Das kristalline Gebirge im Raume Pack — Ligist

(Mit einer geologischen Karte, einem Deckblatt zur geologischen Karte, 21 Abbildungen und 14 Zeichnungen im Text)

Oskar Homann, Graz

Einleitung

Das vorliegende Arbeitsgebiet erstreckt sich zwischen Stub- und Koralpe von der steirischen Landesgrenze bis an den Westrand des weststeirischen Tertiärbeckens.

Die geologische Kartierung schließt im Norden an die Aufnahme von F. Czermak und F. Heritsch (1923) an und grenzt im Süden, zwischen Reinischkogel und Hebalpe an die Karte von P. Beck-Mannagetta (1941); die weitere Abgrenzung wird durch den Stainzbach im Süden und die Packer Bundesstraße zwischen St. Johann ob Hohenburg und Köflach im Norden markiert. Die Ostgrenze des Kartierungsgebietes bildet das Tertiär, welches von V. Jenisch (1955) einer modernen Bearbeitung unterzogen wurde.

Die Fachliteratur bezüglich des Kartierungsraumes ist vor allem einzelnen Mineralvorkommen gewidmet (siehe Lit. in A. Alker/1956 und 1960), die auch Anlaß zur Bearbeitung des Raumes gaben.

Meinen Dank möchte ich allen zuständigen Stellen des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung aussprechen, die die wissenschaftliche Arbeit im Rahmen der „Landeskundlichen Bestandaufnahme" am Joanneum finanziell unterstützt haben und größtes Interesse und Verständnis zeigten. In diesem Zusammenhang sei Kollegen Dr. A. Alker besonders gedankt, da er durch viele Diskussionen, Ratschläge und auch durch Arbeitsunterstützungen wesentlich zum guten Gelingen der Arbeit beitrug.

Arbeitsmethode

Die Kartierung erfolgte nicht auf übliche Weise, da in erster Linie eine petrographische Bearbeitung angestrebt wurde. Es wurde zuerst eine Aufschlußkartierung im Maßstabe 1 : 12.500 durchgeführt und Dünnschliffmaterial gesammelt. Makroskopisch ähnliche bzw. strukturell gleiche Gesteinsausbildungen wurden bereits im Gelände zusammengehängt und ausgefallene Typen erst auf Grund einer Dünnschliffuntersuchung eingereiht. Von 148 Fundpunkten (Aufschlüssen) sind Dünnschliffe angefertigt worden, die auf dem Deckblatt zur geologischen Karte festgehalten sind. Für dieses Deckblatt wurde zunächst auf Grund der Dünnschliffuntersuchungen die Quantität der Mineralkomponenten berücksichtigt.

Eine wertvolle Unterstützung waren dabei die im Laufe vieler Diskussionen und Kolloquien ermittelten Diagramme zur Gesteinsnomenklatur kristalliner Schiefer (1962), worauf bei der Gesteinsbenennung der im Deckblatt zur geologischen Karte eingetragenen Gesteine Bezug genommen wurde. An Hand

der Dünnschliffuntersuchungen konnte die Verbreitung von Disthen und Chlorit gut abgegrenzt werden. Es sind dies für den Grad der Metamorphose typomorphe Minerale. Dazu ist zu bemerken, daß Disthene als Flasern an die Liegendanteile (Plattengneis-Disthenflasergneisserie und Liegendes der venitischen Glimmerschiefer) gebunden sind und Chlorit, abgesehen von der hangendsten Zone der „Gradener Serie", auch unmittelbar hangend an die Disthenflaserverbreitung in einer schmalen Zone anschließt. Die Chloritlinie des Deckblattes zeigt mit senkrechten Strichen die Verbreitungsrichtung an. In den disthenführenden Gesteinsserien wurden keine Chlorite festgestellt.

Die Kombination der im Deckblatt festgehaltenen Gesteinsunterschiede und die im Gelände allerdings oft nur zum Teil deutlich auffallenden Baumerkmale bzw. die Struktur der Kristallingesteine führten zur Darstellung der vorliegenden geologischen Karte.

Ich unterscheide vom Liegenden ins Hangende folgende petrographische Einheiten des Kristallins:

1. Plattengneisserie
2. Disthenflasergneisserie
3. Serie der venitischen Granatglimmerschiefer mit Pegmatitzonen
4. „Gradener Serie" nach W. Rittler (1938), dunkle Granatglimmerschiefer, teilweise mit Staurolith.

Der Begriff „Serie" wird in dieser Arbeit für eine petrographisch geschlossene Gesteinsgesellschaft (Mineralfazies), die auch strukturell (Homogenität in der Tektonik) gleiche Merkmale aufweist, angewandt. Für die Plattengneis- und Disthenflasergneisserie bestehen z. B. mineralfaziell gleiche Bedingungen (alpine Eklogitfazies), ebenso für die beiden folgenden Serien in einem etwas höheren mineralfaziellen Niveau (Staurolith-Almandinschieferfazies). Die Grenzen zwischen den drei ersten Serien sind mehr oder weniger durch graduelle Übergänge charakterisiert. Es besteht eine stratigraphische Zusammengehörigkeit zwischen diesen Serien.

Die Grenze „Gradener Serie"—Disthenflasergneisserie ist deutlich durch eine Pegmatitanreicherung markiert, die an die liegende Disthenflasergneisserie gebunden ist. Diese Grenze ist teilweise auch morphologisch deutlich ausgeprägt (Gößnitzgraben—Grabeneinschnitt westlich Wartenstein—Tertiärbecken von Ligist südlich Dietenberg). W. Rittler (1938) hat für diese Grenze eine eigene Zone (Gößnitzzone) eingeschaltet, die infolge ihrer Gesellschaft Marmor —Pegmatit—Quarzit mit der Almhausserie F. Heritsch (1923) verglichen wurde. Abgesehen von einer überdimensionierten Darstellung der sogenannten Gößnitzzone bei W. Rittler ist ihre Existenz anzuzweifeln, da die Marmore an die „Gradener Serie" gebunden und die Pegmatite ins Liegende zur Disthenflasergneisserie zu stellen sind. Quarzite sind in allen Teilen der hier vorliegenden metamorphen Sedimente anzutreffen und nicht auskartierbar. Ein stratigraphischer Zusammenhang zwischen „Gradener Serie" und Disthenflasergneisserie besteht anscheinend nicht. Die pegmatitreichen Lagen an der Grenze beider Serien lassen ein Verheilen einer vielleicht tektonisch aktivierten Transgressionsdiskordanz (!) vermuten.

Bei den nun zu besprechenden Serien von kristallinen Schiefern handelt es sich um vorwiegend metamorphe Sedimente, die im Arbeitsbereich mit zirka 3000 bis 4000 m Mächtigkeit aufgeschlossen sind.

1. Plattengneisserie

P. Beck-Mannagetta (1945) hatte aus dem südlichen Anschlußgebiet eine eigene Studie über die Tektonik des Plattengneises publiziert und trennte mit Recht den Plattengneis als eine tektonische Fazies nach B. Sander von den übrigen Gesteinen des Koralpenkristallins ab und als solche habe ich sie als eigene Serie herausgestellt. Als liegendstes Glied der Serie müßte der Marmor vom Sauerbrunngraben bei Stainz, als der tieferen Marmorserie (Serie B) P. Becks (1941) zugehörig, von der Plattengneisserie abgetrennt werden. Ob es sich dabei um ähnliche Verhältnisse handelt, wie sie im Raume Hüttenberg für die Marmore der Stelzing (W. Fritsch u. M. / 1960) angegeben werden, müßte eine Durcharbeitung der Liegendanteile zum Marmor, welche südlich des Stainzbaches zu vermuten wären, ergeben.

Beck's Plattengneisserie beinhaltet auch andere Gneistypen und deckt sich nicht mit meiner Plattengneisserie, wohl aber mit Kieslinger's Koralpengruppe, die ebenfalls Hirschegger Gneise, Schwanberger Gneise usw. beinhaltet. Während nun Plattengneise der Koralpengruppe Kieslinger's in verschiedener tektonischer Stellung innerhalb der Gruppe aufscheinen, sind hier die Plattengneise an die liegendsten Anteile gebunden. Ferner sind die Plattengneise durch eine straffe lineare Einregelung in N-S bis N 30 E charakterisiert. Die dünnlagige Anordnung von Pegmatoid und Glimmerschiefer geben dem Gestein die plattige Absonderung an s-Flächen, die es für Bauzwecke sehr begehrt macht. Die lineare Einregelung äußert sich durch eine postkristalline Kataklase in den Pegmatoidlagen.

Infolge der sehr flachen Lagerung ist der Plattengneis hier an die Gräben und östlichen Teile des Kartierungsbereiches gebunden und reicht bis an die 900-er Isohypse. Die Gesamtmächtigkeit kann mit etwa 700 m angegeben werden, die eine einigermaßen homogene Gesteinsfolge zeigt.

Neben den vielen Plattengneisbrüchen, die im Liegenden um Stainz konzentriert sind, gibt es nur wenige in den Hangendanteilen, was nicht nur durch die Verkehrslage, sondern auch durch die Qualität bedingt ist. Trotzdem scheint typischer Plattengneis im Steinbruch SW Weberjörgl, SÖ Hahnkogel (1083 m) an der Straße nach Sommereben auf. Es wurden hier ein Durchschnittsgesteinsschliff (Nr. 127) und eine ca. 5 cm mächtige pegmatoide Lage untersucht.

Im Handstück: Plattig brechendes, hartes, bräunlich bis gelblichweißes Gestein mit weißer pegmatoider Zwischenlage im -s-.

Unter dem Mikroskop (u. d. M.):

QUARZ: feinkörnige Lagen mit gröberen Zeilen in Wechsellagerung, tw. im -s-gestreckte Granoblasten. Die einzelnen Lagen sind durch Glimmerlagen getrennt und brechen selten linsig auf. In der Pegmatoidlage scheinen grobkörnige, verzahnte Granoblasten neben feinkörnigem Mörtelquarz auf, der als Ausfüllung von aufgerissenen Spaltflächen von Feldspäten und Gesteinsklüften bzw. aufgeblätterten -s-Flächen auftritt. Stets deutlich undulöse Auslöschung.

PLAGIOKLAS: Porphyroblasten mit 25—30% An-Gehalt. Granoblasten tw. im Quarzgefüge eingeschlichtet. Oft stark zwillingslamellierte Individuen zeigen flammig undulöse Auslöschung. Senkrecht zur Lamellierung kommt es oft zum Zerbrechen der Porphyroblasten (postkristalline Tektonik).

K-Na-FELDSPAT: grobe Porphyroblasten mit ausgeprägter Spaltung nach M und P. Die aufgerissenen Spaltflächen sind mit Mörtelquarz und feinen Muskovitblättchen ausgefüllt.

MUSKOVIT: grobe Lepidoblasten als Flasern im -s- eingeregelt.

BIOTIT: besonders an granatreiche Zonen gebunden (Fe-reiche Lagen) mit a = hellgelblich, b=c = kastanienbraun. Tw. reich an feinkörnigen opaken Einschlüssen.

GRANAT: reich an Biotiteinschlüssen, mit zahlreichen unregelmäßigen Rissen versehen und kantengerundet. Vorwiegend Bruchstücke von gröberen Idioblasten, ganz selten Relikte mit deutlichen Kristallbegrenzungsflächen.

TURMALIN: makroskopisch ein Schörl. Idiomorph bzw. leicht kantengerundet, Porphyroblast von 1.6×2.8 mm, im Kern mit feinen, von Biotitblättchen erfüllten Haarrissen. Pleochroismus schwach moosgrün, da es sich um einen Schnitt fast parallel zur Basis handelt.

DISTHEN: feinkörnige, wulstige Flaseraggregate zwischen Muskovitflasern.

Gefüge: Porphyro- bis granoblastisches Gefüge mit deutlich postkristalliner Kataklase. Lagenbau von grano-lepidoblastischem Gefüge. Mörtelquarze zeigen eine posttektonische Rekristallisation.

Korngrößen: Quarz 0.05 (Mörtel) bis 0.5 mm, Feldspat 0.05 bis 1.6 mm, K-Na-Feldspat bis 8×10 mm, Granat 0.4 mm, Muskovit bis 0.8 mm, Disthen-Einzelkristalle bis 0.1 mm.

Prozente (Gneisdurchschnitt): Quarz 23%, Feldspat 30%, Muskovit 22%, Biotit 7%, Granat 12%, Disthen 6%.

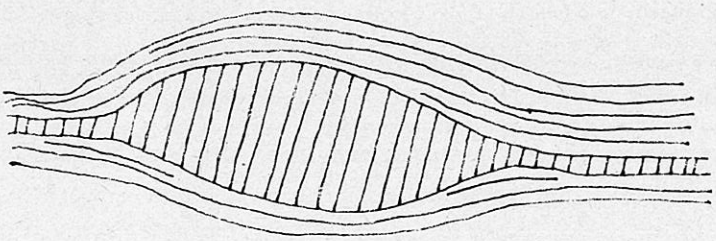
Ebenso zeigt der Plattengneis im Felsofen nördlich der Waldschmiede im Schliff Nr. 121 kataklastisches Lagen- bis Flasergefüge mit ähnlicher Integration der Mineralgemengteile.

Der Plagioklasgehalt sinkt mitunter bis 6%, wie z. B. in Schliff Nr. 133, wofür natürlich die Bezeichnung Gneis im Handstückbereich nicht mehr Anwendung finden kann; das Gefüge entspricht jedoch dem Plattengneis. Es gibt im Plattengneis auch Lagen von rein quarzitischer Mineralkombination. Es sind dies graue, glimmer- und plagioklasarme Zonen mit ebenso plattigem Habitus (unmittelbar westlich W. H. Sauerbrunn bei Stainz). In diesem Zusammenhang wäre zu betonen, daß der Plattengneis einer nicht deutlich abgegrenzten Mineralkombination entspricht. Die Abtrennung von den übrigen kristallinen Schiefern erfolgt vielmehr auf Grund des Habitus, der den Plattengneis wohl von anderen, mit Lokalnamen bereits versehenen Gneisen, abtrennt. Die Pauschalintegration entspricht der Gneisdefinition und ist kaum unterschiedlich vom hangenden Disthenflasergneis, in den der Plattengneis langsam übergeht.

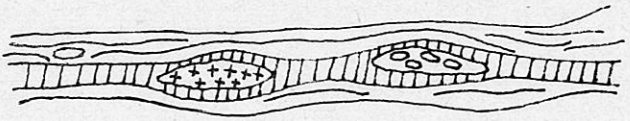
Für die mineralfazielle Einordnung ist hier wesentlich die Mineralkombination Granat (vielleicht pyropreich, eine Untersuchung darüber wäre aufschlußreich), feinkörnige Aggregate von Disthen in Flasern, meistens von Muskovit umschlossen, Biotit und Pegmatoidlagen, in mächtigeren Linsen und Lagen reich an K-Na-Feldspataugen. Die Disthenflasern sind tektonisch ausgewalzte Paramorphosen nach Andalusit (W. Fritsch u. M. 1960). Diese Umwandlung kann in einzelnen Schliffen der Disthenflasergneisserie noch erkannt werden. Demnach fasse auch ich die Disthenflasern als typomorphe und äquivalente Vertretung der Eklogitamphibolite (alpine Eklogitfazies) auf.

2. Disthenflasergneisserie

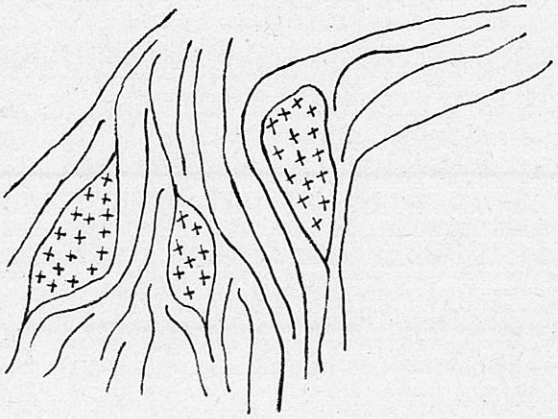
Haben wir beim Plattengneis die plattige Auswalzung und straffe lineare Einregelung der Mineralkomponenten gesehen, so gilt für die Disthenflasergneise mit gleicher Mineralkombination eine leichte Aufblätterung der s-Flächen und vor allem groblinsige Struktur der Pegmatoidlagen. Brotlaibförmige und dickbauchige Boudinagen mit pegmatoidem Material keilen oft aus und ordnen sich in schmalen Lagen, mit Granatglimmerschieferlagen wechsellagernd, so ein, daß sie ebenso plattigen Habitus erreichen können (Zeichnung 1 u. 2). Sie zeigen damit auch den Übergang zum Plattengneis an (Zeichnung 3), auf den bereits P. Beck-Mannagetta (1941) hingewiesen hat.



Zeichnung 1



Zeichnung 2



Zeichnung 3

Die Disthenflasern sind also bezeichnend für die gesamte Serie und reichen auch noch im Hangenden bis in die venitischen Granatglimmerschiefer. Wie weit die Verbreitung der Disthenflasern reicht, geht aus dem Deckblatt zur geologischen Karte hervor. Eine Untergliederung in Gesteine mit grobem Lagengefüge oder mit feinem Lagengefüge, ob pegmatoidreicher oder -ärmer oder mehr oder weniger Biotit usw., also eine Untergliederung infolge schwankenden Mineralgehalts, wozu z. B. die vielen Lokalnamen des Bereiches führten (Hirschegger Gneis, Bundscheckgneis, Gößnitzgneis, Laufeneggneis, Schwanberger Gneis), hat sich kartenmäßig nicht durchführen lassen und ist auch für eine Beschreibung eher irreführend als erläuternd. Es ist zu bemerken, daß gerade die perzentuelle Relation zwischen Muskovit und Biotit einmal ganz helle, silbrig glänzende Gesteine, das andere Mal dunkle rotbraune, infolge Verwitterung meist rostbraune Gesteine erzeugt. Der Übergang erfolgt oft im Aufschluß oder von Aufschluß zu Aufschluß, ohne daß bei letztem Fall die Lagerung zueinander ermittelt werden kann.

Wesentlich waren für mich die Disthenflasern, die stets schon bei geringem

Muskovitanteil vorhanden sind (biotitreiche, muskovitfreie Gesteine führen meist keinen Disthen, vielleicht wohl bereits eine Anlage im Sediment) und sich als Andalusitparamorphosen erwiesen. An zwei Dünnschliffen waren rhombenförmige Andalusitumrisse etwas verzerrt noch erkenntlich, u. zw. entstammt der eine dem Liegendsten der Serie, knapp an der Grenze zum Plattengneis (Schliff Nr. 117) und der andere dem Hangenden (Schliff Nr. 95).

Schliff Nr. 117: Im Graben südöstlich Ebenwascher (Steinbruch).

Im Handstück: Plattig brechendes, hartes, bräunlich bis gelblichweißes Gestein mit noch deutlicher, für Plattengneis typischer, linearer Einregelung. Die Mineralgemengteile sind lagig angeordnet. Im Querbruch läßt sich eine linsige Auswalzung der hellen Gemengteile erkennen (Flaserung).

U. d. M.:

QUARZ: gröbere und feinere Granoblasten mit stark undulöser Auslöschung, im -s- langgestreckt und lagig angeordnet.

PLAGIOKLAS: klare, stark zwillingslamellierte, kleinkörnige Granoblasten mit Seriziteinschlüssen an den Spaltflächen. In linsiger bis lagiger Anreicherung. Einzelne Individuen zeigen zonare Auslöschung. 20% An-Gehalt.

MUSKOVIT: grobe und feine Lepidoblasten als Lagen zwischen Quarz-Plagioklaslagen oft Disthenflasern begrenzend.

BIOTIT: vorwiegend grobe Lepidoblasten mit a = fast farblos, gelblich, b=c = rotbraun, vereinzelt hochbrechende Einschlüsse mit einem pleochroitischen Hof.

GRANAT: einschlußreiche, farblose Porphyroblasten (Biotit, Muskovit, Plagioklas als Einschlüsse). Kristallkanten nur tw. erkennbar, sonst meist gerundet; vorwiegend Bruchstücke ehemals größerer Individuen. S_i häufig quer zum S_e.

DISTHEN: deutlich begrenzte, kleinkörnige Kristallaggregate zwischen Muskovitflasern, die noch kristallographische Begrenzung von Andalusit zeigen (Abb. 1). Häufiger sind diese Aggregate im -s- ausgewalzt und flaserförmig, wodurch die genetische Entstehung verschleiert wird.

Korngrößen: Quarz 0.04 bis 0.8 mm, Plagioklas ca. 0.4 mm, Muskovit bis 1.2 mm lang, Biotit bis 0.8 mm, Granat bis 3.2 mm, Disthen bis 0.2 mm.

Prozente: Quarz 28%, Plagioklas 10%, Muskovit 31%, Biotit 9%, Granat 17%, Disthen 5%.

Schliff Nr. 95: Wandaufschluß am Weg südlich Steinbauer im Nießenbachgraben.

Im Handstück: hellgrauer, an den -s-Flächen leicht bräunlicher, plattiger Gneis mit deutlicher Schieferung und Lineation.

U. d. M.:

QUARZ: mittelkörnige Granoblasten in verzahnter Pflasterstruktur. Tw. sind einzelne Körner durch im -s- liegende Glimmerblättchen voneinander getrennt und zeigen stark undulöse Auslöschung.

PLAGIOKLAS: einzelne Individuen im Quarzgefüge eingebaut. Im allgemeinen klare Individuen, die in den senkrecht aufeinander stehenden Spaltflächen Glimmerblättchen (Muskovit und Biotit) eingebaut haben. Zwillingslamellierte Granoblasten zeigen Deformation der Zwillingsebene (postkristalline Deformation). Einzelne Individuen zeigen zonare Auslöschung. An-Gehalt bei ca. 20%.

GLIMMER: Muskovit und Biotit deuten das -s-Gefüge an und bilden keine durchgehenden Lagen, sondern meist Flasern oder Einzellepidoblasten. Biotit meist kleinblätterig und stark pleochroitisch mit a = hellbraun, gelblich, b=c = rötlichbraun, kastanienbraun.

GRANAT: im -s- eingeschlichtete farblose Kornbruchstücke.

DISTHEN: Neben ausgewalzten Flasern aus kleinkörnigen Individuen auch solche, die nur leichte Deformation der rhombenförmigen Andalusitumgrenzung andeuten. Kristallographisch begrenzte Schnitte zeigen einen Winkel von 101 Grad (Abb. 2).

Korngrößen: Quarz bis 0.4×0.6 mm, Plagioklas bis 0.6×0.8 mm, Glimmer bis 0.8 mm, Granat bis 0.6 mm, Disthen bis 0.15 mm.

Prozente: Quarz 70%, Plagioklas 17%, Glimmer 7%, Granat 6%.

Keines der beiden im Dünnschliff untersuchten Gesteine entspricht aber eigentlich der Defination eines Gneises. Es muß hier festgestellt werden, daß

disthenführende Glimmerschiefer, wie aus dem Deckblatt zur geologischen Karte hervorgeht (Nr. 9, 10, 11, 28, 88, 92, 93, 94, 125), viel zahlreicher vertreten sind. Es hängt das damit zusammen, daß Granatglimmerschieferpakete von den Pegmatoidlagen deutlich getrennt sind und mächtiger werden; sie wurden auch für die Dünnschliffuntersuchung vorgezogen. Es herrscht also ein grobes Lagengefüge mit groblinsiger Einschlichtung von Pegmatoid. Einen Übergang zum Gneis selbst stellt der feldspatführende Quarzgranatglimmerschiefer (Schliff Nr. 95) dar. Es wäre also besser, auch hier von venitischen Glimmerschiefern als von Gneisen zu sprechen. Nur die Pauschalanalyse im Großbereich würde einem Gneis entsprechen. In diesem Sinne ist auch eine alte Streitfrage berechtigt: ist die Koralpe ein Gneisgebiet oder nicht? (C. Doelter/1895). Als ein Granatglimmerschiefer mit groben Pegmatoidlagen ist auch der Hirschegger Gneis zu verstehen. Ein einziges Gestein zeigte im Dünnschliff die Pauschalzusammensetzung eines (Hirschegger-)Gneises.

Schliff Nr. 59: Am Weg südlich Kote 1003 am Herzogberg.

Im Handstück: grobkörniges, zähes, flaseriges Gestein, im Anschliff linsig, grau-rotbraun-weiß-gefleckt.

U. d. M.:

QUARZ: grobe bis feine Granoblastenlagen, oft schmallinsig aufbrechend, tw. mit Plagioklas eingelängt.

PLAGIOKLAS: tw. grobe Granoblasten mit einigen feinen Einschlüssen von Muskovit (Serizit) und Klinozoisitnadeln. Zwillingslamellierung selten, Spaltflächen leicht aufbrechend. An-Gehalt entsprechend Oligoklas.

MUSKOVIT: schmale Lepidoblastenlagen, Glimmerpakete nicht sehr mächtig, selten Nester.

BIOTIT: Lepidoblasten mit feinen Einschlüssen mit pleochroitischem Hof, a = hellgelblich-braun, b=c = braun.

DISTHEN: linsige, feinkörnige Kristallaggregate in verschiedenen Schnittlagen. An (100)-Schnitten eine Auslöschungsschiefe von c/Z von 32 Grad.

GRANAT: im -s- eingeschlichtete Bruchstücke mit Biotiteinschlüssen und einigen anderen hochbrechenden Mikrolithen. Individuen deutlich gerundet.

ERZE: zahlreiche meist im -s- langgezogene Individuen von vermutlich Pyrit.

Gefüge: durch Glimmerlepidoblasten deutlich eingeregeltes Linsen- bis Lagengefüge. Quarz-Plagioklasgranoblasten als Lagen zwischen Flasern von Disthenlinsen und Glimmerlepidoblasten und Porphyroblastenbruchstücken von Granat.

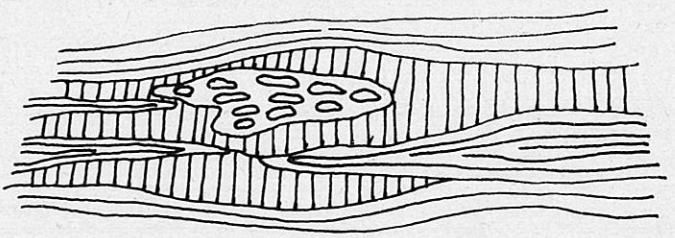
Korngrößen: Quarz ca. 0.2 mm, Plagioklas bis 0.8 mm, Glimmer bis 0.8 mm dick und bis 2.8 mm Blättchendurchmesser, Disthen bis 0.2×0.3 mm, Granat bis 2 mm, Erze durchschnittlich 0.07×0.3 mm.

Prozente: Quarz 20%, Plagioklas 35%, Glimmer 15%, Disthen 10%, Granat 15%, Erz 5%.

PEGMATOIDLAGEN

Als Pegmatoid sind nach K. R. Mehnert (1959) alle Quarz-Feldspatgesteine mit Pegmatitcharakter zu bezeichnen, deren Genese zunächst unbekannt ist. Sie unterscheiden sich von echten Pegmatiten dadurch, daß sie mit keinem Magmaherd in Zusammenhang gebracht werden können und sind hier als Ausscheidungen aus dem Sediment bzw. aus den kristallinen Schiefern unter bestimmten Druck- und Temperaturbedingungen ein integrierender Bestand der disthenflaserführenden Granatglimmerschiefer bzw. Gneise. Die Pegmatoide setzen sich aus Quarz und saurem Plagioklas zusammen, und nur gröbere Lagen bzw. Linsen führen auch Kali-Natronfeldspäte (Anorthoklas und Mikroklin), wie z. B. in den Wänden südlich des Straußkogels. Kali-Natronfeldspäte treten dann als grobe Augen in linsiger Anreicherung auf. Nicht selten führen diese Pegmatoidlagen auch Apatit (Guggibach u. a. O.), sowie Schörl in zerbrochenen

lidoblasten. Letzterer häufiger im Plattengneis. Vielfach scheinen auch reine Quarzgänge auf, die an linsig aufbrechenden Stellen auch Plagioklas führen (Zeichnung 4). Drei mächtigere Vorkommen (Ebenlecker, Waldschmiede, Moserweber) wurden bereits teilweise abgebaut.



Zeichnung 4

Da man innerhalb der derzeitigen pegmatoiderfüllten Klüfte auch eine teilweise Transportfähigkeit der pegmatoiden Lösungen annehmen kann, ist eine Differentiation, wie sie bei echten Pegmatiten in Erscheinung tritt, anzunehmen. Es gibt also Lagergänge, bei welchen der Quarz an den Rändern der Kluft und der Feldspat bzw. Quarz und Feldspat im Innern (Zeichnung 4), ähnlich wie bei echten Pegmatiten, auskristallisiert. Diskordante Pegmatoidgänge konnte ich im Bereich der Plattengneise und Disthenflasergneise nie beobachten. Es werden alle Pegmatoidlagen als venitische Kristallisationsprodukte (Angel/1939, Beck/1949) aufgefaßt.

Die para- bis postkristalline Durchbewegung ist für die derzeitige Erscheinungsform und für die Unterscheidung Plattengneis—Disthenflasergneis, die auf Grund verschieden sich auswirkender Tektonik (verschieden mächtige Überlagerung) erfolgte, maßgebend. Sie hat also verschiedene Pegmatoidtypen (feinlagig = Plattengneis, groblagig bis groblinsig = Disthenflasergneis) erzeugt und ermöglicht eine makroskopische Gliederung der kristallinen Schiefer mit Disthenflasern innerhalb der alpinen Eklogitfazies, in welche die Plattengneise und Disthenflasergneise eingestuft werden müssen.

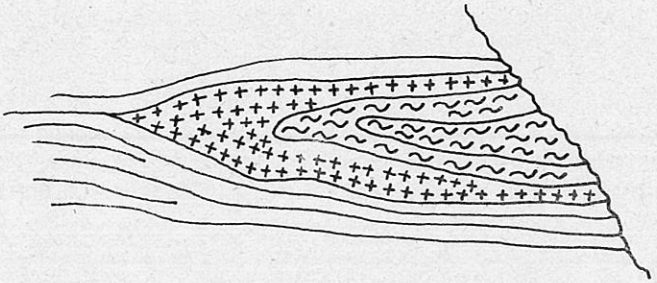
EKLOGITAMPHIBOLITE

Die basischen Gesteine der Disthenflasergneis- und Plattengneisserie unterscheiden sich wohl von jenen der hangenden Granatglimmerschieferserien. Sie werden daher auch für die mineralfazielle Einstufung der kristallinen Schiefer herangezogen. Wie groß das Interesse für die Amphibolite im weststeirischen Kristallin war, geht daraus hervor, daß F. Heritsch (1922) zwei Publikationen den Amphibolgesteinen widmete und auch A. Kieslinger (1928) wies auf zahlreiche interessante Beobachtungen im Koralpenkristallin hin. Dasselbe gilt auch für die Gleinalpe (F. Angel—E. Schneider/1922). In letzter Zeit hat F. Angel (1957) das Eklogitproblem der Ostalpen wieder aufgegriffen, nachdem er sich bereits in seiner Mineralfazieslehre (1940) eingehendst damit beschäftigte und auch P. Beck-Mannagetta (1961) gab erst kürzlich durch einen Vergleich mit ähnlichen Gesteinen der Hohen Tauern eine Erklärung über die Genese bzw. Abstammung der Koralpeneklogite ab.

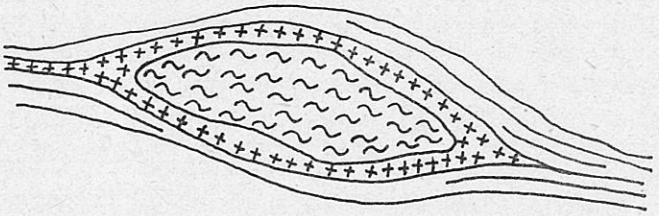
Es obliegt mir im Rahmen dieser Arbeit auf Verbreitung bzw. makrosko-

pische und mikroskopische Beobachtungen an Eklogitamphiboliten hinzuweisen und wenige ergänzende Schlüsse daraus für die Genese zu ziehen.

Die einzelnen Eklogitamphibolitvorkommen haben im allgemeinen im Bereich der Plattengneis- und Disthenflasergneisserie sehr geringe Mächtigkeiten und können daher bei der Kartierung leicht übersehen werden, anderseits aber müssen sie in der Karte überdimensioniert dargestellt werden. Der nördlichste Eklogitfundpunkt ist der von P. Beck-Mannagetta (1961) beschriebene, Omphazitknollen führende Zoisitamphibolit vom Görifastl am Wöllmißberg. Die mächtigsten Eklogitamphibolite, als im -s- der kristallinen Schiefer eingeschlichtete Züge, liegen im Hangenden der Disthenflasergneisserie, teilweise in die Granatglimmerschieferserie als Epidotamphibolite hineinreichend, wie z. B. zwischen Assingberg und Steinberg, oder der Zoisitamphibolit vom Schrogentor im hintersten Modriachwinkel. Im südwestlichen Teil außerhalb des Kartenbereiches wurde hier noch der Eklogit vom Schwarzkogel mitbearbeitet. Ein relativ mächtiger Zug von Epidotamphibolit und Eklogitamphibolit ist infolge seiner Mächtigkeit im Knie des Langmannstausees bei der Mündung des Nießenbaches zu erwähnen. Auf diesen machte P. Beck-Mannagetta (1960) ebenso aufmerksam, wie auf das Vorkommen vom Schrogentor.



Zeichnung 5



Zeichnung 6

Die kleineren, geringmächtigen Vorkommen sind stets linsenförmig und werden häufig von einem schmalen Rand von Pegmatoid begrenzt (Zeichnung 5 und 6, Abb. 15). Nicht immer konnte diese Erscheinung einwandfrei festgestellt werden, da gerade der Eklogit sowie der Pegmatit infolge Verwitterung leichter zerfällt als der Glimmergneis und aus dem Gesteinsverband herausbröckelt. Vielfach liegen daher in der Verwitterungskruste neben Eklogitresten pegmatoide Gesteinsreste.

Wie kommt es nun eigentlich zu diesen Pegmatoidkränzen um Eklogitlinsen? A. Kieslinger faßte die pegmatoide Durchtränkung (Injektionsphase) als Nachfolgeerscheinung zur Eklogitbildung auf. Auch P. Beck-Mannagetta

schließt sich dieser Ansicht mit der Einschränkung an, daß die rückschreitende Metamorphose der Eklogitamphibolite, die damit in Zusammenhang gebracht wird (Tiefendiaphthorese KIESLINGER's), durch die „venitische Beeinflussung der basischen Entwicklung" zustande kam. Wenn man nun durch die venitische Phase die Koralm- von der Glein-Stubalm-Entwicklung trennt und gleichzeitig die Eklogitamphibolite als Begleiter der venitischen Glimmerschiefer bzw. venitischen Gesteinsentwicklung, zu der auch die Plattengneis- und Disthenflasergneisserie gerechnet werden muß, erkennen kann, warum trennt man Venitbildung als jüngere Phase von der Eklogitentstehung? P. BECK-MANNAGETTA stellt die eklogitische Metamorphose als wasserarme, der Amphibolitfazies als wasserreichere gegenüber. Kann denn nicht die Eklogitphase gleichzeitig die Venitbildung beeinflussen? Damit wäre die Begrenzung einer Eklogitlinse durch pegmatoide Mineralisation erklärbar und die Eklogitmetamorphose der venitischen Metamorphose zuzuordnen. In die gleiche Phase könnte auch die Diablastik um Omphazit gestellt werden, die durch einen „verbunden Gleichgewichtswechsel" nach F. ANGEL (1924) zustande kommt.

Die Diablastik nimmt gerade in den Eklogitamphiboliten einen enormen perzentuellen Anteil ein. Nur ganz selten überwiegt der Omphazitanteil. Vom Omphazitkern ausgehend löst sich die Diablastik radialstrahlig auf, so daß erst in weiterer Entfernung vom Kern die, die Diablastik aufbauenden Mineralkomponenten mikroskopisch auflösbar werden. Es handelt sich in allen hier untersuchten Schliffen um gemeine grüne Hornblende und Plagioklas (Albit), bei dem man häufig Zwillingslamellen erkennen kann bzw. auch Quarz (Abb. 3 und 4).

Eine Tabelle über die Mineralzusammensetzung der Eklogitamphibolite des Kartierungsbereiches soll Auskunft über die Variabilität der Mineralkomponenten geben.

Schliff Nr.	45A	44	77	128	77A	119	123	118	70	38	126	70B	146	106	145
Pyroxen	54	40	32	27	20	9	3	1	1	×	—	—	—	—	—
Diablastik	—	—	—	—	—	33	20	22	12	—	44	35	20	18	10
Hornblende	15	13	42	47	24	18	36	52	53	65	4	33	51	35	65
Granat	31	21	6	10	30	28	18	13	3	18	36	22	7	19	2
Epidot, Zoisit	—	12	6	16	2	8	15	10	20	17	—	—	12	10	15
Quarz, Plag.	—	14	14	—	24	4	8	2	11	—	16	10	10	18	8

Es ist aus dieser Tabelle zu ersehen, daß der Omphazit weitgehend zurücktreten kann und vollständig von Diablastik oder wie in Nr. 38 von Hornblende ersetzt wird. Die Diablastik ist dann der einzige Hinweis auf eklogitische Herkunft.

Über die Mineralzusammensetzung der Diablastik um Omphazit gehen die Meinungen etwas auseinander. BECKS (1961) Behauptung, Diablastik bestehend aus Hornblende und Quarz als Nachfolge der Omphazitkristallisation, wie sie A. ALKER von Wernersdorf beschreibt, sei ein Sonderfall, muß ich durch eigene Beobachtungen entkräften.

Bei den bearbeiteten Dünnschliffen eklogitischer Gesteine zeigte die Diablastik sehr oft so grobe Mineralverwachsung, daß sie meistens mikroskopisch auflösbar war. Es handelte sich, wie bereits erwähnt, stets um eine Diablastik von Hornblende und Albit (oder Quarz). Die Frage, ob Quarz oder Albit vorlag, war nicht immer eindeutig zu entscheiden, jedoch sind an einigen Diablastiken sowohl Albit (oft mit Zwillingslamellen) als auch Quarz beteiligt. Nie konnte allerdings eine Augitdiablastik festgestellt werden. Nur der Kern der Hornblende—Albit (Quarz)—Diablastik wird von einem Pyroxen gebildet, der

als Omphazit gelten kann und nach außen in Hornblende übergeht. Bezüglich der Omphazitbestimmungen ist noch die Frage zu klären, wieviel in den sogenannten Eklogitamphiboliten überhaupt Omphazit und wieviel Diopsid ist. Diese Frage ist durch P. BECKS Arbeit (1961) mit der Publikation der röntgenographischen Untersuchung solcher Gesteine durch F. HOFER das erste Mal überhaupt aufgeworfen worden. Eine mikroskopische Trennung zwischen Diopsid und Omphazit ist selbst bei U-Tischmessungen, welche ich an einigen Dünnschliffen durchführte, erfolglos. Die Lösung dieser Frage und die eindeutige Zuordnung solcher Gesteine zum Eklogit, wenn der Omphazit allein als Mineral der Eklogitzone gilt, liegt daher, wie wir durch die Untersuchung F. HOFERS sahen, bei den speziellen Mineralogen und Petrographen, die mit Röntgenuntersuchungen arbeiten. Als Ergänzung zu den Ausführungen sollen drei Dünnschliffbeschreibungen mit U-Tischmessungen das Bild abrunden. (Schliffe 44, 45, 145).

Schliff Nr. 44, Fundpunkt: Nordwesthang des Schwarzkogels.

Im Handstück: hellgrüne feinkörnige Grundmasse mit feinkörnigem Gemenge von rotem Granat und dungelgrünen Porphyroblasten. Massig schweres Gestein mit guter Klüftung. Parallelgefüge schwach angedeutet.

U. d. M.:

QUARZ: leicht gerundete fast geradlinig begrenzte Granoblasten in Pflasterstruktur. Schwach undulöse Auslöschung.

PLAGIOKLAS: zwillingslamellierte einschlußreiche Individuen als Granoblasten im Quarzgefüge. (Einschlüsse: Granat, Quarz, Rutil und Epidot.) Am U-Tisch ermittelter An-Gehalt von 12 bis 14%.

PYROXEN: vorwiegend von Diablastik umgeben, Pleochroismus schwach grünlich. U-Tischmessungen haben Werte für 2Vz von 73—90°, und Auslöschungsschiefen von c : Z = 37—42° ergeben. Demnach entsprechen die Pyroxene nach TRÖGER (1959) einem diopsidreichen Jadeit bzw. Ägirinaugit. Diese Zusammensetzung würde einem Omphazit entsprechen.

HORNBLENDE: kräftiger Pleochroismus von a = hellgelbgrün, b = bräunlichgrün, c = blaugrün. Die groben Porphyroblasten zeigen eine netzförmige Umsetzung bzw. Einschlüsse von Quarz und Epidot und haben eine maximale Auslöschungsschiefe von c : Z = 21°. Schmale wurmartige Gebilde mit Quarz verwachsen, gehen oft in eine feinkörnige Diablastik um Omphazit über.

EPIDOT: kaum pleochroitische, farblose Individuen mit deutlichen (010)-Querbrüchen, die im Gestein gut eingeregelt sind. Häufig als Einschlüsse in Hornblende und Feldspat. Die Auslöschungsschiefe von a : Z = 7—11° entspricht dem Klinozoisit.

GRANAT: stark gerundete Mineralaggregate, die oft mit einem feinen dunkelgrünen Hornblendesaum umgeben sind.

Gefüge: porphyroblastisches Gefüge von baroisitischer Hornblende mit Albit als Neubildung in diablastischer Verwachsung um Omphazitkerne. Quarz-Hornblendesaum um Granat und feinnadelige Nematoblasten von Klinozoisit.

Korngrößen: Quarz, Plagioklas: bis 1.0 mm, Omphazit 0.04 bis 0.03 mm, Hornblende: max. = 1.2×2.8 mm, Epidot: max. 0.4×1.2 mm, Granat: 0.4 bis 0.6 mm.

Prozente: Quarz = 1%, Plagioklas = 13%, Omphazit-Diablastik = 40%, Hornblende = 21%, Epidot = 12%, Granat = 13%.

Schliff Nr. 45, Fundpunkt: Schwarzkogelgipfel.

Im Handstück: Quarzlagergang zwischen richtungslos körnigem, granatreichem grünen Gestein, dunkelgrün-hellgrün-rot-weiß gesprenkelt.

U. d. M.:

QUARZ: gangförmig auftretende Granoblasten in verzahnter Pflasterstruktur, Einzelgranoblasten im Gestein seltener.

HORNBLENDE: ziemlich deutlich eingeregelte Nematoblasten mit 17° Auslöschungsschiefe für c : Z, a = hellbraungrau (häufig senkrecht zur Schliffebene = senkrecht b), b = olivgrün, c = blaugrün (grasgrün). Individuen ziemlich grobkörnig und deutlich gegen Omphazit abgegrenzt.

PYROXEN: U-Tischmessungen ergaben ein 2 Vz von 74° und eine Auslöschungsschiefe von c : Z = 42°. Kaum erkennbarer Pleochroismus von farblos bis schwach grün-

lich. Entsprechend diesen Daten fällt der Pyroxen unter einen ägirinhältigen Omphazit. Die Individuen sind sehr schwach von einem Diablastiksaum umgeben, die als Kornbegrenzungsschnüre aufscheinen.

GRANAT: reine, blaßrosa durchscheinende isometrische, häufig leicht kantengerundete, oft auch langgestreckte Individuen.

RUTIL: körnig verteilt und häufig als Einschlüsse in Granat und Omphazit.

EPIDOT: farblose idiomorphe Körner von Klinozoisit mit Auslöschungsschiefe von a : Z = 8°.

APATIT: sporadisch mit Korngrößen bis 0.4 mm.

Gefüge: grobkörnige grano- bis porphyroblastische Pflasterstruktur ohne deutliche Gefügeregelung.

Korngrößen: Omphazit: max. = 0.72×1.2 mm, ⌀ = 0.6 mm, Hornblende: max. = 1.6 mm, min. = 0.2×0.3 mm, Granat: 0.12 bis 0.8 mm, Rutil: max. = 0.2×0.5 mm, Klinozoisit: 0.2×0.28 mm.

Prozente: Omphazit = 54%, Hornblende = 15%, Granat = 31%. Quarz = 14% (Gangquarz).

Die hier beschriebenen Eklogitamphibolite gelten als die südwestlichsten Vorkommen des Arbeitsgebietes. Das nördlichste wurde bereits von P. Beck-Mannagetta (1961) einer eingehenden Beschreibung unterzogen. Demnach obliegt mir hier noch das östlichste Vorkommen, das im Steinbruch nord-nordöstlich Igelwirt an der Stainzer Hochstraße aufgeschlossen ist, mit einer Dünnschliffbeschreibung zu belegen.

Schliff Nr. 145, Fundpunkt: NNE Igelwirt.

Im Handstück: dunkelgrünes, weiß gesprenkeltes, hartes Gestein mit guter Einregelung der Mineralkomponenten (deutlich geschiefert).

U. d. M.:

QUARZ: einzelne kleine Granoblasten ohne undulöse Auslöschung, teilweise in Diablastik mit Hornblende.

PLAGIOKLAS: in diablastischer Verwachsung als Albit mit Hornblende.

HORNBLENDE: stark undulöse Auslöschung von a = hellbraun, b = braungrün, c = dunkelgrün bis schwarzgrün. Nematoblasten gut im -s- eingeregelt, teilweise in Diablastik mit Quarz und Albit und Auslöschungsschiefe c : Z = 18°.

EPIDOT: Klinozoisitnematoblasten in -s- eingeregelt, farblos mit Auslöschungsschiefe a : Z = 6°.

GRANAT: kleinkörnige, leicht gerundete Idioblasten, blaßrosa durchscheinend.

Korngrößen: Hornblende: bis 2.0 mm, ⌀ = 0.32×0.8 mm, Epidot: bis 0.8 mm lang, Granat: 0.2 mm.

Prozente: Hornblende 65%, Epidot 15%, Diablastik 10%, Quarz 8%, Granat 2%.

3. Serie der venitischen Glimmerschiefer

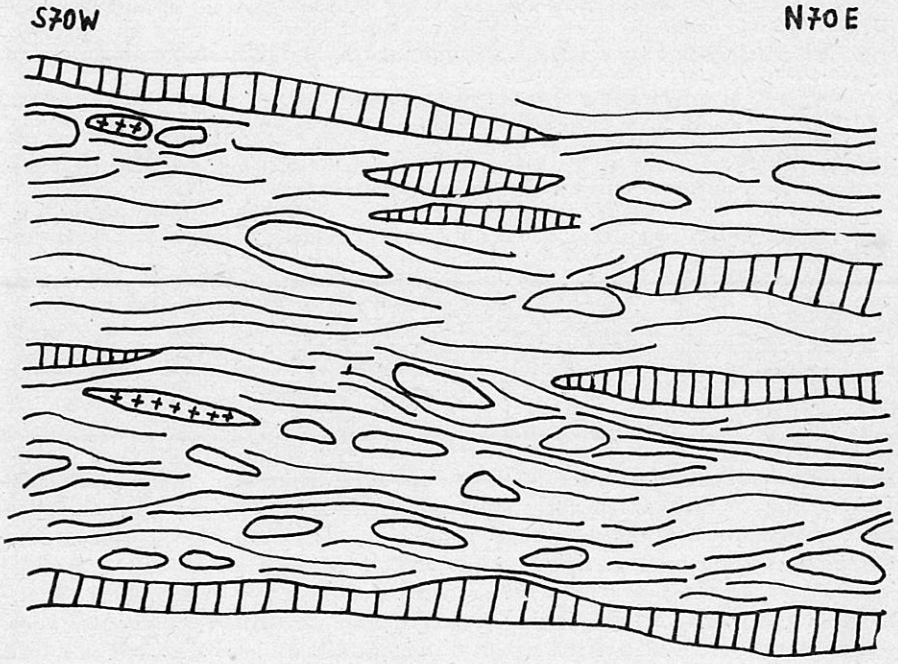
In dieser Serie werden mehrere, je nach Mineralkombination verschiedene Gesteine zusammengefaßt. Sie ist die petrographisch heterogenste Serie und dadurch besonders von den beiden tieferliegenden Serien unterschieden. Es sind hier reine Glimmerschiefer — mehr oder weniger Feldspat und Quarz sind mit dem Glimmerschiefergefüge untrennbar verbunden oder als feine Lagen zwischengeschaltet — von ausgesprochenen Pegmatitlagergängen und diskordant zur Schieferung durchschlagenden Pegmatitgängen zu unterscheiden. Als dritte Gesteinsgruppe können Amphibolite meist ohne Granat mit reichlich Epidot ausgeschieden werden, und schließlich scheinen mehr oder weniger geringmächtige Lagen von Marmor von nicht sehr großer Längserstreckung im -s- auf.

A. GLIMMERSCHIEFER (mehr oder weniger venitisch)

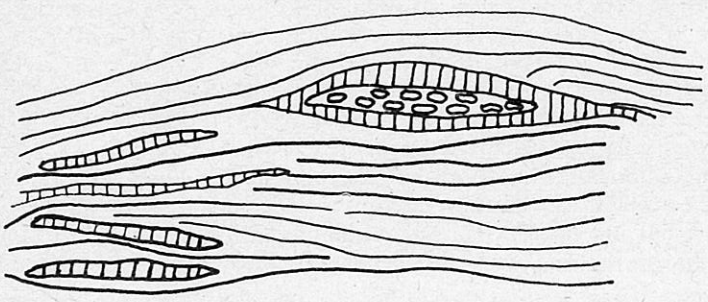
Von Gneisen zu sprechen ist in der Mineralgemeinschaft dieser Gesteinsgruppe insofern nicht ganz richtig, da im Aufschluß sowie im Dünnschliffbild

eine deutliche Trennung der Mineralkombination Quarz—Feldspat, die für die Benennung Gneis charakteristisch wäre, vom Korngefüge des Glimmerschiefers gut möglich ist. Es wird daher der Genese entsprechend das Gestein als venitischer Glimmerschiefer bezeichnet. Die Gesteine entsprechen im Habitus den Injektionsglimmerschiefern KIESLINGER's (1928), von denen sie sich lediglich durch die von mir anders gedeutete Genese unterscheiden (vgl. F. ANGEL/1939).

Die lagenweise Trennung von Quarz und Quarz-Feldspat von Glimmer ist sehr deutlich ausgeprägt. Es kommt zu keinem gemeinsamen Gefüge zwischen Glimmerschiefer und den hellen Lagen. Das Glimmerschiefergefüge als Feinkorngefüge ist deutlich von einem grobgranularen Quarz-Feldspat-Gefüge abtrennbar, was sich bereits bestens zum Teil im Aufschluß zeigt. Eine Auflinsung der Pegmatoidlagen, wie sie z. B. für die Disthenflasergneisserie charakteristisch ist, tritt hier nur vereinzelt auf, u. zw. schmallinsig (Zeichnung 7, 8).



Zeichnung 7



Zeichnung 8

Wie aus der Disthenlinie des Deckblattes zur geologischen Karte hervorgeht, reicht der Disthen in Form von Feinkornflasern bis in die Liegendanteile der

Glimmerschieferserie. Er wird ebenfalls als Pseudomorphose nach Andalusit erklärt, da es sich auch hier nicht um Distheneinzelkristalle, sondern um geflaserte Feinkornhaufwerke handelt. Sie stellen den graduellen Übergang von der Disthenflasergneisserie her.

Vom westlichen Ochsenkogel soll als Vertreter dieser Disthenglimmerschiefer ein Gesteinsdünnschliff beschrieben werden. Dazu ist zu bemerken, daß hier einer sonst für das gesamte Gebiet nie wahrgenommenen Eigenschaft besondere Beachtung zukommt, die vielleicht nur für die Kammlinie zutrifft, u. zw. ist das die Baueritisierung von Biotit (Abb. 5).

Schliff Nr. 1, Fundpunkt: westlich Ochsenkogel auf 1280 m.

Im Handstück: helles, glimmeriges Gestein, im -s- aufgeflasert, im Anschliff helle Lagen erkennbar, zäh.

U. d. M.:

QUARZ: einzelne Flasern von verzahntem Granoblastengefüge.

BIOTIT: Lepidoblastenflasern mit schwachem Pleochroismus nur an den Blättchenrändern. Ausbleichung und daher von Muskovit kaum unterscheidbar, da eine enge Verwachsung der beiden Glimmer besteht. Pleochroismus leicht grünlich. Die Glimmerpakete zeigen leichte Biegung (Deformation).

MUSKOVIT: Aggregate von feinlepidoblastischen Individuen und von baueritisiertem Biotit (leicht grünlich) kaum unterscheidbar.

CHLORIT: Klinochlorblättchen zwischen Disthen und Biotitblättchen.

DISTHEN: zahlreich als Einschlüsse in Biotit bzw. feinkörniges, geflasertes Haufwerk von kleinen Körnern als Paramorphosen nach Andalusit.

GRANAT: ziemlich stark zerbrochene Idioblasten, Einschlüsse von vorwiegend grünlich pleochroitischen Biotiten und opaken Körnern. Spaltrisse teilweise limonitisiert. Zonenweise im -s- angehäufte Kleinkornbruchstücke.

Gefüge: Disthene als Einschlüsse in grünpleochroitischem Biotit als wirrstrahlige kurze Stengel. Als porphyroblastische Kornbestandteile treten Granate auf im vorwiegend lepidoblastischen Grundgewebe. Die größeren Biotitlepidoblasten zeigen starke tektonische Beanspruchung (Glimmerbiegung) und wellige Auslöschung.

Korngrößen: Glimmer: max. 1.2×1.5 mm, Disthen: bis 0.3 mm, Granat: max.

Prozente: Quarz 3%, Glimmer 51%, Disthen 29%, Granat 12%, Erze 5%.

An die Beschreibung des Disthenglimmerschiefers möchte ich ein für die Metamorphose des gesamten mittelsteirischen Kristallins wesentliches Untersuchungsergebnis, welches sich im Laufe der Kartierung bzw. petrographischen Untersuchung ergab, anschließen. Dies soll als Korrektur einiger Literaturzitate bzw. -diskussionen gelten. Es wurde nämlich aus dem Stub- und Koralpenraum des öfteren Sillimanit beschrieben (F. Angel/1921, F. Heritsch/1923, F. Heritsch-F. Lieb/1924, A. Closs/1927), der bereits von F. Becke (1921) angezweifelt und von F. Angel (1921) selbst berichtigt wurde. Diese Frage, die mich während meiner ganzen Arbeitszeit in diesem Raum bewegte, will ich hier behandeln, weil Disthen in feinkörniger Ausbildung in bestimmten Schnittlagen und bei größerer Schliffdicke mit Sillimanit verwechselt werden kann. Die Beschreibung von Sillimanit aus dem steirischen Raum stammt zudem aus einer Zeit, wo man vielfach versuchte, die im Waldviertel (Moldanubikum) gewonnenen Erkenntnisse auf mittelsteirisches Gebiet zu übertragen, wozu die Existenz von Sillimanit notwendig war. Wenn es sich also um Disthen handelt, ist eine Verwechslung mit Sillimanit auf Grund der ausgezeichneten Optik moderner Mikroskope und anwendbarer Bestimmungsmethoden nicht mehr möglich. Soweit es sich aber nur um einen „Glauben" an Sillimanit handelt, der bis heute nicht ganz ausgelöscht ist, mag diese Erörterung darunter einen Schlußpunkt setzen.

Zur Klärung der schwerwiegenden Frage wurde auch ein Vergleich mit dem Originalschliffmaterial Closs, wo Sillimanit beschrieben wurde, angestellt. Diese

Untersuchung wurde von Dr. A. ALKER durchgeführt, der mir die Ergebnisse hier zur Verfügung stellte. Es sind diese „Sillimanite" nichts anderes als Mikrolitheneinschlüsse in Plagioklas, die sich als Muskovit (Serizit) oder Klinozoisit erwiesen. Dazu war es möglich, aus meinem Schliffmaterial Parallelen zu finden, wodurch die seinerzeitige Fehlbestimmung als solche nachgewiesen und berichtigt werden kann (vgl. Abb. 6, 7 u. 8).

Schliff Nr. 57, Pegmatoidlage, Fundpunkt: Acker unterhalb des Münzers (Mitterberg).

Im Handstück: feinkörniges, weißes Gestein mit schwarzen bis grauen Schnüren als -s- im Anschliff hervortretend, wo auch Granatrundlinge und einige mm große Feldspataugen sichtbar sind. Im Gestein auftretende Turmaline sind im -s- linsig eingeregelt.

U. d. M.:

QUARZ: stark undulös auslöschende, an den Korngrenzen stark verzahnte Granoblasten mit meist lagiger Anordnung. Einzelindividuen im -s- oft langgestreckt.

PLAGIOKLAS: vorwiegend zwillingslamellierte Granoblasten von 27% An-Gehalt, reich an Spaltrissen. Teilweise reich an Mikrolithenfülle.

K-Na-FELDSPAT: vorwiegend eingelinste Porphyroblasten, die mit ihrer optischen Achsenebene in die Linsenstreckung eingeregelt sind. Sehr starke Mikroklingitterung und flammige Auslöschung.

MUSKOVIT: Einzellepidoblasten bzw. Flasern, die das Schiefergefüge andeuten.

TURMALIN: grobe und feine Bruchstücke, moosgrüner Pleochroismus mit blaugrünen Flecken. Häufig zusammen mit Quarzlagen.

APATIT: perlschnurartige Aneinanderreihung von Körnern im -s-.

Gefüge: mittelkörniges Quarz-Plagioklas-Granoblasten-Parallelgefüge durch deutlich lagige Anordnung von Quarz und Plagioklas und teilweise Einlängung der Mineralkomponenten im -s-, das teilweise durch Augen (Linsen) von Mikroklin oder Granat linsig aufbricht bzw. aufgeflasert wird. Die gröberen Kornanteile werden oft durch feinere verkittet.

Korngrößen: Quarz: max. 0.4 mm, Plagioklas: max. 1 mm, ϕ 0.2 bis 0.4 mm, Mikroklin: max. 0.8×1.6 mm, ϕ 0.4 mm, Muskovit: ϕ 0.08×0.8 mm, Turmalin: 1.2×2.0 mm, Apatit: 0.08 bis 0.2 mm.

Prozente: Quarz 34%, Feldspat 59%, Muskovit 7%.

Schliff Nr. 75, Pegmatoidlage, Fundpunkt: Beim Kreuz auf 1019 m an der Straße im hinteren Modriachwinkel.

Im Handstück: grobpegmatoides Gestein mit deutlich erkennbaren dunkelgrauen bis schwarzgraublauen K-Na-Feldspaten. Im Querbruch fast richtungslos körnig. Nur einzelne Glimmerflasern mit rötlichbraunem limonitischem Gemenge oder Granatschnüre deuten ein -s- leicht an.

U. d. M.:

QUARZ: verzahnt granoblastische Pflasterstruktur von schwach undulös auslöschenden Individuen. Häufig Nester von feinmörteligen Körnern mit Plagioklas vergesellschaftet. Grobkörniger Quarz oft in sich leicht zerbrochen (Kluftrisse).

PLAGIOKLAS: vereinzelt Augen mit sehr starker Fülle bzw. Einschlüsse von nadeligem Klinozoisit und Serizitblättchen. Stark verzwillingt und reich an Spaltrissen.

K-Na-FELDSPAT: augige Porphyroblasten mit Einschlüssen (Serizit) ohne Mikroklingitterung und mit flammiger Auslöschung. Weiters Einschlüsse von feinen bis gröberen Biotitlepidoblasten und leicht serizitisierten, gerundeten Plagioklasen mit rundlichen Quarzeinschlüssen. Die Porphyroblasten mit leicht linsiger Umformung sind randlich häufig von feinkörnigem Mörtelquarz begrenzt. Eine U-Tischmessung hat ein 2 V_x von 50° ergeben und eine Auslöschungsschiefe von $c : Z = 20°$. Auf Grund dieser Daten wären die K-Na-Feldspate als Anorthoklase zu bezeichnen.

GLIMMER: Schlieren von feinen Muskovit- und Biotitlepidoblasten. Biotit zeigt rotbraunen Pleochroismus mit feinem Hämatitstaubanflug.

GRANAT: Körnerreihen von Bruchstücken, die in sich stark zerbrochen und geklüftet sind in einem angedeuteten -s-. Häufig Einschlüsse von Biotit und Erzkörnern. Um Granat oft Glimmerflasern.

Korngrößen: Quarz: bis 0.6 mm, Plagioklas: bis 1.6 mm, K-Na-Feldspat: max. 1.6×4.0 mm, ϕ = 2.0 mm, Glimmer: bis 0.2×0.8 mm, Granat: bis 0.8×1.6 mm.

Eine besondere Stellung nahm innerhalb der Glimmerschieferserie die Untersuchung der Plagioklase hinsichtlich ihrer An-Gehalte, die zwischen 10 und 30% schwanken, ein. Es hängt diese Variation wohl mit verschiedenen Kristallisationsphasen zusammen. Es läßt sich auf Grund von U-Tischmessungen, die vielfach vom Kollegen A. Alker in dankenswerter Weise durchgeführt und ausgewertet wurden, eine para- bis posttektonische von einer prätektonischen Feldspatgeneration unterscheiden. Außerdem konnten invers zonare sowie normal zonare Plagioklase mit An-Gehaltunterschieden bis 5% festgestellt werden. In diesem Zusammenhang wurde z. B. ein fast idiomorphes Quarzkorn, welches von einem normal zonaren Oligoklas umgeben ist und wieder von Quarz eingeschlossen wird, auf ein Verwachsungsgesetz untersucht (Abb. 12). Es zeigte sich, daß das Quarzkorn von Oligoklas mit 20—25% An-Gehalt umgeben sowie von einer zweiten Quarzgeneration umschlossen ist, wobei keine gesetzmäßige Verwachsung der einzelnen Komponenten besteht. Ein ähnliches Verhältnis liegt aus demselben Schliff (Nr. 7) vor, wo ein schwach normalzonarer Plagioklas (20% An-Gehalt) von einem An-reicheren Plagioklas (25%) umgeben wird (Abb. 9). Dieses Gestein erlaubt noch eine weitere interessante Feststellung, nämlich die Chloritisierung von Granat, die für das Arbeitsgebiet einmalig hier auftritt (Abb. 10 u. 11).

Schliff Nr. 7, Fundpunkt: an der Packer Bundesstraße bei km 57.75.

Im Handstück: pegmatoide Lage, im Anschliff runde Granatkörner erkennbar. Turmalinaggregate im -s- eingeregelt. Im -s- reichlich grobe Muskovitblätter. Helles, deutlich geschiefertes, hartes Gestein.

U. d. M.:

QUARZ: kaum undulös auslöschende grobe Granoblasten in Verzahnung mit Plagioklas oder mit Quarz. Wurmförmige Aggregate zwischen Plagioklas. Einschlüsse von klarem Albit und häufig auch mit Turmalin verzahnt.

PLAGIOKLAS: häufig normalzonare Oligoklase von 20 bis 25% An-Gehalt (Abb. 9 u. 12). Die Individuen sind oft reich an Serizitfülle bzw. ist Serizit an den Spaltflächen angereichert. Polysynthetische Zwillinge sind häufig in regelmäßigen, feinen Lamellen. Klare Körner zeigen zahlreiche Spaltrisse, die oft nicht über das gesamte Kornausmaß verfolgt werden können.

TURMALIN: Kristallaggregate mit schwachem Pleochroismus von o = grünbraun (olivbraun), e = farblos und Flecken von hellgrün mit bläulichem Stich. Die grünlichen Flecken sind über die gesamte Kornfläche verteilt. Die einzelnen Individuen zeigen keine deutliche Kristallbegrenzung und haben viele Quarzeinschlüsse.

MUSKOVIT: grobe Einzellepidoblasten im -s- eingeregelt, teilweise zu Blätterpaketen verwachsen.

CHLORIT: Blätterpakete von vorwiegend Klinochlorlepidoblasten, Pennin meist in Gesellschaft mit Granat (Granatumwandlung?), vermutlich Chloritisierung von Granat, die aber sonst nirgends festgestellt werden konnte (Abb. 10 u. 11).

GRANAT: farblose Bruchstücke von ehemaligen leicht abgerundeten Idioblasten, die von Rissen mit Chlorit-, Seritit- und Limonitfüllung durchzogen sind.

Gefüge: grobgranoblastisches Quarz-Feldspatgefüge von Muskovit leicht aufgeflasert und mit einzelnen Muskovit- und Chloritballen (= Nester) durchzogen.

Korngrößen: Quarz: max. 1.6×2.8 mm, Plagioklas: 0.8×1.2 mm, Turmalin: max. 8×8 mm, 1.6×3.2 mm, Muskovit: max. 0.75×1.2 mm, Granat: max. 1.2×2.0 mm.

Prozente: Quarz = 20%, Plagioklas = 55%, Muskovit = 10%, Chlorit = 2%, Granat = 3%, Turmalin = 10%.

Der Plagioklasgehalt ist stets an die lagigen bis linsigen, hellen Lagen des Glimmerschiefers gebunden. Es sind dies je nach Mächtigkeit der Lagen pegmatitische oder aplitische Ausscheidungen. Mit diesen hellen Lagen steigt vielfach der Muskovitanteil, mit dem gleichzeitig eine Vergrößerung der Blättchengröße der hellen Glimmerlagen parallel läuft. In Zusammenhang damit möchte ich auf eine häufig beobachtete Erscheinung hinweisen, die aus Schliff Nr. 10 in Abb. 13 festgehalten ist. Der Basisschnitt eines Muskovits wird von einem fein-

körnigen Albitsaum begrenzt. Diese Beobachtungen konnte ich stets an Gesteinen machen, die stark pegmatoiden Charakter aufwiesen. Sie stellen den Übergang zu den einige Meter mächtigen Pegmatiten dar.

B. PEGMATITE

Die Verbreitung der Pegmatite des Kartierungsbereiches geht aus der geologischen Karte hervor und ist an den engeren Bereich der Pack gebunden. Beschreibungen von Mineralien der typisch pegmatitischen Mineralparagenese wurden von A. ALKER (1960), E. KRAJICEK (1958) und H. MEIXNER (1937) für einige Fundpunkte bereits publiziert, und sie waren auch der Anstoß zur geologischen Bearbeitung der vorliegenden Kartierung. Es hat sich herausgestellt, daß einige pegmatitreiche Zonen besonders an die venitischen Glimmerschiefer gebunden sind, und aus ihnen wurden in letzter Zeit reichlich Beryll, Apatit und vor allem schwarzer Turmalin (Schörl) geborgen. Diese Minerale stellen keine Novitäten dar. Ebenso gibt es zahlreiche schöne Mineralstufen aus dem Amazonitpegmatit der Pack (siehe A. ALKER/1960), mit Titanit, Zirkon u. a. m. Monazit und Xenotim sind bereits durch H. MEIXNER bekannt geworden. Als Neuheit allerdings soll hier der Fund von Uranglimmer (Autunit) angeführt werden, der durch die Herren KREBERNIK und Dr. ROOB (Köflach) der mineralogischen Abteilung am Joanneum bekanntgegeben und von Dr. ALKER bestimmt wurde. Aus einem ca. 1 m mächtigen Pegmatitband südlich des Gößnitzufers bei Puchbach, südlich der Schablschmiede, das durch einen Güterweg angeschnitten wird, wurden gelbgrüne feine Blättchen geborgen. Es sind isotropisierte Individuen mit der Lichtbrechung n = 1,596 und leicht geblicher Eigenfarbe. Diese mikroskopischen Eigenschaften lassen auf Autunit schließen. Die geologische Stellung des Pegmatitzuges liegt zwischen der Disthenflasergneisserie und der „Gradener Serie" nach W. RITTLER (1938).

In dieser geologischen Stellung findet sich weiter östlich ebenfalls eine Pegmatitzone südlich des Dietenberges, aus der von denselben Herren Beryll geborgen wurde. Mit dem Auftreten von Beryll ist stets eine stärkere K-Na-Feldspatkristallisation zu erwähnen, die für das gesamte Kartierungsgebiet gilt, wenn die Pegmatitzonen oder Pegmatoidlagen mächtiger werden.

Die einzelnen Pegmatitaufschlüsse sind in ihrer im Gelände vorhandenen Lage oft nur schwierig in den allgemeinen geologischen Bau einzugliedern. An und für sich sind Pegmatite als Großaufschlüsse sehr selten und wenn, so handelt es sich um bereits verstellte Großblöcke. Viel häufiger muß die Existenz von Pegmatit durch Lesesteine belegt werden (siehe z. B. Beryllfundpunkt im Pegmatit beim Schmucker-Auglbauer, E. KRAJICEK/1958).

Über die Mächtigkeit und Lagerung der Pegmatite und über deren Stellung zum Glimmerschiefer gibt am besten der Steinbruch ca. 200 m südlich der Packer Bundesstraße an der Vier-Tore-Landesgrenze Auskunft (siehe Abb. 16). Aus dieser Abbildung geht auch deutlich die oberflächliche Loslösung der Pegmatite in Blöcken von darunterliegendem Fels hervor. Als konkordante, bis mehrere Meter mächtige Lagen im Glimmerschiefer wird hier das flachlagernde Gesteinspaket leicht in O—W aufgewölbt. Die Glimmerschiefer treten hier nur mehr als schmale Lagen zwischen den einzelnen Pegmatitkörpern in Erscheinung. Die Verwitterung mit Blockverstellung kann in diesem Steinbruch genauso gut studiert werden, wie die Einlinsung der schwarzgrauen K-Na-Feldspatporphyroblasten und die Zerbrechung der Turmalinkristalle (Abb. 17 u. 18). Nur selten sieht man noch idiomorphen und unzerbrochenen Schörl. Er ist

steter, vorwiegend akzessorischer Gemengteil der Pegmatite. Dadurch und durch den verschiedenen Pleochroismus einzelner Turmaline war ich veranlaßt, auf Grund spektralanalytischer Untersuchungen geochemische Differenzen der einzelnen Turmaline festzuhalten und eine darauf beruhende Einteilung der verschiedenen Pegmatitzonen zu versuchen. F. Angel (1924) wirft die Frage, Turmaline nach Farbunterschieden zu trennen, schon auf und vermutet, daß dies von regionaler Bedeutung sein kann. Es wurden für diesen Versuch neun Turmaline aus verschiedenen Zonen von Doz. Dr. E. Schroll spektrochemisch untersucht. Bei dieser Analyse konnte leider das Eisen in seinen beiden Wertigkeiten nicht getrennt ausgewiesen werden. Die spektrochemische Analyse wurde nach der Lochkohlenmethode auf dem Zeiß-Q-24-Spektrographen durchgeführt. Die Auswertung der Aufnahmen wurde qualitativ visuell durchgeführt. Die Bestimmungen der physikalischen Daten wurden in dankenswerter Weise von Dr. Alker durchgeführt.

Probe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Element										
Mn	+	++	++	+++	+++	+++	+++	+++		
Al	++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++		
Ca	++	++	+++	++	++	++	++	++		
Cr	++	++	++	+	+	+	+	+		
Na	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++		
Cu	+	+	+	+	+	+	+	+		
V	+	+	+	—	—	—	—	—		
Fe	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++		
Mg	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++		
Si	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++		
Zn	+	+	+	+	+	++	++	+		
Ti	+	++	++++	++	++	+++	+++	+++		
B	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++		
Be	—	—	—	—	—	—	—	—		
Bi	—	—	—	—	—	—	—	—		
Lichtbrechung										
e	1.639	1.630	1.642	1.630	1.638	1.630	1.630		1.630	1.630
o	1.650	1.650	1.652	1.646	1.651	1.655	1.646		1.647	1.650
Pleochroismus										
e	d. grau	h. grau	r. br.	h. viol.	h. grau	h. viol.	h. viol.		h. gr.	h. grau
o	olivgr. d. gr.	moos-grün	d. grün	d. blau	d. oliv d. gr.	d. blau	d. blau grünl.		d. grün	moos-grün
Dichte										
	3.09	3.09	3.13	3.18	3.13	3.16	3.16	3.19		

Fundpunkte:

1 = Packbach Ursprung
2 = Münzerkogel
3 = Amazonit Pack
4 = Vier Tore
5 = Grandnerbach
6 = Beryllfund Schmucker
7 = Beryll v. Dietenberg
8 = Beryll Gößnitzberg
9 = Mitterbergkamm
10 = Packer Stausee Westende

Schlüssel zu den Gehalten der Analysen:

++++ über 1%, +++ 0.1 bis 1%, ++ 0.01 bis 0.1%, + unter 0.01%, — nicht bestimmbar, viel kleiner als 0.01%.

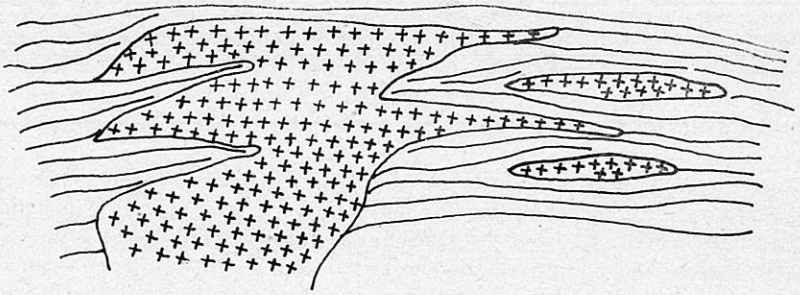
Aus den Spektralanalysen lassen sich beschränkt einige Aussagen ableiten, die sich leider nur auf ein geringes Untersuchungsmaterial stützen. Es muß daher diese geochemische Untersuchung mehr als Versuch, der als sehr positiv bezeichnet werden kann, betrachtet werden. Trotz der nicht durchgeführten Trennung von $Fe^{\cdot\cdot}$ und $Fe^{\cdot\cdot\cdot}$, die vielleicht noch eine, die Farbe betreffende Unterscheidung zuließe, können bestimmte Elemente für die charakteristische Färbung des Turmalins herangezogen werden. Die grünen Varietäten haben z. B. gegenüber den bläulichen Individuen einen größeren Chromgehalt (0.01 bis 0.1%) und einen Vanadiumgehalt (unter 0,01%). Vom Chrom- und Vanadiumgehalt scheint gleichzeitig der Mn-Gehalt abhängig zu sein, der ebenso ausschlaggebend für die Farbunterschiede sein kann. Für die schwache Braunfärbung verschiedener Turmaline konnte auf Grund der vorliegenden Analysenergebnisse kein spezifisches Element verantwortlich gemacht werden, weshalb ich dabei an verschieden großen Gehalt an $Fe^{\cdot\cdot\cdot}$ denke. Die wahrscheinliche Konzentration an Li wurde von E. SCHROLL mit unter 1% angegeben, da Spezialaufnahmen im sichtbaren U-Rot wegen der kleinen Probemengen nicht durchführbar waren.

Aus diesem spektralanalytischen Versuch an Turmalinen der Pegmatitzonen geht weiters eine Gliederung der Pegmatitzonen in verschiedene geochemische Tiefenstufen hervor. Es ist z. B. bezeichnend, daß die Proben 6, 7 und 8 mit gleichen chemischen und physikalischen Daten von Beryll führenden Pegmatiten stammen, während aus den übrigen Fundpunkten kein Beryll bekannt wurde. Diese drei Proben fallen durch den gleichen Ti-Gehalt aus dem Rahmen der übrigen Turmalinanalysen, und lediglich durch einen geringeren Zn-Gehalt weicht die Probe 8 von den beiden übrigen ab.

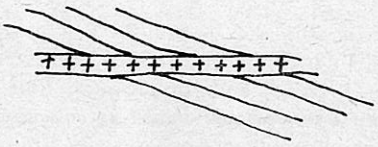
In diesem Zusammenhang muß gleichzeitig auf die besondere Bedeutung einer geochemischen Differenzierung innerhalb der Pegmatite hingewiesen werden, wodurch die Darlegung des geologischen Baues eine Bestätigung findet. Die Proben 1, 2 und 3 als einzige V-hältige Proben aus dem Kartenbereich stammen aus den südlichsten und nördlichsten Pegmatitzonen, die gleichzeitig als die liegendsten Zonen gedeutet werden (Synklinalbau in O—W). Es sei hier angeführt, daß alle diese Deutungen durch eine größere Probenanzahl erhärtet werden müßten und daß diese Untersuchung der Geochemie der Turmaline aus dem Raume Pack nur als Versuch gelten kann, der immerhin einige Ergebnisse zeitigte. Auf welche Weise es allerdings zum Zonarbau einzelner Turmaline kommt, wurde leider auf geochemischem Wege nicht nachgeforscht. Jedoch vermute ich dafür den Umbau des Eisens ($Fe^{\cdot\cdot}$ in $Fe^{\cdot\cdot\cdot}$), der allerdings wie erwähnt bei der Spektralanalyse von vornherein nicht berücksichtigt wurde, verantwortlich machen zu können. Der im Bilde (Abb. 20) festgehaltene Zonarbau eines Turmalins stammt von einem in der Längserstreckung zerbrochenen Idioblasten aus einem Granatglimmerschiefer vom Weg westlich Hansbauer auf 1380 m. Dieser Granatglimmerschiefer ist reich an grobblätterigem Muskovit und groben Quarz-Granoblastenlagen. Es ist ein Glimmerschiefer mit leicht pegmatitischer Beeinflussung (venitische Kristallisationsphase).

Während nun aus dem Großaufschluß des Steinbruches Vier Tore (Abb. 16) die Konkordanz der groben Pegmatitlagen mit Glimmerschieferlagen deutlich hervorgeht, können gelegentlich auch diskordante oder scheinbar diskordante Pegmatitkörper festgehalten werden (Zeichnung 9 u. 10). Dabei geht deutlich die Einlinsung der Pegmatite ins -s- hervor. Diese Pegmatitgänge sind reine Quarz-Plagioklasgemenge und führen keinen K-Na-Feldspat. Sie dürften daher

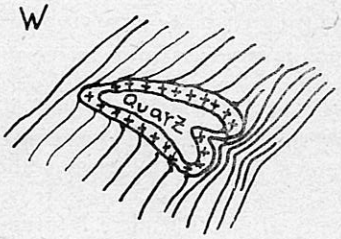
vielmehr reine, in Klüften auskristallisierte pegmatoide Lateralsekretionen sein, die nachträglich ins -s- des Schiefergefüges eingeregelt wurden. Wie derartige Diskordanzen zustandekommen können, geht deutlich aus einem Aufschlußbild (Zeichnung 11) hervor, welches von der Packer Bundesstraße bei km 54.8 südlich Stampf stammt. Es ist derselbe tektonische Vorgang, der bei einem Scherungsgefüge Querbiotite erzeugt, dafür verantwortlich zu machen. Eine im Faltenscheitel ausgequetschte syntektonische Quarz-Feldspatkristallisation bekommt ein neues s-Gefüge, welches durch den Glimmerschiefer deutlich abgebildet wird. Nur im Quarz-Feldspatgang bleibt die alte Faltentektonik erhalten, wodurch die Pegmatoidlinse eine scheinbare Diskordanz abbildet.



Zeichnung 9



Zeichnung 10



Zeichnung 11

Zusammenfassend soll bezüglich der Pegmatite festgehalten werden, daß schmale Lagen und Linsen von vorwiegend Quarz und Plagioklas aufgebaut werden und als pegmatoide Kristallaggregate, gebildet im Zuge der venitischen Metamorphose (P. Beck-Mannagetta/1949), gedeutet werden müssen. Die gröberen Pegmatoidlagen, aus denen typische pegmatitische Mineralisation bekannt wurde, können nicht ohne weiteres derselben pegmatoiden Phase zugeordnet werden und lassen eine echte pegmatitische Zufuhr vermuten, wofür allerdings der geologische Zusammenhang mit einem granitischen Magma noch fehlt. Ob nun die Pegmatite in ihrer Mächtigkeit durch ihre geologische Lage in den venitischen Glimmerschiefern ihre gute Erhaltung verdanken oder ob die Pegmatite primär nur an diese Serie gebunden wurden, läßt sich nicht genau aussagen, jedoch vermute ich den ersten Fall, wofür zahlreiche pegmatitische Lagen in den Plattengneisen mit K-Na-Feldspat, Apatit und reichlich Turmalin sprechen. Damit würden auch die Beryllvorkommen am Dietenberg, welche an die Disthenflasergneisserie an der Grenze zur „Gradener Serie" gebunden sind, in Einklang stehen.

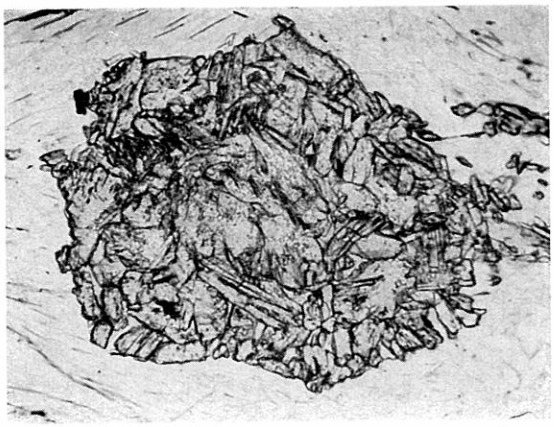


Abb. 1: Paramorphose von Disthen nach Andalusit, von Muskovit umschlossen. Die Kristallbegrenzung des Andalusit teilweise erkennbar. (Schliff Nr. 117, 100fach, o. N.)

Abb. 2: Disthenhaufwerk nach Andalusit mit teilweiser scharfer Kristallbegrenzung. (Schliff Nr. 95, 100fach, m. N.)

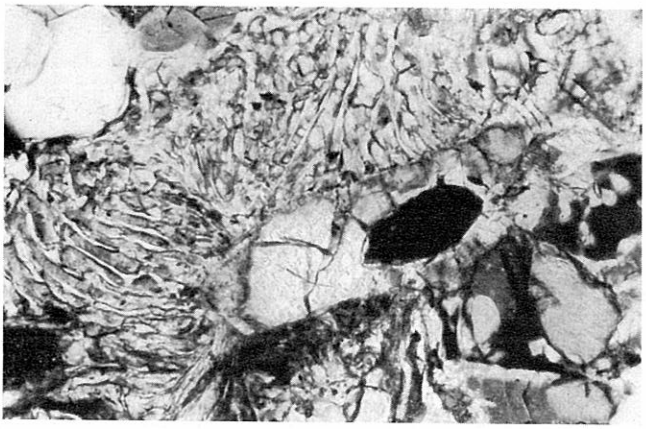


Abb. 3: Omphazitkern mit Diablastik von Hornblende-Quarz (Albit) im Übergang zu Hornblende (links oben). (Schliff Nr. 119, 184fach, n. M.)

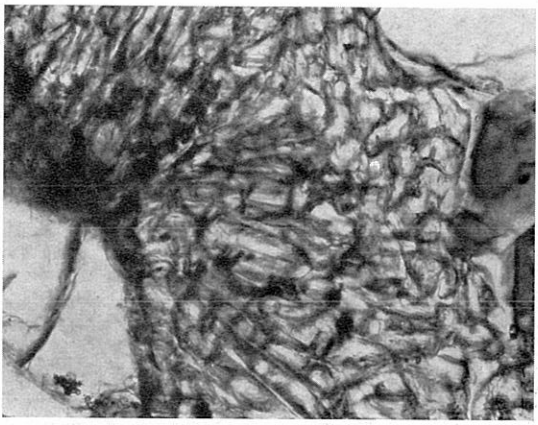


Abb. 4: Diablastik von Hornblende-Albit zwischen zwei Omphazitindividuen. (Schliff Nr. 119, 300fach, o. N.)

Abb. 5: Baueritisierung von Biotit. Die dunklen Flecken entsprechen dem Pleochroismus des Biotit. (Schliff Nr. 1, 184fach, o. N.)

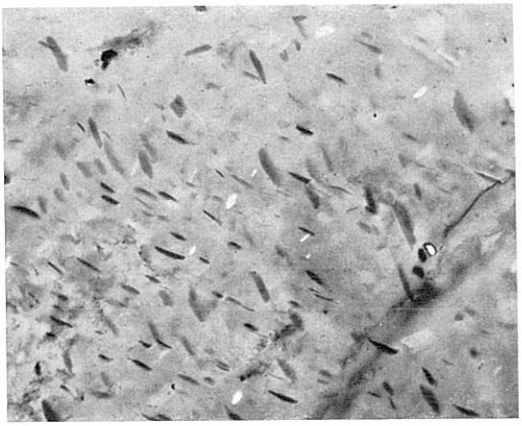


Abb. 6: Mikrolithen (Serizit und Klinozoisit) im Plagioklas (Schliff Nr. 57, m. N.)

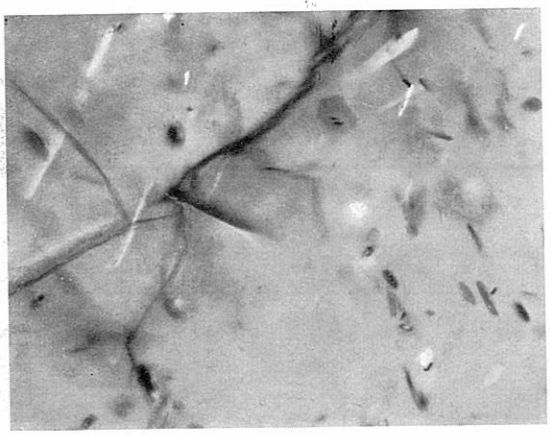


Abb. 7: Feinnadelige Einschlüsse (vorwiegend Klinozoisit und auch Serizit) im Plagioklas. (Schliff Nr. 74, m. N.)

Abb. 8: Feinnadelige Einschlüsse im Feldspat, welche als Sillimanit gedeutet wurden. (Originalschliff von A. CLOSS aus der Koralpe, m. N.)

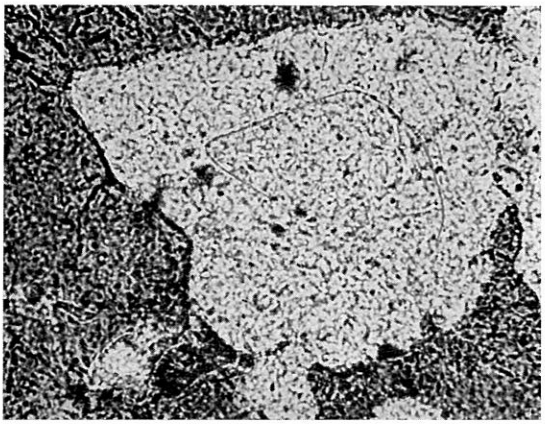


Abb. 9: Plagioklas umwächst normal zonaren Plagioklas. (Schliff Nr. 7, 160fach, m. N.)

Abb. 10: Chloritisierung von Granat. Granatkörner von Serizit (weiß) und Chlorit (grau) umgeben. (Schliff Nr. 7, 160fach, o. N.)

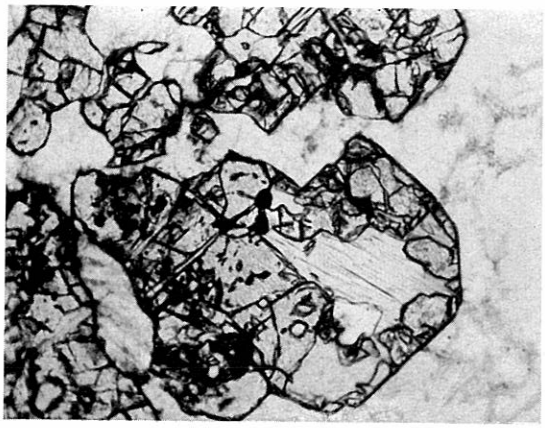


Abb. 11: Idiomorpher Granat mit Chloritisierung im Kern. Der Rand von Plagioklas begrenzt. (Schliff Nr. 7, 160fach, o. N.)

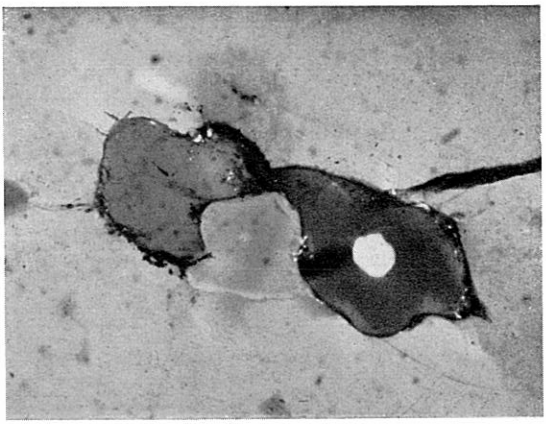


Abb. 12: Idiomorphes Quarzkorn (weiß) von Oligoklas (dunkelgrau) und wieder von Quarz (hellgrau) umschlossen. (Schliff Nr. 7, 160fach, m. N.)

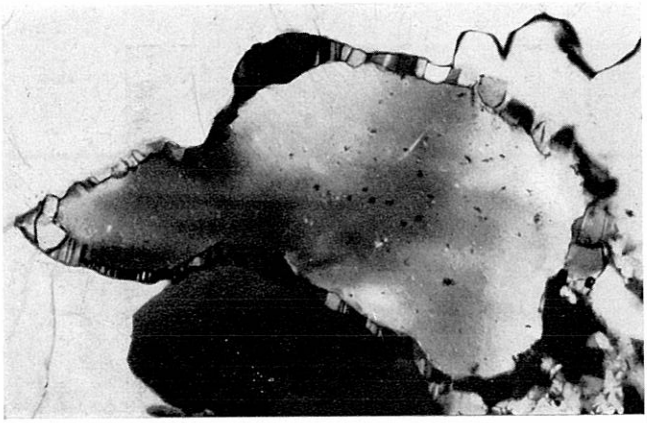


Abb. 13: Feinkörniger Saum von Albit um Muskovit; außen von Quarz umgeben. (Schliff Nr. 10, 180fach, m. N.)

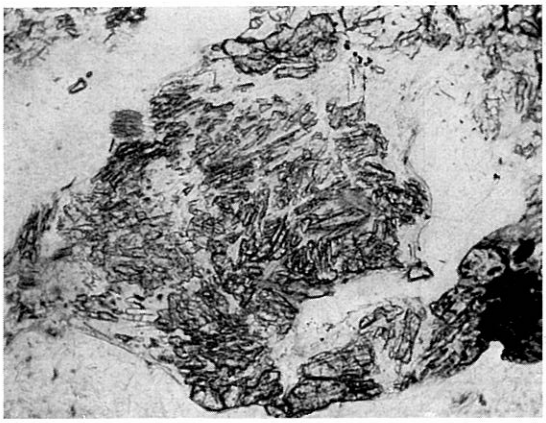


Abb. 14: Umwandlungsgemenge von Epidot, Hornblende, Zoisit nach Hornblende. (Schliff Nr. 3, 100fach, o. N.)

Abb. 15: Linsiger Eklogitkörper mit einem schmalen Saum von pegmatoidem Material. Aufschluß beim Klugveitl im oberen Stainzbachgraben.

Abb. 16: Steinbruch bei Vier Tore: Grobe Pegmatitlagen mit zwischengelagertem Glimmerschiefer. Flache, antiklinale Aufwölbung mit flach W-fallender Faltenachse. Oben Blockverstellung der Pegmatitlagen durch Verwitterung.

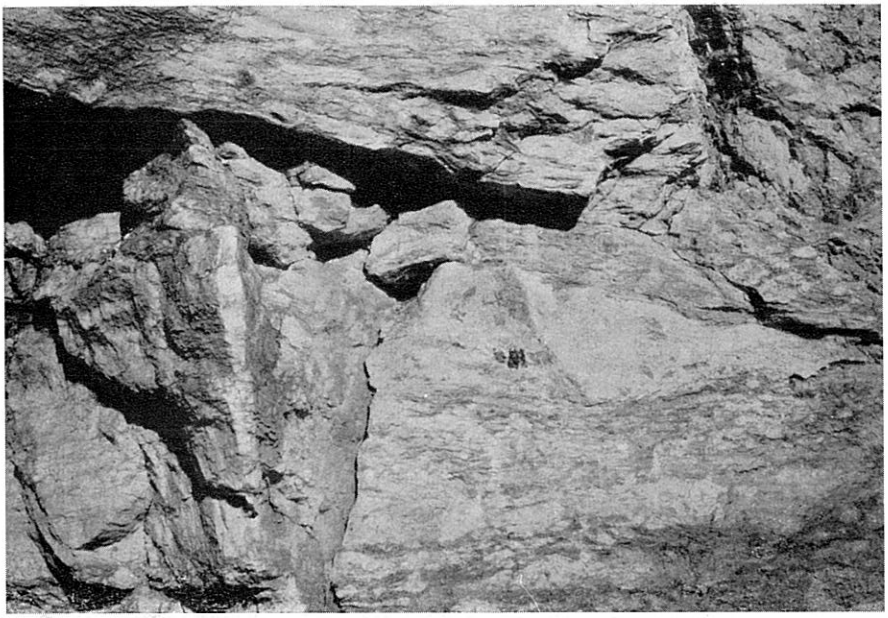
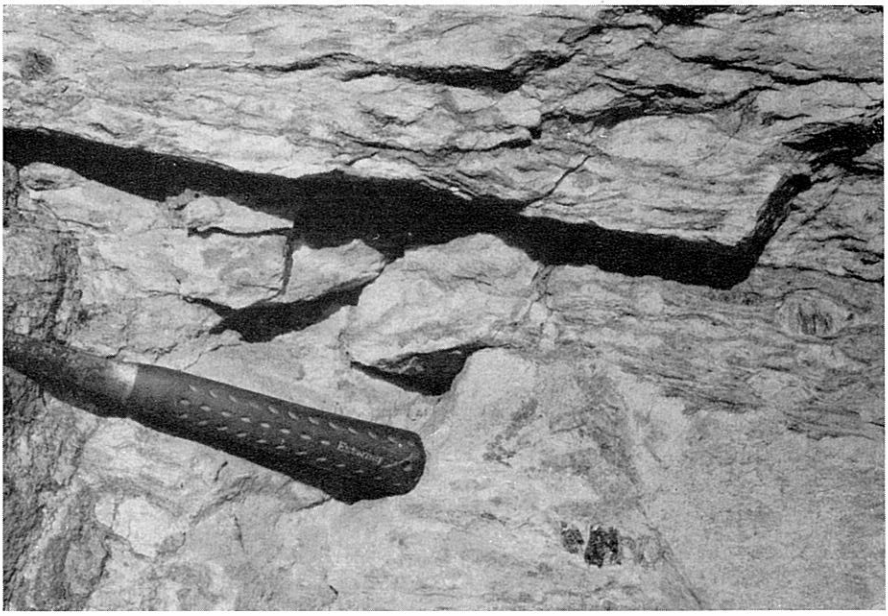


Abb. 17: u. 18: Steinbruch bei Vier Tore: Grobe Feldspatporphyroblasten mit linsiger Einregelung. Schörlporphyroblasten zeigen postkristalline Zerbrechung. Unten Detail.



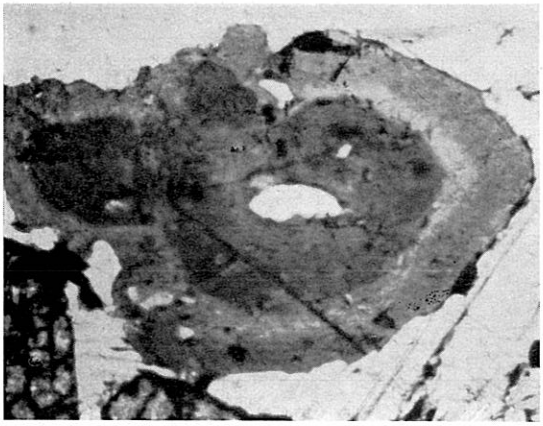


Abb. 19: Zonarer Turmalin (innen grün, außen braun) mit Kern von Muskovit. (Schliff Nr. 13, 50fach, o. N.)

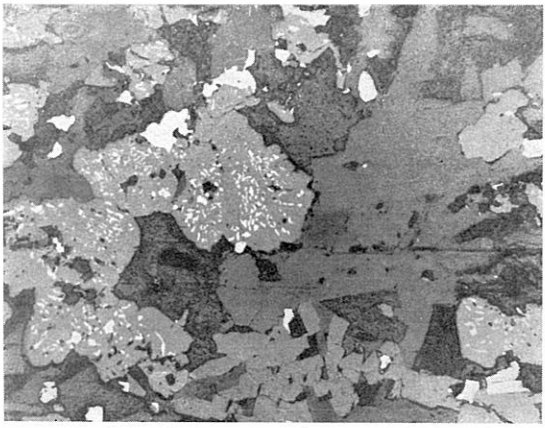


Abb. 20: Anschliff erzführenden Epidotamphibolits: Ilmenit mit entmischtem Eisenglanz in größeren Körnern und aufgesproßter Magnetit. (75fach, Fundpunkt Pack, Photo und Bestimmung: O. M. FRIEDRICH/Leoben.)

Abb. 21: Granatkorn mit Kern von Graphitmantel umgeben, zeigt s_i. Umschließender Glimmer mit Spitzfaltentektonik (s_e) eigener Prägung. (Schliff Nr. 112, 46fach, o. N.)

Letztlich muß noch auf die reinen Quarzgänge, die allerdings der venitischen pegmatoiden Phase angehören, hingewiesen werden. Sie werden an einigen Stellen zur Erzeugung von Ferrosilizium wirtschaftlich abgebaut. Lagergänge von reinem Quarz sind bis 5 m mächtig (Ebenlecker am Herzogberg) und sind senkrecht zum Streichen stark geklüftet. Vom Quarzgang beim Steinbauer, nordöstlich Moserweber konnte ich eine Regelung der 0.12 bis 6 mm großen Quarzgranoblasten feststellen, die auf syntektonische Kristallisation hindeutet. In diesen Quarzgängen befindet sich vielfach Apatit, wie im Steinbruch Unterwald bei der Waldschmiede. In gleicher Position liegen die schönen Rutilkristalle des Quarzbergbaues beim Ebenlecker, aus dem in letzter Zeit einige seltene Mineralfunde bekannt wurden (E. KAHLER/1961).

C. AMPHIBOLITE

O. M. FRIEDRICH stellte bereits 1929 das Fehlen von Eklogit im Waldensteiner Raum fest. Die Amphibolite sind dort in den O-W-Bau der Glimmerschiefer konkordant eingeschlichtet. Dieser Gebirgsbau hält auch im Packer Bereich bis in die Gegend des Herzogberges an. Es können daher die hier zu besprechenden Amphibolite direkt an die des Waldensteiner Raumes angehängt werden.

Eine Gliederung der Amphibolite in Para- und Orthoabkömmlinge möchte ich wohl andeuten, aber dafür liegen zu wenig Beweise vor. Die Verbreitung der basischen Gesteine beschränkt sich auf wenige schmale Linsen bis Lagen, die kaum kartenmäßig festgehalten werden können und auf die mächtigeren Vorkommen vom Klementkogel, Am Foltl—Pack und auf den in Eklogitamphibolit übergehenden Zoisitamphibolit im Modriachwinkel gegen Schrogentor. Während zunächst die schmalen Linsen und Lagen als Paraabkömmlinge betrachtet werden können, kann dies für die genannten Großvorkommen, speziell für das vom Schrogentor, nur schwer behauptet werden.

Die schmalen Amphibolitlinsen und -lagen sind sehr reich an Quarz bei Übergängen in den angrenzenden Glimmerschiefer und zeigen oft starke Umwandlungen. Einem solchen Übergangsgestein entspricht z. B. der epidotreiche Hornblendeschiefer von der Packer Bundesstraße beim Straßenwärterhaus bei km 60.5 (Schliff Nr. 3).

Schliff Nr. 3, Fundpunkt: Straßenwärterhaus 60.5 km der Packer Bundesstraße.

Im Handstück: feinkörniges, dunkles Gestein, bräunlich angewittert. Selbst im Querbruch nur schwer die einzelnen Mineralkomponenten ausnehmbar.

U. d. M.:

QUARZ: grobe, kaum undulös auslöschende Individuen (Neukristallisation) als einzige gut erhaltene Granoblasten. Lagig angeordnet in granoblastischer Pflasterstruktur.

PLAGIOKLAS: sehr stark saussuritisiert mit Mikrolithenfülle von vorwiegend Epidot und Klinozoisit neben Serizit. Die Korngrenzen zwischen den einzelnen Individuen stark verwischt durch Ineinanderwachsen der Einschlußmikrolithen. An-Gehalt nicht feststellbar.

HORNBLENDE: randlich leicht biotitisierte (Floititbildung) Basisschnitte mit Pleochroismus von a = farblos, b = schwach grünlich, c = grün. Auslöschungsschiefe von c : Z = 25°. Einschlüsse von Titanit und Umwandlung in Epidot, Biotit und Quarz bzw. Plagioklas (Abb. 14).

BIOTIT: Einzellepidoblasten mit braunem Pleochroismus vorwiegend an Grenzen zu Hornblenden.

CHLORIT: Lepidoblastenpakete von schwach grünlichem Klinochlor.

GRANAT: einzelne Bruchstücke mit Titanit und Biotiteinschlüssen zu Kornhaufwerken vereinigt.

TURMALIN: ein Individuum mit e = fast farblos, o = olivbraun mit blaugrün

von 0.3×1.0 mm. Die Kristallbegrenzung ist unregelmäßig durch einspringende Quarz- und Plagioklasindividuen.

Gefüge: lagiges Gefüge von groben Quarzgranoblasten und feinkörnigen Gemengen der übrigen Gemengteile, die ein feinkörniges Umwandlungsgemenge darstellen (Abb. 14).

Korngrößen: Quarz max. 1.0×1.3 mm, ⌀ 0.17×0.2 mm, Plagioklas ⌀ 0.5×0.6 mm, Hornblende max. 0.17×0.41 mm, ⌀ 0.09×0.34 mm, Biotit ⌀ 0.03×0.34 mm, Granat max. 0.64×1.7 mm.

Prozente: Quarz 56%, Hornblende 3%, Biotit/Chlorit 5%, Umwandlungsgemenge 34%.

Die Variationsbreite des Gehaltes an Hornblende in Hornblendegesteinen schwankt demnach von 3—80%, was einerseits auf Umwandlung der Hornblende (siehe Schliff Nr. 3) oder anderseits auf sedimentären Übergang zum Glimmerschiefer zurückzuführen ist. Die im Dünnschliff untersuchten Amphibolite der Serie der venitischen Glimmerschiefer werden nachstehend mit ihren integrierten Volumsprozenten in einer Tabelle dargestellt.

Schliff Nr.	23	108	83	21	70A	25A	35	92A	63	8	65	3
Hornblende	50	76	80	71	67	63	62	60	54	50	49	3
Granat	—	—	—	10	4	7	5	14	2	12	14	2
Epidot	3	12	13	—	9	—	—	13	10	—	8	—
Zoisit	—	—	—	19	—	16	7	—	—	—	—	34
Chlorit	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5
Biotit	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Quarz	35	—	7	—	17	13	20	13	12	35	22	56
Plagioklas		12	—	—					22			
Karbonat	5	—	—	—	—	—	—	—	—	3	7	—
Titanit	—	—	—	—	3	1	6	—	—	—		—
Erz	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Aus der Tabelle geht hervor, daß nicht alle Amphibolite Granat führen. Der Vollständigkeit halber muß hier erwähnt werden, daß auch im Bereich der Eklogitamphibolite häufig nichteklogitische Amphibolite mit aufscheinen. Sie gehen aus dem Deckblatt zur geologischen Karte hervor und lassen sich im Gefüge sowie in ihrem Mineralbestand hier einordnen.

Der Normaltyp der Amphibolite ist ein Granatamphibolit mit mehr oder weniger Epidot und Zoisit. Die Abstammung von irgendeinem Orthogestein konnte nirgends festgestellt werden. Die Gesteine wurden bereits so stark durch die Metamorphose umgewandelt. Die Amphibolite von Foltl—Pack sind durch einen scheinbaren Zusammenhang mit dem Amazonitpegmatit gekennzeichnet. Aus dem Anschliff können titanreiche Erze neben Magnetit und Hämatit festgestellt werden. Die Abteilung für Mineralogie am Joanneum verdankt diesbezüglich Herrn Prof. Dr. Ing. O. M. Friedrich eine Anschliffuntersuchung eines von mir aufgesammelten Amphibolits, die hier erwähnt sein soll. Der Anschliff enthält als Erz Ilmenit mit prächtig entmischtem Eisenglanz in größeren Körnern und porphyroblastisch aufgesproßten Magnetit. In einem etwas härteren und helleren Solitat als die Hauptminerale der Grundmasse sind reichlich feinste Ilmenitkörperchen grobgraphisch eingewachsen (Abb. 20). Professor Friedrich vermutet hier einen Ti-hältigen Augit.

Der Turmalin aus dem Amazonitpegmatit der Pack zeigte einen sonst in keinem der untersuchten Turmaline sonst wiederauftretenden hohen Ti-Gehalt. Ebenso sind Titanitkristalle in diesem Pegmatit eine sehr häufige Erscheinung. Es ist also denkbar, daß der Amazonitpegmatit in einem stofflichen Zusammenhang mit dem angrenzenden Amphibolit steht.

D. MARMOR und KALKSILIKATSCHIEFER

Die Marmore sind an lediglich zwei Horizonte im engeren Bereich der Pack gebunden. Sie wären als eine einzige eingefaltete Lage zu deuten. Es sind mir nur 3 Aufschlußpunkte bekannt geworden, die sehr geringmächtige Lagen innerhalb der Glimmerschiefer bzw. Pegmatite aufweisen. Ein auf ca. 10 m Länge in Wechsellagerung mit stark venitischen bzw. pegmatoiden Glimmerschiefern auftretendes Marmorband ist im hinteren Grandnerbach östlich oberhalb der bereits verfallenen Grandnerhütte, im Hangenden des südlichsten Pegmatitzuges aufgeschlossen. Dieses hat seine Fortsetzung beim Bauer Pöschl südöstlich des Klementkogels.

Es ist ein weißgebänderter, leicht bräunlich überzogener Marmor mit zahlreichen Quarz- bzw. Glimmerschieferlagen. Er wird im Liegenden von Pegmatit begrenzt. Als Mineralbeimengungen scheinen im Marmor (Schliff Nr. 53) Muskovit, Plagioklas (20% An-Gehalt), Quarz, Titanit und Tremolit mit zusammen 14% auf. Diesem durch zwei Aufschlüsse belegten Marmorhorizont im nordfallenden Südteil der Glimmerschiefer O-W-Synklinale, steht ein Marmorband nordöstlich der Ortschaft Pack bei Unterrohrbach gegen den Gressenbach als südfallender Nordschenkel gegenüber. Durch die Vererzung des Marmorbandes wurde das Vorkommen bereits in O. M. Friedrichs Lagerstättenkarte der Ostalpen (1952) erwähnt, und außerdem dürfte es ident mit dem Marmorband sein, welches F. Heritsch (1923) in einem seiner Profile (Geologische Karte mit Profilen der Stubalpe) darstellte. Es liegt hier ein rosaroter Marmor mit Eisenglimmer vor. Ein Zusammenhang mit dem Waldensteiner Erzrevier ist zumindest genetisch gut vorstellbar, da auch hier mit dem Vererzungsvorgang reichlich Chlorit, und zwar Fe-reicher Chlorit gebildet wurde, und auch ein stratigraphischer Zusammenhang wäre denkbar. Eine Fortsetzung dieser Marmore gegen Osten konnte weder für das eine noch für das andere Marmorband festgestellt werden.

Vertreter von Marmoren scheinen vereinzelt in Form von Kalksilikatgesteinen auf. Es sind dies karbonatreiche diopsidführende Grüngesteine. Ihre Mineralkombination ist äußerst variabel. Neben gneisähnlichen Gesteinen, wie in Schliff Nr. 3 und Nr. 40, wo Plagioklase mit Klinozoisitnadeln bespickt bis zu 70% überwiegen, sind vor allem amphibolitähnliche, wie in Schliff Nr. 17 und 18 (30—50% Hornblende), zu erwähnen. In den Kalksilikatschieferbereichen konnte ich nie reine Marmore, die sie sonst im stratigraphischen Verband als Übergänge begleiten, vorfinden. Im großen und ganzen sind es Gesteine, die sich weder den Amphiboliten noch den Gneisen gut zuordnen lassen. Charakteristisch sind stets der diopsidische Augit und der Kalkspat neben anderen Mineralien der kristallinen Schiefer. Während der Gehalt an Diopsid von 10 bis 15% einer geringen Schwankung unterworfen ist, variiert der Kalkspat von 3 bis 17%.

4. „Gradener Serie"

Der Begriff „Gradener Serie" stammt von F. Heritsch (1923) und wurde für eine Zone von Granatglimmerschiefern und Gneisen mit Marmor- und Amphibolitlinsen, die um die Ortschaft Graden ansteht, verwendet. Charakteristisch für diese Zone soll das Auftreten von Staurolith, Disthen (vermutlich Einzelkristalle, keine Paramorphosen nach Andalusit) und Granat und eine regionale Diaphthorese sein. Von W. Rittler (1938) wurde diese Bezeichnung auf die Gesteine der Zone, die sich südlich der Linie Köflach—St. Johann ob Hohenburg im Bereich Dietenberg—Wartenstein und nördlich der Gößnitzfurche bis

Puchbach erstreckt, übertragen. Dabei wird auch noch an der regionalen Diaphthorese festgehalten. Dieser Teil wurde auch in der geologischen Wanderkarte des Grazer Berglandes von H. FLÜGEL (1960) als „Gradener Serie" ausgeschieden, wobei in ihr noch grobe Pegmatitlagen dargestellt werden, die allerdings der Gößnitzzone W. RITTLERS entsprechen sollten. Die Gößnitzzone selbst wurde von mir nicht gesondert ausgeschieden, sondern der Disthenflasergneisserie zugeordnet (siehe S. 22). Die „Gradener Serie" muß also absolut frei von gröberen Pegmatit- bzw. Pegmatoidlagen gelten. Dort, wo im Liegenden, also im Süden der Gradener Zone die zahlreichen Pegmatite auftreten, muß auch die morphologisch ziemlich deutlich ins Auge springende Grenze zur südlich anschließenden, liegenden Disthenflasergneisserie angesetzt werden. Disthen konnte ich in keinem Schliff dieser Serie nachweisen, so daß auch hier dieser Mineralgemengteil, zumindest als paramorphe Andalusitumwandlung, als trennendes Merkmal für die Seriengrenze herangezogen werden kann.

A. GLIMMERSCHIEFER und GNEISE

Als Typusmineral für die mineralfazielle Einstufung tritt hier Staurolith auf, der durch O. M. FRIEDRICH (1929) in großen Kristallen vom Dietenberg beschrieben wurde. Ich kann diesem bedeutenden Fundpunkt leider keinen weiteren hinzufügen.

Vorwiegend sind hier dunkle granatführende Glimmerschiefer, die reich an Quarz sind. Die sehr seltenen Gneise sind Paragneise. Hervorzuheben ist, daß nirgends eine Diaphthorese von Granat (Chloritisierung) festgestellt werden konnte. Lediglich Zonarwachstum von Granat (Abb. 21) konnte häufig oder fast regelmäßig angetroffen werden, und das ist ein sonst nirgendwo in einer anderen Serie wieder aufscheinendes Merkmal und Charakteristikum für die „Gradener Serie" in diesem Raum. Die Glimmerschiefer sind vorwiegend mit Muskovit, Biotit und Kohlenstoff angereichert, zu dem ein geringer Prozentsatz von ursprünglichem, d. h. im Zuge der abklingenden Metamorphose gebildetem Chlorit (Klinochlor) kommt.

Als hangendstes Glied der „Gradener Serie" scheinen nun chloritoidführende Glimmerschiefer auf. Sie unterscheiden sich von den übrigen Granatglimmerschiefern äußerlich kaum. Die Chloritoide sind makroskopisch nur schwer auszunehmen und können allenfalls als Pseudomorphosen nach Staurolith gedeutet werden. Eine diesbezügliche Durcharbeitung der „Gradener Serie" im Kartierungsraum wäre notwendig, konnte aber im Rahmen dieser Arbeit leider nicht erfolgen. Die Chloritoide beschränken sich anscheinend nur auf die hangendsten Teile der „Gradener Serie"; ihr Auftreten wurde durch die Chloritoidlinie im Deckblatt zur geologischen Karte festgehalten.

Die Chloritlinie der „Gradener Serie" zeigt einen schmalen Horizont am nordöstlichen bis östlichen Rand des Kristallins an. Es muß dazu betont werden, daß es innerhalb dieser Zone ebenfalls nie zu Chloritisierungen von Granat kommt (keine Diaphthorese!). Es kann das Auftreten von Chlorit vielmehr mit einem Ausklingen der Metamorphose gegen das Tertiär hin in Zusammenhang gebracht werden. Die durch Punktierung dargestellten Flächen in der geologischen Karte entsprechen Gesteinen mit starker Verwitterung, mit der die Chloritführung am Kristallinrand nichts zu tun hat. Diese in das Tertiär zu stellende Erscheinung ist nicht nur an den Kristallinrand gebunden, sondern tritt auch kristallineinwärts, an von Abtrag verschont gebliebenen tertiären Hochflächen (Wölmißberg) stärker auf.

B. AMPHIBOLITE

Die Amphibolite unterscheiden sich im Grad der Metamorphose sowie in ihrer Mineralzusammensetzung kaum von jenen der venitischen Glimmerschieferserie. Auch scheint Granat in den als Epidotamphiboliten zu bezeichnenden basischen Gesteinen sedimentärer Herkunft gelegentlich auf. Es sind schmale Linsen und Lagen zwischen den Granatglimmerschiefern, die mitunter Chlorit, wie in Schliff Nr. 138, führen und wie in Schliff Nr. 135, reich an Epidot (59%) sind. Granat ist in Schliff Nr. 102 (4%) sowie in Schliff Nr. 113 (2%) vorhanden. Der Hornblendegehalt variiert von 26% (Schliff Nr. 135) bis 75% (Schliff Nr. 138). Es handelt sich dabei um gemeine grüne Hornblende, die nur in ganz seltenen Fällen, wie in Schliff Nr. 135, in einen blaugrünen Pleochroismus übergeht.

C. MARMORE

Die einzelnen Marmorvorkommen dieser Serie sind an einen Horizont gebunden und dürften wohl einem Zug entsprechen, der seine größte Mächtigkeit im Bereich des Steinbruches Arnstein aufzuweisen hat. Über dieses Vorkommen berichtet die Publikation von F. Heritsch-F. Lieb (1924), in der auch das Vorkommen von Sillimanit erwähnt wird, über den bereits auf Seite 34 berichtet wurde. Dieser mineralreiche Marmor wird von groben Granatamphiboliten und Kalksilikatgesteinen begrenzt, die in einem typischen sedimentären Verband mit den hangenden und liegenden Granatglimmerschiefern stehen. Auffallend ist ein sehr hoher Biotitgehalt, selbst im Marmor. Der dunkelgraue Marmor ist weiß gebändert und zeichnet eine gut erkennbare Faltentektonik ab, auf die im Kapitel Tektonik noch hingewiesen wird.

TEKTONIK

Allgemeine tektonische Bemerkungen

Es geht aus einigen Publikationsbemerkungen (A. Kieslinger, F. Angel, F. Heritsch u. a.) hervor, daß die Koralpe ein allgemeines SO—NW-Streichen aufweist. In der nördlichen Fortsetzung des Gebirgszuges schwenkt das SO—NW-Streichen in der Stub- und Gleinalpe in SW—NO um. Es soll also der Packer Bereich als Wendepunkt der Streichrichtung, förmlich ein großtektonisches Scharnier darstellen. Diese Großstruktur geht auch aus der Morphologie des steirisch-kärntnerischen Grenzgebirgskammes hervor.

Aus dieser großtektonischen Überschau leitet sich die Frage ab: Wie äußert sich nun dieser Bau in den Einzelbereichen des vorliegenden Kartierungsraumes, wo diese Strukturänderung zum Ausdruck kommen müßte?

Es wurden, um diese Frage zu beantworten, zahlreiche s-Flächen, Faltenachsen, Lineare und auch Kluftflächen in Diagrammen ausgewertet bzw. Deutungen unterzogen. Es kamen dabei 1242 s-Flächen, 61 B-Achsen, 122 Lineare und 142 Kluftflächen zur statistischen Auswertung. Es war beabsichtigt, diese Detailstudien auch in synoptischen Diagrammen zusammenzufassen und der Publikation bei einem optisch eindrucksvollen Ergebnis beizuschließen. Durch die für kristalline Schiefer auffallend flache Lagerung im gesamten Kartierungsgebiet und speziell im Liegenden (Plattengneisserie) ergaben sich bei der Diagrammdarstellung der s-Flächen nur schwache ß-Maxima, ebenso die Flächenpolinterpretierung zeigte ein starkes Streuen im Zentrum der Diagramme für alle vier Quadranten. Das morphologisch deutliche und für die Koralpe typische NNW-Streichen kommt in den Diagrammen nur schwach zum Ausdruck.

Lagerungsverhältnisse der Serien

Aus der Seriengliederung und der Lage der einzelnen Schichtpakete zueinander geht ein O—W gerichteter Synklinalbau im Bereich der Serie der venitischen Glimmerschiefer, die als hangendstes Schichtpaket der Koralpenentwicklung zu werten sind, hervor. Im Norden zeigen S-fallende und im Süden N-fallende s-Flächen die Synklinale mit W-fallender Achsenrichtung an. Aus der Position der einzelnen Pegmatitlagen geht z. B. eine geochemische Zusammengehörigkeit der einzelnen Vorkommen auf Grund spektrochemischer Untersuchungen an Turmalinen hervor. Ein z. T. steiles Herausheben der Glimmerschiefersynklinale im Modriachwinkel dürfte auch die Ursache für das Auftreten von steil W-fallenden, N—S streichenden Pegmatitlagen zwischen dem venitischen Glimmerschiefer sein.

Die mehr oder weniger stark venitischen Glimmerschiefer liegen auf der flacher gelagerten Serie von Disthenflasergneisen, in die sie übergehen. Die Grenze zwischen den beiden Serien ist willkürlich dort gezogen, wo die Venitlagen der Glimmerschiefer in linsige, brotlaibartige Formen übergehen. Das Auftreten von Disthen als Flasern ist noch an die Liegendanteile der Venitglimmerschieferserie gebunden.

Der deutliche O—W-Bau der Glimmerschiefer wird durch die flachere Lagerung der Disthenflasergneisserie gegen das Liegende hin immer mehr verwischt, und typisches Koralpenstreichen mit NW- bis NNW-Richtung wird vorherrschend.

Die liegendsten Gesteine, nämlich die der Plattengneisserie, werden durch N bis N 30 O fallende Lineare unter straffer Einregelung beherrscht. Die Grenze zur hangenden Disthenflasergneisserie ist ebenfalls nicht eine im Gelände deutlich auffallende, morphologisch gekennzeichnete Linie, sondern äußert sich als Übergang, der nur in der Karte als eine Grenzlinie dargestellt wurde. Als Charakteristikum gilt für die Plattengneise die feinlagige, lineare Einregelung der Pegmatoidlagen und die plattige Absonderung an den s-Flächen, mit der sie sich von der linsig-flaserigen Einschlichtung mit oft dickbauchiger Anschwellung der Pegmatoidlagen in den Disthenflasergneisen von jenen unterscheiden.

Eine tektonische Sonderstellung trifft für die Gesteine der „Gradener Serie" zu. Die Gesteine, vorwiegend Glimmerschiefer, sind arm an Quarz-Feldspatlagen venitischer Genese. Lagerungsmäßig treten sie im nordöstlichen Teil des Kartierungsgebietes als Hangendes zur Disthenflasergneisserie auf, von der sie vermutlich durch eine tektonische Grenze erster Ordnung getrennt sind. Es besteht ein gewisser Hiatus im Mineralbestand zwischen den beiden Gesteinsserien, der zwischen allen übrigen ausgeschiedenen Serien des Raumes fehlt. Auf Grund der tektonischen Grenze können die Glimmerschiefer der „Gradener Serie" nicht den venitischen Glimmerschiefern der Pack stratigraphisch gleichgestellt werden, obwohl sie mit ihnen die gleiche Position zur liegenden Disthenflasergneisserie einnehmen. Es wäre in diesem Zusammenhang denkbar, die Gesteine der „Gradener Serie" als stratigraphisch Hangendes zur Serie der venitischen Glimmerschiefer zu betrachten. Eine unsichere Stellung nehmen derzeit noch die Glimmerschiefer im Raume Steinberg—Assingberg ein, die ebenfalls ein anscheinend tektonisch hangendes Glied zur Disthenflasergneisserie darstellen und als solches mit den Glimmerschiefern von Dietenberg—Wartenstein—Koberer Kg. zusammenzuhängen sein werden. Es würde dies bedeuten, daß die Glimmerschiefer im Osten sowie im Nordosten, als Hangen-

des zur Disthenflasergneisserie, einen stratigraphischen Horizont bilden, der durch das Fehlen der venitischen Glimmerschiefer, entsprechend einer Übergangszone, dem liegenden Disthenflasergneis tektonisch auflagern.

Statistische Auswertungen des tektonischen Gefüges und daraus folgernde Deutungen

A. s-FLÄCHEN

s-Flächen sind hier Schieferungsflächen, die durch Wechsellagerung von Glimmerlagen und Quarz-Feldspatlagen (z. B. Venitlagen der venitischen Glimmerschiefer) einem Parallelgefüge zuzuordnen sind. Sie zeigen im Aufschluß nur selten bei flacher Lagerung eine achsiale Verfaltung. Beim Vergleichen von Aufschlußreihen kann oft ein flachwelliges Faltungssystem schon im Gelände erkannt werden, das in den hangenden Gesteinsserien bei größerer Aufsteilung der s-Flächen sogar durch Großfaltung im Aufschlußbereich (z. B. NW des Bauern Ritz am NW-Kammende des Mitterbergs) erkannt werden kann.

Im Kammgebiet, im engeren Bereich der Pack ist die Streuung der s-Flächen am stärksten. Die Flächenpoldarstellung zeigt kein Häufungsmaximum. Jedoch ergeben die Flächenschnittpunkte ein schwaches ß-Maximum im Westen, das den um West pendelnden B-Achsen und Linearen an die Seite gestellt werden kann. Es ist dies ein tektonisches Gefüge, das als vorherrschend für den O—W-Faltenbau der venitischen Glimmerschiefer gilt. Weiter östlich im Bereich des Mitterbergkammes und östlicher macht sich der oft zitierte Koralpenbau mit NW-Streichen bemerkbar. Die vorwiegend N-fallenden s-Flächen erzeugen ß-Maxima um Nord und schwenken mit NO-Fallen in das Koralpenstreichen um. Der engere Raum des Mitterbergkammes, woraus die meisten Messungen stammen, wird vom N-fallenden Südschenkel der O—W streichenden Synklinale der venitischen Glimmerschiefer beherrscht.

Die Serie der Disthenflasergneise spiegeln im Diagramm am deutlichsten den NW-streichenden Koralpenbau wider. Herzogberg—Reinischkogel zeigen in Gefügediagrammen leichten Antiklinalbau mit NW—SO streichender Achse, die im NW unterzutauchen scheint. Diese Feststellung stimmt nicht mit der Darlegung F. Heritsch's, die Koralpe überschiebe die Stubalpe, überein. Wie weit nun allerdings dieses NW-Fallen der NW—SO streichenden Achse in den Bereich nördlich der Packer Bundesstraße und in den Grenzbereich Kor-Stubalpe anhält, konnte ich noch nicht überprüfen. Die liegende Plattengneisserie deutet auf ähnliche Verhältnisse hin.

Die auffallend flache Lagerung der Plattengneise kommt auch in den Diagrammen dieser Gesteine deutlich zum Ausdruck. Eine generelle Streichrichtung kann hier nicht wahrgenommen werden. Die s-Flächen schwanken um N- und NO-Fallen sowie um W- und NW-Fallen. Eine Orientierung haben die verschieden einfallenden s-Flächen gemeinsam, und das ist eine straffe Einregelung mit flach N bis N 30 O fallenden Linearen. Dazu kommt, daß zu den Linearen parallele Faltenachsen fehlen, jedoch eine flach O-fallende B-Achse eingemessen werden konnte.

Der Bereich der „Gradener Serie" wurde gesondert einer statistischen Auswertung von Gefügedaten unterzogen. Es kommt hier das NW-streichende, mit NO-fallenden s-Flächen sich äußernde, den typischen Koralpengesteinen auflagernde Schichtflächensystem zum Ausdruck. Es weist diese Gesteinsserie dieselben Gefügemerkmale wie die liegenden Disthenflasergneise auf. Also wurden beide Serien derselben tektonischen Beanspruchung unterworfen.

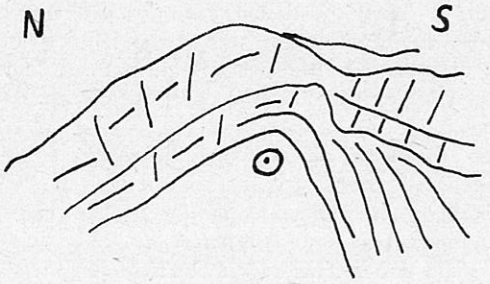
B. B-ACHSEN

Das großtektonische Achsengefälle ist allgemein flach W- bis NW-Fallen. Damit erklärt sich auch der Synklinalbau in den venitischen Glimmerschiefern, der ein Herausheben des hangenden Gesteinsverbandes gegen Osten nach sich zieht. Diese B-Achsen entsprechen echten, meist flachgewölbten Biegefalten, die auch teilweise im Aufschlußbereich selbst (Pegmatitsteinbruch Vier Tore u. a.) in Erscheinung treten. Parallel dieser Biegefalten treten Streckungen sehr häufig auf, die sich als b-parallele Lineare äußern. Die Ursachen dieser Gefügemerkmale sind in N—S-Bewegungen zu suchen. Untergeordnet kommt es im Südschenkel der Synklinale zur Bildung von B-Achsen mit N-Fallen bei zirka 10%iger Häufigkeit gegenüber den W-fallenden B-Achsen. Die N-fallenden B-Achsen entsprechen unter Spezialfaltung einem B senkrecht B'.

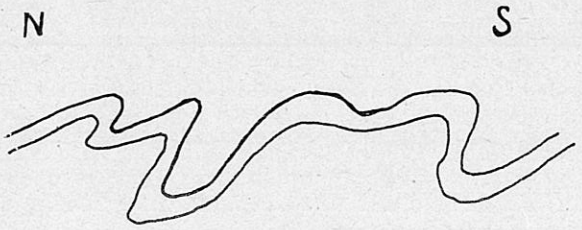
In den höchsten Teilen der Glimmerschiefersynklinale, also im Bereiche der Pack am Verbindungskamm zwischen Stub- und Koralpe, sind die aufscheinenden B-Achsen stärkerer Streuung unterworfen. Entsprechend der tektonisch hohen Lage herrscht hier eine engscharige Verfaltung mit weniger straffer Einregelung nach achsialer Verformung. Die relative Häufigkeit von W-fallenden B-Achsen ist allerdings noch gegeben, jedoch ist die Achsenstreuung gegen SW, N, NO und sogar O ausgedehnt. Ob diese verschiedenen Achsenrichtungen als Folge einer N—S-Einmuldung der O—W gerichteten Glimmerschiefersynklinale zur Ausbildung kamen, müßten Untersuchungen westlich der Landesgrenze ergeben. Für diese Annahme würde auch die Lage des Disthenglimmerschiefers westlich Ochsenkogel (Schliff Nr. 1) sprechen.

Eine achsiale Einregelung ist in den Disthenflasergneisen auf Grund nur sehr selten im Aufschluß aufscheinender B-Achsen schwer anzugeben. Es herrscht hier eine NW-achsiale Richtung vor, also ein Achsenplan, der mit der höheren Serie der venitischen Glimmerschiefer ident ist. Eine lineare Einregelung tritt stärker in Erscheinung.

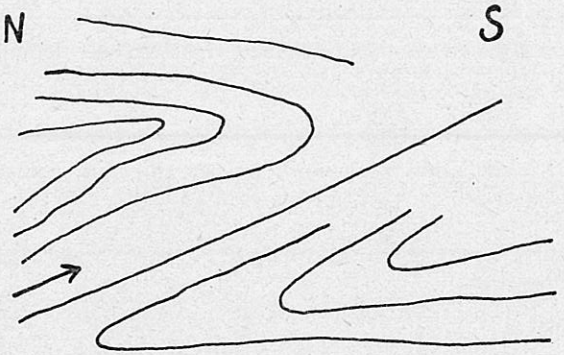
Eine ebenfalls mit W-Fallen orientierte Achsenregelung ist im Marmorbruch Arnstein deutlich erkennbar. Eine N—S-Einengung mit Schubrichtung gegen Süden geht hier deutlich aus der Stellung der s-Flächen in diesem mineralreichen Marmor hervor (Zeichnung 12). Diese Südvergenz mit W-fallender Achsenrichtung macht sich auch in den Marmorbrüchen westlich W. H. Sauerbrunn bei Stainz bemerkbar (Zeichnung 13). Bei verstärkter S-gerichteter Schubtektonik kommt es auch zu Scherungen in den südvergenten Faltenachsen der Marmore und zur Bildung von Scherflächen (Zeichnung 14). Auf diese Art wäre auch eine Aufschiebung der „Gradener Serie" auf die Disthenflasergneisserie erklärbar.



Zeichnung 12



Zeichnung 13



Zeichnung 14

B-Achsen der „Gradener Serie" mit ca. N 30° O-Fallen äußern sich als Spezialfaltung auf den s-Flächen mit NO-Fallen. Die lineare Einregelung mit N bis N 30° O-Fallen ist der Plattengneistektonik als homoachsial anzuschließen.

Die Plattengneise sind völlig frei von einmeßbaren Biegefalten. Die einzige achsiale Orientierung liegt in der Ausbildung von regelmäßig auftretenden Linearen mit N bis N 30° O-Fallen. Die im Südteil der Plattengneise (Stainzbach) mit Südfallen einzumessenden Striemungen (Lineare) dürften ihr Südfallen einer in O—W streichenden flachen Aufwölbung der Plattengneise verdanken, womit auch hier der O—W gerichtete Achsenplan nachgewiesen erscheint.

C. LINEARE

B-Achsen sind, wie wir gesehen haben, in den hangendsten Gesteinspartien in auffallender Häufigkeit an eine O—W-Erstreckung gebunden. Diese Achsenregelung fehlt im Liegenden fast zur Gänze. Im umgekehrten Sinne liegen die Verhältnisse bei der linearen Einregelung. Sie ist im Liegenden (Plattengneise) durch eine straffe Einregelung in N—S mit zahlreichen Messungen belegt. Die vorwiegend flach N bis N 30° O einfallenden Lineare sind nicht als b-parallele Gefügeregelung zu werten. Sie entsprechen daher einer dem N—S-Schub anzureihenden Gefügeäußerung. Durch Abtasten der Striemungen (Lineare) versuchte ich die Bewegungsrichtung mehrmals zu rekonstruieren und kam dabei stets zum Ergebnis einer S-gerichteten Bewegungstendenz. Ich reihe daher die lineare Einregelung mit um N bis N 40° O pendelnden Einfallen dem O—W-Achsensystem mit südvergenter Tektonik zu. Eine Gefügeäußerung, welche durch starken Überlagerungsdruck erklärt werden kann. Während die hangenden

Schichtkomplexe in Faltenwürfen reagierten, war für die liegenden Gesteinspartien eine derartige Entspannung nicht möglich.

Die für eine Faltentektonik notwendige Tiefe ist immerhin durch die hohe Metamorphose der Gesteine erwiesen, mit der sie syngenetisch in Erscheinung tritt. Diese tektonische Darlegung unter Berücksichtigung der angedeuteten Bewegungsrichtung steht jedoch nicht im Einklang mit den Vorstellungen P. Becks, der vor allem einen O—W-Schub für die Plattengneistektonik (1945) verantwortlich macht. Für diese Bewegungsrichtung wären allerdings den Linearen parallele B-Achsen notwendig.

Im Bereich der venitischen Glimmerschiefer und in den hangendsten Anteilen der Disthenflasergneisserie treten b-parallele (O—W) Lineare auf. Sie stellen wohl eine andere Gefügeäußerung als die a-parallelen Linearen der Plattengneisserie dar, mit denen sie unter gleichen tektonischen Bedingungen geprägt wurden.

D. KLÜFTUNG

Eigentliche Kluftscharen treten im Kartierungsbereich nicht sehr zahlreich auf. Für das Teigitschgebiet wurde bereits von J. Stini (1925) eine eigene Studie über Kluftrosensysteme publiziert. Als wesentliches Ergebnis muß festgehalten werden, daß Klüftungen (Scharung) über alle Serien hinweg eine anhaltende Homogenität darstellen.

Als deutlichste Hauptkluftschar kann eine den Linearen parallele ac-Klüftung mit N—S bis N 40° O angegeben werden. Sie ist stets senkrecht oder steil gegen Osten oder Westen geneigt.

Klüftung entsprechend der bc-Richtung ist von geringerer Bedeutung und äußert sich vielfach mit h0l-Flächen. Außerdem können flache bis steile Kluftflächen in allen möglichen Koordinatenlagen angetroffen werden. Von ausschlaggebender Bedeutung ist z. B. die Feststellung, daß das Kluftsystem die Morphologie der Landschaft kaum beeinträchtigt. Es kommt daher zu keinem gradlinig durchziehenden Entwässerungssystem. Talungen und morphologische Einschnitte sind daher kaum an Kluftsysteme gebunden oder nicht darauf erkennbar. Derartige morphologische Erscheinungen wären eventuell vermutlich für folgende in N—S markierte Linien anzugeben:

1. Packerbach — östlich am Foltl — Stampf —?
2. Schrogentor — Modriachwinkelbach — östlich Ebenlecker — Teigitschknie beim Langmannsee — Schindergraben — Puchbach.
3. Zachgraben — Einschnitt westlich Steinberg — Ligist — Ligistbach — Krottendorf.

Andere Kluftrichtungen sind morphologisch nicht gekennzeichnet. Es geht diese Feststellung besonders aus jenen Bachrichtungen hervor, die die Hauptentwässerung des Gebietes darstellen (Pack-, Modriachbach, Teigitsch, Ligist-, Oberwaldbach, Gößnitz u. a.).

Metamorphose

Als Typenminerale für die Einstufung des Metamorphosegrades werden Omphazit in basischen Gesteinen und Disthen als Paramorphosen nach Andalusit in den Gesteinen sedimentärer Herkunft herangezogen. Über die Kristallisationsbedingungen von Omphazit fehlen meines Wissens experimentelle Untersuchungen. Es soll daher auf die Arbeiten F. Angels (1940, 1957) verwiesen werden, worin Omphazit als wesentliche Mineralkomponente der alpinen

Eklogitgesteine (Eklogitamphibolit) als Typusmineral für die katazonale bzw. meso-katazonale Metamorphose angeführt wird. Ebenso wurde von F. ANGEL und anderen Bearbeitern von katazonalen Gesteinen auf einen wesentlichen Pyropgehalt des Eklogitgranat hingewiesen. Im Bereich meines Kartierungsraumes und darüber hinaus im weiteren Bereich der Koralpe wurden diesbezüglich noch keine Untersuchungen an Granat zur Klarstellung dieser Frage unternommen.

Hinsichtlich der Kristallisation der Al_2SiO_5-Modifikationen wurden bereits einige experimentelle Untersuchungen publiziert. Auf Grund dieser Experimente und durch Vergleichen mit natürlichen Vorkommen von Al_2SiO_5-Kristallisaten wurde von A. MIYASHIRO (1949) ein P-T-Zustandsdiagramm für Disthen, Sillimanit, Andalusit und Mullit aufgestellt und die für die einzelnen Mineralmodifikationen entsprechenden Faziesbereiche im Sinne der amerikanischen Petrographie (S. W. FYFE — F. J. TURNER — J. VERHOGEN / 1958) angeführt. R. D. SCHUILING (1962) hat ebenfalls ein Phasendiagramm des Al_2SiO_5 zusammengestellt und kam zu ähnlichen Ergebnissen. Es wurden in der Diagrammdarstellung von R. D. SCHUILING die Übergänge zwischen den einzelnen Phasen festgehalten und die Kristallisationsverhältnisse zu verschiedenen Geothermalgradienten in Bezug gebracht. Der festgelegte Tripelpunkt, an dem Disthen, Andalusit und Sillimanit gleichzeitig stabil sein können, wird mit 550° und 7,5 Kilobar angegeben. In Anwendung dieser Untersuchungen liegt für die Metamorphoseverhältnisse im Kartierungsraum der Stabilitätsbereich nach R. D. SCHUILING im Schnittpunkt Andalusit-Disthen-Hydroaluminiumsilikat, der mit 500° und 7 Kilobar fixiert wurde. Dieser Punkt liegt bei A. MIYASHIRO im Disthenfeld, und zwar im Feld der Epidoit-Amphibolitfazies.

Dieser Temperatur-Druckbereich kann entsprechend den experimentellen Erfordernissen einer gleichzeitigen Quarz-Feldspatkristallisation in Form der gegebenen Venitbildung zugeordnet werden.

Es dürfte daher nach meiner Auffassung die venitische Metamorphose in der Darlegung P. BECK-MANNAGETTA (1949) und F. ANGEL (1939), der ich mich anschließe, unter P-T-Bedingungen gestanden sein, die bei einer erhöhten geothermischen Tiefenstufe zur Auskristallisation von Andalusit führten und gleichzeitig in den basischen Gesteinen die Eklogitbildung veranlaßten. Die Umkristallisation von Andalusit in Disthen, also die Paramorphosenbildung, wurde wohl unter denselben Voraussetzungen wie die Bildung von Diablastiksäumen um Omphazit und die Neukristallisation von Hornblende in Eklogiten erwirkt. Wie weit für diese Umwandlungen, welche unter einem „verbundenen Gleichgewichtswechsel" nach F. ANGEL (1923) bzw. unter einer „Tiefendiaphthorese" nach A. KIESLINGER (1928) bzw. F. E. SUESS standen, tektonische Bedingungen postkristalliner Art verantwortlich zu machen sind, ist nicht deutlich genug aus den mikroskopischen Merkmalen ablesbar. Postkristalline Durchbewegung ist jedoch erkennbar und deutlich in der Flaserung der Andalusitparamorphosen (paratektonische Disthenbildung) sowie in den Feldspatporphyroblasten der pegmatoiden Lagen abgebildet. Eine derartige postkristalline Tektonik kann immerhin eine Änderung der geothermischen Tiefenstufe nach sich ziehen und daher die Paramorphosenbildung einerseits und die Diablastik in Eklogitgesteinen anderseits verursachen. In diese Phase wäre auch das Zerbrechen der Granat- und Turmalinidioblasten und das Auswalzen einzelner Kristallaggregate zu stellen.

Aus dem Diagramm von R. D. SCHUILING geht ferner noch eine dem ex-

perimentellen hydrostatischen Atm-Druck für unsere Verhältnisse entsprechende Gesteinsüberdeckung von ca. 8—12 km hervor, die eher in der unteren Grenze oder etwas geringer anzunehmen ist.

Zusammenfassung und Bemerkungen zur zeitlichen Einreihung der Metamorphose

Aus den gegebenen tektonischen und petrographischen Verhältnissen war es möglich, eine Seriengliederung durchzuführen. Der Disthen, welcher im Liegenden der kristallinen Einheit in Flasern auftritt, konnte als paramorphe Umwandlung nach Andalusit erkannt werden. Diese disthenführenden Gesteine äußern sich in zwei tektonischen Fazien (nach B. SANDER bzw. bereits von P. BECK-MANNAGETTA für Plattengneis angewandt/1945), die auf Grund ihrer Stellung zueinander als eigene Serien (Plattengneisserie, Disthenflasergneisserie) ausgeschieden wurden. Als stratigraphisch höchstes Glied der Koralpengesteine treten im engeren Bereich der Pack venitische Glimmerschiefer mit Pegmatitlagen auf. Sie bilden mit den beiden liegenden Serien eine stratigraphische Einheit. Als tektonisch höchstes Glied wird eine Gesteinsserie von dunklen, teilweise Staurolith und Chloritoid führenden Granatglimmerschiefern im Nordosten und Osten der Kartierung als Grenzstreifen zu dem Kristallin auflagernden, weststeirischen Tertiär bzw. fraglichem Mesozoikum, bereits als „Gradener Serie" beschrieben, abgetrennt.

Der tektonische Bauplan bietet keine Anhaltspunkte für zeitliche Trennung von verschiedenen Bewegungsrichtungen, wie sie mehrfach von P. BECK-MANNAGETTA angedeutet wurden. Als einzige sich abzeichnende Hauptbewegungsrichtung äußert sich eine N—S-Einengung mit Südvergenz, auf die alle übrigen sehr schwach angedeuteten Bewegungsrichtungen als Teilbewegung rückgeführt werden können.

Auf Grund der gewonnenen Erkenntnisse hinsichtlich Metamorphose und Tektonik des Raumes komme ich zu dem Schluß, daß ein entsprechend hoher Überlagerungsdruck mit erhöhter geothermischer Tiefenstufe eine Metamorphose von katazonalem Charakter zur Andalusit- und Omphazitbildung unter gleichzeitiger Quarz-Feldspatmobilisierung (vielleicht auch gleichzeitige Gangintrusion der Pegmatite) geführt hat. Sie soll als praepaläozoisch angenommen werden.

Die N—S-Einengung mit südvergenter Bewegung — entgegen P. BECK-MANNAGETTAS Äußerungen 1949 mit Nordvergenz — unter Bildung eines O—W-Achsenplanes führte zu postkristallinen Bewegungen, die in größeren Tiefen der stratigraphischen Einheit verschiedene tektonische Faziesbereiche bildeten und zur Seriengliederung herangezogen wurden. Im Zuge dieser Tektonik kam es zu einem „verbundenen Gleichgewicht" zwischen Andalusit-Omphazit und Disthen-Hornblende (Diablastiksäume um Omphazit). Ich vermute in diesen Bewegungen einen Zusammenhang mit der Gleinalmkristallisation und daher eine zeitliche Einstufung von vorsilurisch (F. ANGEL/1925) bzw. praepaläozoisch (F. HERITSCH/1925). In denselben Zeitabschnitt ist die Metamorphose der Gesteine der „Gradener Serie" zu stellen.

Als Äußerungen der alpinen Orogenese können die Erzgänge mit Eisenglimmer, als Fortsetzung aus dem Waldensteiner Revier, angeführt werden. Einzelne örtlich auftretende Diaphthoresen, auch Quarzrekristallisationen sollen hier angeschlossen werden. Der alpine O—W-Achsenplan kann von den gleich

orientierten Bewegungen älterer Tektonik kaum getrennt werden. In dieselbe Phase muß auch zumindest der Großteil der Bruchtektonik gestellt werden, und im älteren Jungtertiär schließt die Heraushebung des weststeirischen Gebirgsstammes und letzten Endes die folgende morphologische Prägung, die schon mehrfach in der Fachliteratur eingehend erörtert wurde, an.

LITERATUR

ALKER A.: Zur Mineralogie der Steiermark. — Mitt., Abt. Min., Joanneum, 1956/2, S. 25 bis 53, 1960/2, S. 20 bis 25.

— — Die Diablastik im Eklogitamphibolit von Wernersdorf bei Wies (Steiermark). — Mitt., Abt. Min., Joanneum, 1952/2, S. 110—113.

ANGEL F.: Mineral-morphologische Bemerkungen zum mittelsteirischen Kristallin. — TMPM. 35, 1921, S. 111—116.

— — Petrographisch-geologische Studien im Gebiete der Gleinalpe (Steiermark). — Jb. G. B. A. 1923, S. 63—98.

— — Das Gleinalmgebiet als metamorphe Einheit. — N. Jb. Min. Abt. A, BB. LI, 1924, S. 213—239.

— — Die Gesteine der Steiermark. — M. N. V. Stmk., Bd. 60, 1924.

— — Der Kraubather Olivinfels — bis Serpentinkörper als Glied der metamorphen Einheit der Gleinalpe. — Fortschr. Min. etc., Bd. 23, 1939 (Berlin), S. XC—CIV.

— — Mineralfazien und Mineralzonen in den Ostalpen. — Jahrbuch der Univ. Graz, 1940, S. 251—304.

— — Einige ausgewählte Probleme eklogitischer Gesteinsgruppen der österreichischen Ostalpen. — N. Jb. Min. Abh., Bd. 91, 1957, S. 151—192.

ANGEL F. — HERITSCH F.: Ein Beitrag zur Petrographie und Geologie des mittelsteirischen kristallinen Gebirges der Stubalpe. — Jb. G. B. A., Bd. 69, 1919, S. 43—204.

— — Ergebnisse von geologischen und petrographischen Studien im mittelsteirischen Kristallin. — Verh. G. B. A. 1921, S. 49—57.

ANGEL F. — MEIXNER H. — WALTER L.: Über den Lehrausflug zur Kristallininsel von Radegund bei Graz. — Fortschr. Min. etc., Bd. 23, 1939, S. XLVII—LIV.

BECK-MANNAGETTA P.: Die Geologie des Einzugsgebietes der Laßnitz (Weststeiermark). — Mitt. Geol. Ges. (alp. geol. Ver.), Bd. 34, 1941, S. 1—37.

— — Zur Tektonik des Stainzer- und Gamser Plattengneises in der Koralpe (Stmk.). — Jb. G. B. A. 1945, S. 151—180.

— — Die Auflösung der Mechanik der Wolfsberger Serie (Kärnten). — Jb. G. B. A. 1949, S. 127—157.

— — Die „wurzellose" venitische Metamorphose des Koralpenkristallins. — Anz. österr. Ak. Wiss., Jg. 86, 1949, S. 10—12.

— — Bau und Metamorphose der Koralpe. — Ebenda, S. 13—16.

— — Über den Bau der Koralpe. — Fortschr. Min. etc., Bd. 32, 1953, S. 88—89.

— — Geologische Übersichtskarte 1 : 100.000 des Bezirkes Wolfsberg. Planungsatlas der Abt. Landesplanung und Raumforschung des Amtes der Kärntner Landesregierung. — Klagenfurt 1955/56, mit Erläuterungen.

— — Bericht 1959 über geologische Aufnahmen auf dem Blatt Deutschlandsberg (189). — Verh. G. B. A. 1960, S. A 14—A 15.

— — Zur Deutung der Eklogite im Koralpenkristallin (Zentralalpen), (mit einem Beitrag von F. HOFER). — T. M. P. M., Bd. 7 (3. Folge) 1961. S. 437—450.

BECKE F.: Bemerkungen zum steirischen Kristallin. — T. M. P. M., Bd. 35, 1921, S. 117.

CZERMAK F. — HERITSCH F.: Geologie des Stubalpengebirges in Steiermark. — Verlag Ulrich Moser, Graz 1923.

CLOSS A.: Das Kammgebiet der Koralpe. — M. N. V. Stmk., Bd. 63, 1927, S. 119—136.

DOELTER C.: Das kristalline Schiefergebirge zwischen Drau- und Kainachtal. — M. N. V. Stmk., Bd. 35, 1895, S. 1—15.

FLÜGEL H.: Geologische Wanderkarte des Grazer Berglandes 1 : 100.000. — G. B. A. 1960.

— — Die Geologie des Grazer Berglandes (Erläuterungen zur Geol. Wanderkarte des Grazer Berglandes 1 : 100.000). — Mitt. Mus. Bergbau etc., Joanneum, Heft 23, 1961 (212 Seiten).

FRIEDRICH O. M.: Der Staurolith vom Dietenberg, M. N. V. Stmk., Bd. 64/65, 1929, S. 215—223.

— — Die Siderit-Eisenglimmerlagerstätte von Waldenstein in Ostkärnten. — Berg- u. Hütt. Jb. 1929, Bd. 77, S. 131—145.
FRITSCH W. — MEIXNER H. — PILGER A. — SCHÖNENBERG R.: Die geologische Neuaufnahme des Saualpenkristallins (Kärnten) I. — Car. II, 150. (70.) Jg., 1960, S. 7—28.
FYFE S. W. — TURNER F. J. & VERHOOGEN J.: Metamorphic Reactions and Metamorphic Facies. — Geol. Society of America, Memoire 73, Baltimore. — 1958.
HERITSCH F.: Orthogneise aus dem Gebiete des Amering. — Verh. G. B. A. 1922, S. 147—160.
— — Eklogitamphibolite und zugehörige Knetgesteine aus dem steirischen Kristallin. — Cbl. Min. etc., 1922, S. 483—488.
— — Amphibolgesteine von Stubalpe, Koralpe und aus den Seetaler Alpen. — Ebenda 1922, S. 696—703.
— — Die Stellung der Eklogitfazies im oberostalpinen Kristallin der Ostalpen. — Cbl. Min. etc., B 1932, S. 27—31.
HERITSCH F. — LIEB F.: Ein mineralreicher Marmor im Stubalpengebiet. — Cbl. Min. etc., 1924, S. 334—339.
HOMANN O.: Bericht über die landeskundliche Bestandaufnahme im Raum Pack. Mitt., Abt. Min., Joanneum. — H. 2, 1959, S. 26—29.
IPPEN J. A.: Petrographische Untersuchungen an kristallinen Schiefern der Mittelsteiermark. — M. N. V. Stmk., 1895, S. 3—44.
JENISCH V.: Das Miozän zwischen Kainach und Stainzbach in SW-Steiermark. — Unver. Diss. Univ. Graz, 1955 (85 Seiten).
KAHLER E.: Neue Funde sekundärer Phosphatminerale bei Modriach (Koralpe, Stmk.). — Der Karinthin, Folge 42, 1961, S. 153—154.
KAMP H. v. — WEISSENBACH R.: Die geologische Neuaufnahme des Saualpenkristallins (Kärnten). I. Das Gebiet zwischen Erzberg, Hohenwart und Geyerkogel. — Car. II. **151.** (71.) Jg., 1961, S. 5—40.
KIESLINGER A.: Geologie und Petrographie der Koralpe. I—IX. Sitzber. Akad. Wiss. in Wien, Mathem.-nat. Kl. I, I: 135/1926, S. 1—42. II: desgl. S. 479—497. III: 136/1927, S. 79—94. IV: desgl., S. 95—104. V: 137/1928, S. 101—111. VI: desgl., S. 123—142. VII: desgl., S. 401—454. VIII: desgl., S. 455—480. IX: desgl., S. 491—532.
KRAJICEK E.: Ein neues Beryllvorkommen von der Pack. — M. N. V. Stmk., Sonderband, 1956, S. 93—94.
MEHNERT K. R.: Der gegenwärtige Stand des Granitproblems. — Fortschr. Min. etc., Bd. **37/2**, 1959, S. 117—206.
MEIXNER H.: Neue Mineralfunde in den Ostalpen IX. — M. N. V. Stmk., Bd. 74, 1937.
MIYASHIRO A.: The stability relation of kyanite, sillimanite and andalusite and the physical conditions of the metamorphic processes. — Geological Soc. Jap. Journ., Vol. **55**, 1949, S. 218—223.
RITTLER W.: Gebirgsrand südlich von Voitsberg. — Unver. Diss. Univ. Graz, 1938.
SCHUILING R. D.: Die petrogenetische Bedeutung der drei Modifikationen von Al_2SiO_5. N. Jb. Min. Mh. 9, 1962, S. 200—214.
STINI J.: Gesteinsklüftung im Teigitschgebiet. — T. M. P. M., Bd. 38, 1925, S. 464—478.
TRÖGER W. E.: Optische Bestimmung der gesteinsbildenden Minerale, Teil 1, 3. Aufl., Stuttgart 1959.
Mitarbeiter an einem Symposion: Ein Vorschlag zur qualitativen und quantitativen Klassifikation der kristallinen Schiefer. — N. Jb., Min. Mh. 7/8, 1962, S. 163—172.

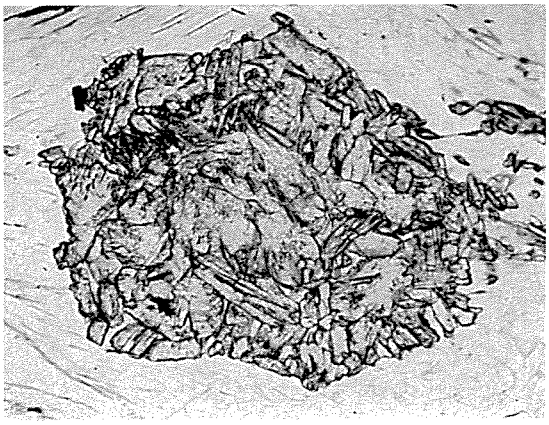


Abb. 1: Paramorphose von Disthen nach Andalusit, von Muskovit umschlossen. Die Kristallbegrenzung des Andalusit teilweise erkennbar. (Schliff Nr. 117, 100fach, o. N.)

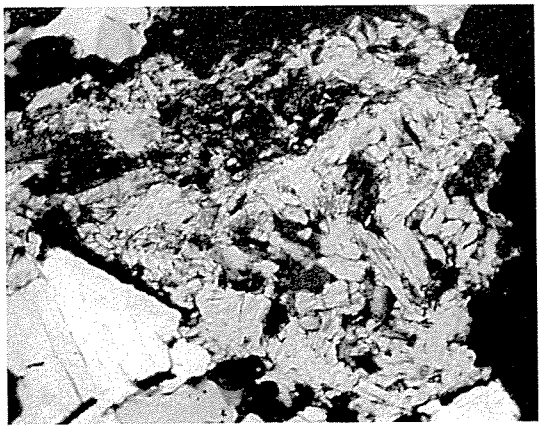


Abb. 2: Disthenhaufwerk nach Andalusit mit teilweiser scharfer Kristallbegrenzung. (Schliff Nr. 95, 100fach, m. N.)

Abb. 3: Omphazitkern mit Diablastik von Hornblende-Quarz (Albit) im Übergang zu Hornblende (links oben). (Schliff Nr. 119, 184fach, n. M.)

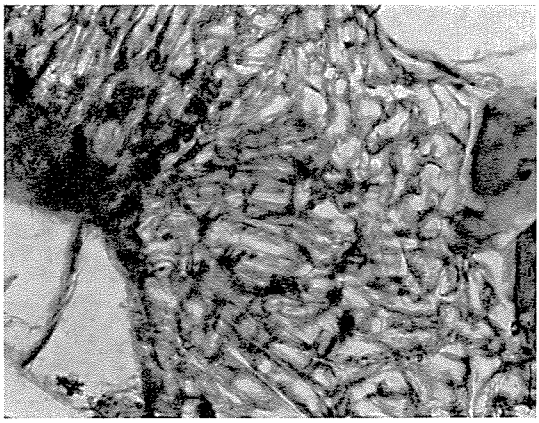


Abb. 4: Diablastik von Hornblende-Albit zwischen zwei Omphazitindividuen. (Schliff Nr. 119, 300fach, o. N.)

Abb. 5: Baueritisierung von Biotit. Die dunklen Flecken entsprechen dem Pleochroismus des Biotit. (Schliff Nr. 1, 184fach, o. N.)

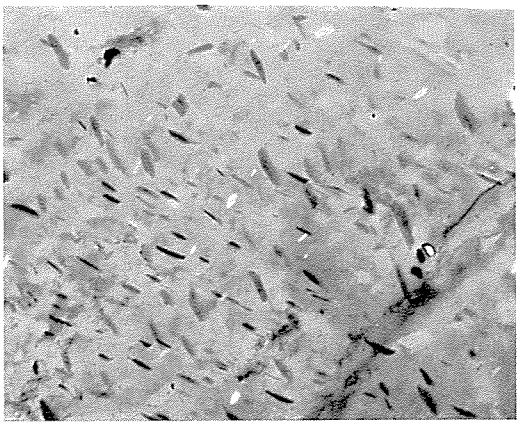


Abb. 6: Mikrolithen (Serizit und Klinozoisit) im Plagioklas (Schliff Nr. 57, m. N.)

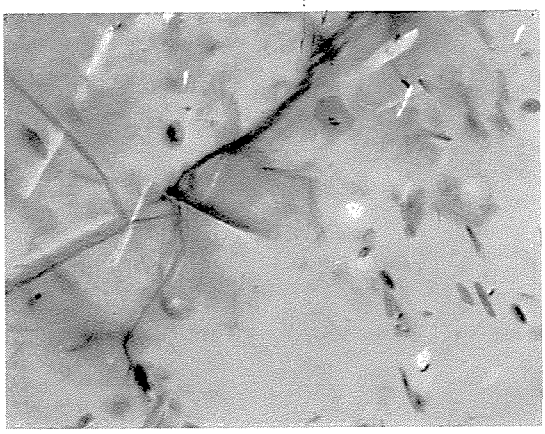


Abb. 7: Feinnadelige Einschlüsse (vorwiegend Klinozoisit und auch Serizit) im Plagioklas. (Schliff Nr. 74, m. N.)

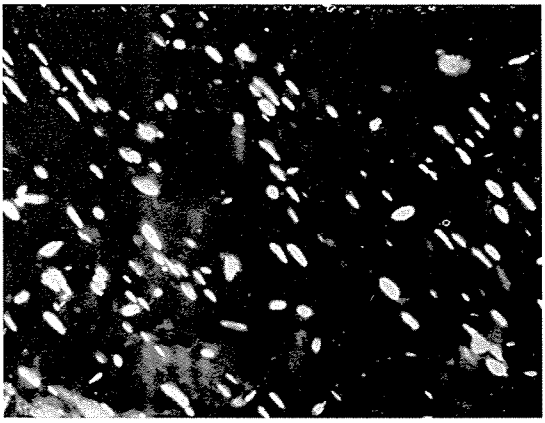


Abb. 8: Feinnadelige Einschlüsse im Feldspat, welche als Sillimanit gedeutet wurden. (Originalschliff von A. CLOSS aus der Koralpe, m. N.)

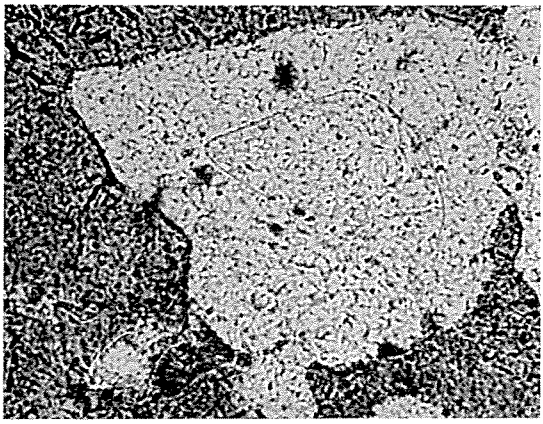


Abb. 9: Plagioklas umwächst normal zonaren Plagioklas. (Schliff Nr. 7, 160fach, m. N.)

Abb. 10: Chloritisierung von Granat. Granatkörner von Serizit (weiß) und Chlorit (grau) umgeben. (Schliff Nr. 7, 160fach, o. N.)

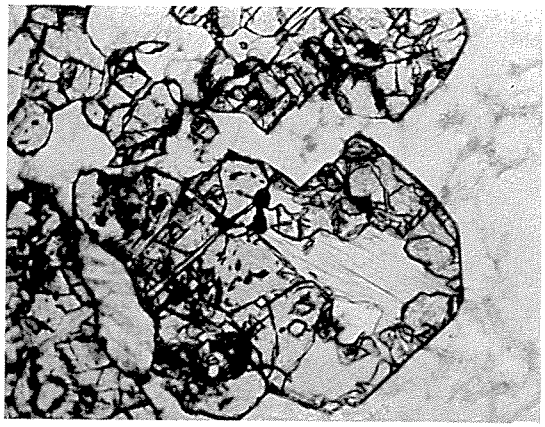


Abb. 11: Idiomorpher Granat mit Chloritisierung im Kern. Der Rand von Plagioklas begrenzt. (Schliff Nr. 7, 160fach, o. N.)

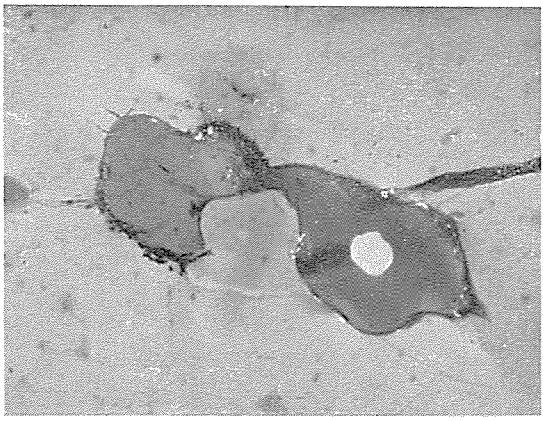


Abb. 12: Idiomorphes Quarzkorn (weiß) von Oligoklas (dunkelgrau) und wieder von Quarz (hellgrau) umschlossen. (Schliff Nr. 7, 160fach, m. N.)

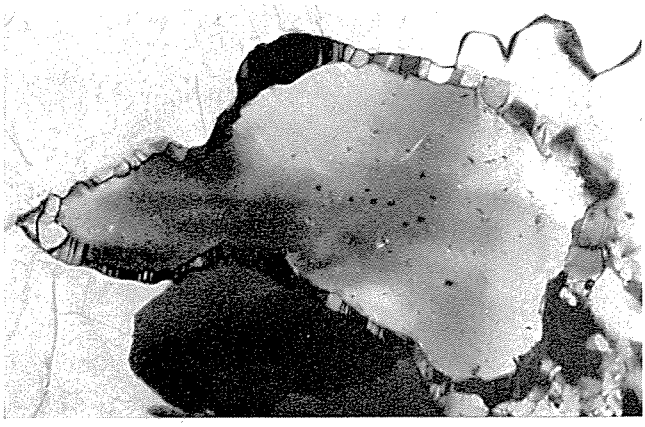


Abb. 13: Feinkörniger Saum von Albit um Muskovit; außen von Quarz umgeben. (Schliff Nr. 10, 180fach, m. N.)

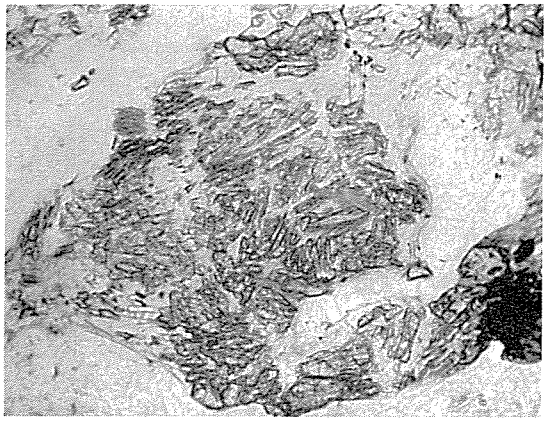


Abb. 14: Umwandlungsgemenge von Epidot, Hornblende, Zoisit nach Hornblende. (Schliff Nr. 3, 100fach, o. N.)

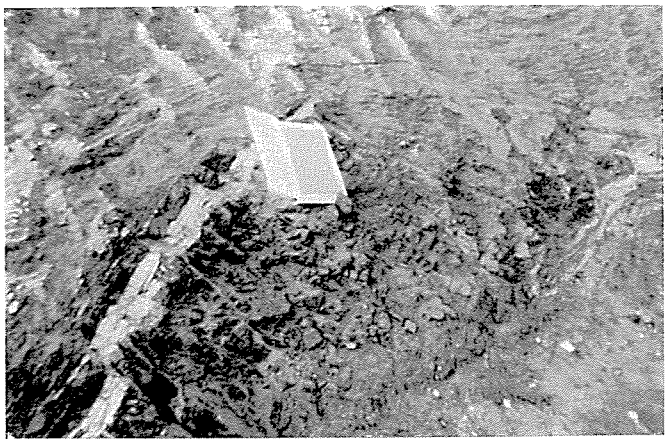


Abb. 15: Linsiger Eklogitkörper mit einem schmalen Saum von pegmatoidem Material. Aufschluß beim Klugveitl im oberen Stainzbachgraben.

Abb. 16: Steinbruch bei Vier Tore: Grobe Pegmatitlagen mit zwischengelagertem Glimmerschiefer. Flache, antiklinale Aufwölbung mit flach W-fallender Faltenachse. Oben Blockverstellung der Pegmatitlagen durch Verwitterung.

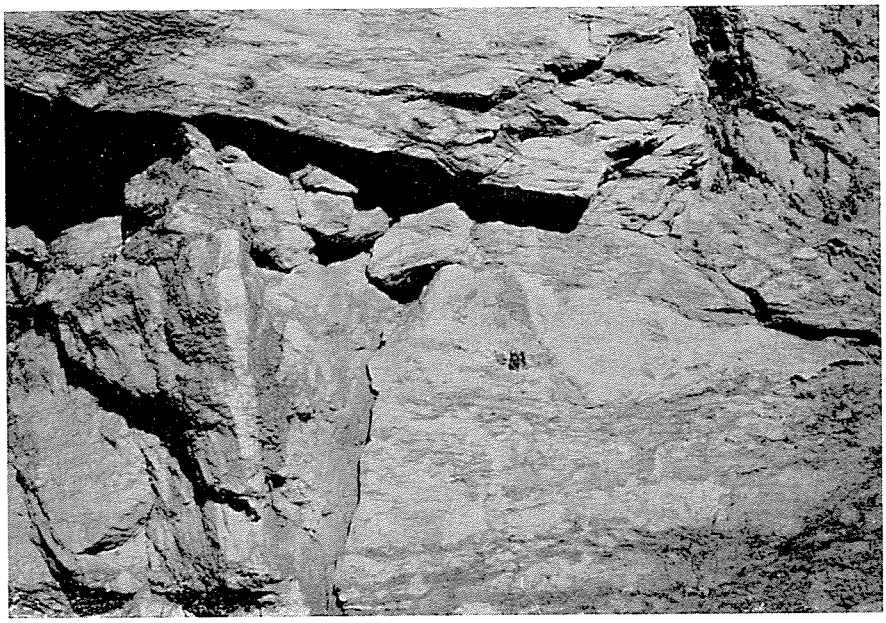


Abb. 17: u. 18: Steinbruch bei Vier Tore: Grobe Feldspatporphyroblasten mit linsiger Einregelung. Schörlporphyroblasten zeigen postkristalline Zerbrechung. Unten Detail.

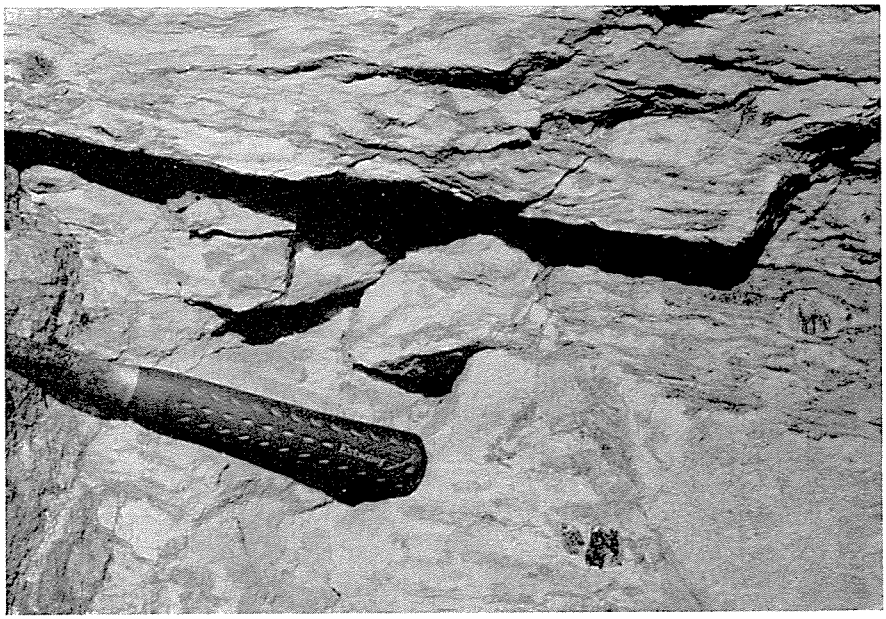


Abb. 19: Zonarer Turmalin (innen grün, außen braun) mit Kern von Muskovit. (Schliff Nr. 13, 50fach, o. N.)

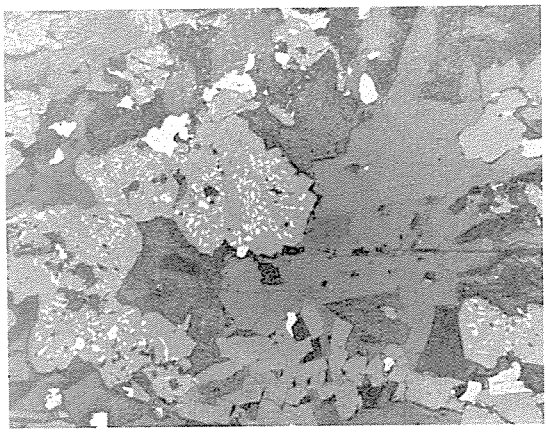


Abb. 20: Anschliff erzführenden Epidotamphibolits: Ilmenit mit entmischtem Eisenglanz in größeren Körnern und aufgesproßter Magnetit. (75fach, Fundpunkt Pack, Photo und Bestimmung: O. M. FRIEDRICH/Leoben.)

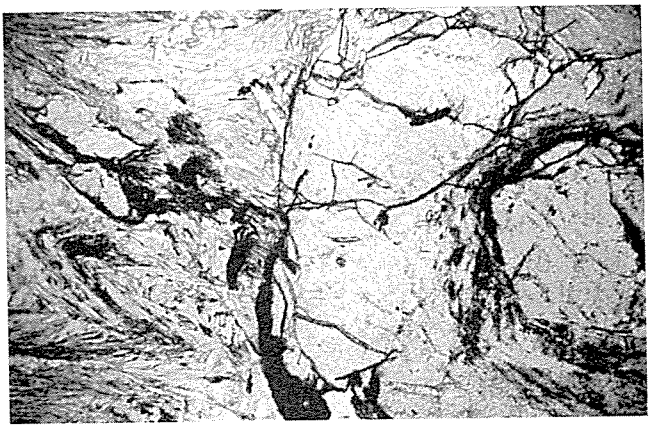


Abb. 21: Granatkorn mit Kern von Graphitmantel umgeben, zeigt s_i. Umschließender Glimmer mit Spitzfaltentektonik (s_e) eigener Prägung. (Schliff Nr. 112, 46fach, o. N.)

Ergänzung zum Artikel: Homann, Heft 2/1962

Texte zu den Zeichnungen 1—14

ng 1: Pegmatoidlinse im Disthenflasergneis bei km 2.2 an der Straße Stampf—Packer Stausee und NW Hackl, nördlich Stainzbach (Maßstab ca. 1 : 50).

ng 2: Quarz-Pegmatoidlagen im Flasergneis östlich Hackl; senkrechte Striche = Quarz, Kreuze = Plagioklas, Linsen = Quarz und Plagioklas (Maßstab ca. 1 : 5).

ng 3: Aufflaserung von Pegmatoidlinsen südlich Ligistbach bei Mitterspiel auf 700 m, im Liegenden der Disthenflasergneisserie.

Zeichnung 4: Quarzgang (senkrechte Striche) mit Pegmatoidlinse (Quarz und Plagioklas) in der Serie der venitischen Glimmerschiefer mit s = 32/30. Südöstlich der Wartingerkurve der Packer Bundesstraße am linken Teigitschufer (Maßstab ca. 1 : 10).

Zeichnung 5: Linsige Form von Eklogitamphibolit (Wellenlinien), der durch einen schmalen Pegmatoidsaum (Kreuze) vom Gneis getrennt ist. Nördlich Kote 633 an der Stainzer Hochstraße (Maßstab 1 : 40).

Zeichnung 6: Eklogitlinse mit einem Pegmatoidsaum im Disthenflasergneis beim Klugveitl nördlich Stainzbach (siehe ebenso Bild 16). (Maßstab 1 : 40.)

Zeichnung 7: Handstückbereich der venitischen Glimmerschiefer; senkrechte Striche = Gangquarz, Kreuze = Pegmatoid, Rundlinge = Granat im feingrano- bis lepidoblastischen Quarz-Glimmergefüge. Bildfläche parallel ac. Fundpunkt Großofen (Maßstab 1 : 1).

Zeichnung 8: Feinlinsige Pegmatoidlagen (senkrechte Striche) im Granatglimmerschiefer nördlich Grabenbauer am linken Ufer des Packbaches südwestlich Packer Stausee (Maßstab ca. 1 : 30).

Zeichnung 9: Pegmatoidgang (Kreuze) senkrecht zum s des Glimmerschiefers mit teilweiser Einregelung ins s. 500 m nördlich der Staumauer des Packer Stausees am rechten Packbachufer.

Zeichnung 10: Pegmatoidgang (Kreuze) spitzwinkelig zum s des Glimmerschiefers unmittelbar östlich der Staumauer des Packer Stausees. Aufschluß durch Aushub für Hausbau freigelegt gewesen.

Zeichnung 11: Scheinbar diskordante Pegmatoidlinse mit Quarz und Plagioklas im Glimmerschiefer mit B = 320/20. Beim km 54.8 der Packer Bundesstraße südlich Stampf.

Zeichnung 12: Großfaltung mit Südvergenz im Kalksteinbruch Arnstein. Steiles Abtauchen und teilweise Aufscherung des Südschenkels. Kreis mit Punkt = West fallende B-Achse (Maßstab ca. 1 : 300).

Zeichnung 13: Südvergenz der Falten, die von Kalksilikatgesteinen im Marmorzug westlich Stainzer Sauerbrunn abgebildet werden.

Zeichnung 14: Aufscherung von südvergenten Faltungen im Marmor.

Geologische Karte des Raumes Pack - Ligist

von Oskar Homann

Maßstab: 1:50.000

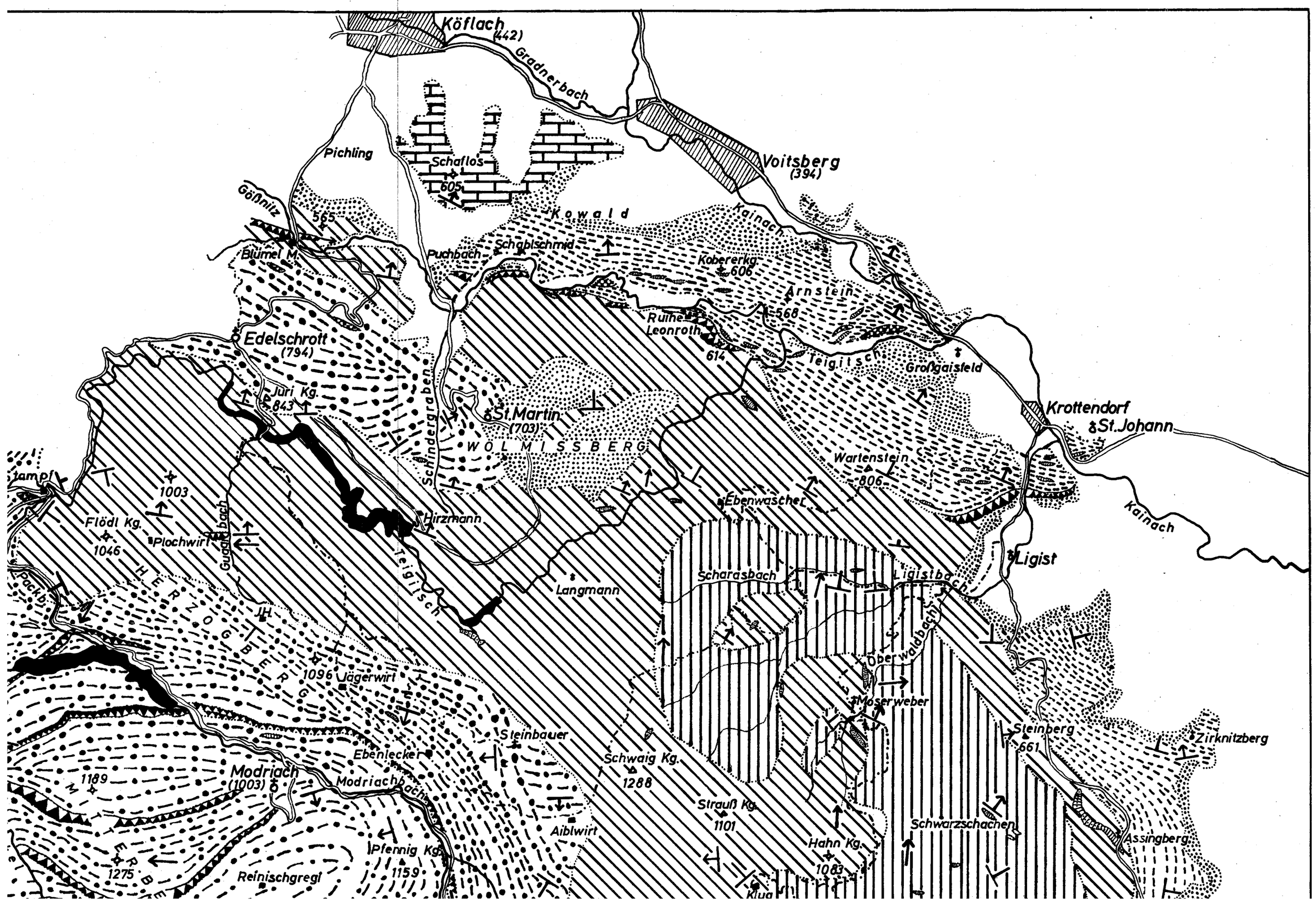
0 0,5 1 1,5 2 km

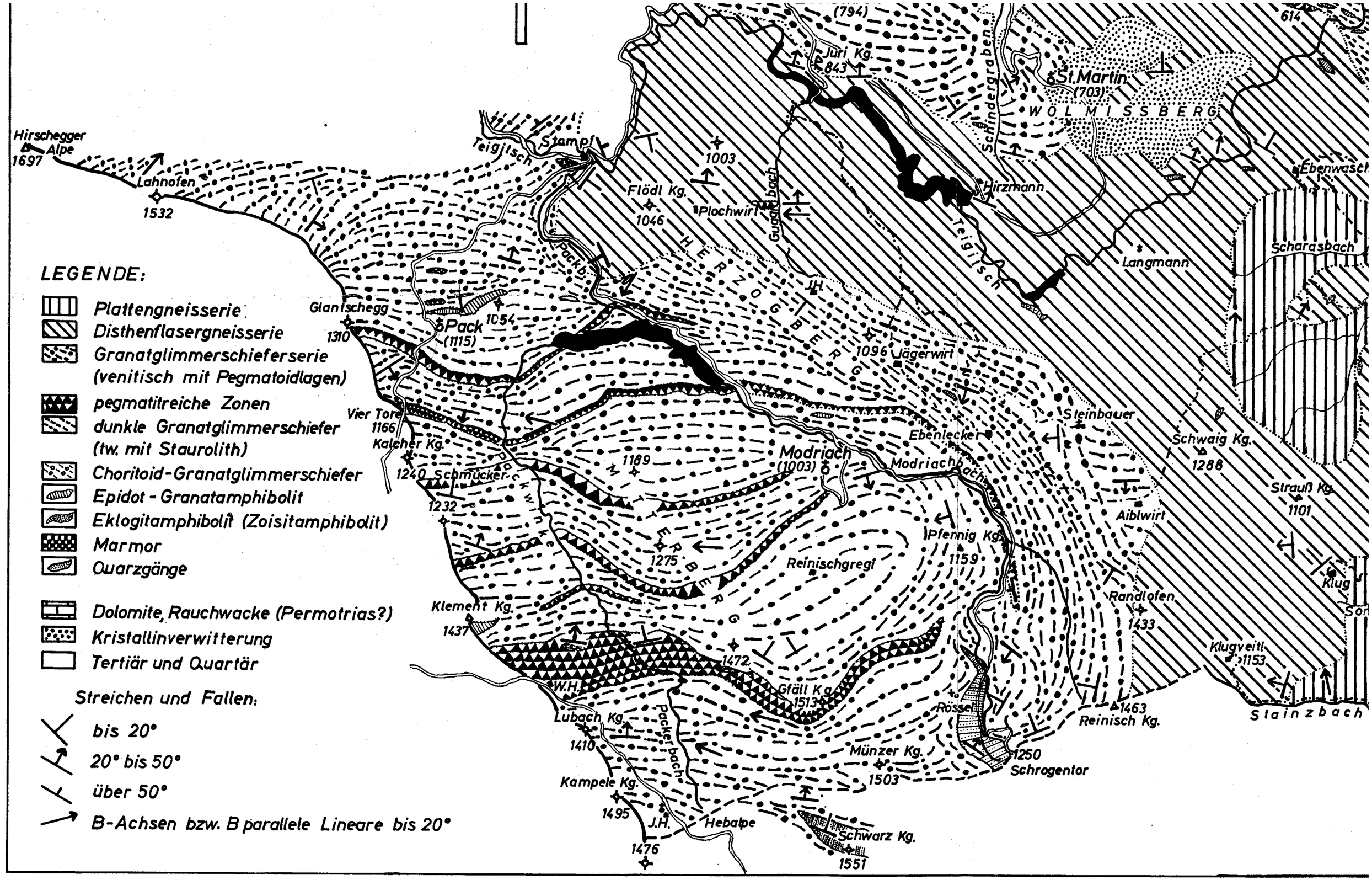
N

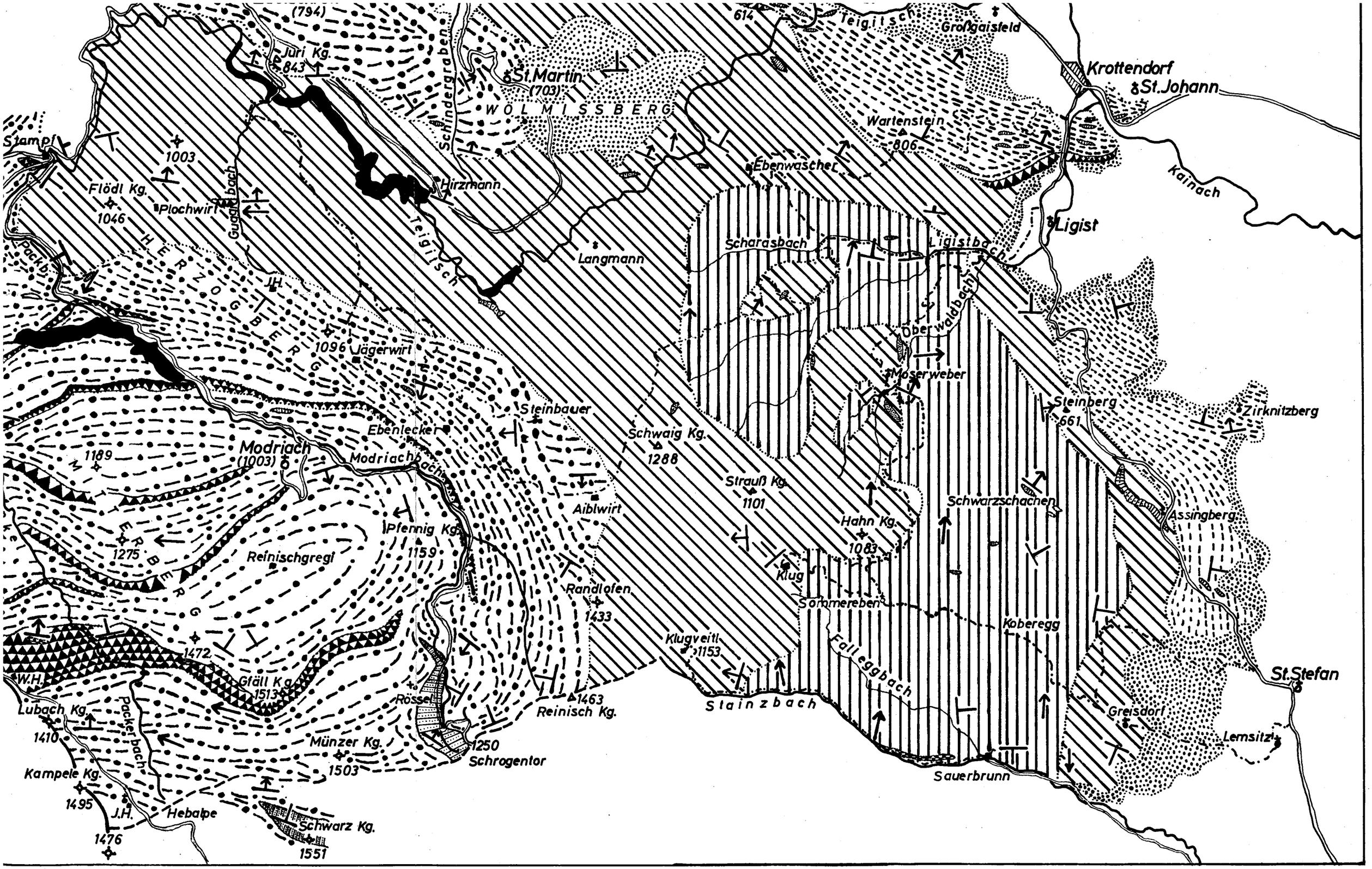
Köflach (442)
Gradnerbach
Voitsb (39
Pichling
Schaflos
605
Kowald
Kainach
Gößnitz
565
Blümel M.
Puchbach
Schablschmid
Kobererkg.
606
Arn
568
Ruine Leonroth
614
Edelschrott (794)
Juri Kg.
843
St. Martin (703)
Schindergraben
WOLMISSBERG
Hirschegger Alpe
1697
Lahnofen
1532
Teigitsch
Stampf
1003
Flödl Kg.
1046
Plochwirt
Gugalbach
Hirzmann
Ebenwascher
Packb.
HERZOGBERG
Langmann
Scharasbach
Glantschegg
1310
Pack (1115)
1054
1096 Jägerwirt
Steinbauer
Vier Tore
1166
Kalcher Kg.
1240
Schmuckerc
1232
1189
Modriach (1003)
Ebenlecker
Modriachbach
Schwaig Kg.
1288
Strauß Kg.
1101
Aiblwirt
Pfennig Kg.
1159
1275
Reinischgregl
Klug

LEGENDE:

- Plattengneisserie
- Disthenflasergneisserie
- Granatglimmerschieferserie (venitisch mit Pegmatoidlagen)
- pegmatitreiche Zonen
- dunkle Granatglimmerschiefer (tw. mit Staurolith)
- Choritoid-Granatglimmerschiefer
- Epidot - Granatamphibolit
- Eklogitamphibolit (Zoisitamphibolit)
- Marmor
- Quarzgänge


Köflach
(442)
Gradnerbach
Voitsberg
(394)
Pichling
Schaflos
605
Gößnitz
565
Kowald
Kainach
Blümel M.
Puchbach
Schablschmid
Kobererkg.
606
Arnstein
568
Ruine
Leonroth
614
Edelschrott
(794)
Teigitsch
Großgaisfeld
Juri Kg.
843
St. Martin
(703)
Krottendorf
St. Johann
WOLMISSBERG
Schindergraben
Wartenstein
806
Ebenwascher
Kainach
1003
Flödl Kg.
1046
Plochwirt
Gugalbach
Hirzmann
Teigitsch
Ligist
Langmann
Scharasbach
Ligistbach
HERZOGBERG
1096
Jägerwirt
Oberwaldbach
Moserweber
Steinbauer
Steinberg
661
Zirknitzberg
Ebenlecker
Schwaig Kg.
1288
Modriach
(1003)
1189
Modriachbach
Strauß Kg.
1101
Aiblwirt
Schwarzschachen
Assingberg
Pfennig Kg.
1159
Hahn Kg.
1083
1275
Reinischgregl

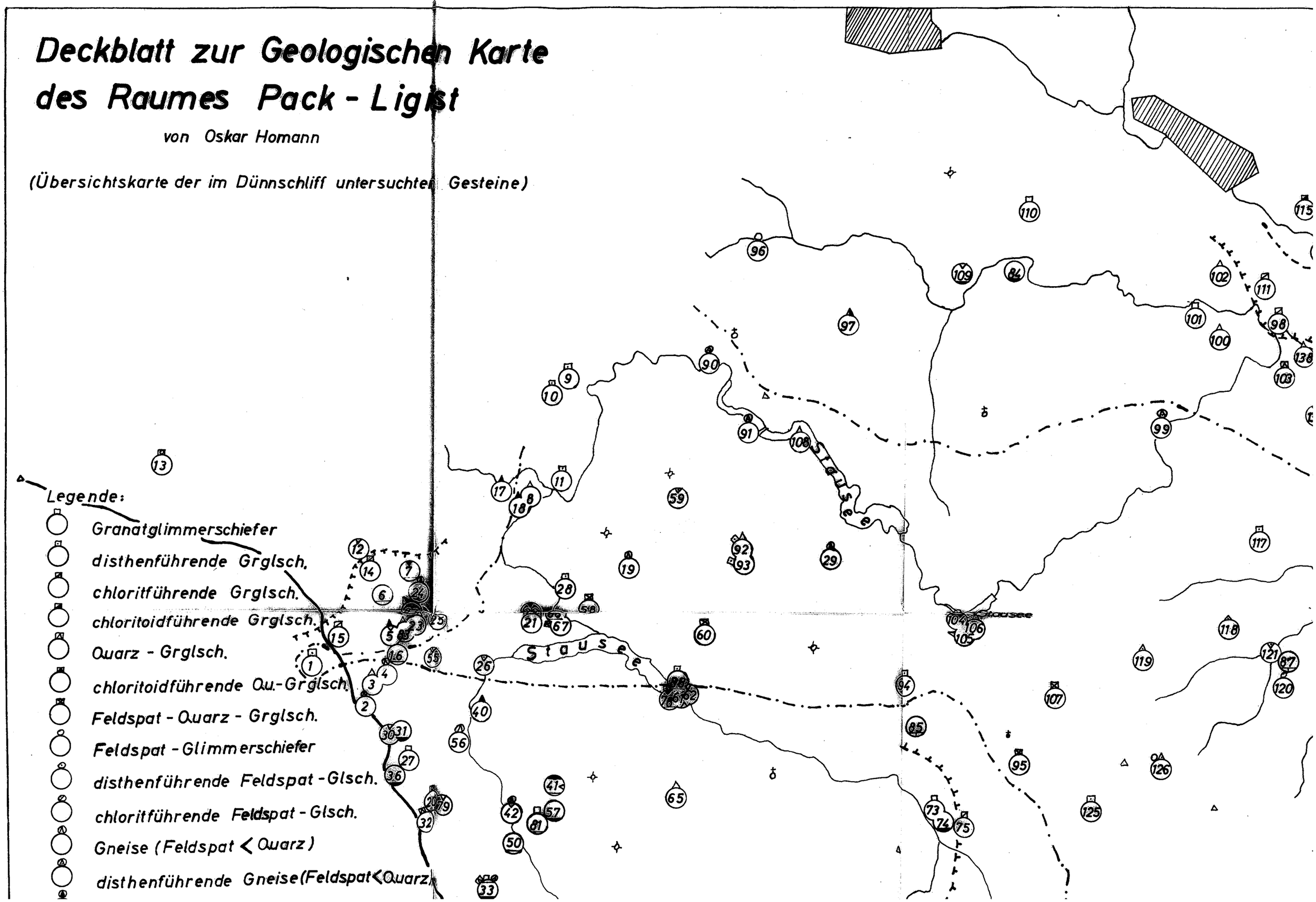

LEGENDE:
Plattengneisserie
Disthenflasergneisserie
Granatglimmerschieferserie (venitisch mit Pegmatoidlagen)
pegmatitreiche Zonen
dunkle Granatglimmerschiefer (tw. mit Staurolith)
Choritoid-Granatglimmerschiefer
Epidot - Granatamphibolit
Eklogitamphibolit (Zoisitamphibolit)
Marmor
Quarzgänge
Dolomite, Rauchwacke (Permotrias?)
Kristallinverwitterung
Tertiär und Quartär
Streichen und Fallen:
bis 20°
20° bis 50°
über 50°
B-Achsen bzw. B parallele Lineare bis 20°
Hirschegger Alpe
1697
Lahnofen
1532
Teigitsch
Stampf
Juri Kg.
843
(794)
614
St. Martin
(703)
WÖLMISSBERG
Schindergraben
Ebenwasch
1003
Flödl Kg.
1046
Plochwirt
Gugalbach
Hirzmann
Teigitsch
Langmann
Scharasbach
HERZOGBERG
Packb.
Glantschegg
1310
Pack
(1115)
1054
1096
Jägerwirt
Vier Tore
1166
Kalcher Kg.
1240
Schmucker
1232
Packwitz
1189
Modriach
(1003)
Modriachbach
Ebenlecker
Steinbauer
Schwaig Kg.
1288
Strauß Kg.
1101
Aiblwirt
Pfennig Kg.
1159
Reinischgregl
1275
ERBERG
Klug
Randlofen
1433
Klement Kg.
1437
1472
Klugveitl
1153
W.H.
Gfäll Kg.
1513
Rössel
1463
Reinisch Kg.
Stainzbach
Lubach Kg.
1410
Packerbach
Münzer Kg.
1503
1250
Schrogentor
Kampele Kg.
1495
J.H.
Hebalpe
Schwarz Kg.
1551
1476


(794)
Juri Kg.
843
614
Teigitsch
Großgaisfeld
Krottendorf
St. Johann
St. Martin
(703)
Schindergraben
WÖLMISSBERG
Wartenstein
806
Stampf
1003
Flödl Kg.
1046
Plochwirt
Guggalbach
Hirzmann
Ebenwascher
Kainach
Ligist
Packb.
HERZOGBERG
Teigitsch
Langmann
Scharasbach
Ligistbach
Oberwaldbach
1096
Jägerwirt
Moserweber
Steinbauer
Steinberg
661
Zirknitzberg
Ebenlecker
Schwaig Kg.
1288
Modriach
(1003)
Modriachbach
1189
Strauß Kg.
1101
Aiblwirt
Schwarzschachen
Assingberg
Pfennig Kg.
1159
Hahn Kg.
1083
1275
Reinischgregl
Klug
Randlofen
1433
Sommereben
Koberegg
Klugveitl
1153
Falleggbach
1472
St. Stefan
W.H.
Gfäll Kg.
1513
Rössel
1463
Reinisch Kg.
Stainzbach
Greisdorf
Lubach Kg.
1410
Packerbach
Münzer Kg.
1503
1250
Schrogentor
Lemsitz
Kampele Kg.
1495
J.H.
Hebalpe
Schwarz Kg.
1476
1551
Sauerbrunn

Deckblatt zur Geologischen Karte des Raumes Pack - Ligist

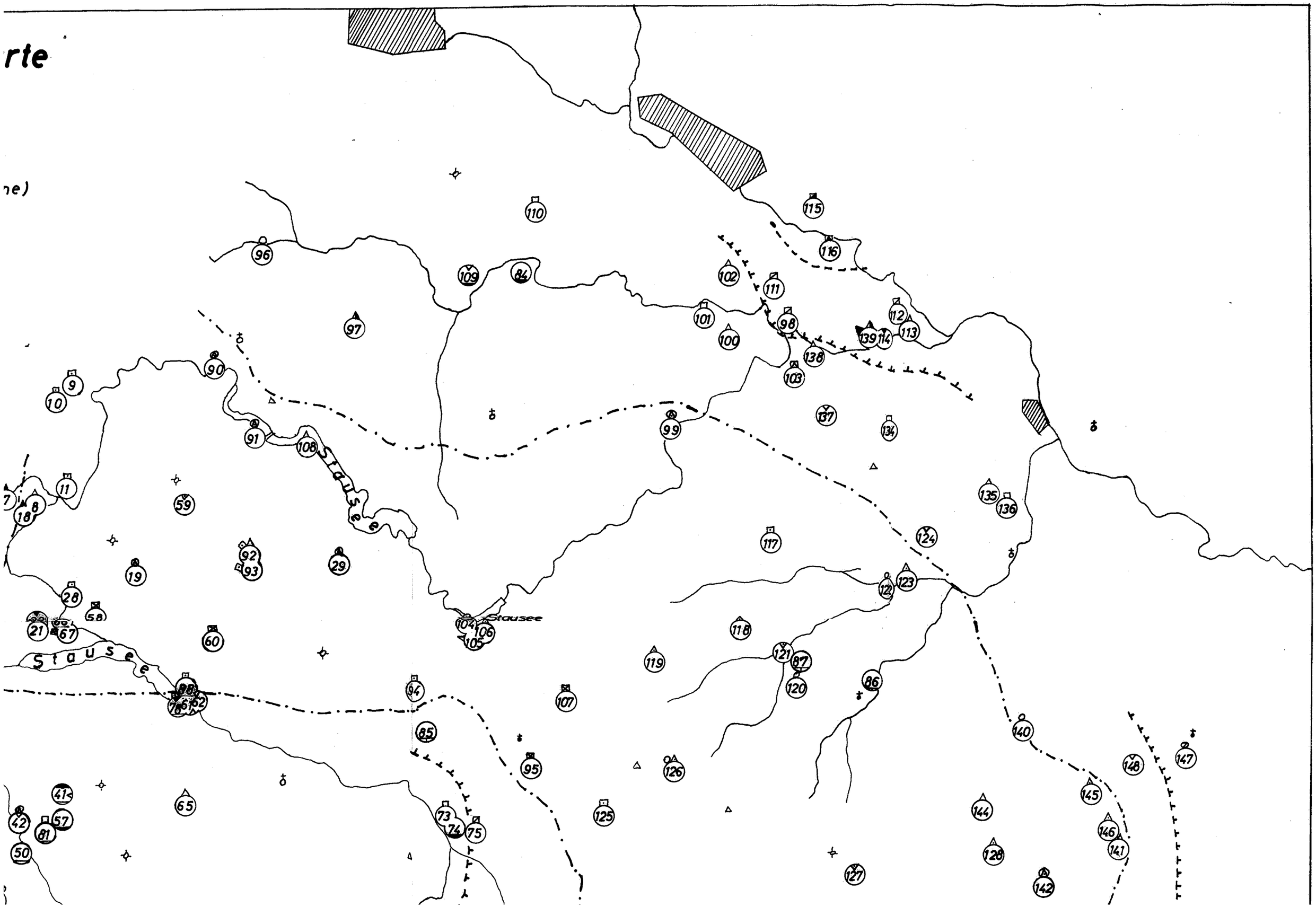
von Oskar Homann

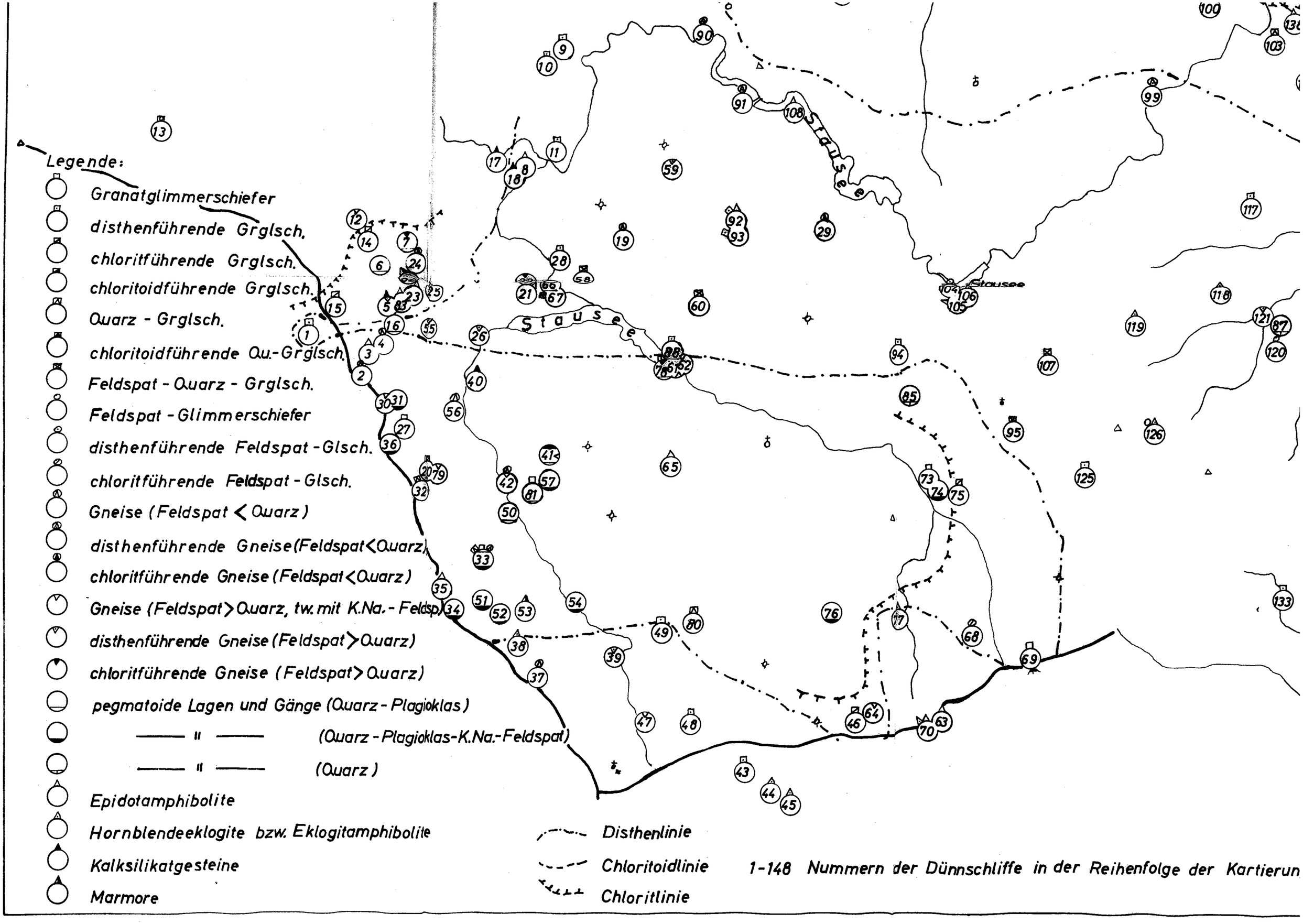
(Übersichtskarte der im Dünnschliff untersuchten Gesteine)

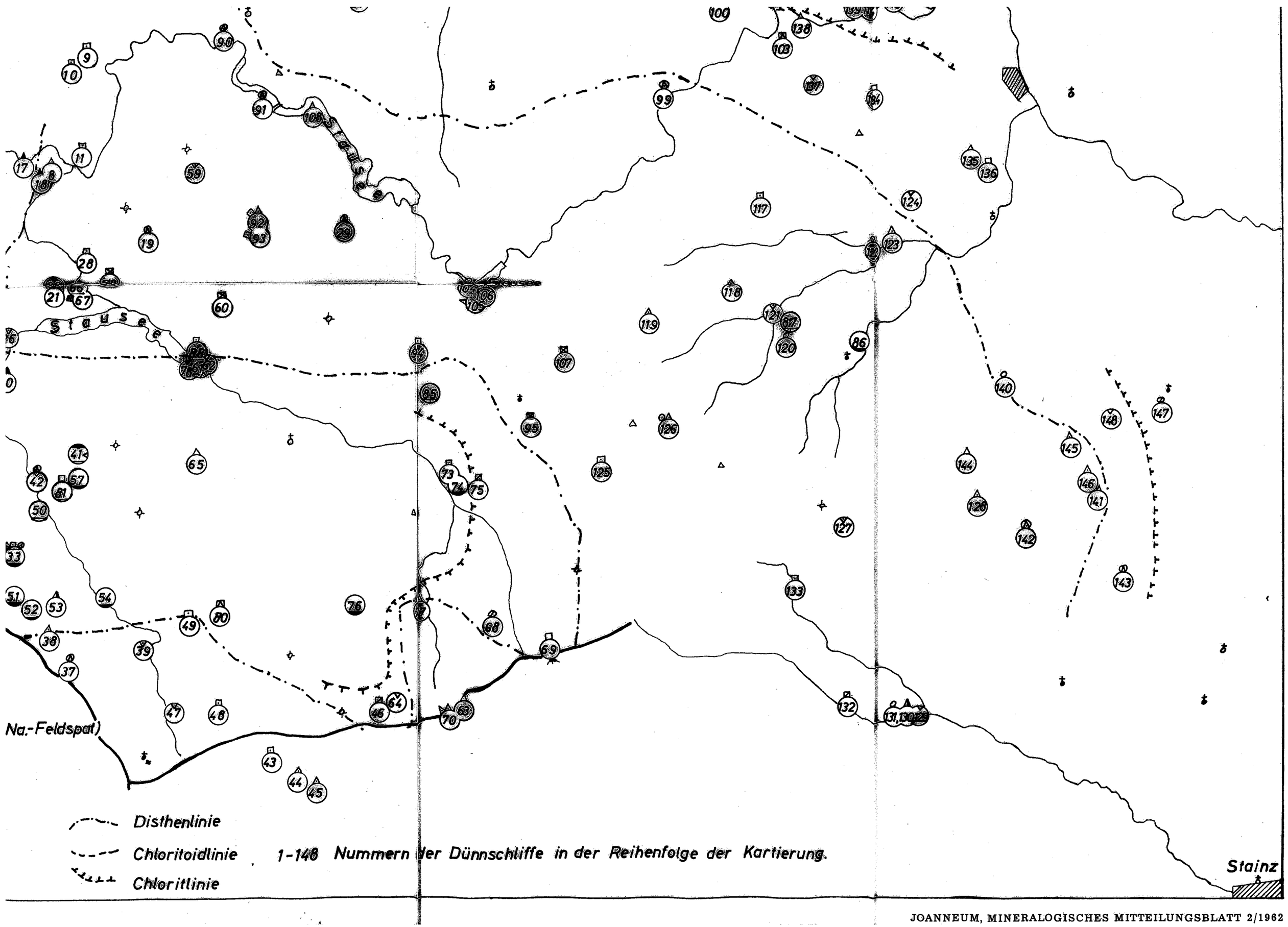


rte

ne)




Legende:
Granatglimmerschiefer
disthenführende Grglsch.
chloritführende Grglsch.
chloritoidführende Grglsch.
Quarz - Grglsch.
chloritoidführende Qu.-Grglsch.
Feldspat - Quarz - Grglsch.
Feldspat - Glimmerschiefer
disthenführende Feldspat - Glsch.
chloritführende Feldspat - Glsch.
Gneise (Feldspat < Quarz)
disthenführende Gneise (Feldspat < Quarz)
chloritführende Gneise (Feldspat < Quarz)
Gneise (Feldspat > Quarz, tw. mit K.Na.- Feldsp.)
disthenführende Gneise (Feldspat > Quarz)
chloritführende Gneise (Feldspat > Quarz)
pegmatoide Lagen und Gänge (Quarz - Plagioklas)
— " — (Quarz - Plagioklas-K.Na.-Feldspat)
— " — (Quarz)
Epidotamphibolite
Hornblendeeklogite bzw. Eklogitamphibolite
Kalksilikatgesteine
Marmore
Disthenlinie
Chloritoidlinie
Chloritlinie
1-148 Nummern der Dünnschliffe in der Reihenfolge der Kartierun
Stausee
Stausee
Stausee


Stause
Stause
Na.-Feldspat)
Stainz
Disthenlinie
Chloritoidlinie
Chloritlinie
1-148 Nummern der Dünnschliffe in der Reihenfolge der Kartierung.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Mitteilungen der Abteilung für Mineralogie am Landesmuseum Joanneum

Jahr/Year: 1962

Band/Volume: 2_1962

Autor(en)/Author(s): Homann Oskar

Artikel/Article: Das kristalline Gebirge im Raume Pack - Ligist 21-62