.

5. Gruppe: Orthoamphibolite.

1. Untergruppe: Amphibolite.

Gemeiner Amphibolit: Nr. 50, 870 *m* am Kamm vom Kulm gegen SO. I. H. geschiefert. U. d. M. Hornblende in s. Plagioklas und Quarz wenig, letzterer leicht undulös. Muskowit in Spuren. Rutil. Ferritische Substanz. Der Schliff entspricht 225a (L. 7, S. 697), nur sind hier die Erzpartikelchen kleiner.

Quarz-Plagioklasamphibolit: Nr. 51, Herbersteinklamm südlich von „g“ von Buchberg. I. H. geschiefert, mit wenigen weißen Flecken. U. d. M. Hornblende in s. Pla-

gioklas mehr als in 50. Zoisit in s. Titanit reichlich. Magnetit wenig. Ferritische Substanz. Entspricht 252 (L. 7, S. 699).

2. Untergruppe: Hornblende-Plagioklasschiefer.

Granatführend: Nr. 52, Kulmkamm, knapp nordöstlich von P. 888. I. H. geschiefert, mit weißen Flecken. U. d. M. Hornblende in s. Plagioklas stellenweise mit Einschlüssen von Zoisit und wenig Muskowit. Quarz undulös. Granat sehr groß, mit Einschlüssen von Feldspat. Chlorit. Zoisit. Titanit reichlich, auch in größeren Körnern. Die kleineren Körner bilden Reihen in s. Opake Substanz.

Granatfrei: Nr. 53, Rollstück auf dem Kamm, 640 m östlich von „f“ von Siegersdorf. Nr. 54, Herbersteinklamm südlich von „u“ von Buchberg. Nr. 55, Langecker Kamm, nördlich von „a“ von Kapelle Langeck. I. H. hellgraugrünlich bis schmutziggrün. U. d. M. Hornblende oft in Meroxen übergehend, in s, selten zerfetzt. Plagioklas mit Zoisiteinschlüssen. Quarz undulös in den Zwischenräumen. Muskowit und Chlorit in Spuren. Zoisit. Rutil. Titanit. Opake und ferritische Substanz. 55 ist eingefaltet in Marmor (Profil 13). In diesem Schriff findet sich Kalzit, der an Rissen aus dem Marmor einwandert. Diese Gesteine führen etwas mehr Hornblende als die entsprechenden Stubalmgesteine. Der gefüllte Plagioklas deutet wohl auf die Beziehung zum Gabbro.

3. Untergruppe: Granatführende Amphibolite.

Granatführende Amphibolite: Nr. 56 und 57, 970 m Kamm vom Kulm 955 m gegen SO. Nr. 58, 690 m über Auerberg. I. H. geschiefert. U. d. M. Hornblende in s. Granat stellenweise mit Feldspateinschlüssen. Plagioklas. Quarz undulös. Meroxen. Chlorit wenig. Zoisit. Titanit. Magnetit. Ferritische Substanz. In 56 zwei Adern von Tremolit: Nadelig, vielfach zerbrochen. Die Nadeln stehen senkrecht auf die Grenzfläche. Ein Salband ist entwickelt, dessen Natur nicht ermittelt werden konnte.

Granatamphibolit: Nr. 59, Herbersteinklamm nördlich des Schloßfelsens. U. d. M. Hornblende nicht sehr groß, oft mit Meroxen verwachsen, in s. Kleine Granaten (i. H. blaßrosa) sehr häufig, oft mit Einschlüssen von Chlo-

rit, der sonst im Gestein wenig vertreten ist. Plagioklas. Quarz spärlich, undulös. Titanit reichlich. Opake Substanz.

Hornblende-Granatfels: Nr. 60, Herbersteinklamm südwestlich von P. 484. U. d. M. Granat sehr groß, gut umgrenzt, mit Einschlüssen von Plagioklas, Quarz, Rutil. Rutil in Reihen im Granat zeigt ein verlegtes si an, Hornblende in s, umschmiegte den Granat sowie Linsen von Plagioklas und Quarz. Quarz undulös, häufig oblong in s. In den Hornblendelagen Titanit, spindelförmig, oft angereichert, oft auch in Reihen in s. Chlorit wenig. Meroxen in Spuren. Opake Substanz. Ferritische Substanz. Das Gestein stimmt mit Ausnahme der guten Umgrenzung der Granaten mit 254 von der Stubalm (L. 7, S. 698) überein.

4. Untergruppe: Hornblendefelse.

Hornblendefels: Nr. 61, 740 m zwischen Ramhöf und Kulm 955 m. U. d. M. nimmt Hornblende fast den ganzen Schriff ein. Außerdem etwas Plagioklas, Quarz undulös, Zoisit, Titanit, Muskowit, Chlorit. Regellose Anordnung der Gemengteile. Große Ähnlichkeit mit 265 von der Stubalm (L. 7, S. 696), nur führt 61 keinen Rutil.

Hornblende-Plagioklasfels: Nr. 62, Herbersteinklamm westlich von P. 452, Buchberg. I. H. Hornblende und Plagioklas deutlich zu trennen. U. d. M. Hornblende oft mit Meroxen verwachsen. Granat spärlich. Plagioklas. Zoisit reichlich. Etwas Disthen. Quarz undulös. Titanit oft angereichert. Etwas Chlorit. Opake und ferritische Substanz. Das Gestein zeigt Ähnlichkeit mit 267 von der Stubalm (L. 7, S. 701), hat aber mehr Zoisit und dichter gelagerter Hornblende, die aber nicht so gut ausgebildet ist wie in 267.

Allgemeines zu den Orthoamphiboliten.

Die Orthoamphibolite des Kulmgebietes sind denen der Stubalm vergleichbar. Sie zeigen posttektonische Kristallisation mit nachfolgender leichter Kataklyse. Die Plagioklasbestimmung führte überall auf Oligoklas-Albitoligoklas hin.

2. Abteilung: Paragesteine.

1. Gruppe: Schiefergneise.

Nr. 63, Freienberger Klamm, südwestlich von P. 490. I. H. dunkelgrau, geschiefert, Linsenburg. U. d. M. Linsen von Plagioklas mit Klinozoisiteinschlüssen und Quarz (stark undulös) werden umschmiegte von Muskowit, der teilweise gebogen ist, Meroxen (stellenweise im Übergang zu

Chlorit), wenigen Chloritfetzchen und ferritischer Substanz. In den Linsen auch etwas Pyrit. Größere Linsenquarze sind randlich zerbrochen.

Granatführende Schiefergneise: Nr. 64, Langecker Kamm, 510 m südöstlich von P. 563. Nr. 65, Romatschachberg, Westhang, 480 m. Nr. 66, Weinberg, Nordwesthang im Steinbruch. Nr. 67, 885 m nordöstlich vom Kulmgipfel. Nr. 68, Herbersteinklamm, gegenüber dem Schloßfels. I. H. dunkle Gesteine, gut geschiefert, Linsenbau. U. d. M. Plagioklas. Quarz stark undulös, meist oblong in s. Granat mit Einschlüssen von Feldspat, teilweise leicht chloritisiert, stellenweise zerrissen, wobei die einzelnen Reste in s auseinandergezogen sind. Muskowit oft gebogen. Meroxen. Chlorit aus den Granaten entstehend. Klinozoisit. Epidot sehr spärlich. Apatit. Magnetit. Titanit und Rutil (meist mit einem Rand opaker Substanz) selten. Opake und ferritische Substanz. Plagioklas und Quarz sind fast durchwegs zerbrochen. In 66 und 68 sind die Granaten fast vollständig chloritisiert. Sie sind daher als diaphthoritische Schiefergneise zu bezeichnen.

Granatgneis: Nr. 69, Freienberger Klamm, südlich von P. 490. I. H. geschiefert, Granat deutlich hervortretend. U. d. M. derselbe Mineralbestand wie bei den granatführenden Schiefergneisen, nur bedeutend mehr Granat.

Die Schiefergneise des Kulmgebietes sind vergleichbar den Schiefergneisen der Stubalm und des Waldviertels. Diese Übereinstimmung geht bis in einzelne Schlibbilder. 64 und 65 entsprechen 173 (L. 8), 66 entspricht 172, 68 entspricht 171, 69 entspricht 188a. Auch in den Strukturtypen (L. 8) finden wir diese Übereinstimmung. 64 geht nach Type 1, 68 nach 2, 63 nach 3 und 69 nach 4. Unterschiede bestehen nur in der stärkeren Chloritbildung und weit stärkerer postkristalliner Kataklase, mit welcher eine stellenweise starke paratektonische molekulare Umlagerung verbunden ist.

2. Gruppe: Hornblendeschiefergneise.

1. Untergruppe: Granatfreie Hornblendeschiefergneise.

Nr. 70, bei Höfling, Nr. 71, 880 m auf dem Kulm. Nr. 72, 720 m bei Ramhöf. I. H. meist hellgraue Gesteine, die teilweise Linsen- oder Lagenbau zeigen, oft aber auch quarzitähnlich sind. U. d. M. Hornblende groß, stets zerfetzt, in s, oft mit Einschlüssen von Pyrit. Plagioklas (in 70 Oligoklas mit 20% An) mit Einschlüssen von Hornblende, Quarz, Klinozoisit, Muskowit und opaker Substanz. Quarz in Körnern oder in Lagen (mit spärlichem Muskowit) stark undulös. Muskowit

stellenweise in Polygonalbögen. Chlorit, Klinozoisit oder Zoisit, Apatit, Titanit, Pyrit oder Magnetit. Opake und ferritische Substanz.

2. Untergruppe: Granatführende Hornblendschiefergneise.

Nr. 73, 680 *m* östlich von Höfling. Nr. 74, Kulm, knapp südlich 955 *m*. Nr. 75, Freienberger Klamm nördlich P. 456. Nr. 76, 520 *m* nordöstlich Henning. Nr. 77 und 78, bei der Kapelle der Gastwirtschaft Kulm. Nr. 79, 920 *m* am Kamm vom Kulm 955 *m* gegen SO. Nr. 80, 915 *m* am gleichen Kamm. Nr. 81, Kulmkamm 910 *m*. Nr. 82, Freienberger Klamm südlich Harring. Nr. 83, Kulmplateau. Nr. 84, Freienberger Klamm südlich Neuhaus. Nr. 85, 745 *m* bei Höfling. Nr. 86, Freienberger Klamm südlich Harring.

I. H. geschiefert, dunkle Gesteine, stellenweise sehr quarzitähnlich, 77 und 78 sind von einem dunklen Quarzit nicht zu unterscheiden. Die Hornblende tritt i. H. meist gar nicht hervor.

U. d. M. Hornblende in s, meist zerrissen. Granat oft zerrissen, mit Einschlüssen von Quarz, Plagioklas, Chlorit, Magnetit oder opaker Substanz. Plagioklas (in 83 Albit-oligoklas) mit Einschlüssen von Muskowit, Klinozoisit und Disthen (? L. 3). Quarz stark undulös, meist oblong in s. Muskowit stellenweise leicht gebogen, in 84 in angereicherten Stellen als Glimmergebälk, oft Schüppchenmuskowit. Meroxen ebenfalls stellenweise leicht gebogen. Chlorit. Titanit. Rutil selten. Apatit. Magnetit selten. Opake und ferritische Substanz.

In 82 sind im Plagioklas die Lamellen durch einen Sprung etwas versetzt. In 86 zeigt in einem Granat eine Reihe von Magnetitkörnchen ein verlegtes si. In 75 tritt Hornblende mit Muskowit in Art eines Glimmergebälkes auf. Im selben Schriff geht ein Riß normal auf s, mit feinkörnigem Quarz und Feldspat ausgefüllt. In einem Winkel von 62 Grad schneidet ihn ein zweiter Riß, der den ersten verwirft. An ihm treten in Hornblende und Granat Chloritbildungen auf. Es ist das die spätere Auslösung einer noch vorhandenen Scherspannung: Abbildungskristallisation — älterer rißrupturelle Deformation — jüngerer Riß-Diaphthorese.

Anhang: Hornblendezoisitschiefergneise.

Nr. 87, Langecker Kamm 580 *m*. Nr. 88, 920 *m* am Kulmkamm. I. H. ein Wechsel von grünlichen und weißen Lagen. U. d. M. Hornblende meist zerrissen, in s. Granat. Zoisit in großen Stengeln in s. Quarz stark undulös und Plagioklas in s, meist zerbrochen. Wenig Muskowit.

Chlorit, Apatit, Titanit, Ruptil, opake und ferritische Substanz. 87 ist vergleichbar dem Gestein 232 (L. 7, S. 70).

Allgemeines zu den Hornblendeschiefergneisen.

Sämtliche Gesteine zeigen postkristalline Deformation, die sich bis zu einer teilweisen Mylonitisierung steigern kann.

Die Hornblendeschiefergneise stellen den Übergang von den Schiefergneisen zu den Paraamphiboliten dar. Sie unterscheiden sich von den ersteren durch die Führung von Hornblende, von den letzteren durch den geringeren Gehalt an Hornblende und im Feld durch den weitaus größeren Wechsel. Von ziemlich hellbraunen, deutlich geschieferten Formen gehen diese Gesteine über in fast schwarze, i. H. quarzitische, an denen die Hornblende makroskopisch nicht zu sehen ist. Andererseits gehen sie durch immer größer werdenden Gehalt an Hornblende allmählich in die Paraamphibolite über. Die Verwandtschaft mit den Schiefergneisen drückt sich auch in der Struktur aus: Sie gehen nach Typus 1 und 2 (L. 8, S. 79, Fig. 1 c).

Um diese Stellung zu kennzeichnen, wurde die Bezeichnung „Hornblendeschiefergneise“ gewählt.

Das letzte Übergangsglied dieser Gesteine zu den Paraamphiboliten stellen die Hornblendezoisit-schiefergneise dar. Diese sind den Hornblendezoisit-schiefern der Stubalpe vergleichbar. Die Bezeichnung „Gneis“ wurde gewählt, um die Zugehörigkeit zu den Hornblendeschiefergneisen auszudrücken. Von diesen unterscheiden sie sich durch den weitaus größeren Gehalt an schönen, langen Zoisitstengeln, von den Paraamphiboliten ebenfalls durch den geringeren Gehalt an Hornblende.

Die Hornblendeschiefergneise sind im Kulmgebiet meist eng mit den Paraamphiboliten verknüpft. Es konnten daher in der Karte nur größere, zusammenhängende Massen dieser Gesteine ausgeschieden werden. Eine Ausscheidung im einzelnen erwies sich als unmöglich, da Linsen von Orthoamphiboliten, Paraamphiboliten und Hornblendeschiefergneisen, jede oft nur 1—2 m mächtig, an manchen Stellen in bunter Reihe wechseln.

3. Gruppe: Paraamphibolite.

1. Untergruppe: Granatfreie Zoisitamphibolite.

Nr. 89, Kamm nordwestlich Rosenberg. Nr. 90, 770 m. Nr. 91, 765 m. Nr. 92, 745 m. Alle drei zwischen Ramhöf und Kulm. Nr. 93, Rollstück, Weinberg, Westhang. Nr. 94, 595 m am Kamm nordwestlich Rosenberg. Nr. 95, Kulmkamm 870 m. Nr. 96, Kulm, Nordosthang 520 m, südlich P. 426.

I. H. geschieferte, dunkelgrüne Gesteine mit weißen Flecken. U. d. M. Hornblende in s, stellenweise zerbrochen. In 93 und 96 ist sie bräunlich gefärbt. Zoisit sehr reichlich, in s. Plagioklas. Quarz undulös. Chlorit in wenigen Spuren. Titanit. Rutil selten. Apatit. Pyrit selten. Opake und ferritische Substanz.

Der Schliff 89 wird von zahlreichen feinen Rissen senkrecht auf s durchzogen. Einer dieser Risse ist etwas breiter und mit kleinen Trümmern von Hornblende und Plagioklas ausgefüllt. Dieses Gestein ist ähnlich Nr. 85 (L. 7), führt aber mehr Zoisit. Durch den Schliff 95 zieht ohne scharfe Grenze eine breite Ader von großen Zoisiten (stellenweise mit Hornblendeeinschlüssen), wenig Hornblende und spärlichem Quarz. Der Zoisit ist meist subparallel in s gestellt. I. H. sind diese Adern weiß, mitgefaltet und spießen teilweise in den Amphibolit ein.

2. Untergruppe: Granatführende Zoisit-amphibolite.

Nr. 97, Buchberg-Nordhang 380 m. Nr. 98, Kulm 970 m. Nr. 99, 560 m Rollstück bei Puch. Nr. 100, 555 m am Gasberger Kamm. Nr. 101, 550 m am Auerberger Kamm.

I. H. wie die 1. Untergruppe, Granat meist deutlich hervortretend. U. d. M. Hornblende in s oder doch subparallel zu s. Zoisit oft in Lagen angereichert. Ist das der Fall, so spießen die Zoisitlagen in die Hornblendelagen ein. Granat mit Einschlüssen von Feldspat, Chlorit, Magnetit, oft auch leicht chloritisiert. Plagioklas selten leicht getrübt. Quarz stark undulös. Muskowit recht selten. Chlorit. Apatit. Titanit. Rutil. Klinozoisit selten. Magnetit wenig. Ferritische und opake Substanz, letztere in 101 in Reihen von kleinen Körnern in s. 97 ist gefaltet, wobei die Hornblende an den Umbiegungsstellen gebrochen ist. Durch den gleichen Schliff geht ein Aplitmylonit.

Die Paraamphibolite des Kulmgebietes sind denen der Stubalm vergleichbar, führen aber oft weit mehr Zoisit. Sie sind postkristallin deformiert.

Anhang: Diopsidzoisitschiefer.

Nr. 102, Lage im Paraamphibolit am Westhang des Kulm. I. H. hellSchmutziggrün mit kleinen Granaten. U. d. M. geht der Zoisitamphibolit ohne scharfe Grenze in den Diopsidzoisitschiefer über. Dieser besteht aus: Zoisit, sehr reichlich, in s. Diopsid reichlich, in s, stark zerrissen. Hornblende sehr spärlich. Granat oft zerrissen, mit Einschlüssen von Chlorit. Plagioklas (Albitoligoklas mit 16,5% An) mit Einschlüssen von Diopsid und Zoisit. Quarz undulös. Chlorit in wenigen

Fetzchen. Titanit sehr spärlich. Sehr selten Kalzit. Einer späteren Erörterung vorgreifend, sei hier schon bemerkt, daß auch dieses Gestein nach Angel (L. 1, S. 184) in die untere Abteilung der mittleren Zone gehört.

4. Gruppe: Diaphthorite nach Pinitgneisart.

Nr. 103, 410 *m* bei Hüttenbüchl. Nr. 104, Rollstück 880 *m* am Kamm vom Kulm 955 *m* gegen SO. I. H. gut geschiefert, zahlreiche Granaten, oft Lagenwechsel. U. d. M. Granat mit Einschlüssen von Feldspat, Quarz, Chlorit, oft mit Chloritof. Plagioklas mit Einschlüssen von Muskowit und Klinozoisit. Quarz sehr stark undulös, zertrümmert. Klinozoisit wenig. Muskowit reichlich, oft Anreicherungen von Schüppchenmuskowit. Meroksen spärlich. Chlorit etwas weniger wie Muskowit. Rutil wenig. Magnetit reichlich. Ferritische Substanz. 103 entspricht ungefähr 47 der Stubalpe (L. 4, S. 98), führt aber keinen Meroksen und Sillimanit. In diesem Schriff ist an einigen Granaten ein Wegströmen der Chlorite zu beobachten. 104 ist lebhaft gefaltet. Die Muskowite sind gebogen, in stärkeren Falten gebrochen. Magnetit in Reihen in s. Bei einem Granat ein sehr schöner Streckungshof. Dieser Schriff entspricht 47a. In keinem der beiden Schriffe ist eine Spur von Cordierit zu entdecken. Beide Schriffe zeigen postkristalline Deformation.

5. Gruppe: Hellglimmerschiefer.

Nr. 105, Kamm nordwestlich Rosenberg, südlich P. 641. Nr. 106, Freienberger Klamm südlich Haring. I. H. gut geschiefert, stellenweise ein Wechsel zwischen Quarz- und Granatglimmerlagen. U. d. M. Quarz vorherrschend, oblong in s, stark zerbrochen, undulös. Granat mit Einschlüssen von Feldspat, Chlorit und Pyrit. Plagioklas nicht viel, zerbrochen. Muskowit reichlich, oft gebogen. Meroksen wenig. Chlorit. Apatit. Rutil. Pyrit oder Magnetit, letzterer sehr reichlich, in Reihen in s. Ferritische Substanz. Beide Schriffe entsprechen 96 der Stubalpe (L. 4, S. 138), nur hat 105 eine weitaus stärkere Erzimprägation (Magnetit). Beide Schriffe zeigen postkristalline Deformation.

6. Gruppe: Granatglimmerschiefer.

Nr. 107—109, einziges Vorkommen im Kulmgebiet, in der Karte nicht ausgeschieden, als Umrandung des Mikroklinggranites. Nr. 7, 575 *m* nördlich Hoferberg. I. H. deutlicher Feinlagenbau. Dunkelgrau, sehr dünnlagig, mit zahlreichen kleinen Granaten. U. d. M. Quarz oblong in s, stark zerrissen. Granat mit Einschlüssen von Feldspat, Quarz, opaker Substanz,

meist fast vollständig chloritisiert. Plagioklas sehr wenig. Muskowit reichlich, oft gebogen. Meroxen. Chlorit. Epidot in 109. Ferritische Substanz. — Diese Gruppe zeigt ebenfalls starke postkristalline Durchbewegung. Sie leitet zu den Granatglimmerquarziten über.

7. Gruppe: Quarzite.

1. Untergruppe: Gneisquarzite.

Nr. 110 und 111, Freienberger Klamm südlich Neuhaus. I. H. geschiefert, Wechsel zwischen hellen, aplitischen und dunklen Lagen. U. d. M. Quarz in groben Körnern, verzahnt, undulös. Plagioklas. Granat reichlich in glimmerreichen Lagen. Muskowit teilweise gebogen, selten mit Meroxen ein Glimmergebälk bildend. Chlorit. Serizit in Anreicherungen und Strömen, in letzteren kleine Quarzkörner, Klinozoisit und Rutil wenig. Magnetit. Ferritische Substanz. Die Granaten sind teilweise recht gut als abgerollt zu erkennen.

2. Untergruppe: Glimmerquarzite.

Nr. 112, Freienberger Klamm nördlich P. 623. Nr. 113, 860 m am Kamm vom Kulm, 955 m gegen SO. Nr. 114, 575 m am Kamm nordwestlich Rosenberg. Nr. 115, 678 m am Auerberger Kamm. I. H. geschiefert, dunkelgrau. In 112 treten die Chloritlagen deutlich hervor. U. d. M. Quarz stark undulös, oft oblong in s. Plagioklas wenig. Granat sehr spärlich, vollständig chloritisiert. In 112 Turmalin mit Chloritrand. Muskowit reichlich, oft leicht gebogen. Chlorit reichlich. Apatit und Epidot in 115. Pyrit. Ferritische Substanz.

3. Untergruppe: Granatglimmerquarzite.

Nr. 116, 490 m südöstlich von Heiligen Grab. Nr. 117—119, Steinbruch am Ostende des Klausenbachgrabens. 117—119 bilden die Umrahmung des Mikroklinggranites 19. I. H. feinkörnige, geschieferte, helle bis graue Gesteine. U. d. M. Quarz in groben Körnern, stark undulös. Plagioklas sehr spärlich. Granat mit Einschlüssen von Feldspat, Quarz, Meroxen und Chlorit, stellenweise etwas abgerollt. Muskowit und Meroxen manchmal als Glimmergebälk. Chlorit, Apatit, Epidot, Magnetit wenig. Ferritische Substanz.

Allgemeines über die Quarzite.

Die Quarzite sind wohl auf Grund von Arkosen entstanden, wie die abgerollten Granaten in 111 und 117 zeigen. Auch sie zeigen deutlich eine starke postkristalline Deformation.

8. Gruppe: Marmore.

Nr. 120, 500 *m* nördlich der Kapelle Langeck. I. H. weiß, mittelkörnig, dunkle Gemengteile nur in Spuren. U. d. M. Kalzit stellenweise mit gebogenen Lamellen. Quarz stark undulös, oft in vollkommen gerundeten Körnern. Äußerst spärlich Plagioklas. Sehr wenig Apatit. Zoisit, opake und ferritische Substanz.

Nr. 121, diopsidführend, Langecker Kamm, westlich P. 653 auf 430 *m*. I. H. weiße, kristalline und dunkelgraue, dichte Lagen. U. d. M. geht ein Schiefergneis, bestehend aus: Plagioklas, Quarz, Meroxen, Titanit und Apatit mit Kalzitschmitzchen über in den Marmor. Diese Wechsellagerung, die sich im Aufschluß wiederholt, ist ähnlich der im Teigitschgraben (L. 11). Der Marmor besteht aus: Kalzit mit einigen Linsen von oblongem, stark undulösem Quarz und sehr wenig Plagioklas, Meroxen und Diopsid. In einer kurzen Strecke tritt eine starke Kornverkleinerung der Kalzite ein und mit scharfer Grenze lagert sich eine breite Lage durchaus zerriebenen Kalzites an, der nicht rekristallisiert ist. In dieser Lage befinden sich kleine Nester von Quarz, spärlichem Plagioklas und Diopsid. Linien ferritischer Substanz veranschaulichen s. Dann tritt wieder Kornvergrößerung ein und ohne scharfe Grenze bildet sich schließlich wieder der Marmor mit denselben Mineralien wie oben aus.

Anhang: Lage im Marmor des Romatschachberges.

Nr. 122 und 123. Grüne, unregelmäßige Hornblendeknollen mit Granatputzen sind dem Marmor eingelagert, wie dies Profil 15 zeigt. Die Knollen sind oft geschwänzt, auch in Lagen ausgezogen. Streckenweise ist der Marmor rosa gefärbt, und zwar durch kleine Granaten, wie die Untersuchung des Schliffes 123 ergab. U. d. M. hellgrüne Hornblenden und hellrosa Granaten, letztere mit Einschlüssen von Hornblende, Plagioklas und Zoisit, in durchaus unregelmäßiger Anordnung. Quarz spärlich, stark undulös. Titanit wenig. Zoisit in 122. Klinozoisit in 123. Kalzit spärlich. Ferritische Substanz.

Allgemeines zur 8. Gruppe.

Auch die Marmore zeigen eine postkristalline Durchbewegung. Sie sind den Marmoren der Stübalpe, im besonderen jenem des Teigitschgrabens vergleichbar.

Bemerkungen zur Schieferung.

Unter den Orthogesteinen zeigen die Gesteine der 1., die Gneise der 2., die Gesteine der 3., die Saussuritamphibolite der

4. und die Gesteine der 5. Gruppe mit Ausnahme der Hornblendefelse ein meist sehr deutlich ausgeprägtes s. Die Granite und Gabbros zeigen lediglich eine mehr oder minder starke kataklastische Beanspruchung. Die Paragesteine zeigen naturgemäß meist ein sehr deutlich ausgeprägtes s. Ein Linsen- und Feinlagenbau ist besonders auf den Schiefergneisen und Hornblendeschiefergneisen gut entwickelt.

Geologischer Teil.

Wie in jedem Gebiet kristalliner Schiefer, sind auch im Kulmgebiet Verbiegungen im Streichen etwas sehr Häufiges. Kleinere Verbiegungen finden sich allenthalben; es seien hier nur einige angeführt: Am Westende der Freienberger Klamm trifft man einen Schiefergneis (63), der ein Streichen nach NNW und 20° Westsüdwestfallen zeigt. Nach wenigen Schritten biegt er nach ONO, 20° SSO um. Die zweite Stelle, an der man kleine Verbiegungen gut sehen kann, ist die Grenze zwischen einem Zoisitamphibolit und Mikroklinggranitgneis von 739 m am Kulm-Südwesthang gegen NO: Auf 740 m hat man hier die Richtungen OW, S 40° , auf 745 m NW—SO, NO sehr steil und etwas höher oben OW, S 20° . Schließlich lenkt das Streichen in das im Kulmgebiet normale Nordoststreichen ein. Beim Zeichnen der Karte hat sich hier ein Fehler eingeschlichen, insofern, als das zweite Fallzeichen falsch eingezeichnet wurde. Es liegt also auf dieser verhältnismäßig kurzen Strecke nicht nur ein Verbiegen im Streichen, sondern auch ein Umschlagen in der Senkrechten vor.

An zwei Stellen im Kulmgebiet findet man jedoch auch größere Verbiegungen: In der Freienberger Klamm trifft man an der Straße von W her in der ersten Südbiegung einen Hornblendeschiefergneis (86) mit durchschnittlich NO, SO 30° . Kleinere Verbiegungen sind hier unwesentlich. Dieser Hornblendeschiefergneis ist im Anstehenden durchaus nicht als solcher zu erkennen. Da die Hornblende makroskopisch nicht in Erscheinung tritt, könnte man ihn für einen injizierten Granatglimmerschiefer halten. Knapp östlich der Brücke 432 m folgt darauf ein Quarzdioritgneis (26—27) mit gleichem Streichen und darauf ein Gneisquarzit (110—111). Auch dieser beginnt mit dem normalen Nordoststreichen, dreht aber allmählich in OW und schließlich in NW, SW 20° um. Dieses Streichen bleibt dann fast durch die ganze Klamm dasselbe und erst am Ostende der Klamm dreht es wieder in ONO, SSO 30° um, nähert sich also dem normalen Streichen. Diese Verbiegung wirkt sich auch auf dem Nordosthang des Kulms aus.

Die zweite größere Verbiegung läßt sich am Südostende der Herbersteinklamm beobachten. Gehen wir von dem Sattel,

durch den die Straße nach Stubenberg geht, gegen SO über den Kamm, so finden wir drei Gesteine: Als Hangendes Hellglimmerschiefer, dann Quarzdiorit und als Liegendes Hornblendeschiefergneis. Die beiden ersteren streichen nordnordöstlich und fallen gegen WNW. Der Hornblendeschiefergneis zeigt bereits aus dem Kamm ein Nordnordweststreichen. In halber Höhe des Kammes, etwa an der Straße, sieht man, wie dieses Streichen, von kleineren Verbiegungen abgesehen, sehr rasch über NS in ein Nordweststreichen und Südostfallen übergeht. Unten in der Klamm erreicht die Linse des Quarzdiorites ihr Ende und am Ausgang der Klamm liegt der Hellglimmerschiefer über dem Hornblendeschiefergneis.

Auch Falten konnten an einigen Stellen beobachtet werden. Es sei hier die kleine Synklinale des Mikroklingranitgneises im Graben des Kulmbaches erwähnt, die Synklinale und darauffolgende schöne Antiklinale des Augengneises von P. 666 zu 660 *m* auf dem Kamm nordöstlich Siegersdorf, die Antiklinale des Marmors des Langecker Kammes, mit dem eingefalteten Hornblendeplagioklasschiefer und der Wechsel von Anti- und Synkinalen auf dem Kamm von Siegersdorf zum Ramatschachberg. Erwähnt sei hier, daß der Marmor des Romatschachberges zwei Falten zeigt.

Das Kulmgebiet wird von NW gegen SO hauptsächlich von drei Gesteinsgruppen eingenommen: Als Liegendes die große Masse der Ortho- und Paraamphibolite, darüber der Augengneis und mit ihm verschuppt und als Hangendes Mikroklingranitgneis und Schiefergneis. Die aus der Karte und den Profilen hervorgehenden Mächtigkeiten sind jedoch nicht als primäre, sondern als tektonisch verursachte, sekundäre Mächtigkeiten aufzufassen, wie die zahlreichen in sie eingeschuppten kleinen und größeren Linsen anderer Gesteine zeigen. Unter diesen eingeschuppten Gesteinen befinden sich sowohl Gesteine der oben genannten drei Gruppen, als auch andere Gesteine, die im Kulmgebiet mit Ausnahme des Quarzites, überhaupt nicht in größerer Mächtigkeit auftreten. An einigen Stellen des Kulmgebietes ist diese Verschuppung so stark, daß es im vorliegenden Maßstab gänzlich unmöglich erschien, alle Gesteinsvorkommen in die Karte und in die Profile einzutragen. Besonders wäre hier zu erwähnen der Kamm von Kulm gegen Süden, der oftmalige Wechsel von Pegmatit und Amphibolit am Kamm bei Rosenberg. Der Schloßfels in der Herbersteinklamm und der Hang von Heiligen Grab in den Klausenbachgraben. Auch die Ortho- und Paraamphibolite des Kulms sind derartig miteinander verschuppt, daß es nur möglich war, zusammenhängende größere Vorkommen auszuscheiden.

Naturgemäß hängt damit zusammen, daß auch die Grenzfläche zweier Gesteine im Feld oft nicht so einfach verläuft, als es in der Karte dargestellt werden mußte. Dies zeigt besonders schön eine kleine Linse von Hornblendeschiefergneis, die knapp nördlich des Heiligen Grabes in den Mikroklinggranitgneis eingeschuppt ist. An ihr kann man deutlich im Aufschluß beobachten, daß diese kleine Linse selbst wieder aus mehreren Linsen desselben Gesteines bestehen muß, da ein Stück von ihr in den Augengneis einspießt.

Einen guten Einblick in die enge Verschuppung der Gesteine des Kulmgebietes gewährt südlich Dorf Langeck der gegen WSW auskeilende Amphibolitzug. Dieser besteht auf dem Kamm von NW nach SO aus Saussuritamphibolit (49), darüber granatführender Amphibolit, darüber Hornblendezoisit-schiefergneis (87), darüber Saussuritamphibolit, alles nordoststreichend und südostfallend. Der Mangel an Aufschlüssen verhinderte die Verfolgung dieser einzelnen Gesteinslinsen.

Schließlich sei noch das in der Karte infolge seiner geringen Mächtigkeit nicht ausgeschiedene Vorkommen von Granatglimmerschiefer (107—109) erwähnt. Es findet sich auf 575 m innerhalb des Zuges von Mikroklinggranitgneis des Kammes südwestlich St. Johann am Weg von Siegersdorf zum Klausenbachgraben dort, wo nordwestlich P. 480 die beiden Fallzeichen am Weg eine Antiklinale anzeigen. Den Kern dieses Aufschlusses bildet der Mikroklinggranit 7. Auf beiden Seiten wird er vom Granatglimmerschiefer umrahmt. Dieser fällt am Nordwestende des Aufschlusses nach NW 30°, am Südostende nach SO 30°. Im Mikroklinggranit finden sich zwei echte Pegmatitgänge (31—32). Diese beiden streichen nordöstlich und fallen steil nordwestlich. Auf dem bereits abgebauten Teil des kleinen Steinbruches sieht man, daß das Streichen des Granatglimmerschiefers in einem Bogen ineinander übergeht. Der Mikroklinggranit liegt also in einer schützenden Hülle von Granatglimmerschiefer. Dem entspricht auch, daß der Mikroklinggranit nur sehr unvollkommen in s eingestellt ist.

Zusammenfassung.

Im Kulmgebiet finden sich Schiefer sowie Intrusivgesteine dreier Gruppen, und zwar: Granodiorite, die zum Gleinalmkern gehören, Mikroklinggranite-Quarzdiorite, die zur Pöllauer Masse gehören, und die Gabbrogesteine, die in einer größeren Intrusivmasse bisher hier noch nirgends bekannt wurden.

Mit Ausnahme der Diaphthorite nach Pinitgneisart und der Hellglimmerschiefer, die ja ihrem ganzen Charakter nach in die oberste Zone gehören, sind alle Gesteine Vertreter der mittleren

Zone. Die Mineralien Albit, Chlorit, Pyroxen, Epidot und Disthen dürfen hier nicht stören, da auch diese nach den Ausführungen A n g e l s (L. 2, S. 77) in der mittleren Zone in Kombinationen von Mineralien verschiedener Tiefenstufen möglich sind. Bezüglich des Chlorites wäre zu erwähnen, daß es nicht unmöglich ist, daß im Kulmgebiet zwei zeitlich getrennte Generationen von Chlorit vorkommen. Beobachtet wurde derartiges im Schliff 75 eines Hornblendeschiefergneises, wo Chlorit sowohl im geschieferten Gestein als auch an Granat und Hornblende in einem jüngeren Riß erscheint, und zwar mit seiner Längsrichtung in der Längsrichtung des Risses, also quer auf das s des Schiefers.

Auch vom Standpunkt der Durchbewegung aus betrachtet, sind Intrusivgesteine und Schieferserie streng getrennt. Die ersteren sind als erstarrte Körper einer tektonischen Beanspruchung ausgesetzt worden, welche sie kataklastisch geschiefert und teilweise mylonitisiert hat. Bei ihnen allen fehlt jegliches Anzeichen einer posttektonischen Kristallisationsphase. Anders aber bei der Schieferserie. Diese zeigt durchwegs Abbildungskristallisation und ihre Gesteine sind erst als vollkommen ausgebildete kristalline Schiefer einer zweiten Phase der Durchbewegung ausgesetzt worden, die weit stärker wirkte als auf der Stubalpe (L. 4 und 8). Auch bei den Gesteinen der Schieferserie steigerte sich bisweilen diese Durchbewegung bis zu einer Mylonitisierung. Die Kristallisation der Schieferserie vor der zweiten Durchbewegung entspricht ungefähr der Gleinalpenkristallisation.

Wir haben uns den Werdegang des Kulmgebietes demnach etwa folgendermaßen vorzustellen: Eine alte Schieferserie wurde von der Gleinalpenkristallisation 1. und 2. Phase (L. 8, S. 112 ff.) betroffen:

1. Phase: Anlage der Metamorphose in der Schieferserie, Ausarbeitung von s, Abbildungskristallisation.

2. Phase: Eindringen der Intrusivgesteine und weitere Kristallisation.

Auf diese folgt dann die Ammeringkristallisation, verbunden mit stellenweiser Diaphthorese. Die Plagioklasse nehmen den Habitus der Tauernzentralgneisplagioklasse an. Das geschieht in der Zeit der zweiten Durchbewegung. Ausarbeitung eines kataklastischen s in den Intrusivgesteinen. Ablösung der sichtbaren Teile der Intrusivkörper von den Intrusivkörpern durch ein Geflecht von Bewegungsflächen. Die Schieferserie macht diese zweite Bewegung mit. Sie wird kataklastisch beansprucht, stellenweise bis zur Mylonitisierung. Anlage der Gleitbretterstruktur. Das ganze Kulmgebiet weist ja Gleitbrettertektonik auf. Auch die größeren zusam-

menhängenden Gesteinsmassen, wie die Amphibolite und die Augengneise, sind nichts anderes als Linsenpakete, wie die zahlreichen in sie eingestreuten Linsen anderer Gesteine zeigen.

Die Schiefergneise des südlichen Langecker Kammes, des Romatschachberges und des Klausenbachgrabens sind als ein zusammengehöriger Zug aufzufassen, wie die Ähnlichkeit u. d. M., besonders der beiden ersteren, zeigt. Am Langecker Kamm haben wir in diesem Schiefergneis Südostfallen, auf dem Romatschachberg Nordwestfallen und im Klausenbachgraben wieder Südostfallen. Also im Großen dieselbe Erscheinung wie im Kleinen bei P. 739. Ein Umschlagen in der Senkrechten. Dieses Umschlagen sowie die größeren Verbiegungen des Kulm-Nordosthanges und des Südostendes der Herbersteinklamm machen auch die Intrusivgesteine mit. Das geschah also zur Zeit der zweiten Durchbewegung.

Die zweite Durchbewegungsphase traf eine bereits ausgefaltete Schieferserie an. Diese Schieferserie konnte daher in ihrem Hauptstreichen nicht umgedreht werden. Sie reagiert auf diese zweite Durchbewegung durch Ansätze zur Internfaltung (Schliff 75), stellenweise durch Mylonitbildung und durch die Verbiegungen im Streichen. Diese Knickungen im Streichen stehen vermutlich im Zusammenhang mit dem von Mohr (11a) angegebenen Nordsüd- und Nordweststreichen der nördlich gelegenen Gebiete.

Die ältesten erkennbaren, vordiapthoritischen Streichrichtungen stimmen mit dem heute vorherrschenden Streichen überein.

Das Hauptstreichen der Gesteine im Kulmgebiet ist gegen NO gerichtet. Es ist ein alpines Streichen, hervorgerufen durch eine alpine Bewegung.

G r a z, Geologisches Institut der Universität, Mai 1927.

Literaturverzeichnis.

1. Angel Fr.: Gesteine der Steiermark, Graz 1924, Naturw. Verein für Steiermark, Bd. 60.
2. — Petrographische Studien im Gebiete der Gleinalm. Jb. d. Geolog. Bundesanstalt, Wien 1923.
3. — Mineralmorphologische Bemerkungen zum mittelsteirischen Kristallin. Tschermaks Min.-petr. Mitt., Bd. 35, Heft 3/4, 1921.
4. — und Heritsch Fr.: Ein Beitrag zur Petrographie und Geologie des mittelsteirischen kristallinen Gebirges der Stubalpe. Jb. d. Geol. Bundesanstalt, Wien 1919.
- 4a. Andrae, Dr. Carl Justus: Vorläufiger Bericht über die Ergebnisse geogn. Beobachtungen im Gebiete d. 9. Sect. d. Generalquart.-Karte v. Steiermark und Illyrien, ausgeführt im Sommer 1853. 3. Ber. d. Geogn.-mont. Vereines f. Steiermark, Graz 1854.

- 4b. **Andrae**, Dr. Carl Justus: Bericht über die Ergebnisse geogn. Forschungen im Gebiete d. 9. Sect. d. Generalquart.-Karte in Steiermark und Illyrien während des Sommers 1853. Jb. d. k. k. Geol. Reichsanstalt, Wien, V. Bd., 1854.
 5. **Eigel** Fr.: Das kristallinische Schiefergebirge in der Umgebung von Pöllau. Jb. d. Fürstbisch. Gymnasiums, Graz 1895.
 6. **Hatle** Ed.: Minerale der Steiermark. Graz 1885.
 7. **Heritsch** Fr.: Amphibolgesteine aus Stubalpe, Korralpe und Seetaler Alpen. Zentralblatt f. Min. usw., 1922, Nr. 22.
 8. — Die Gliederung des Altkristallins der Stubalpe in Steiermark. Neues Jb. f. Min. usw., Beilageband 51.
 9. — Das tektonische Fenster von Fischbach. Denkschr. d. Akad. d. Wiss. in Wien, Math.-naturw. Klasse, 101. Bd., 1927.
 10. — und **Czermak** Fr.: Geologie des Stubalpengebirges in Steiermark. Graz, U. Moser, 1923.
 11. — und **Lieb** Fr.: Ein mineralreicher Marmor im Stubalpengebiete. Zentralblatt f. Min. usw., 1924, Nr. 11, S. 335 ff.
 - 11a. **Mohr** H.: Ist das Wechelfenster ostalpin? Graz 1919, Leuschner und Lubensky.
 12. **Staub** R.: Petrographische Untersuchungen im westlichen Berninagebirge. Vierteljahresschrift d. Naturf.-Ges. in Zürich, 60. Jahrg., 1915, Heft 1/2, S. 74.
 13. **Stiny** J.: Gesteine aus der Umgebung von Bruck a. d. Mur, Selbstverlag 1917.
 14. **Stur** D.: Geologie der Steiermark. Graz 1871, S. 68.
 15. **Vacek** M.: Über die kristallinische Umrandung des Grazer Beckens. Verhandlg. d. k. k. geol. Reichsanstalt, Wien 1890.
-