

Über einige Gesteinsgruppen des Tauernwestendes.

Von B. Sander, Assistent am geologischen Institut der Universität Innsbruck.

Mit drei Lichtdrucktafeln (Nr. XI—XIII) und drei Zinkotypien im Text.

Einleitung.

Die hier folgenden Studien schließen sich an einen früheren, an die kaiserliche Akademie gerichteten Bericht des Verfassers über Ergebnisse der Feldaufnahmen am Tauernwestende (L. 3). Sie wurden ermöglicht einerseits durch die Subvention, welche die Akademie den Begehungen angeeignet ließ, indem letztere reichliches, vielfach geologisch neu festgestelltes Material zu sammeln erlaubten, andererseits dadurch, daß die Herstellung der Schiffe zum Teil von Herrn Professor Blaas als Vorstand des Innsbrucker geologischen Instituts, zum Teil von der k. k. geologischen Reichsanstalt übernommen war. Für die genannten Unterstützungen wiederhole ich meinen ergebensten Dank, desgleichen Herrn Professor Nevinny für die leihweise Überlassung eines Mikroskops. Und ein Vergnügen ist es mir, Herrn Professor Stark hier noch einmal für die Liebenswürdigkeit zu danken, mit welcher er als Assistent des Beckeschen Instituts mich vormals mit manchen Untersuchungsmethoden bekannt machte.

Diese Beiträge sind in keinem Sinne ein Abschluß in der Petrographie des Tauernwestendes. Die genaue geologische Analyse ließ die bekannte Mannigfaltigkeit des Materials der Zentralgneishüllen als eine noch viel reichere erscheinen. Es wurden daraus zunächst besonders jene Gruppen vorgenommen, welche entweder keine geologische Feststellung oder keine petrographische Charakterisierung erfahren hatten. Außerdem mußte eine wichtige Gruppe späterer Beschreibung vorbehalten werden, nämlich die wahrscheinlich jüngerem Prätigauer Flysch und der Brecciendecke Steinmanns äquivalenten kalkphyllitischen und brecciösen Gebilde der Tuxer (Tarntaler) Zone. Die Zahl der zur Verfügung stehenden Schiffe zog mehrfach Grenzen, jenseits welcher weitere petrographische Bearbeitung noch Ergebnisse erwarten läßt. Und eine weitere Begrenzung erfahren diese Studien vor einigen Fragen, deren Bearbeitung verlangt, daß man quantitative Gesteinsanalysen ausführen lassen kann. Einerseits aber läßt sich ja immer an solche Vorstudien anknüpfen, andererseits

sind erschöpfende petrographische Monographien zu zählen und so sei dieses Referat über den augenblicklichen Stand der petrographischen Untersuchung unternommen. Wer in den Tauern arbeitet, der arbeitet nicht allein und dient der Sache wohl am besten durch zeitweise Referate.

Als petrographische Vorarbeiten, mit welchen sich diese Studien im Gebiete, bezüglich des Materials oder hinsichtlich der Deutung petrographischer Befunde enger berühren, sind besonders die unten folgenden zu nennen. L. 3 ist wegen der häufigen Bezugnahme darauf im Text mit angeführt, obwohl nicht petrographisch. L. 4 ist vielfach vorausgesetzt, wo es sich um die Beschreibung mechanischer Erscheinungen handelt. Die Flächen kleinster Schub- und Zugfestigkeit sind wie in L. 4 mit *s* bezeichnet.

Literaturzitate.

1. Becke F., Exkursionsführer für den westlichen Abschnitt der Hohen Tauern, mit Karte. Exkursionsführer für den 9. internationalen Geologenkongreß. Wien 1903, Nr. VIII. Dasselbst und unter 3. (s. u.) weitere Zitate Beckescher Arbeiten.
2. Lindemann B., Petrographische Studien in der Umgebung von Sterzing in Tirol. I. Das kristalline Schiefergebirge. Neues Jahrb. f. Mineralogie etc. Beilagebd. XXII, pag 454, 1906.
3. Sander B., Geologische Studien am Westende der Hohen Tauern. I. Denkschriften der Akad. math.-nat. Klasse, LXXXII. Bd., Wien 1911. Übersicht der Befunde im Felde. Literatur des Gebietes.
4. Sander B., Über Zusammenhänge zwischen Teilbewegung und Gefüge in Gesteinen. Tschermaks Mineralog. u. petrogr. Mitteilg. (Herausg F. Becke.) XXX. B.J., pag. 281, Wien 1911.
5. Suess F. E., Das Gebiet der Triasfalten im Nordosten der Brennerlinie. Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1894.
6. Weinschenk E., Beiträge zur Petrographie der östl. Zentralalpen. Abhandl. d. k. Bayr. Akad. d. Wiss. II. Klasse, XXII. Bd., II. Abtlg. 1903.

A. Arkosen, Porphyroide, Quarzite; teilweise umkristallisiert.

Bezüglich feldgeologischer Daten ist auf L. 3 zu verweisen, wo sich diese Gebilde als Grauwacken (Grauwackengneise), Verrucano (pag. 18 l. c.) und Quarzite (pag. 13 l. c.) angeführt finden.

Als Arkosen und Porphyroide erkennbar liegen diese Gesteine in der Umrandung des Tuxer Gneiszweiges und wieder namentlich an dessen Nord- und Ostrand vor. Wo sie als Glieder der komplexen unteren Serie der Tuxer Zone oder als Glieder der Tarntaler Serie auftreten, ist ihr Gefüge in der Regel nur durch Mylonitisierung beeinflußt, ohne Anzeichen einer der Kataklase vorangegangenen Umkristallisation. Diese stets vorhandene Kataklase, bestehend in den bekannten rupturellen Quarzdeformationen (vgl. L. 4) und der Serizitisierung der Plagioklase, hat meist hinlänglich deutliche Reliktstrukturen unverwischt gelassen, welche diese Mylonite und Phyllitmylonite als Arkosen und Porphyroide bestimmen lassen.

Daß stratigraphisch äquivalente Gebilde in gneisnäherer, auch jetzt noch im allgemeinen tektonisch tieferer Lage mit mehr oder weniger umkristallisiertem Gefüge auftreten, ist eine Meinung, welche der Verfasser (L. 3) als Vormeinung ausgesprochen hat auf Grund feldgeologischer Befunde. Hier wird ergänzend auf einige weitere Gründe für diese Anschauung eingegangen, welche die Studien im Schliß ergaben. Die eben erwähnte Frage war auch Anlaß, die kritische Besprechung einiger, wie sich herausstellte, höherkristalliner Typen, an welchen ich im Felde psammitische Reliktstrukturen zu erkennen glaubte, diesem Kapitel anzuschließen.

Zwei Beeinflussungen primären Gefüges lassen sich also an unserem Material (A) erkennen: Mylonitisierung und Umkristallisation. Diese beiden können auch in einem Gesteinstyp in verschiedener Weise interferieren. Jedoch ließ sich praktisch — und dies gilt für alle in dieser Arbeit beschriebenen Gesteine des Tauernwestendes — meist das entschiedene Vorwalten der Kristalloblastese oder der Katakklase feststellen und es ist das Material A auch von diesem Standpunkt aus in Übersicht gebracht. Zugleich zeigt diese Übersicht (pag. 222) die oben erwähnte Tatsache der Mischung „reiner“ kristalloblastischer und rupturreller Struktur, wofür folgende Möglichkeiten bestehen:

1. Die Katakklase ist jünger als die Kristallisation (postkristalline Katakklase).

2. Die Katakklase ist gleichalt wie die Kristallisation, das heißt die mechanischen Spannungen im Gefüge haben sich etwa teils (zum Beispiel bei den gegebenen Bedingungen nur an dem einen Mineral etc.) rupturrell oder stetig deformierend (zum Beispiel Glimmer), teils kristalloblastisch abgebildet (parakristalline Katakklase). Solche oder andere mit Sicherheit während der Kristalloblastese des Gefüges erfolgte nichtmolekulare Teilbewegung wird hier als parakristalline bezeichnet.

3. Die Kristalloblastese ist jünger als die mechanische Deformation oder hat dieselbe wenigstens überdauert und maskiert (präkristalline Deformation und Katakklase).

Es ist bisher, trotzdem einige daraufhin untersuchte Falten (L. 4) der Tuxer Zone und unserer Gesteinsgruppe entnommen waren, nicht gelungen, tektonoblastische Deformation (s. L. 4) sicher nachzuweisen. Doch möchte sie Verfasser im Hinblick auf die noch zu geringe Zahl der Präparate und die noch kleine Erfahrung in dieser Sache auch für unser Gebiet noch nicht geradezu ausschließen.

Jedenfalls ist aber für die Gesteinsgruppe A der Fall postkristalliner Katakklase der Silikate als der herrschende zu bezeichnen, soweit die betreffenden Gesteine kristallinmetamorph waren. Und wengleich es auch leichter sein mag, kataklastisch veränderte kristalline Schiefer noch als solche zu diagnostizieren, als einen kristallin regenerierten Mylonit trotz der verwischenden Umkristallisation noch zu erkennen, so möchte ich doch das deutliche Vorherrschen postkristalliner Katakklase als einen der mehrfachen Hinweise darauf nehmen, daß für die nördliche Umrandung der Tuxer Gneise eine rupturrelle Gefüge ausbildende Phase (wahrscheinlich unmittelbar, da

weiter südlich die tektonische Phase von der Metamorphose überdauert wird) jener Phase folgte, der die gneisnächsten Arkosen etc. ihre Umkristallisation verdankten. Von jener letzteren Umkristallisationsphase aber ist bis jetzt in der nördlichen Schieferhülle des Tuxer Gneisastes an unseren Gesteinen der petrographische Nachweis nicht gelungen, daß sie ebenfalls eine Phase starker Teilbewegung im Gefüge war. Dagegen sind präkristalline Teilbewegungen im Gefüge für zahlreiche andere Gesteine des Tauernwestendes (vgl. zum Beispiel pag. 250 ff.) wahrscheinlich geworden.

Anzeichen für eine postrupturelle regenerierende Kristallisation des Karbonats in Tuxer Myloniten sind gelegentlich angeführt.

Eine Übersicht der Gesteinsgruppe *A* in bezug auf das Vorwalten kristalloblastischer, *kr*, und kataklastischer, *ka*, Gefügemerkmale folgt hier. Jene Gefügemerkmale, welche zwar zurücktreten, aber doch ziemlich reichlich sind, wurden in Klammern (*kr*) oder (*ka*) beigefügt.

	<i>kr</i>		Hintergrund des Wildlahnertals (<i>kr</i>)
Tuxerjoch			Liegendes der Schöberspitz-Trias
Kleiner Kaserer, über Zentralgneis (<i>ka</i>), Schmirn			Graben zur Steinalm (Brenner)
Griesscharte nördlich der mächtigen Mar- morlage Pfitsch			Graben zur Steinalm (Brenner) (<i>kr</i>)
Zwischen Schlüsseljoch und Flatschsp. (Brenner)			Gleiches Gestein Huttnerberg (St. Jodok, Vals) (<i>kr</i>)
Walchhof Pfitsch (Graphitquarzit)			St. Peter im Valsertal (St. Jodok)
St. Jakob, Pfitsch (weißer Quarzit, Glimmerschiefer)			Steinach (Steidlhof)
Gürtelscharte (Schneeberg) 3 Schliffe			Tarntaler Grauwacke (Eiskarsp.)
Gürtelscharte (<i>ka</i>) 1 Schliff			Gürtelscharte (<i>kr</i>)
Seiterbergtal (Sterzing) unter Trias			Graben bei Stilfes (Sterzing)
Karbon Sunk (Steiermark bei Trieben).			Roßbrand bei Radstatt
			Blasseneckgneis
			Flitzengraben bei Gaishorn (Steier- mark) (<i>kr</i>)
			Grauwacke („Quarzit“) Lackengut, Tauern- tal
	<i>ka</i>		<i>kr</i> + <i>ka</i>
Kaiserbrünnl bei Hintertux 6 Schliffe			Lanserkopf bei Innsbruck
Unter dem Hochstegenkalk der Langen Wand (bei Lanersbach)			Dettenjoch bei Lanersbach (Tux)
Unter dem Hochstegenkalk, Krierkar			Unter dem Hochstegenkalk der Tuxer- klamm
Zwischen Walchen und Lizum (Wattental)			Nördlich der Frauenwand (Tux)
Kleiner Kaserer (Schmirn-Tux) 2 Schliffe			Hoher Nopf, Schmirntal
Nördlich vom Riffeljoch bei Hintertux			Zwischen Schlüsseljoch und Flatschsp., Brenner
Tuxerjoch			Seealpe, Brenner
Nördlich vom Diabas am Tuxerjoch (<i>kr</i>)			Seekar bei Obertauern.
Tuxerjoch (<i>kr</i>)			
Kalte Herberg (Schmirn)			

Man ersieht aus diesen natürlich fragmentarischen Angaben, daß die Umkristallisation in unserer Gruppe deutlicher wird 1. mit Annäherung an die Gneise, 2. in der Tuxerjochzone, 3. im Übergang gegen Süden, 4. gegen West im „Schneeberger Zug“.

Es ist dies dasselbe Verhalten, welches wir auch an anderen Tauerngesteinen ganz allgemein beobachten können, was Punkt 1, 3 und 4 betrifft. Solche Wiederholungen wie 2, führe ich auf tektonische Komplikationen zurück.

I. Porphyroide.

Hierher sind Gesteine gestellt, welche man auf Grund erhalten gebliebener, im Schriff nachgewiesener Korrosionen an Quarz und infolge des Gegensatzes zwischen Einsprenglingen und Grundmasse als Porphyroide bezeichnen kann. Diese hier beschriebenen Typen zeigen weder Reste noch neue Spuren hochgradiger kristalliner Metamorphose¹⁾; sie sind sämtlich kataklastisch verändert, jedoch, wie bemerkt, nicht so vollständig mylonitisiert und phyllitisiert, daß die zwei obengenannten Kriterien für die Bezeichnung Porphyroid verwischt wären.

Es bleibt übrigens, trotz dieser Kriterien, dahingestellt, ob dem Porphyroid ein Quarzporphyr (Granitporphyr zum Teil? s. u.) oder ein Quarzporphyruff, vielleicht auch ein eluviales Derivat porphyrischer Fazies zugrunde lag, auf welche letztere zwei Möglichkeiten namentlich stärkerer Kalkgehalt hinweisen kann. Wenn schon wohl-erhaltene Porphyre von Tuffen und eluvialen Gebilden oft nicht streng trennbar sind²⁾, so wird man das bei Myloniten um so weniger erwarten.

Mit der Bezeichnung Porphyroid wurde hier sparsam vorgegangen; so daß man wohl weitere, aber zufällig nicht im Schriff sicher charakterisierte Porphyroide unter den später als Arkosen bezeichneten Typen noch vermuten darf. Beschrieben sind im folgenden nur im Schriff untersuchte Vorkommen unter zahlreichen anderen.

Im Felde läßt sich unter den Porphyroiden namentlich ein massigerer grauer unterscheiden, welcher vom Astegger Profil (Weg Finkenberg—Astegg bei Maierhofen) bis zum Kahlen Wandkopf (bei St. Jodok am Brenner) erkannt ist, andererseits ein serizitisch grünlicher (Typus Kaiserbrünnl bei Hintertux), welcher in der Hand Zentralgneismyloniten äußerst ähnlich werden kann und bis zum Brenner verfolgt ist. Weder geologisch-tektonisch, noch u. d. M. läßt sich übrigens sein genetischer Zusammenhang mit den Porphyrgneisen der Zentralgneise sicher ausschließen. Diese scheinen zwar keine korrodierten Quarze zu führen, aber unter anderem dieselben Orthoklasse mit Quarztropfen wie unser Mylonit.

I. Tuxer Grauwacke. Kaiserbrünnl bei Hintertux.

Diese hellgrünen Quarzserizitgrauwacken ließen in einem Fall noch ein Quarzdihexaëder mit freiem Auge erkennen, woran sich die Untersuchung im Schriff und die erste sichere Feststellung von Porphyroiden über den Zentralgneisen schloß.

¹⁾ Etwa eine „Kristallisationsschieferung“, wie wir sie anderwärts in der Schieferhülle begegnen. Als eine „kristalline Metamorphose“ geringen Grades wird man aber allerdings auch die Serizitisierung der Feldspate bezeichnen müssen, wenn man nicht etwa außer kristallinen Neubildungen auch noch eine gewisse Größe oder Art derselben zur Bedingung für diese Bezeichnung machen wollte.

²⁾ Vgl. u. a. auch Sander, Porphyrite aus den Sarntaler Alpen. Zeitschr. d. Innsbrucker Ferdinandeums III. Folge, 53. Heft, 17.—20.

a) Im Schliff wird zunächst die ausgeprägte Kataklyse des Gefüges auffällig. Die Quarzkörner zeigen randliche Mörtelstruktur oder vollständige Zerpressung in Nester, Linsen und Lagen aus öfters untereinander subparallel gebliebenen Elementen. Die Nester aber zeigen untereinander keine Übereinstimmung in der kristallographischen Orientierung. Dies harmoniert mit dem Umstande, daß sie sich von ursprünglich schon ganz verschieden orientierten Porphy Quarzen nachweislich ableiten. Die subparallele Stellung der Elemente eines solchen Nestes entspricht dem Vorwalten eines Kohäsionsminimums subparallel zu c (vgl. L. 4), welches die rupturellen Verschiebungen häufig bis zu einem gewissen Grade regelt. Die undulöse Auslöschung des Quarzes erfolgt hier wie immer, wenn nichts Besonderes eigens bemerkt ist, nach der Undulationsregel (vgl. L. 4), das heißt streifig subparallel zu c als ein Vorstadium der eben erwähnten rupturellen Deformation, mit derselben gleichsinnig und infolge derselben Beanspruchung nur im Grade geringer.

Der Deformation der Quarze läßt sich die Zertrümmerung der ungefähr ebenso großen, an Zahl aber weit zurückstehenden, oft zersetzten und gebräunten Orthoklaseinsprenglinge an die Seite stellen. Jedoch ist die Deformation der Feldspate, namentlich des Albits, nicht wie die der Quarze eine rein mechanische, sondern mit Dynamometamorphose in Gestalt der Serizitisierung verbunden. Die Albitkörner werden randlich zerrieben, aber nicht grob zer„mörtelt“, sondern serizitisch zerschliffen, so daß die gewundenen Serizitströme, welche den Querschliff fluidal durchziehen und die Schiefrigkeit des Porphyroids ausmachen, zum Teil von Feldspaten abzuleiten sind, zum Teil wohl von der Grundmasse.

Diese letztere zeigt auch da, wo sie vor mechanischer Durchknetung seit jeher geschützt eine tiefe Korrosionsbucht des Quarzes ausfüllt, ein äußerst feinkörniges kristallines Gemenge aus Quarz und sehr zahlreichen Muskovitschüppchen. Den Unterschied gegenüber der anderen Zwischenmasse bildet nur das erwähnte viel feinkörnigere Gefüge und es scheint, daß die Umkristallisation der Grundmasse außerhalb der Korrosionsbuchten durch die Durchknetung zwar gefördert wurde, ohne daß man aber auf letzteren Vorgang allein die „dynamometamorphe“ Neukristallisation zurückführen könnte.

Wir unterscheiden also im vorliegenden Gefüge: den primären Gegensatz zwischen Einsprengling und Grundmasse, die Kataklyse und die dieselbe begleitende chemisch-kristalline Metamorphose durch Neubildung von Muskovit. Letztere scheint durch starke mechanische Beeinflussung des primären Grundmassegefüges außerhalb der Quarzbuchten begünstigt und ist insofern als Dynamometamorphose zu bezeichnen. Vielleicht hat die Teilbewegung im Gefüge namentlich Wärme und Vergrößerung der Oberfläche, also zwei physikalische Bedingungen gesteigert, welche die Reaktionsgeschwindigkeit in dem schon im bestimmten Sinne chemisch labilen Gesteinsgefüge wiederum lediglich erhöhten.

Mikroklin ist zum Teil in größeren Körnern vertreten, ferner lamellierter, durch Einschlüsse getrübt Plagioklas cf. Albit, wie

ihn sein Vorkommen in anderen Schliffen sicher bestimmen¹⁾ ließ. Bezüglich der Quarze ist noch zu bemerken, daß die an den Quarzen der Arkosen und der Gneise des Tauernwestendes sehr verbreitete Böhmsche Streifung ($// \omega'$) auch an den sicheren Porphy-quarzen mit Korrosionen sichtbar wird.

Eine wichtige Frage bezüglich des eben beschriebenen Gesteins sowie der ganz gleich ausgebildeten beim Tuxerjochhaus und am Dettenjoch (bei Lanersbach) lautet, ob diese Porphyroidmylonite nicht tektonisch verschleppte und dabei anders metamorphosierte Augenzentralgneise (Porphyrgneise wie Grünberg, Landshuterhütte etc.) seien. Das würde tektonisch nichts neues besagen, da man nach der Auffassung des Verf. Verfrachtung ehemals gneisnäherer Schieferhülle schon für die Begleiter unseres Gesteines am Tuxer Joch zum Beispiel anzunehmen hat. Die bisher in Vergleich gezogenen Augenzentralgneis-Mylonite unterscheiden sich von unserem Porphyroid durch Gehalt an Biotit und Epidot, durch das Fehlen der korrodierten Quarze, größeres Korn der Zwischenmasse und weniger vollständige deformative Serizitisation der Albite. Dies wäre ganz gut durch die Annahme einer Dynamometamorphose seichterere Tiefenstufe für den Porphyroidtyp, als für einen tektonisch der Porphyrgneisstufe entzogenen Porphyrgneis deutbar. Und es ist dabei namentlich auch das Vorkommen gleicher Quarzalbitknollen im Porphyrgneis und im Porphyroid (Dettenjoch) anzumerken. Definitiv muß hier die quantitative Analyse entscheiden.

b) Ein dem eben genannten nahe verwandter Typus. Bezüglich der sonst beschriebenen ganz gleich ausgeprägten Kataklyse ist nur anzumerken, daß die Mehrzahl der kataklastischen Quarzkörnerlagen α' subparallel zur Schieferungsfläche s zeigt. Die Trennersche Regel ist also im ganzen erkennbar angedeutet, in manchen Fällen aber nur in der Form, daß s mit α' den kleineren Winkel einschließt als mit c .

Korrodierte Quarze sind nicht vertreten, Orthoklas in großen trüben Körnern, von Muskovit und anderen kleinsten Einschlüssen durchsetzt, reichlicher als in α , durchzogen von ausheilenden Quarzgängen²⁾. Man erhält den Eindruck, daß die Orthoklaskörner randlich etwa wie die Quarzkörner „Mörtel“ gebildet haben, an welchem letzterem Mikroklin, trüber Albit und Quarz beteiligt sind.

Trüber lamellierter Plagioklas ist reichlicher als im Porphyroid α vertreten und als $Ab - Ab_8 An_1$ bestimmbar. Er zeigt in einigen Fällen rundliche Quarzeinschlüsse von der Form derer, welche die Albite der Hochfeiler und Rensen-Schieferhülle kennzeichnen. Reichlich vertreten ist lamellierter Kalzit ohne limonitische Derivate.

¹⁾ Wo nichts anderes eigens bemerkt wird, liegt allen im folgenden angeführten Plagioklasbestimmungen der Beckesche Vergleich mit Quarz, und zwar immer in allen vier Messungen, und meist mehrfach an verschiedenen Körnern wiederholt, zugrunde. Nach dieser Vorbemerkung erscheint die jedesmalige Notierung der vier Vergleiche entbehrlich.

²⁾ Wie sie F. E. Suess aus den Tarntaler Quarzserizitgrauwacken erwähnt. (L. 5.)

Das Gestein hat demnach mehr als α sedimentogenen Charakter. Man könnte es etwa als Mylonit eines Quarzporphyrtuffes nehmen.

c) Als unmittelbarer Nachbar ist ein Gestein hier anzuführen, welches bei manchen deutlichen Anklängen an α und b , namentlich im Mineralbestand (Orthoklas, Mikroklin, Serizit, Albit), keine Porphyroidcharaktere mehr zeigt, sondern (als Ergebnis vorgeschrittenerer Kataklase?) ein gleichmäßig feines Gewebe aus Muskovitschüppchen und fast immer sehr eckigen, untereinander gleichgroßen Körnchen, unter welchen undulöser Quarz vorwiegt. Einmal gelangte eine zweigartige Durchwachsung von Quarz und Feldspat zur Beobachtung, welche ihr Analogon sowohl in granophyrischen Strukturen anderer Porphyroide (zum Beispiel Lanserkopf bei Innsbruck) als in kristallinen Schiefen unseres Gebietes haben könnte.

2. Kalte Herberg im Schmirntal.

Daselbst steht als Begleiter von Pichlers „Lias“ ein Gestein an vom Aussehen eines grauen bis bräunlichen körneligen Gneises, dessen Querbruch gleich dem vieler anderer Gneise hanfkorngroße Querschnitte von Orthoklasen unterscheiden läßt. Unter dem Mikroskop aber entspricht dieses Gestein vollständig in allen Zügen dem oben unter 1α beschriebenen Porphyroid. Nur überwiegen hier die manchmal noch eben umgrenzten Orthoklaseinsprenglinge stark.

Auch das Verhältnis zwischen der Quarzaschenfüllung und der übrigen Zwischenmasse ist in diesem Orthoklasporphyroid daselbe wie im Quarzporphyroid 1α vom Kaiserbrünnl.

3. Hoher Nopf.

Von dieser Lokalität, südlich von der eben genannten, wurde als Glied der Zwischenlage zwischen zwei Einlagen triadischen (?) Dolomits ein hellgrauem Gneise gleichendes Gestein untersucht, welches sich unter dem Mikroskop als ein vollständig Nr. 2 entsprechendes Orthoklasporphyroid erwies. Viel besser ausgeprägt als in 2 tritt hier fleckige Verwachsung der Orthoklaskörner mit Albit (Albitorthoklas) hervor.

Als eine weitere Annäherung an später zu beschreibende höherkristalline Typen mit nicht mehr so sicher erweislichem Porphyroidcharakter tritt Zirkon und Titanit(?) hinzu, und im Gegensatz zu allen bisher beschriebenen Typen, welchen Biotit restlos fehlt, läßt sich derselbe hier noch in spärlichen Resten, aber sicher nachweisen.

4. Über Steidhof (südlich von Steinach).

Dieses an der Basis der bekannten abnormalen Schichtfolge des Nöblacher Joches in Gesellschaft von Quarzit und wahrscheinlich als Mitglied der permotriadischen Serie weit unter dem Nöblacher Karbon auftretende Gestein zeigt in der Hand und unter dem Mikroskop den Typus dessen vom Kaiserbrünnl (1α), Reste von Korrosionsbuchten,

den in Form großer Körner jener über die spärlichen mittelgroßen Orthoklaskörner vorherrschenden Quarz mit Böhmischer Streifung.

Die Kataklyse verläuft nach den bei 1a angeführten Regeln, nur wäre bezüglich des Quarzes anzumerken, daß die sonst oft unregelmäßig kryptorupturell voneinander getrennten Leisten, welche Unstetigkeit in die parallel zu ihnen wandernde streifige Auslöschung bringen, hier manchmal sehr deutlich, scharf und gerade getrennt sind, Zwillinglamellen vergleichbar. Doch scheint mir bis jetzt die Deutung dieser scharfen Leisten als Kataklysen äquivalent den eben erwähnten näher zu liegen als ihre Auslegung im Sinne subparalleler Zwillingverwachsung.

Von ähnlichen, vergleichsweise mituntersuchten Typen aus dem Rofnaporphyr und der Blassenekserie unterschied sich dieses Gestein durch seinen viel geringeren Gehalt an Orthoklas und Serizit. Ebenso entspricht ein Porphyroid mit Korrosionsbuchten vom Roßbrand bei Radstatt den orthoklasreicheren Typen dieser Aufzählung.

5. Stilfes (Maulser Verrucano).

Schließlich ist es gelungen, in dem Maulser Verrucano, welcher die Maulser Trias im Graben bei Stilfes begleitet, neben den Arkosemyloniten mit Quarzbrocken noch einen durch Korrosionen am Quarz beglaubigten, den Tuxer Porphyroiden vollkommen entsprechenden porphyroiden Typus festzustellen, wodurch auch Lindemanns pag. 232 zitierte Deutung eines Gesteins von Zinseler eine sichere Stütze erhält. Das Gestein enthält als Einsprengling Quarz weit über Orthoklas (teilweise Mikroklin) vorwaltend; ferner Serizit, etwas Titanit, Turmalin(?) und ist ein Mylonit wie die Tuxer Äquivalente.

II. Arkosen und deren Mylonite.

Sämtliche der hier beschriebenen Typen zeigen Kataklysen, zum Teil bis zur Ausbildung phyllitischer Mylonite feinsten Kornes. Je weiter diese rupturale Phyllitisierung gelangt ist, desto unwahrscheinlicher, ja unmöglicher ist die Erhaltung eventueller Porphyroidcharaktere, so daß namentlich die ausgesprochenen Phyllonite (vgl. L. 4) zum Teil sehr wohl Porphyroide gewesen sein können. Aber auch unter mylonitischen Typen weist in vielen Fällen ein bis zum Quarzit steigender Quarzüberschuß, noch sicherer aber eine bis zum Kalkphyllit führende Anreicherung mit Karbonat auf ursprüngliche sedimentäre Entstehung. Sehr schwierig, ja unmöglich, kann dagegen durch hochgradige Phyllitisierung die geologisch so außerordentlich wichtige Erkennung jener Typen werden, welche eine sie an die hochkristalline Schieferhülle annähernde Kristallisation durchgemacht haben, deren durch die Phyllitisierung unverwischte, derselben gegenüber „reliktische“ Reste man sucht. Und so mag es vorkommen, daß auch solche sonst unter IV. möglichst abgetrennte Gebilde mit stärkerer Kristalloblastese hier manchmal mylonitisch verwischt mit vorliegen, worauf in den betreffenden Fällen aufmerksam gemacht wird.

I. Tux.

a) Eine Serizitschieferereinlage zwischen die Hochstegenmarmore des Grates Grünberg-Els, welche in Begleitung schwacher mylonitisierter Quarzserizitgrauwacken als lokale tektonische Sekundärfazies derselben auftritt, kann als Beispiel für vollständige Phyllitierung dienen. Das Gestein besteht aus einem Serizitfilz mit gleichmäßig eingestreuten dunklem Erz (wahrscheinlich Magnetit) und ebenfalls gleichmäßig verteilten scharfeckigen Quarzkörnchen (etwa zur Hälfte). Es sind keinerlei Spuren vorkataklastischer Gefügecharaktere mehr erhalten und die Wahrscheinlichkeit, mit welcher man unter diesem Gestein eine deformierte Arkose vermutet, ist eine sozusagen rein feldgeologische.

b) Eine Probe aus dem Liegenden des Hochstegenmarmors der Langen Wand zeigt ebenfalls die höchstgradige Kataklyse, welcher wir am Kontakt mit den Gneisen zwischen Grünberg und Höhlner in unserer Zone regelmäßig begegnen. In der Orientierung der Fragmente auch in dem zu Lagen ausgebreiteten Quarzmörtel waltet die Regel $\alpha' // s$ deutlich vor. Im übrigen zeigen die Quarze, von welchen auch einzelne größere Körner noch erhalten sind, normal orientierte Undulationsstreifung und Böhmische Streifung. Orthoklaskörner verschiedener Größe treten an Menge sehr zurück, manchmal läßt sich gegitterter Mikroklin erkennen, Serizit spärlich. Etwa ein Drittel des gesamten Bestandes entfällt auf lamelliertes Karbonat, welches difuses limonitisches Infiltrat begleitet. Das Verhalten des — wie sein leichtes Aufbrausen mit Salzsäure zeigt — Ca-reichen Karbonats im Gefüge weist darauf hin, daß seine Kristallisation regenerierend nach der Mylonitierung des Gesteins erfolgte, denn es umschließen größere unverletzte Kalzitkörner Quarz von der Form der ruptuellen Fragmente. Übrigens wäre die Erhaltung der manchmal ziemlich großen Karbonatkristalle während der lebhaften Teilbewegungen im Gefüge, welche die Quarzkataklyse abschätzen läßt, schon technologisch unwahrscheinlich genug.

Das Gestein ist in seinem jetzigen Zustande ein kalkreicher Quarzorthoklas-Mylonit bis -Phyllonit mit grobkristallin regeneriertem Karbonat. Der Vorläufer dieser Phase ist wahrscheinlich eine der Kalkarkosen, wie wir sie geologisch unserem Vorkommen ganz äquivalent, anderwärts besser erhalten in Gesellschaft des Hochstegenmarmors finden; wenigstens fehlen Anzeichen einer älteren Kristallisationsphase, welche die Deutung des Gesteins als Diaphthorit eines Kalkglimmerschiefers stützen könnten, vollständig. Es wären für diesen Fall namentlich Albit und die bekannten Akzessorien (Granat, Amphibole) als Relikte zu erwarten.

Etwas weiter im Westen finden wir zwischen Hochstegenmarmor und Porphyrgneis (bis Augengneis) des Kriekars ein Gestein, welches, in der Hand ein roter Quarzit, unter dem Mikroskop nicht wenig Orthoklas enthält in Gestalt großer randlich abgescheuerter Körner. Diese zeigen eine sonst an Orthoklas nicht oft beobachtete Undulationsstreifung bald nach α' , bald nach γ' . Serizit findet sich nur in Spuren, Karbonat fehlt. Am anschaulichsten wird

die Kataklyse wieder in dem weit überwiegenden Zwischengewebe aus undulösen verzahnten Quarzkörnern, ohne gemeinsame Orientierung. Es ist hierzu allerdings anzumerken, daß die Orientierung des Schlifflages unsicher ist und bei Annäherung der Schlifflage an die Schieferungsfläche s das Undeutlichwerden einer eventuell vorhandenen Quarzgefügeregel, γ' subnormal zu s , im sensiblen Feld zu gewärtigen wäre, ohne daß noch die Dunkelheit der Quarze bei ausgeschaltetem Gips sehr auffällig zu sein brauchte. Es eignen sich zum Studium solcher Regeln besser der Quer- und (bei vorhandener Streckung) der Längsschnitt als der „Hauptbruch“ des Schiefers.

c) Der eben beschriebene Mylonit gehört der unteren Serie (einer Hochstegenserie im engeren Sinne) an. Ein der über dieselbe überfalteten Serie angehöriges Gestein (nördlich vom Riffeljoch) mit Kalkknollen, erweist sich unter dem Mikroskop als ein auch an diffusem, lamellösem, grobkristallinem Kalzit reiches Gestein.

Auch hier wird der im Vergleich zu dem vollständig zerriebenen Quarz auffallend intakte Kalzit in dieser Form als Ergebnis regenerativer posttektonischer Kristallisation genommen. Daneben fehlt es nicht an äußerst feinkörnigen Lagen. Der in etwas größeren, nunmehr verbogenen Blättchen vertretene Muskovit läßt vielleicht auf eine etwas vorgeschrittenere Kristallisation vor der Mylonitisierung schließen als bei den bisher beschriebenen Typen. Den größeren von Serizit-Quarz-Zwischenmasse umflossenen Orthoklasen mit tropfigen Quarzeinschlüssen sind wir früher begegnet. Im übrigen gleicht dies Gestein vollständig dem später vom Kaserer ausführlich beschriebenen (vgl. pag. 230).

d) Es bleiben hier schließlich noch als Begleiter des Hintertuxer Porphyroids und demselben äußerlich sehr ähnlich zwei Typen anzuführen. Eine Probe der Grauacke zwischen Hintertux und Tuxerjoch (Steig) zeigt eine höchst kataklastische Quarzserizitgrauacke mit spärlichen Orthoklaskörnern (auch Zwillinge). Der Quarz ließ in einem Falle einen Winkel von 30° zwischen Böhmischer Streifung und α' messen. Das Gestein unterscheidet sich von den deutlichen Porphyroiden und einer Tarntaler Grauacke (zwischen Walchen und Lizum) durch gröbkörnigere und quarzreichere Zwischenmasse; ein Mylonit, wahrscheinlich einer Arkose oder deren kristallinen Derivates.

e) Ziemlich stark unterscheidet sich von diesem das zweite Gestein (vom Kaiserbrünnl), in welchem ausnahmsweise Kataklyse keine Rolle spielt. Dieses Gestein zeigt ein sehr gleichmäßiges Gewebe aus gleich großen Körnern von Quarz und Feldspat zu etwa gleichen Teilen. Der Quarz zeigt normale Undulation und Böhmische Streifung. Der Feldspat ist überwiegend Kalifeldspat. Der Orthoklas ist sowohl mit tropfenförmigem Quarz als häufig verwachsen-fleckig mit Plagioklas (nahe Albit) verwachsen bis zu vollständiger Vertretung Muskovit ist in kleinen Schüppchen sehr spärlich gleichmäßig verteilt oder in kleinen Nestern angeordnet. Kalzit ist etwas vorhanden. Ebenso limonitische Lösung. Die Feldspatkörner zeigen deutliche Vorliebe für gedrungen rechteckigen Querschnitt. Trotz der geringen Kataklyse ist die Diagnose des Gesteines keine sichere, wo es sich um die Entscheidung zwischen Arkose und Aplit handelt.

Es fehlt die mit Sicherheit auf Gefügebewegung weisende kataklastische Friktions- oder Fluidalstruktur und es scheint sich um einfache Pressung zu handeln (rupturelle Pressung), welche zwei Dinge etwa als mobile und (relativ) stabile Kataklase zu unterscheiden in vielen Fällen leicht möglich und gewiß von Wert wäre für eine eingehende Analyse des Diastrophismus eines Gebietes. Da die mobile Kataklase die Regel ist, wird hier nur der relativ stabile Charakter eigens vermerkt.

2. Schmirntal.

a) Im Liegenden der Kalke und Quarzite der Schöberspitzen ist zunächst ein mikroskopisch dem Mylonit von der Riffelscharte (pag. 229) sehr ähnliches Gestein anzuführen. Bezeichnend ist für diesen Mylonit ein Gegensatz zwischen zahlreichen rupturrell umrandeten größeren Orthoklaskörnern und der höchst kataklastischen, aus beträchtlich kleineren Quarzfragmenten, Serizit und Kalzit, bestehenden Zwischenmasse. Ehemalige größere Quarze dagegen scheinen nur noch durch Nester zerpreßten Quarzes angedeutet. Korrosionen gelangten nicht zur Beobachtung. Der Orthoklas ist manchmal randlich Mikroclin, gleich einigen freischwimmenden kleineren Fragmenten. Das Gestein ist ein rupturreller, kalkhaltiger Orthoklas-Serizitphyllit ohne Anzeichen vorheriger Kristallisation und war also wahrscheinlich eine Arkose oder ein Porphyroid.

b) Ein Gestein vom Kleinen Kaserer, also etwas südlicher, aber noch über dem basalen Graphitkonglomerat dieses Berges, erwies sich — in der Hand nicht unterscheidbar von grauem Porphyroid — u. d. M. als zu hochgradig mylonitisiert, um diese Diagnose beweisen zu lassen. Größere Quarze sind da und dort noch als kataklastische Nester angedeutet, treten aber, wie schon am Handstück ersichtlich, sehr gegen die Orthoklase zurück, welche, randlich Mikroclin und von der Zwischenmasse rupturrell fluidal umflossen, zuweilen ebenfalls in Nester zerfallen aus Körnern mit subparallelem α' und mit viel weicheren Umrissen, als man sie bei analogen Quarzfragmenten findet. Außerdem zeigen sich die Orthoklase von tropfenförmigem Quarz durchsetzt und (oft nach der Spaltbarkeit) von ausheilenden Quarzgängen durchzogen. Erstere Erscheinung, welcher wir schon mehrfach begegneten, ist als granophyrische Primärstruktur von Porphyroorthoklasen deutbar. Dazu ist aber anzumerken, daß am Oligoklas der Augengneise ganz dieselbe Erscheinung oft hervortritt (vgl. zum Beispiel pag. 269). Lamellierter Plagioklas (nahe Albit) ist spärlich vertreten. Die Gefügeregel $\alpha' // s$ (vgl. L. 4) ist am kataklastischen Quarz der Zwischenmasse gut ausgebildet und macht auch die rupturrell fluidalen Windungen der Zwischenmasse, zum Beispiel wo sie sich um Orthoklaskörner schmiegt, mit. Dabei schmiegen und biegen sich die im Schliß zerfaserten und verflochtenen Streifen gleichenden Quarze in einer Weise, welche entschieden den Eindruck einer für Quarz ungewöhnlichen Plastizität erzeugt. Der Umstand, daß diese Quarzbänder lebhafteste Undulation zeigen und ein System dünner, in der optischen Orientierung nicht stark voneinander ab-

weichender, aber scharf mit rauher Kontur voneinander getrennter Kristallplatten darstellen, welche eben die Schieferungsebene an solchen Stellen ausdrücken, kurz sozusagen die (eben durch die geringe „Mächtigkeit“ und „Ausdauer“ der Quarzlagen selbst) betonte Ausprägung des durch die rupturellen Teilbewegungen sonst im Gefüge angestrebten s scheint mir eher gegen die Annahme zu sprechen, daß diese Erscheinung einer regenerativen Kristallisation von Lagen pulverig zerriebenen Quarzes ihr Dasein verdanke. Man wird dieser Erscheinung, welche ich als Lagenquarz bezeichne, im folgenden öfter begegnen, immer in Myloniten. Bei regenerativer Kristallisation wäre wohl eine Verwischung des solchen Lagenquarz (sofern nicht nur eine Lage vorhanden) durchziehenden s zu erwarten und ich denke deshalb und wegen des Umstandes, daß dieser Lagenquarz stets die in Myloniten häufige Gefügeregel $\alpha' // s$ zeigt, an erzwungene Homöotropie, was die physikalische Deutung der Sache anlangt (vgl. L. 4).

Fig. I.

Lagenquarz mit $\alpha' // s$ in Mylonit vom Kleinen Kaserer.

c) Ein zweiter, demselben Gehänge (Kaserer gegen Nord) entnommener Typus gleicht im Handstück zum Teil einem Quarzphyllit mit Spuren von Kalzit, zum Teil einer sehr grobkörnigen (Orthoklas), sehr kalkreichen, glimmerarmen Arkose (Grauwacke). U. d. M. besteht das erstere Gestein aus Kalklagen, Quarz und etwas Orthoklas, Mikroklin und Muskovit; das zweite ist reicher an Orthoklas, sehr reich an Serizit, ärmer an Kalzit, beide Gesteine sind stark kataklastische, kalkreiche Quarz-Orthoklas-Serizitphyllite.

d) Ein Gestein aus dem Bachboden im Hintergrund des Wildlahnertales, äußerlich ein Grauwackengneis, besteht u. d. M. überwiegend aus höchst kataklastischem Quarz, welcher α' subparallel s vorherrschend zeigt, aus Orthoklas mit Quarztropfen, Muskovit in verbogenen kleinen Schüppchen und Pyrit. Auch dieses Gestein ist ein Mylonit ohne sichere Reste stärkerer Kristalloblastese.

3. Lizum.

An die beschriebenen kalkreichen Typen reiht sich die Grauwacke vom Eiskarspitz bei Lizum. Diesen Vertreter der von F. E. Sueß ausführlich (L. 5) beschriebenen Tarntaler Quarzserizitgrauwacken bezeichnet ein hoher Gehalt an Fragmenten dichten braunen Dolomits. An solchen Fragmenten läßt sich sehr gut beobachten, daß eine dieselben aufzehrende Neukristallisation des Karbonats erfolgte, welches zu der Korngröße und Anordnung führt, die an den Tuxer Typen vorgefunden und als regenerative Kristallisation nach der Kataklyse gedeutet wurde. Diese Deutung ist hier noch viel sicherer. In allem übrigen entspricht dieser Mylonit mit Resten serizitisierter Orthoklase und mehr oder weniger zerpreßten großen Quarzen petrographisch vollkommen den porphyroidähnlichen Tuxer Arkosen mit Kalk. Den Porphyroiden selbst entspricht ein zwischen Walchen und Lizum gesammeltes ebenfalls kataklastisches Gestein, welches sehr gut den Gegensatz zwischen Grundmasse und Einsprengling, aber freilich keine Korrosionen mehr zeigt.

4. Stilfes bei Sterzing.

Den hier beschriebenen Arkose- und Porphyroidtypen, das heißt deren Myloniten, entspricht, wie dies ein geologischer Kenner der Serien des Tauernwestendes nicht anders erwartet, ein die Maulser Trias bei Stilfes begleitender Serizitmylonit. Die Feldspate dieses Gesteines sind freilich restlos serizitisiert, größere Quarzindividuen mit Böhmscher Streifung noch vorhanden, meist aber ebenfalls in Nester und Ströme ohne Regel zerlegt, wobei eine Neigung der Fragmente, „mosaik“artig aneinander zu schließen, anzumerken ist.

Ebenfalls hierher (zu den Grauwacken oder dem Verrucano von Mauls) ist das Gestein zu stellen, welches Lindemann (L. 2, pag. 550 ff.) am Zinseler fand und gewiß mit vollstem Recht und viel Verdienst mit Porphyroiden des Taunus, des Permiano von Carrara und Graubündtens verglich. Das letztere harmoniert gut mit einigen Vergleichen, welche ich bezüglich der nun am Tauernwestend in weiter Verbreitung nachgewiesenen Porphyroide versucht und angeregt habe (L. 3 und Verhandl. d. k. k. geol. R.-A. 1910, Nr. 16, und 1911, Nr. 15).

Wegen des Ausbaues solcher Vergleiche führe hier noch zwei Arkosen an. Die eine vom Blasseneck über Treglwang (wo schon Heritsch unzweifelhafte Porphyroide nachgewiesen hat) entspricht in bezug auf Komponenten (Orthoklas zum Teil mit Albit verwachsen, lamellierter Albit, Quarz mit Böhmscher Streifung, Serizit) und Gefüge vollkommen manchen mylonitischen Tuxer Arkosen, an welchen ein gewisser Gegensatz zwischen den Korngrößen noch an Porphyroide erinnert und welchen Reste eines kristalloblastischen Gefüges fehlen.

Das andere Gestein ist ein Serizitquarzit aus dem Flitzengraben (bei Gaishorn, Steiermark). Noch u. d. M. ähnelt das Gestein bei geringerer Vergrößerung einem gleichmäßig gefügten

Serizitquarzit. Die Beckesche Beleuchtung aber ergibt sogleich, daß etwa ein Drittel der Körner Orthoklas ist. Der Orthoklas ist (selten) mit Albit verwachsen, zum Teil granophyrisch vom Quarz durchsetzt, oblonge Körnerquerschnitte sind die Regel. Albit tritt auch selbständig auf. Der Quarz zeigt die Böhmsche Streifung.

Dieser Typus erinnert sehr an den obenbeschriebenen, gleichmäßig gewebten vom Kaiserbrünnl bei Hintertux.

III. Quarzite.

Anhangsweise mögen hier einige biotitfreie und serizitarme Quarzite vermerkt werden, deren Mangel an Feldspat nicht gestattet, sie gleich manchem anderen Gestein, welches jedermann in der Hand als Quarzit anspricht, zu den Arkosen oder Gneisen zu stellen.

1. Tux.

a) Auf dem Gipfel des Penkenberges bei Maierhofen liegt in Gesellschaft von Quarzphyllit, demselben eingeschaltet, ein Quarzit mit rostenden Poren, welche auch u. d. M. keinen Rest ihrer wahrscheinlich karbonatischen ehemaligen Füllung zeigen. Das Gestein besteht im übrigen vollständig aus undulosem Quarz und etwas gleichmäßig verteiltem Serizit. Die Böhmsche Streifung tritt ausgezeichnet hervor meist nach der Regel // α' . In Schnitten annähernd $\perp c$ jedoch ließ sich beobachten, daß der Winkel zwischen Streifung und α' größer wurde. Dies weist darauf hin, daß die Böhmsche Streifung durch eine nicht genau der Fläche (0001) entsprechende Inhomogenität bedingt ist.

b) Ein Kohlenstoffquarzit vom N-Grat des Grünberges erwies sich gleich dem pag. 228 erwähnten Serizitphyllonit als stark kataklatisch. Die größeren Körner sind fast alle zu Mörtel geworden. Die kohlige Substanz ist an den Muskovithäuten angereichert. Man findet keine Spur der Akzessorien (Cyanit), welche diese Graphitquarzite sonst so häufig durchsetzen und am Wolfendorn wegen ihrer besonderen Größe bekanntgemacht haben.

c) Zwischen dem basalsten Quarzit und dem Hochstegenmarmor der Langewand liegt ein Quarzit, welcher weißliche, etwa erbsen- bis bohngroße Quarze in dichter brauner Zwischenmasse gleichmäßig verteilt zeigt. Dieses Gestein ist ein Bestandteil einer sehr ausdauernden Zone stärkster Mylonitisierung zwischen Quarzit und Marmor und selbst ein Mylonit, welches Urteil sich u. d. M. bestätigt. Außer allen Erscheinungen gewöhnlicher Quarzkataklase ließ sich die an deformiertem Quarz bekannte optische Zweiaxigkeit mit dem Austritt der spitzen Bisektrix in Schnitten $\perp c$ beobachten. Die Kataklase hat nicht zum Vorherrschen der Regel $c \perp s$ geführt, sondern die Quarzfragmente haben häufig die ungefähre Orientierung des Korns, dem sie entstammen.

2. Pfitschtal.

An einem kalzitreichen Quarzit nördlich von St. Peter im Valsertal bei St. Jodok ist ebenfalls nur hochgradige Kataklase anzumerken. Dagegen zeigt ein Kohlenstoffquarzit aus dem Graben

beim Walchhof im Pfisch rein kristalloblastisches Gefüge und als wichtiges Akzessorium den in den Kohlenstoffquarziten des Tauernwestendes und des Rüdnauntales (zum Beispiel an der Zirmaidscharte bei Ratschinges besonders schön ausgebildet) sehr häufigen Rhätizit.

Dieses Mineral ist hier einzeln und als farbiges Aggregat sehr kleiner Stengelchen vertreten, welche starke einfache Brechung und etwas höhere Doppelbrechung als Quarz zeigen, negativen optischen Charakter und die optische Orientierung des Disthens nachweisen ließen. Sie behaupten ihre Gestalt gegenüber Quarz. Letzterer füllt zuweilen sehr ausgeprägte, Korrosionsbuchten gleichende seitliche Buchten der Cyanitstengel; ein Verhalten, welches an außerordentlich schöne derartige Quarzbuchten erinnert, welche ich an Klinozoisit der dioritischen und gabbroiden Amphibolite vom Weißhorn im Sarntal kenne. Pleochroismus ist nicht wahrnehmbar.

Die kohlige Substanz versammelt sich im Disthen und meidet den Quarz, namentlich dessen größere Körner vollständig. Im auffallenden Lichte ist sie graphitisch glänzend krümmelig. Eine subparallele Anordnung der Quarzkörner fehlt auch in den größeren Nestern gänzlich, was man als einen gewissen Hinweis nehmen kann, daß diese nicht einzelnen zerpreßten Individuen entsprechen. Undulöse Auslöschung ist nicht häufig. Das Gestein ist also sekundär kristallin, nicht kataklastisch. Es zeigt sichere psammitische Relikte in Gestalt von Quarzkörnern bis -geröllchen, ist also ein „Blastopsammit“, oder der den Tuxermarmor des Grünbergs begleitende Graphitquarzit als Graphitglimmerschiefer ausgebildet.

3. Hochfeller.

An einem Quarzit zwischen den beiden Marmorlagen des Hochfeilers tritt kristalloblastisches Gefüge ganz an Stelle kataklastischer und primärklastischer Struktur. An den Körnern des lückenlos verzahnten Quarzgefüges ist scharf leistenförmige (nach *c*) Abänderung der optischen Orientierung (Zwillingsbildung?) häufig zu bemerken; Undulationsstreifung selten. Außer gleichmäßig verteilten, unversehrten, ungeordneten Muskovitschüppchen ist noch etwas Magnetit, Titanit (in Krümen) und Apatit zu sehen. Das Quarzgefüge zeigt keine Regel.

Dagegen ist die Quarzgefügeregel α' subparallel *s* sehr gut an dem ebenfalls ungestört kristallinen Mosaikgefüge eines dem eben beschriebenen im übrigen ganz gleichen Quarzits aus dem Quarzphyllit des Vikartales ausgesprochen, was als ein Fall von Quarzregelung in nichtkataklastischem, kristalloblastischem Gefüge bemerkenswert ist. Der Quarz einer Knauer im genannten Phyllit zeigte ausgezeichnete Böhmsche Streifung und Leisten.

Etwas stärkere Störung des kristallinen Gefüges als die erwähnten Quarzite zeigt ein Quarzit aus der Rensenzone (Weg zur Unterkircher Alm bei Pfunders). Dieselbe äußert sich jedoch erst in etwas häufigerer Undulation des Quarzes manchmal mit feinen Rupturen // *c* und hat die zahlreichen gedrungenen Muskovitschüppchen unverändert gelassen.

Unter diesen Quarziten haben wir schon an geologisch äquivalenten graphitführenden und -freien Quarziten jeweils hochkristalline Ausbildung und kataklastische ohne Reste hochkristalliner Ausbildung angetroffen. Es ergibt sich jetzt die Frage, ob sich Schiefer finden lassen, welche man als hochkristalline oder hochkristallin gewesene Korrelate unserer Arkosen auffassen darf, wofür die geologischen Befunde im Felde sprechen. Der Verfasser ist der Ansicht, daß es derartige Produkte der Schieferhüllenmetamorphose tatsächlich gibt.

IV. Sekundärkristalline Vergleichstypen mit Arkosen und Porphyroid.

Unter „Vergleichstypen“ sind hier zunächst solche Gesteine gemeint, welche trotz kristalliner und rupturer Metamorphose, abgesehen von Gründen für stratigraphische und tektonische Äquivalenz, lithologisch vergleichbar sind. In manchen Fällen hat freilich die Untersuchung u. d. M. die aus den letztgenannten Gründen gehegte Erwartung, psammitische Relikte zu finden, enttäuscht, namentlich indem sich der Grad kristalliner Umbildung als ein im Handstück, manchmal, wie sich zeigte, infolge nachträglicher Kataklyse, unterschätzter erwies. Da nun, unbeschadet der Geltung geologischer Gründe für Gleichstellungen, eine möglichst sorgfältige Abtrennung der tatsächlichen petrographischen Gründe für spätere Theorien angestrebt wird, so finden hier unter IV. auch einige zweifelhafte oder schon rein kristalline Typen Besprechung. Andere, schon sehr hochkristalline Typen mit teils ziemlich sicherer, teils zweifelhafter makroskopischer Geröllführung findet man später (pag. 245 ff.) besprochen.

Leider bedarf gerade die Bearbeitung der für die Theorie des Gebietes entscheidenden Stelle unseres Gebietes, die Umbiegung der Schieferhülle in die höchstkristalline Greinerzone am Brenner, woselbst sich (Graben zur Steinalm) die Albitkarbonatgneise der hochmetamorphen Hochfeiler- (und Sengeser-) Serie mit den Tuxer Arkosen und Porphyroiden begegnen, noch weiteren Schlimmmaterials.

a) Als Begleiter der Kalk- und Dolomiteinschaltung am Tuxer Joch tritt ein für den ersten Blick einem Gneise sehr ähnliches Gestein auf, an welchem grauliche Schmitzen auffallen. U. d. M. zeigt das Gestein vorherrschend Quarz und Kalzit, daneben größere lamellierte Albitkörner und größere Muskovitschüppchen, als bisher zu beobachten waren. Die bessere Ausbildung der Muskovitblättchen, der lückenlose, ohne Mörtelbildung verzahnte Zusammenschluß der Quarzkörner verleihen dem Gefüge ein deutlicher kristalloblastisches Aussehen als den bisherigen; ob die Albite Neubildungen sind, war infolge des Mangels an Reliktstrukturen nicht sicher zu entscheiden, Orthoklas nicht nachzuweisen. Die schon zu höher kristallinen Typen überleitenden Zeichen kristallinen Gefüges sind betroffen, aber nicht verwischt, durch spätere Kataklyse. Zeichen der letzteren sind die durchweg undulöse Auslöschung der Böhmsche Streifung zeigenden Quarze, manchmal mit gleichsinnigen Rupturen (subparallel *c*) verbunden, ferner, und besonders als Zeichen postkristalliner mechanischer Deformation (Kataklyse im weiteren Sinn) schätzbar, Verbiegung

der Glimmer. Von besonderem Wert aber ist eine Spur, welche die erwähnten zwei Phasen der Gefügebildung als primärklastisches Relikt überdauert hat. Dieselbe besteht darin, daß, gleichwie in der beschriebenen Arkose vom Eiskar, Fragmente dichten, nicht unkrystallisierten dunklen Dolomits erhalten geblieben sind und das Gestein als ursprünglichen Psammit noch mit beschriebenen Arkosen zu vergleichen gestatten, deren höher kristalline, etwas kataklastische Form es petrographisch darstellt und als deren geologisches Äquivalent seine Begleiter es zu betrachten gestatten.

Der Verlauf der Gefügebildung ist: Arkosebildung, Kristallisation, schwache Kataklastose.

Ganz neben das eben beschriebene Gestein zu stehen kommt ein etwas höher kataklastischer Typus von derselben Lokalität, bestehend aus Kalzit und Quarz zu gleichen Teilen und wenigem Muskovit. Der Quarz läßt stetige Deformation durch wellige Biegung der Böhmschen Streifung erkennen.

b) Ein anderer Gneis (gleich nördlich vom Diabas am Tuxer Joch) zeigte große Quarzkörner mit Streifung und große lamellierte Albite, welche beiden sich aus einem feinkörnigeren Gefüge hervorheben. Letzteres besteht aus den beiden genannten Mineralen mit rasch wechselnder Korngröße und zeigt außerdem etwas größeren Orthoklas (selten), ferner Muskovit und Biotit in Schüppchen von mittlerer Größe zu etwa gleichen Teilen. „Serizit“ bildet sich hier randlich aus Feldspat, wobei dieser meist lamellierter, manchmal auch gleichmäßig vom Serizit durchsetzter Albit ist. Derartige „Serizit“-Albite lassen sich in später zu beschreibenden Gesteinen sehr wohl von anderen Albiten, zum Beispiel klaren nichtlamellierten oder klaren lamellierten, unterscheiden. Über den Chemismus dieses Serizits und darüber, ob es sich wirklich um Muskovit handelt, sind mir keine Angaben möglich.

Bezüglich der Reihenfolge der Gefügebildung gilt auch hier, daß die (deutliche) Kataklastose jünger oder höchstens gleichalt ist im Hinblick auf die Kristallisation. Die Herleitung des Gesteins aus einer Arkose ist aus dem Gefüge nicht mehr erweislich, seine Kristallinität rückt es, ohne daß deren hohe Kristallinität erreicht wird, in die Nähe der kristallinen Schieferhülle; der postkristalline Charakter seiner Kataklastose und die geologischen Verhältnisse sprechen nicht gegen die Hypothese, daß hier tatsächlich eine prätektonisch in geringerer Entfernung von den Zentralgneisen umkrystallisierte tektonische Einschaltung vorliege.

c) Die petrographische Untersuchung hat bei mehreren Typen, welche im Felde vollständig Grauwacken gleichen und als solche bezeichnet wurden, ergeben, daß gradweise Mylonitisierung höher kristalliner Typen vorliegt und sekundäre Kataklastose im Handstück psammitisches Gefüge vortäuschen kann.

Als Beispiel sei eine „Grauwacke“ unter dem Kalk der Tuxerklamm angeführt, welche dort als Mitglied einer weiter oben im Gehänge noch deutlichen Porphyry- (Zentral-) Gneis enthaltenden Schichtfolge auftritt. U. d. M. rückt das Gestein ganz in die Nähe der peripheren Zentralgneise und ist als deren Diaphthorit und nicht

mehr als Grauwacke zu bezeichnen. Es enthält gestreiften Quarz, Biotit in derben Schüppchen, reichlich gut umgrenzten Epidot, mit Albit verwachsenen Orthoklas von tropfenförmigem Quarz durchsetzt, wie er häufig die Augen der peripheren Gneise bildet; trüben einschlußreichen und klaren stufig lamellierten Albit.

Das Gefüge zeigt erhebliche Kataklaste, Undulation und Nester zerpreßten Quarzes, ja sogar das Bild einer kataklastischen Fluidalstruktur, deren Verhältnis zur Kristallisation sich nicht sicher genug analysieren ließ, um die Tatsache, daß diese Fluidalstruktur einen weniger rupturrellen Charakter zeigt als in den Porphyroidmyloniten, näher zu deuten.

Bezüglich des Mineralbestandes bemerkt man, daß sich derselbe von dem sicherer kristalliner Grauwacken qualitativ höchstens durch den Epidot unterscheidet.

d) Gegen Süden an den Amphibolit des Tuxer Joches unmittelbar angrenzend fand sich ein Gestein, welches sich von den bisher beschriebenen namentlich durch seinen Chloritgehalt unterscheidet. Biotit ist sehr selten, der oft mit Chlorit parallel verwachsene Muskovit dürfte etwa ein Fünftel der Glimmer ausmachen. Orthoklas findet man in einzelnen trüben Körnern, Albit dagegen reichlich etwa in gleicher Menge wie Quarz vertreten. Letzterer ist manchmal gestreift und immer undulös, zum Teil rupturrell undulös. Akzessorisch treten Titanitkörnchen und gedrungene Turmalinsäulchen hinzu. Die Struktur wäre etwa als ein Gefüge verzweigter Körner zu bezeichnen, welches weder für Kristalloblastese noch für normale rein rupturrelle Kataklaste entscheidet.

e) Dagegen tritt starke Kataklaste als jüngste Gefügebildung wieder zweifellos hervor bei einem Schiefer 100 m nördlich von der Frauenwand (bei Hintertux). Das Gestein ist ein wahrer Phyllitmylonit. Die Glimmerhäute, in welchen neben Muskovit ehemaliger ausgebleichter Biotit, von limonitischer Lösung begleitet, vertreten ist, und die Feldspatäugen (mit Albit verwachsener Orthoklas) kämen auch peripheren Zentralgneisen zu, die sehr zahlreichen gleich den Feldspaten stark gepreßten, oft randlich zermörtelten oder ganz zu Körnernestern rupturrell deformierten gestreiften Quarze erinnern aber doch sehr an porphyroide Grauwacken. Es ist dies einer jener, der Tuxer Grauwackenzone beigemischten Phyllonite, bei welchen die Herkunft aus hochkristallinen Schieferhüllgliedern, vielleicht schon aus „Zentralgneis“ wahrscheinlich ist.

f) In dem außerordentlich reichen Profil des Kleinen Kaserer (Schmirn) tritt als Liegendstes unmittelbar über den Zentralgneisen und als Mitglied einer bunten Schichtfolge, welche unter anderem auch Granatphyllit als sicheres Schieferhüllenkristallin enthält, eine Kalkarkose auf, deren Kristallisation sie etwa zwischen Arkosen der Tuxer Zone und höchstkristalline Kalkglimmerschiefer (des Greiner Zuges zum Beispiel) stellt. Leider erschwert auch hier Kataklaste die Beurteilung der beiden anderen Gefügebildungen. Das sehr reichliche (etwa ein Viertel) lamellierte Karbonat zeigt deutlich die Tendenz, sich nicht nur in Lagen, sondern auch in Nestern von rhombischem Querschnitt anzuordnen, was den Eindruck eines Überganges zu den in den

höchstkristallinen Schieferhülletypen oft so bezeichnenden größeren Karbonatnestern bis einheitlichen Spatrhomboedern erweckt.

Der Quarz zeigt außer der (vielfach rupturellen) streifigen Undulation auch scharfe Leisten nach *c* und die Böhmsche Streifung. Plagioklas und Biotit fehlen, Orthoklas ist als sehr großes einzelnes Korn beobachtet. Die Ausbildung des reichlichen Muskovits ist nicht gut kristallin, mehr serizitisch.

Akzessorisch treten spärliche kleine, langrechteckige Querschnitte eines Minerals hinzu, welches sich optisch als wahrscheinlich Cyanit bestimmen ließ. Als psammitisches Relikt möchte ich größere, glattrandige, elliptische Querschnitte von Quarzkörneraggregaten betrachten.

g) Ähnliches Vorwalten kristalliner Gefügebildung über rupturelle läßt sich an einem geologisch äquivalenten Schiefer aus der Bachschlucht im Hintergrunde des Wildlahnertales beobachten. Zur Metamorphose der einen Art, wie wir sie als Dynamometamorphose an den weiter vom Gneis entfernten Typen vorwalten sahen, gehört hier außer der verhältnismäßig zurücktretenden normalen Quarzkataklase und kataklastischen Umgrenzung der Einsprenglinge von teilweise mit Albit verwachsenem, oft perthitischem Orthoklas und von Albitoligoklas, vielleicht auch die Verglimmerung von Feldspat. Der in Form wohlausgebildeter Schüppchen // *s* angeordnete, über Muskovit vorwaltende sehr frische Biotit ist bemerkenswerterweise ganz unlädert. Die Kataklase scheint freilich nicht stark genug ausgebildet, um die Möglichkeit auszuschließen, daß der Biotit sie lediglich überdauert habe. Als Begleiter des Biotits sind reichlich Zirkonsäulchen anzuführen.

Der Quarz der grobkörnigen Zwischenmasse zeigte keine Streifung, aber zuweilen die schon an anderen, reiner kristallinen Gefügetypen hervorgehobenen Leisten nach *c*. Er tritt gegenüber den größeren Feldspaten und denen der Zwischenmasse (Oligoklasalbit nahe $Ab_4 An_1$) zurück. Das Gestein ist in seinem jetzigen Zustande als ein Gneis zu bezeichnen, dessen Herkunft aus dem Gefüge nicht deutbar ist, und wurde hier mehr als Seriengenosse des eben beschriebenen Kalkglimmerschiefers vergleichshalber erwähnt. Im Handstück ist das Gestein äußerst feinkörnig grau mit spärlichen hanfkorngroßen Feldspatäugen. Ein knolliger Einschuß, dessen Geröllcharakter ich für unsicher halte, denn es könnte sich sowohl um eine kristalline Konkretion als um eine tektonische Knolle (zum Beispiel entstanden durch Zerreißen einer gefalteten und griffelförmig gestreckten Einlage) handeln, bestand nur aus Quarz mit scharfen Leisten nach *c* und Streifung und Orthoklas mit Andeutung von Kristallform und etwas ausgelaugtem Eisenerz. Quarz und Feldspat treten als Einschlüsse ineinander auf. Von den Knollengneisen, in deren Nähe das Gestein dadurch zu stehen kommt, wird später ausführlich die Rede sein.

h) Viel näher steht den Arkosen ein Typus vom Hohen Noppf (Schmirn), welcher namentlich vermöge des Gegensatzes zwischen großen, zum Teil nur randlich zerpreßten, zum Teil zu Nestern zerquetschten Quarzen und der Zwischenmasse an porphyroide Grau-

wacken erinnert. Der reichliche Muskovit ist gröber kristallin als bei dem oben (pag. 226) von derselben Lokalität erwähnten Porphyroid.

Diese Muskovite (bis Serizit) sind als Zeugen etwas stärkerer Kristallisation nachmals verbogen und gestaucht worden in einer mechanisch deformierenden Phase, welche das Gefüge bis zur Bildung kataklastischer Fluidalstruktur mobilisierte. Das Gestein ist ein Phyllitmylonit wahrscheinlich einer prätektonisch etwas höher kristallisierten Arkose. Es enthält außer den genannten Mineralen noch Orthoklas, auch in sehr großen Körnern, und etwas Albit.

i) Das nächste Gestein stammt von der Huttnerbergalm (Valsertal bei St. Jodok) und ist ein Mitglied der Serie über dem Hochstegenkalk der Saxalpenwand. Das für den ersten Blick einem sehr hellen Gneise ähnliche Gestein erweist sich schon durch ziemlich hohen Gehalt an lamelliertem Kalzit als Paragneis oder -schiefer. Oblonge, bis zu 1×1.5 cm große scharfrandige Nester rupturrell in gestreifte Körner mit subparallelem α' zerlegten Quarzes kann man als psammatische Relikte wohl am besten verstehen. Das übrige Gefüge ist sehr reich an ganz unregelmäßig umrissenem Orthoklas mit sehr ungleicher Korngröße. Kataklase ist vorhanden. Bei der mangels aller Experimente bisher kaum überwindlichen Schwierigkeit, das technologische Verhalten eines so komplizierten Systems, wie des vorliegenden Quarz (Orthoklas)-Kalzit-Glimmergemenges, bei Teilbewegung im Gefüge a priori zu beurteilen, muß es dahin gestellt bleiben, ob man die undulösen Quarzkörner und Orthoklaskörner mit rasch wechselnder Korngröße als rupturrelle Fragmente zu betrachten hat. Und selbst bezüglich des Glimmers (ausschließlich Muskovit) ist es nicht ganz sicher, ob derselbe nie über seinen annähernd serizitischen Habitus hinaus kristallisiert ist oder mechanisch wieder auf einen solchen reduziert wurde, wie dies zum Beispiel an Myloniten von Augengneisen der Tauern und der Maulser Zone erkennbar wird. An Bestandteilen ist noch trüber lamellierter Albit anzuführen.

Das Gestein ist eine kataklastische kalkreiche Orthoklas-Serizit-Quarzarkose ohne sichere Anzeichen höherer prätektonischer Kristallisation. Durch letzteren Mangel unterscheidet es sich von einem im übrigen ihm sehr nahestehenden, später (pag. 241) beschriebenen Typus von der Flatschspitze am Brenner, ebenfalls über Hochstegenkalk.

k) Äußerlich große Ähnlichkeit mit porphyroiden Arkosen der Tuxer Zone und der Blassenekserie zeigt ein körneliger Muskovitgneis von der Saxalpe am Brenner. Aus einer Zwischenmasse vorwiegend verzahnter, undulöser, wechselnd großer Körner gestreiften Quarzes, in welcher die Anordnung $\alpha' // s$ vorwiegt, heben sich unregelmäßig (wohl ebenfalls rupturrell) umgrenzte trübe Orthoklase und Lagen aus Quarzkörnern, welche sich nur durch gleichmäßige bedeutendere Korngröße von dem anderen Quarzgefüge unterscheiden (ebenfalls $\alpha // s$ vorwaltend). Die größeren Orthoklase sind zuweilen zerbrochen, kleinere, nicht mehr mit Sicherheit als Fragmente der großen deutbare Orthoklaskörner der Zwischenmasse in unregelmäßiger Verteilung spärlich beigemischt. Auch sehr spärlich ver-

retener lamellierter Albit zeigt Neigung, Nester zu bilden. Den angeführten Zeichen der Kataklyse scheinen mir die unverletzten, zu phyllitischen Häuten zusammengeschlossenen Glimmer (nur Muskovit) nicht ganz zu entsprechen. Angesichts des übrigen Gefüges, in welchem mir außer den allbekannten eben angeführten Zeichen auch die äußerst rasch und stark wechselnde Korngröße an sich für ausgiebige rupturale Teilbewegung zu sprechen scheint, darf man hier wohl die Möglichkeit in Betracht ziehen, daß die Bedingungen für die Kristallisation der Glimmer die kataklastische Phase der Gefügebildung überdauerten, wie dies oben ähnlich bezüglich des Kalzits in Tuxer Myloniten (pag. 228) angenommen wurde. Petrographisch darf das Gestein mangels psammitischer Relikte nicht als Grauwacke, wofür ich es im Felde hielt, sondern etwa als körneliger Phyllitgneis bezeichnet werden, dessen psammitische Entstehungsweise seine engen geologischen Beziehungen zu kalkreichen und quarzitischen Serien-genossen allerdings nahelegen.

1) Vielleicht den letzten Gneistypus, dessen Gefüge noch an Tuxer Arkosen erinnert, finden wir auf unserer Umwanderung des Tauernwestendes, freilich nur Stichproben entnehmend, im Graben, der von der Steinalm zum Brenner zieht. Das Gestein gleicht in der Hand einem Quarzitschiefer, verrät aber u. d. M. einen beträchtlichen Feldspatgehalt; eine Korrektur, welche einige als Quarzite betrachtete Typen erfahren mußten. Die Kataklyse ist eine hochgradige und hat fluidale Anordnung des serizitischen Muskovits (Biotit fehlt) bei rupturrell außerordentlich variiertes Korngröße ergeben, wobei aber namentlich noch große Quarze und Orthoklase mit rupturreller Umgrenzung erhalten geblieben sind. Außer fast durchweg vortrefflich gestreiftem Quarz (meist // α' , einmal aber Winkel von 34°), dem hier ebenfalls undulösen, oft perthitischen, zuweilen mit Quarz durchwachsenen Orthoklas (oft randlich Mikroklin), Mikroklin und Albit findet man mehrfach äußerst feinkörnige Quarzfeldspataggregate, welche sehr der Zwischenmasse (früher Grundmasse) mancher Tuxer Porphyroide und dem Gemengsel in deren Quarzaschen gleichen. Da überdies wirkliche Spuren von Korrosionen an Quarzfragmenten noch erhalten sind, darf man das Gestein wohl auf einen Porphyroid zurückführen. Sehr schmale, scharfe, wenig stärker brechende Säume an Orthoklas blieben mineralogisch unbestimmt (Albit?).

Bei den nun folgenden Gesteinen trage ich bei allen Gründen für deren ehemalige Entstehung als Arkosen und meiner vollsten Überzeugung hiervon Bedenken, von blastopsammitischer Struktur zu sprechen, da mir diese Bezeichnungsweise das hypothetische Moment auf Kosten des deskriptiven zu betonen scheint. Zur leichteren Verständigung sei bemerkt, daß Strukturen, wie die des „Psammitgneises“ bei Grubenmann (Kristalline Schiefer, Taf. IV, 6), hier als kristallin schlechterdings bezeichnet sind, da der Grad der Umkristallisation der Quarzkörner doch kaum abschätzbar sein dürfte; andererseits scheinen mir an dem Bilde des Blastopsammitgneises von Mayrhofen (l. c. Taf. II, 4) rupturale Teilbewegungen ausschlaggebend mitgewirkt zu haben; wie weit letztere durch die Kristallisation über-

holt und zu reinen mylonitischen Relikten geworden sind, gestattet das Bild nicht zu behaupten.

m) Ein Gestein der mannigfaltig zusammengesetzten Serie zwischen Schlüsseljoch und Flatschspitze, äußerlich den körneligen Grauwackengneisen sehr ähnlich, welche von der Huttenberg- und Saxalpe beschrieben wurden und in gleicher Lagerung wie diese (mit Quarziten über dem Hochstegenkalk), erwies sich als deutlicher kristallin bei bis auf schwache Undulation der Quarze zurücktretender Kataklaste. Namentlich sind die eine sehr gute Schieferung des Gesteines bedingenden Glimmer, welche zuweilen etwas größere Orthoklase augenartig umschmiegen, derber entwickelt. Mit dem herrschenden Muskovit ist (untergeordneter) Biotit manchmal parallel verwachsen. Kalzit ist ziemlich reichlich vorhanden. Außer größeren perthitischen Orthoklaskörnern treten zweierlei Albite auf, nämlich neben dem oben schon öfter vorgefundenen lamellierten trüben (Albit₂, s. pag. 265) einzelne große Albite mit Epidoteinschlüssen, durch ihr sozusagen glattes und klares Auslöschchen an die Albite der Sengesser Kuppel (Albit₁, s. pag. 248) erinnernd.

Das Gefüge ist zwar, wie bemerkt, kristalloblastisch, wo nicht seiner Ähnlichkeit halber mit dem von Grubenmann abgebildeten Mayrhofer Gneis blastopsammitisch zu nennen. Dennoch aber sind viele Züge in der Anordnung, wie namentlich in der Nähe der großen Körner die Glimmerverteilung, so ganz dieselben wie in kataklastisch geschieferten Tuxer Grauwacken, daß bei der geologischen Äquivalenz der beiden die Annahme, daß dieser Paragneis (Kalzitgehalt!) ein Grauwackenschiefer mit posttektonisch fortdauernder Kristallisation sei, wahrscheinlich ist (mylonitische Relikte, Blastomylonite.)

n) An einem zweiten, benachbarten, kalkfreien Typus bedingen (ebenfalls besser als bisher entwickelte) Glimmer ausgezeichnete Schieferigkeit, indem namentlich auch der an Menge zurücktretende, in vielen Greinerschiefern quer zu s angeordnete Biotit streng in s liegt (Absorption schwächer als gewöhnlich, Pleochroismus hellgelb—braun).

Orthoklas ist reichlich vertreten, siebartig vom Quarz durchwachsen. Letzterer zeigt häufig Böhmsche Streifung; wo er als Einschluß im Orthoklas auftritt, fehlt jede Spur undulöser Auslöschung.

Mikroklin dürfte an Menge dem Orthoklas nicht nachstehen. Albitindividuen mit Lamellen treten als Durchwachsung von großen Orthoklasen und in der Nähe solcher Albit-Orthoklase als kleineres Korn selbständig auf. Die Orthoklase treten zum Teil als Augenrupturell umrandet und vom Glimmer und Quarz umflossen, zum Teil zerbrochen und verflözt auf, so daß rupturale Bewegung in s, und zwar Schiebung nach manchen Bildern, sichersteht.

o) Damit haben wir an der Umbiegungsstelle der Schieferhülle höherkristalline Vertreter der Tuxer Grauwacken kennen gelernt. Im weitere Verlaufe dieser Serie treten (zum Beispiel im Graben bei Sankt Jakob im Pfitschtal) als deren Fortsetzung kalkreiche, blastopsammitische, kristalline Schiefer auf, wie sie zum Beispiel als Liegendes über dem Tuxer Gneis des Kaserer beschrieben wurden, ferner

epidotführende Glimmerschiefer bis reine Quarzite unversehrt kristalloblastischen Gefüges und ebensolche Graphit-Quarz-Blastopsammite. Noch weiter im Pfitschtal, an der Griesscharte, finden wir als Fortsetzung dieser Serie in Begleitung von Hochstegenkalk einen unversehrt kristallinen Gneis, den makroskopische Quarzgerölchen als ehemaligen Psammit und jetzigen Paragneis kennzeichnen, ohne daß anscheinend im feineren Gefüge unzweifelhaft blastopsammitische Züge vorhanden wären. Bezüglich der letzteren gehe ich hier zunächst nicht so weit wie Grubenmann (II. Aufl., pag. 13), bemerke aber, daß es mir bisher nicht möglich war, die Vergleichsstudien an den finnischen, ganz oder fast ohne rupturale Teilbewegung im Gefüge kristallisierten Schiefen auszuführen, welche für eine Präzisierung der Kriterien für psammitische und mylonitische Reliktstruktur (vgl. Sachregister) viel versprechen.

Im Gefüge dieses Gneises von der Griesscharte fehlt Kataklase bis auf seltene Undulation am Quarz und es herrscht das Bild reiner Beckescher Kristallisationsschieferung. Diese ist, wie sie mir überhaupt einer der rein deskriptiv brauchbarsten Gefügenamen der Gefügenomenklatur in Grubenmanns Lehrbuch zu sein scheint, auch hier sehr gut definierbar durch größer als bei den bisherigen Typen auskristallisierten, unversehrten, meist // s angeordneten Muskovit (Biotit fehlt), durch Pflastermosaiks isometrischer Körner (frischer lamellierter Albit mit Epidoteinschlüssen über Quarz im allgemeinen vorwiegend) und durch einen in s bis zum sechsfachen seiner Höhe verlängerten unversehrten Albit, dessen Lamellen \perp s stehen. Die Verteilung der Minerale ist eine nach Nestern, Lagen und Knollen (mit ziemlich scharfer Grenze) wechselnde. Unter letzteren läßt sich sowohl gewissen quarzreichen, feinkörnigen als anderen aus großen, einschlußreichen, lamellierten Albitkörnern von quarzreicher, feinkörniger Zwischenmasse getrennt bestehenden aus den Knollengneisen vollkommen Entsprechendes an die Seite stellen.

Es bleibt bei diesem Gesteine fraglich, wie weit die mineralogisch und der Korngröße nach variierenden Linsen und Lagen nicht-molekularer Teilbewegung ihre Entstehung verdanken, da derzeit weder Rupturen noch stetige Deformationen auf solche hinweisen.

p) Im Gegensatz dazu läßt sich ein von Herrn Professor Blas am Lanserkopf bei Innsbruck geschlagenes Gestein anführen, welches ich wegen seiner vollkommenen äußeren Ähnlichkeit für einen grauen Porphyroid der Tuxer Zone hielt. Es zeigte aber u. d. M. keine feingewebte, rupturrell fluidale Zwischenmasse zwischen seinen auf das deutlichste rupturrell zerlegten Einsprenglingen (Orthoklase mit prächtiger Granophyrstruktur), sondern vielfach geradezu ideale Wabenstruktur aus vorwiegendem Quarz und Albit. Dabei ist anzumerken, daß Quarznester und Lagen derartigen Gefüges und ohne Spur von Kataklase mehrfach subparallele Orientierung des α' ihrer Körner zeigten. Randlich ist der Orthoklas öfter Mikroklin mit zentripetal sehr deutlich feiner werdender Gitterung bis zur Anaflösbarkeit. Albit ist zuweilen mit Orthoklas verwachsen. Sämtlicher Glimmer ist Muskovit, spärlich und ohne gutkristalline Ausbildung. Apatit in gedrungenen Säulchen ist selten. Das Gefüge scheint mir, was die

Linsen und Lagen verschiedener Korngröße anlangt, als kristallin regenerierter Porphyroid mit ehemaliger rupturer Gefügebewegung verständlich und die an Falten des Innsbrucker Quarzphyllits, in welchem das Gestein liegt, beschriebene Abbildungskristallisation nicht mit dieser Annahme präkristalliner Gefügedeformation im Widerspruch.

Wir besitzen in den Fällen mylonitischer Relikte derzeit noch keinen Anhaltspunkt zur Abschätzung der zwischen der rupturen und der jüngeren kristallinen Gefügebildung verflissenen Zeit. Es ist diesbezüglich einerseits der Gedanke an eine geologische Bedeutung dieses Zeitintervalls möglich, wenn man die Bedingungen der Kristallisation von einem nach der rupturen Gefügestörung wirksam werdenden, unter Umständen derselben korrelaten, geologischen Vorgang (Versenkung, Annäherung von Magmen) ableitet. Es ist aber nach technologischen Gesetzen auch möglich, daß während des Bestandes der Kristallisationsbedingungen und ihrer geologischen Ursachen Deformationen lediglich zu schnell erfolgen, als daß eine rein nichtrupturelle (tektonoblastische) Anpassung an ihre mechanischen Spannungen stattfinden könnte. Wir hätten dabei gleichzeitige interferierende Ausbildung tektonoklastischen, tektonoplastischen und tektonoblastischen Gefüges zu gewärtigen, da die Fähigkeit, sich mehr oder weniger schnell nichtrupturell anzupassen, eine (freilich gerade an den Mineralen noch weiter zu verfolgende bezüglich technologisch wichtiger Stoffe bekannte¹⁾ Materialfunktion ist. Ferner würde das zeitliche Intervall zwischen rupturer Deformation und derselben auf dem Fuße folgenden Abbildungskristallisation (eventuell mit mylonitischen Relikten) geologisch belanglos.

Grubenmann (Krist. Schiefer, II. Aufl., pag. 265) sagt, daß sich die Umbildung der Kalkphyllite unter Streß durch die helizitische Textur äußere. Dabei ist aber eben die Frage noch unberührt, ob die „Umbildung“ (doch wohl = Kristalline Genesis = Kristalloblastese) wirklich mit der Fältelung gleichzeitig, also tektonoblastisch erfolgt sei, was ich z. B. für eine Zahl von untersuchten Falten im Hochkristallin des Hochfeiler und des Zuges Sterzing—Schneeberg—Similaun nicht annehme. Diese Falten sind präkristallin und kristallin-abgebildet. Und es bedarf das Studium dieser auch geologisch sehr wichtigen Frage jeweils sehr genauer Angaben über die Art der Interferenz von Faltung und Kristalloblastese.

q) Ein „Quarzit“ aus dem Seiterbergthal am Jaufen (bei Sterzing), welcher wie der von Stilfes (weiter östlich) beschriebene porphyroide Serizitquarzit unmittelbar an der eingeklemmten Maulser Trias liegt, erwies sich u. d. M. als kristallin mit zurücktretender Kataklyse und reich an lamelliertem, klarem Plagioklas, für welchen der Vergleich mit Quarz $Ab_3 An_1 - Ab_3 An_1$ ergab. Da außerdem der sehr spärliche Muskovit nicht serizitisch, sondern gutkristallin ist, wäre dieses Gestein besser ein Gneisquarzit zu nennen. Am Quarz ist die Orientierung $\alpha' // s$ vorwaltend.

¹⁾ Am bekanntesten dürfte die Bedeutung der Zeit für plastische (oder blastische?) Anpassung bei Siegellack, Metallen etc. sein. Bezüglich der blastischen Anpassung der Minerale an mechanische Spannungen hätte man ihre Umkristallisationsgeschwindigkeit näher zu verfolgen, wobei es derzeit bereits möglich ist, an Arbeiten über Kristallisationsgeschwindigkeit anzuknüpfen.

Ein anderer Schriff zeigt dieselben Bestandteile, namentlich wieder sauren Oligoklas (es war nach drei Messungen $\alpha' < \omega$, $\gamma' < \varepsilon$, $\alpha' < \varepsilon$, $\gamma' \leq \omega$), größere Quarze mit Böhmischer Streifung, welche den kleineren vollkommen fehlt, am Quarz fast durchweg streifig-undulöse Auslöschung nach der Regel ($// c$) und öfter gleichsinnige Rupturen. Oligoklasalbit und Quarz finden sich buchtig in Orthoklas vordringend. Die Quarzindividuen durchwachsen sich an den Grenzen strauchartig und ein solches Korn weist zuweilen eine sehr verzweigte Querschnittsform auf. Körner mit solch zarten Verzweigungen scheinen mir als rupturale Fragmente schwer denkbar und ich schreibe diese Körnergrenzen, so lange Versuche fehlen, eher der Kristallisation zu. Es wären dies Fälle einer (blastopsammitischen oder postkataklastisch regenerierenden?) Kristallisation, in welcher diese nicht zur Ausbildung von wabigem Gefüge gelangte. Wo die Kataklase wie hier nur in undulöser Auslöschung besteht, bei übrigens ganz kristallinem Gefüge, dürfte vielleicht auch die Möglichkeit, daß übertragener Wachstumsdruck von Kristalloblasten sie erzeuge, in Betracht zu ziehen sein, um so mehr, als schöne und sichere Beispiele hierfür unter Glimmern aus Ridnauner Glimmerschiefer hier vorläufig vermerkt werden können.

*) Der Tellersche „Wackengneis“ von der Gänskragenspitze (hütestes Seiterbergthal bei Sterzing) erwies sich ebenfalls als reich an einem lamellierten Plagioklas (nahe Oligoklasalbit). Der Quarz des verzahnten Gefüges zeigt zuweilen Böhmische Streifung, immer Pressungserscheinungen. Der Glimmer ist teils gequetschter und gebleichter Biotit mit Erzausscheidungen, teils frischerer und besser ausgebildeter Muskovit. Orthoklas ist vorhanden perthitisch und von Quarz durchwuchert. Das Gestein enthält keine sicheren psammitischen Strukturrelikte und wird daher besser vorläufig nicht als Grauwackengneis zu bezeichnen sein, wie ich dies früher tat. Das Verhalten des Biotits ist ein Zeichen regressiver Metamorphose.

Ein anderer Wackengneis zwischen den Amphiboliten des Sarntaler Weißhorns und der Trias eingeschaltet, erwies sich als hochgradig kataklastisch. Zerpreßte Nester von Quarz und andere von serizitisiertem Orthoklas erinnern zwar an Porphyroidmylonite. Doch ist keine Grundmasse gut ausgeprägt und ein sehr reichlicher Gehalt an oft aggregiertem, frischem Biotit mit Verbiegungen scheint nur eher dafür zu sprechen, daß hier der Mylonit eines Gneises vorliegt.

Schließlich seien hier noch einige Beobachtungen an Quarziten bis Gneisen der Gürtelscharte am Passeierer Schneeberg angeführt. Die geologischen Gründe (gleiche Seriengenossen) für die stratigraphische Gleichstellung der hochmetamorphen Paragneise bis Glimmerschiefer des Schneeberger Zuges (Sterzing-Similaun) mit Paragneisen der Schieferhülle des Tauernwestendes werden, soweit dies nicht geschah, andernorts angegeben werden. Auch die von Grubenmann (Kristalline Schiefer, II. Aufl., pag. 11) erwähnten „jüngeren“ „hochkristallinen Konglomeratgneise mit schönen Quarzgeröllen“ vom Schwarzsee bei Schneeberg, welche ich lange kenne, stelle ich hierher und möchte es für eine aussichtsvolle Sache halten, auch an dem

Nachweis der stratigraphischen Gleichwertigkeit der Tremolaserie etc. mit den Knollengneisen der Tauern zu arbeiten (genaue Serienanalyse). Vom Schwarzseegneis ist bei den Knollengneisen (vgl. pag. 251) noch die Rede.

Typen von der Gürtelscharte.

a) Ein dem als Begleiter der Trias im Seiterbergtal (pag. 243) beschriebenen Gneis höchst ähnlicher, was den Grad der Kristallisation anlangt. Quarz mit schöner Streifung, in groben Körnern von wechselnder Größe, manchmal in Nestern versammelt, bildet etwa zwei Drittel des Gesteins; meist undulös. Sämtlicher Glimmer ist Muskovit in wohlgebildeten Schüppchen, mechanisch unberührt. Dagegen zeigt der Orthoklas wieder undulöse Auslöschung. Lamellierter Feldspat fehlt vollständig und es ist überhaupt kein Plagioklas nachweislich. Akzessorisch kurze Apatitsäulchen. Die Böhmische Streifung ließ sich in „stärker brechende Einschlüsse“ (vgl. F. E. Suess, L. 5) auflösen und Winkel mit α' bis 20° beobachten. Scharfe Leisten nach c am Quarz treten hier wieder auf, wie sie denn überhaupt höher kristalline Typen zu bevorzugen scheinen. Ganz sichere psammatische Relikte zeigt das Gefüge nicht mehr. Ein sehr quarzreicher Orthoklas-Muskovit-Gneis.

b) Ein zweiter Gneis zeigt etwas stärkere Kataklyse, häufigere rupturale Undulation des Quarzes. Auch hier sind die Glimmer (Muskovit) kaum betroffen. Verzahnten Aggregaten bis großen Körnern von Quarz (oft gestreift, Winkel mit α bis 24°) entspricht Ähnliches an großen Orthoklasen, indem, offenbar durch Zerfall derselben, auch an deren Stelle Körnernester treten, nicht aber durch bloß rupturale Zerlegung, sondern unter Albitisierung. Auch eine Serizitumhüllung der Orthoklase würde ganz dem Bilde in Myloniten entsprechen, wenn es nicht besser kristalline größere Muskovitschüppchen wären, welche sich hier in der Nähe mancher Orthoklase scharen und dieselben wohl auch umschmiegen, aber als Polygonalbögen ohne Biegung der Einzelkristalle, also nicht mechanisch, sondern blastisch angeordnet. Der Orthoklas ist häufig mit Albit verwachsen. Lamellierter Albit kommt auch in großen Einzelkristallen und Nestern vor. In der Zwischenmasse herrscht mit variabler Korngröße Quarz über Albit.

c) In einem dritten Gneis tritt zu b (s. o.) Biotit hinzu und unlamellierter Albit mehr in den Vordergrund. Besonders treten ferner die bekannte fleckige Durchwachsung des Orthoklas durch Albit, sehr große augenartige lamellierte Albite mit Quarzeinschlüssen und ein noch ausgeprägter Lagen- bis Linsenbau und Nesterbau nach Korngröße und Material hervor, also Zeichen von Teilbewegung in s , ohne daß die beobachtbaren Rupturen für dieselbe ausreichend scheinen. Wohl liegt auch hier kristalline Abbildung früher gebildeten tektonoklastischen Gefüges vor.

d) Neben den genannten Gneisen und geologisch nicht davon trennbar treten Gneisquarzite und Quarzite als sichere Paraschiefer auf. Beide Gesteine zeigen ein, was die Größe und Verteilung der

Gefügebildner betrifft, sehr gleichmäßiges Gefüge von einer Gleichmäßigkeit der Korngröße, welche in der Tat sogleich an Sandsteine erinnert und im Sinne von Grubenmann (II. Aufl., pag. 13 und Taf. IV, 6) als psammitisches Relikt zu deuten wäre. Bei dem einen Gestein, einem fast feldspatfreien Quarzit, lassen sich zwischen den Quarzkörnern in der serizitischen Zwischenmasse Orthoklasreste noch da und dort (spärlich) erkennen; es ist etwa das Bild einer sehr quarzreichen, serizitisierten Arkose ohne erhebliche Kataklyse. Besser ausgebildete, unversehrte Muskovite, spärliche große Biotite, kleine, spärlich gleichmäßig verteilte Granaten und etwas Zirkon in Körnern markieren den höherkristallinen Habitus des Gesteines, demzufolge man auch die Bezeichnung Glimmerschiefer wählen kann.

Das zweite Gestein führt etwas Albit mit seltenen Lamellen, gestreiften Quarz, nur Muskovit (sehr reichlich). Es ist ein Albitquarzit, respektive Glimmerschiefer. Keines der beiden Gesteine zeigt mehr Schieferung als eine kaum merkliche Tendenz der Glimmer, sich in *s* anzuordnen.

Anhangsweise sei schließlich bemerkt, daß die quarzgeröllführenden Quarzphyllite des Sunk-Karbons, deren stratigraphischer Vergleich mit graphitischen Psammiten und Psephiten der Schieferhülle anderwärts (vgl. Sander, Verhandl. d. k. k. geol. R.-A. 1910, Nr. 16) angeregt wurde, in zwei denselben von mir zum Vergleich entnommenen Proben ein durch die Ausbildung des Muskovits und (zurücktretenden) Biotits und idiomorpher Turmalinsäulchen kristallines Gefüge zeigten. Ich fand außer Quarz etwas Orthoklas und Plagioklas (nahe Albit), sichere psammitische Relikte in Gestalt von Quarzlinsenlagen und noch rundlichen Nestern verzahnter Körner, auch im übrigen rasch wechselnde Korngröße. Diese Phyllite werden damit, auch was ihre Metamorphose anlangt, manchem unserer Blastopsammiten sehr ähnlich. Die Bewegung in *s* ist eben durch den Linsenaufbau deutlich ausgesprochen, die Glimmer sind größtenteils ideal in *s* (häutig) angeordnet.

Zur Frage, wie weit die Bewegung in *s* eine rupturale und sekundär kristallin abgebildete sei, gestatten meine Präparate kaum eine Stellung. Die Geröllchen scheinen mir zwar jedenfalls nicht nur kristalloblastisch in *s* auseinandergeflossen zu sein, aber die gegenwärtige Kataklyse ist zu stark, als daß man sie mit voller Sicherheit als unzulänglich für die rupturale Linsenerzeugung halten könnte.

Vielleicht auch würde ein genaueres Studium solcher verflachter Elemente am besten ein Urteil über das Verhältnis (und eventuelle gleichzeitige Zusammenspiel) rupturer und blastischer Teilbewegung ergeben.

Aus einer anderen Psammitgruppe, den Lantschfeldquarziten der Radstätter Tauern, welche wenigstens zum Teil Arkosen, sozusagen feinere Grauwacken sein dürften, liegt mir kein höherkristalliner Typus vor, wenn ich von einem Ankeritquarzit aus dem Seekar bei Obertauern absehe, durch dessen starke Kataklyse ehemalige besser ausgebildete Muskovite eben noch erkennbar scheinen.

B. Knollengneise.

Wenn wir jetzt an eine petrographische Beschreibung der Knollengneise und ihrer Knollen gehen, so stellen wir damit die Ergebnisse der Untersuchung u. d. M. in den Dienst sehr wichtiger geologischer Fragen, insbesondere der Frage nach dem Bodenkonglomeratcharakter der Knollengneise. Die weite Verbreitung dieser Gesteine (vgl. Abbildung Taf. I, 2) wurde für das Tauernwestende 1909 (Verhandl. d. k. k. geol. R.-A.) festgestellt, ihre geologische Stellung daselbst (L. 3) beschrieben. Hier wird zunächst auf die Beschreibung der Zwischenmasse, der Knollen und zum Vergleiche herangezogener Augen übergegangen, so weit dies das bisherige Schriffmaterial erlaubt. Der Beschreibung werden (pag. 273) die Folgerungen angefügt, so weit der Mangel quantitativer Analysen gestattet.

I. Riffelscharte (bei Hintertux).

Außer den großen Knollen treten in diesem Gneis kleinere Nester bis Linsen und Lagen gut hervor, welche vollständig den kleinen Knöllchen im Geröllgneis vom Pfitschjoch entsprechen (vgl. pag. 249), ferner große, rupturell umrandete, undulöse, bisweilen gestreifte Quarzkörner, welche sehr an die Porphyroidquarze erinnern, um so mehr, als mehrfach schlauchförmige, von kristallinem Quarz-Feldspat-Aggregat erfüllte Gebilde mit rundem sackförmigen Ende noch sehr wohl als von etwas höher kristalliner Grundmasse erfüllte Korrosionsschläuche deutbar sind und so gedeutet werden. Außerdem treten größere Orthoklaskörner hervor, zum Teil von Albit in der gewöhnlichen Weise fleckig durchwachsen, zum Teil von jenem „Albit₁“ $Ab - Ab_8 An_1$ bis höchstens $Ab_3 An_1$ ohne Lamellen verdrängt, welcher die Albitgneise des Hochfeiler etc. kennzeichnet. Letzterer Vorgang (die Albitisierung des Orthoklases), welcher für die Frage nach der zwischen Grauwackengneisen (Tuxer Schieferhülle) und Albitgneisen (Zillertaler Schieferhülle) bestehenden prämetamorphen Äquivalenz sehr wichtig ist, läßt sich in unserem Gestein sehr gut beobachten. Die Verdrängung gemeinen trüben Orthoklases durch den genannten, sehr bezeichneten, mit Ausnahme größerer eingeschlossener Epidotkriställchen¹⁾, klaren Hochfeiler-Plagioklas zeigt hier sehr häufig das Bild einer Aufzehrung des Orthoklases bis auf wolkige schwimmende Reste. Und sehr oft scheint mir der Vorgang bis zum restlosen Ersatz des Orthoklases gediehen, so daß es sich dabei nicht um einen Vorgang von untergeordneter Bedeutung handelt, sondern man geneigt wird die Entstehung der Albit-Karbonatgneise aus Kalk-Grauwacken ins Auge zu fassen; als eine Metamorphose, welche wir hier auf ihrem unterbrochenen Wege gefunden hätten. Freilich wäre von da aus namentlich der Frage nach der Herkunft des Natriums durch Analysen erst näher nachzugehen. Wahrscheinlich ist dieses, wo der auch in den Grauwacken nicht seltene trübe Albit nicht ausreicht, in der serizitischen Zwischenmasse der Grauwackenmylonite zu suchen. Unser

¹⁾ Diese fehlen zuweilen randlich vollständig (vgl. einschlußfreie Säume der Hochfeiler-Albite).

Gestein ist ein Mischtypus zwischen Grauwackengneis und Albitgneis der Sengesser Kuppel mit mäßiger postkristalliner Kataklyse. Aller Glimmer ist gut kristalliner Muskovit. Akzessorisch Epidot und etwas Erz.

2. Nördlich von der Friesenbergscharte (bei Hintertux).

Vor allem unterscheidet man auch hier zahlreiche Knöllchen, welche substanzuell den großen Knollen entsprechen, die zuerst zur Beachtung der Knollengneise führten, ganz wie in der feinkörnigen Fazies des Knollengneises vom Pfitschjoch.

Unter diesen Knöllchen lassen sich drei Arten unterscheiden:

a) Äußerst gleichmäßig feinkörnige, scharf gegen die Zwischenmasse abgegrenzte bestehen vollständig aus weich miteinander verwachsenen untereinander gleichgroßen sehr kleinen Quarzkörnchen und sind demnach von der Zwischenmasse mit ihrem derbkörnigen Gefüge ihren Glimmern und Feldspäten etc. sehr deutlich verschieden. Solche Knöllchen sind also reiner Quarzit.

b) Andere sonst sehr ähnliche Knöllchen und Nester führen etwas Muskovit und nicht wenig lamellierten Plagioklas (Albit bis Oligoklas).

c) Wieder andere unterscheiden sich von der Zwischenmasse (sowie natürlich von a und b) durch bedeutend größeres Korn. Sie bestehen aus durch Epidoteinschlüsse getrübt, lamelliertem Plagioklas $Ab-Ab_3 An_1$, dessen Saum einmal etwas basischer gefunden wurde ($\gamma' = \omega$ also bis $Ab_3 An_1$). Zuweilen kombinieren sich Periklinlamellen mit den Albitlamellen, häufig befinden sich zwei ungefähr gleichgroße lamellierte Individuen in Bavenoerstellung.

Die Zwischenmasse zeigt noch (spärlich) große Quarze, viel Muskovit und etwas Biotit in mittelgroßen Schüppchen, Plagioklas und Quarz. Unter den Plagioklasen läßt sich unterscheiden:

1. $Ab-Ab_3 An_1$, der schon beim vorhergehenden Gestein beschriebene „Hochfeileralbit“ einfach oder gar nicht verzwilligt, dessen Epidoteinschlüsse sowohl Neigung zu zentraler Häufung als Spuren von reliakter Anordnung erkennen lassen. Beides dürfte (vgl. später pag. 279) mit der Bildung des Epidots vor der Bildung dieser Albite zusammenhängen, welche künftig der Kürze halber im Rahmen dieser Arbeit als Albit₁ bezeichnet werden. Albit₁ ist hier und anderwärts immer frisch, ein von keinerlei weiterer Metamorphose betroffenes Endprodukt der Schieferhüllenmetamorphose. Wogegen der trübe Albit älteren (sicher prätektonischen) Entstehungsdatums ist.

2. Andere Plagioklas mit Lamellen und Epidoteinschlüssen entsprechen denen der Knöllchen ($Ab-Ab_3 An_1$ und etwas basischer). 1 und 2 sind nicht vollständig auseinanderzuhalten.

3. Körner von lamelliertem, klarem, einschlußfreien Plagioklas manchmal etwas zonar gebaut, nach dem Quarzvergleich bis $Ab_3 An_1$ nach den Auslöschungsschiefen etwas basischer, nach einem Schnitt ¹ M und P $Ab_{64} An_{36}$ Oligoklasandesin.

Die postkristalline Kataklyse des Gesteins ist unbeträchtlich.

3. Pfitscherjoch.

a) Eine Flasergneisfazies des Konglomeratgneises vom Pfitscherjoch, welche in der Hand kaum von Orthoflasergneis der Zentralgneise zu unterscheiden ist. Der Übergang zu den Konglomeratgneisen erfolgt sowohl ganz stetig vertikal als im Streichen, das Betupfen mit Salzsäure verrät höheren Kalzitgehalt, als bei Orthozentralgneisen vorhanden zu sein pflegt. Die Bestandteile sind:

Lamellierter Kalzit in Nestern mit weichen Körnerumrissen, seltener in Einzelkörnern. Einheitliche Kristalle umschließen Quarzkörnchen mit denselben scharfeckigen Umrissen, welche die Quarzkörnchen der Zwischenmasse zeigen. Als Einschluß in Albit und Quarz. Quarz mit geringer Kataklyse manchmal mit Böhmischer Streifung, häufig gruppiert in Nestern mit verzahnten Körnergrenzen.

Biotit als vorwaltender Glimmer ziemlich viel in großen Fetzen mit Siebstruktur, manchmal mit dem streng in *s* angeordneten Muskovit parallel verwachsen, zuweilen quer zu *s*.

Chlorit spärlich.

Plagioklas nahe $Ab_8 An_1$ in der Ausbildung als Albit₁. Orthoklas mit randlichem Mikroklin und Albit.

Epidot reichlich.

Knöllchen bis Lagen ganz wie *b* im Gestein von der Friesenbergscharte (s. o.), substanziell den großen Geröllen ganz entsprechend. An diesen Knöllchen läßt sich die stets vorhandene beträchtliche Anreicherung mit Magnetit (?) im Vergleiche zur Zwischenmasse und eine einmal beobachtete randliche Anreicherung mit Albit anmerken.

b) Feinkörnige Fazies des Konglomeratgneises. Auch dieses Gestein ist wie das vorhergehende ein Zwischentyp zwischen Grauwackengneis und Sengesser Albitgneis, eine kristalline Kalkarkose mit unbeträchtlicher postkristalliner Kataklyse. Das Gefüge ist ein vollkommen gleichmäßiges und die Verteilung der Erze (Pyrit und Magnetit) im Gegensatz zu *a*, wo wir sie auf die Knöllchen beschränkt fanden, eine gleichmäßige. Nun treten (in einem zweiten Schriff) noch größere Nester aus gestreiftem Quarz hervor und da und dort heterogene Lagen, als vollständig deformierte Knöllchen (*a* und *b*) erkennbar.

Der vorwaltende Muskovit bedingt ausgezeichnete Schieferung, dagegen stehen größere Biotite vereinzelt quer zu *s*.

Die Albitoligoklase (bis höchstens $Ab_8 An_1$) zeigen deutlich die Tracht Albit₁, sind nur sozusagen etwas unsäuberlicher kristallisiert als die Sengesser Albite. Häufig ist zentrale Anhäufung opaker, winziger, unbestimbarer Einschlüsse, bemerkenswert im Vergleiche zu *a* ist eine weitere Annäherung an die Sengesser Albite₁, nämlich tropfenförmige Rundung der Quarzeinschlüsse (neben Epidot) im Albit. Daß man im Albit demnach sowohl scharfkonturierte als gerundete Quarzeinschlüsse findet, scheint mir eher für die Auffassung dieser beiden Konturen als Relikte, als Ergebnisse der voralbitischen

Phase, zu sprechen. Sichere Schlüsse auf präkristalline rupturale Gefügebildung gestattet dieses Gestein trotz der beträchtlichen Teilbewegung in *s* (Flaserung der Knollen) nicht, doch wäre es möglich, diese Hypothese auch für manche Schwankungen der Korngröße heranzuziehen. Nach Grubenmanns Abbildung könnte man wohl kaum weniger hypothetisch das erwähnte gleichmäßige Gefüge als blastopsammitisch bezeichnen.

4. Hochfeiler.

Zwischen den beiden Marmorlagen des Hochfeiler in der Umgebung der Wiener Hütte tritt ein Gneis auf, dessen lithologischer Habitus im Felde und in der Hand ganz dem gefaserten Knollengneis entspricht, bei welchem keine Knollen makroskopisch hervortreten.

Er enthält:

Reichlichen Glimmer, fast durchweg Chlorit, immer $Ch_m +, Ch_z -$, α dunkler olive, γ heller gelblich, wahrscheinlich Klinochlor. Muskovit ist mit diesem gemischt und verwachsen, aber auch allein in wirren, unländerten Nestern, wahrscheinlich als Derivat von Feldspat. Biotit ist sehr spärlich. Plagioklas als $Ab - Ab_3 An_1$ in der Tracht von Albit₁, nur einmal verzwiligt, aber auch feinlamelliert. Orthoklas in von Muskovit erfüllten Körnern. Der Quarz zeigt Leisten nach *c*, Undulation, manchmal Böhmsche Streifung.

Das Gestein ist nicht annähernd so gleichmäßig schön kristallisiert wie die Sengesser und Hochfeiler Albitgneise, an welche es wie die Pfitscherjoch-Konglomeratgneise durch Albit₁ Annäherung zeigt und mit welchen es nur den Klinochlor gemein hat. Es steht den erwähnten „Geröllgneisen“ in der Tat am nächsten und die Deutung mancher Lagen und Nester als verfaserte Knöllchen liegt noch nahe. Jedenfalls weisen derartige Lagen stark verschiedener Korngröße auf ausgiebige Bewegung in *s*, deren präkristallin rupturer Charakter mir in Anbetracht der Unzulänglichkeit der postkristallinen Kataklyse und der Schwierigkeit, den raschen Korngrößewechsel in Lagen durch reine Kristalloblastese zu erklären wahrscheinlich ist. Auch hier mag es wiederholt sein, daß die „präkristalline“ rupturale Gefügebildung nur in dem Sinne „präkristallin“ genannt wird, als sie von der vielleicht vorher schon zugleich wirksamen molekularen Gefügemobilisierung überdauert und mehr oder weniger verdeckt wurde, zum Beispiel durch Neubildung großer unländierter Glimmer. Es ist derzeit mangels systematischer Studien über rupturale Gefüge (Mylonite, Phyllonite etc.) nicht möglich, näher auf diese Fragen einzugehen und die präkristalline (im obigen Sinne) rupturale Gefügebildung vielfach noch mehr eine beachtenswerte Möglichkeit als die gesicherte Hypothese, welche sie wohl werden kann, wenn man vom Studium der Mylonite auf die Frage nach dem Anteil rupturer Teilbewegung an scheinbar unkataklastischen kristallinen Gefügen übergeht. Der Verfasser ist überzeugt, daß sich derartige „Blastomylonite“ mehrfach werden nachweisen lassen (man vergleiche und unterscheide Weinschenk's Piezokristallin).

5. Dreiherrnspitze.

Südlich von dieser Spitze (Gansör bei Mauls, „Bensenzone“) fand sich ein Knollengneis, welcher sich u. d. M. von den bisher beschriebenen dadurch unterscheidet, daß neben dem $Ab - Ab_8 An_1$ von der Tracht $Albit_1$ ein stufig lamellierter Oligoklas (bis $Ab_2 An_1$) sehr reichlich auftritt, zuweilen mit Schachbrettalbit verwachsen. Quarz tritt in der Zwischenmasse zurück. Er zeigt rupturale Undulation, der Glimmer (nur Muskovit in derben Täfelchen) Verbiegung. Das sind die Zeichen postkristalliner Kataklyse. Im übrigen gilt vom Gefüge dasselbe wie für das eben beschriebene Gestein vom Hochfeiler, beide bieten bei geringer postkristalliner Kataklyse ein Bild, das zwischen rupturer Bewegung in s und reiner Kristallisationsschieferung etwa in der Mitte steht. Den Abstand von letzterer machen zahlreiche rein auskristallisierte Ridnauner Schiefertypen ohne weiteres anschaulich.

Bemerkenswert ist außer den sonstigen starken Schwankungen der Korngröße besonders eine Linse, welche vollkommen aus Quarz besteht. Dieser bildet ein Gefüge vorwiegend nach γ' stengelig, verzahnter Individuen, so daß γ' , die Undulation, Rupturen und verzahnte Grenzen sowie die Längsachsen dieser optisch subparallelen Körner mit der Schieferung unseres Gesteines einen Winkel von 60° und mehr bilden. Ob die Ausplattung dieses Quarzfragments unter wesentlich rupturer Gefügeregelung erfolgte oder letztere mehr eine molekulare war, muß vorläufig unentschieden bleiben.

6. Schneeberg.

Von den beiden dem Vorkommen am Schwarzsee beim Bergwerk Schneeberg im Passeier entnommenen Proben sei zunächst eine besprochen, welche im Handstück zahlreiche geröllähnliche Quarzknollen enthält. Man findet auch im Schliff kleinere Nester verzahnten undulösen Quarzes (öfter mit Böhmscher Streifung), außerdem größere zerbrochene und andere, wie die Fragmente derselben umgrenzte, von stark und unvermittelt wechselnder Größe, welche, mehr als die Hälfte des Gefüges ausmachend, reichliches Muskovitgewebe zwischen sich schließen. Dieses letztere besteht aus wirr orientierten Blättchen von geringer, aber mehr als serizitischer Größe. Das ganze Bild entspricht in den bisher beschriebenen Zügen ganz dem, welches wir rupturale Gefügebewegung erzeugen sehen, nur ist der Muskovit etwas „besser kristallin“ als im Serizit. Wenn man, wie das hier geschieht, dieses Bild präkristalliner Kataklyse hypothetisch zuschreibt, so hätte man in großen nur hie und da schwach gestauchten Biotiten die Ergebnisse des letzten Abschnittes der kristallisierenden Gefügebildungsphase zu sehen. Orthoklas ist nur wenig vorhanden, wonach man also das Gestein als blastomylonitischen Zweiglimmerschiefer bezeichnen mag.

In dem zweiten Gestein ist präkristalline Teilbewegung im Gefüge direkt abgebildet in Form von polygonalen Faltenbügen aus Glimmern ohne Umschluß durch einen einheitlichen Kristalloblasten (externe Helizitstruktur, vgl. pag. 278). Große Orthoklaseinsprenglinge und

Orthoklasaggregate erinnern an Augengneis. Sie sind wie dort von Quarzeinschlüssen durchsetzt, welche eckige und weiche, oft bizarr verzweigte Umrisse zeigen. Außerdem führen sie Granat, Muskovit, Biotit und Erz ohne relikte Ordnung. Wir sehen also hier (wie andernorts) Knollengneis mit Orthoklasaugen. Von den Glimmern gilt dasselbe wie oben. Bemerkenswert sind durch scharfe Biotitblättchen in Quarz erzeugte und löse Höfe, welche man wohl als eine Abbildung der Spannungsstörung durch den mechanisch differenten Biotiteinschluß im Quarz bei Pressung desselben entstanden zu denken hat.

7. Seiterbergtal (bei Sterzing).

Dieser Gneis, dessen bis 15 cm Durchmesser erreichende Knollen eine Präparation durch Querschneiden und Polieren auf Grund zonar angeordneter Einschlüsse als Feldspatindividuen (vgl. pag. 268) noch erkennen ließ, sei hier trotzdem anhangsweise erwähnt als struktureller Gegensatz zu sämtlichen oben beschriebenen, deren letztes Gepräge ausnahmslos die Kristallisation ergab. In diesem Falle hat in einer sehr anschaulichen Weise rupturale Gefügebildung als letzte vorgegewartet und außer starker normalverlaufender Kataklyse an Quarz, Zerteilung und Verglimmerung der Orthoklase, die, wie manche Reste deutlich zeigen, ehemals gut auskristallisierten Biotite und Muskovite dieses Augengneises in charakteristischer Weise deformiert durch Biegung und Aufblätterung bis zu filzigen Aggregaten und phyllitischen Häuten: Das Gestein war auf dem Wege, aus einem Augengneis ein Serizitphyllit zu werden. An Bestandteilen ist außer den genannten lamellierter Ab_3 An_1 — Ab_3 An_1 vorhanden.

Das Gestein fügt sich gut in die Gruppe der Maulser Gneise, aus welcher wir andere Beispiele von Mylonitisierung oben (pag. 244) schon erwähnt haben.*

C. Einige Begleiter der Knollengneise.

Eine Beschreibung der Orthozentralgneisgruppen des Tauernwestendes fällt nicht in den Umfang dieser Arbeit, jedoch werden hier anhangsweise wegen ihres Zusammenhanges mit hier berührten Fragen einige Begleiter der Knollengneise angeführt.

1. Ein Zentralgneis, welcher nördlich von der Friesenbergscharte bei Hintertux als Glied der „Serie B“ (vgl. L. 3) antiklin auftaucht, ist zu erwähnen als ein unter den Knollengneisen liegendes Glied, welches mit deren feinkörniger Ausbildung am Pfitschjoch die größte Ähnlichkeit besitzt. Das Gefüge dieses aus Epidotalbit, Quarz und Muskovit bestehenden Gneises läßt noch größere Albite und namentlich Quarzalbitlinsen geringer Korngröße erkennen, welche den Knöllchen des Pfitscherjochgneises entsprechen. Die postkristalline Kataklyse steht in keinem Verhältnisse zum Ausmaß der schiefernden Teilbewegung in s. Diese dürfte nicht nur kristalloblastisch vor sich gegangen sein, sondern präkristallin ruptuell.

2. Wegen ihrer petrographischen Zusammengehörigkeit; was ihre Komponenten und manche Züge des Gefüges anlangt, seien folgende drei Vergleichstypen gemeinsam herangezogen.

a) Ein randlicher phyllitisierter Zentral-Porphyrgneis oder Augengneis vom Kontakt bei der Griesbergalm am Brenner erwies sich u. d. M. in einer bei der Erfahrung, welche man sonst mit phyllitisierten Gesteinen unseres Gebietes macht sehr überraschenden Weise als vollkommen frei von jeder Spur postkristalliner Kataklase.

An dem rupturrellen Charakter präkristalliner Teilbewegung ist auf Grund der Feldspatfragmente mit korrespondierenden Trümmergrenzen nicht zu zweifeln, über das Ausmaß derselben aber keine Vermutung möglich.

Aus dem Gefüge heben sich Nester aus wenigverzahnten, nicht-undulösen, gestreiften Quarzkörnern ohne vorwaltende Gleichorientierung heraus; ferner die Feldspatäugen.

Unter diesen letzteren sind große trübe oft perthitische Orthoklase meist zu Nestern vereinigt. Sie zeigen nicht selten Karlsbader Zwillinge, Parallelverwachsung mit einem Plagioklas (nahe Albit) und Verdrängung durch denselben. Auch ebenso große derartige trübe Plagioklase, deren Lamellierung oft erst bei sehr guter Beleuchtung deutlich wird, findet man mit Orthoklas zu grobkörnigen Nestern verwachsen, welche letztere alsdann vollkommen an manchen Knollen der Knollengneise petrographisch entsprechen. Ihre Lamellen findet man zuweilen präkristallin geknickt gebrochen und stetig gebogen.

Wo diese Plagioklase in Orthoklas eingewachsen sind, bemerkt man oft am ersteren einen einschlußfreien dem Plagioklas angehörigen Saum, wofür ich keine befriedigende Erklärung angeben kann.

Ferner sind zu beachten die Züge von Pflastermosaik aus sehr kleinen Körnern eines selten verzwilligten Plagioklases $Ab - Ab_3 An_1$, welche Züge als umsäumende Kränze am Orthoklas und auf dessen Klüften auftreten. Manchmal verdrängt dieses Albitmosaik Orthoklase bis auf Reste und vollständig und nimmt zugleich die Form von Knollen und Linsen an. Die erwähnten großen Plagioklase sind etwas basischer $Ab_3 An_1 - Ab_3 An_1$ (nach symm. Ausl. saurer als $Ab_{86} An_{14}$).

Der vorherrschende Glimmer ist Muskovit, wenig derb auskristallisiert, wiewohl besser als Serizit. Am Biotit ist Sagenit hervorzuheben, als akzessorischer Gemengteil Zoisit α ohne anomale Interferenzfarben.

b) Ein Augengneis, welcher im Graben zwischen Flans und Tschöfs bei Sterzing unter die Serie des Roßkopf (Tribulaundolomit und Schieferhülle) westlich einfällt, erweist sich u. d. M. als α sehr nahestehend bis auf das Gefüge, welches als ein Musterbeispiel kataklastischer Fluidalstruktur durch rupturrelle Teilbewegung ausgeprägt ist. Die Bestandteile sind Quarz, die in α beschriebenen Plagioklase, Orthoklas, Mikroklin und dieselben Zoisite α , aber zertrümmert und zerrieben. Feinkörnige Quarz-albitnester-Linsen erinnern auch hier an „Knöllchen“. Der Glimmer ist Muskovit in Strähnen. Die sanfte Wellung dieser Strähne und

namentlich auch ihr Umfließen vom Ufer vorspringender Mineralecken wird ganz und gar ebenso von den später näher zu beschreibenden Streifen aus geregelttem Quarzgefüge mitgemacht. Außer der Teilbewegung in s , an welcher Schiebung mitbeteiligt gewesen sein kann, sind an diesem Gestein zu beachten quer zu s verlaufende, verheilte Zugrisse. Durch diese sind Zugspannungen in s unzweideutig abgebildet und zwar Zugspannungsmaxima annähernd parallel zur Schnittlinie zwischen s und der Schlifffläche. Es ist dadurch schon Streckung angedeutet und unser Schliff wäre zwar quer zur Schieferung, aber subparallel zur Streckachse. Die durch die verheilten Querrisse ausgelösten Zugspannungen sind zwar kein zwingender Grund dafür, aber immerhin ein Hinweis darauf, daß auch die Teilbewegung in s als Ausdruck derselben Normalspannungen, als Zerrung mehr denn als Verschiebung erfolgte. Natürlich sind diese „zerrenden“ „Zugspannungen“ als Korrelat eines — s erfolgenden Druckes zu nehmen.

Über diese, die Petrographie und Tektonik in gleicher Weise betreffende Angelegenheit korrelater Deformationen ist im Hinblick auf die, wie es scheint, da und dort im Entstehen begriffene Terminologie¹⁾ geologischer Deformationen folgendes zu bemerken. Was wir sehen, sind abgebildete Richtungen von Teilbewegungen. Daraus schließen wir auf die Richtung der für letztere entscheidenden mechanischen Spannungen, wobei Normalspannungen (Druck und Zug) und Schubspannungen zu unterscheiden sind und als entsprechende Deformationen Zerrung und Schiebung (bis zu Riß und Abscherung). Zu wenig beachtet ist die Korrelation dieser Spannungen und Bewegungen, über welche für einzelne Deformationen und Ausweichungsbedingungen die Lehrbücher der technischen Mechanik Aufschluß geben. Was wir beobachten sind abgebildete Ausweichebewegungen, was man daraus direkt erschließen kann ist meist die Richtung der, einem oft erst sekundär erschlossenen Drucke korrelaten Zug- und Schubspannungen. Sowohl der genannte umgesetzte Druck als der richtungslose Druck „Belastung“? (Spitz, s. u.) werden erst aus den abgebildeten Ausweichebewegungen erschlossen und aus noch anderen Daten, mehr oder weniger hypothetisch. Eben deshalb und auch wegen des Anschlusses an die Ausdrucksweise der die Deformationen zünftig behandelnden technologischen Wissenschaft bedarf man für die Beschreibung geologischer Deformationen (Tektonik und Petrographie) vor allem des ohne Rücksicht auf „Belastung“ etc. gebrauchten Ausdruckes Zerrung, welcher in diesem Sinne zum Beispiel schon L. 3 gebraucht ist. Denn es ist gewiß rätlich, der Terminologie der zu erstrebenden geologischen Deformationslehre und ebenso dem referierenden Beobachter Ausdrücke von möglichst großem rein deskriptivem Wert vor allem zu sichern. „Streckung“ ist bekanntlich eine durch primären Zug und durch sekundären Zug (= Druckminimum und Ausweichmöglichkeit in der Richtung der Streckachse) erzeugbare Zerrung,

¹⁾ Vgl. A. Spitz' Definitionen, Verhandlungen der Reichsanstalt, 1911, Nr. 13, zum Beispiel: Streckung ohne Belastung = Zerrung, Streckung unter Belastung = Walzung, vgl. ferner Sander, L. 3, pag. 50 (bezüglich „Zerrschichtflächen“) und L. 4, ebenso Verhandlungen der Reichsanstalt, 1909, Nr. 16, desgl. den Geologischen Alpenquerschnitt von Ampferer und Hammer, dieses Jahrb. 1911.

häufig parallel von Faltenachsen als ein korrelater Vorgang mit Faltung zugleich auftretend. Tatsächlich schließen sich die Druckanordnungen bei Streckung durch sekundären Zug und bei mancher Faltung durchaus nicht aus. Sie können sich vielmehr decken und decken sich, wenn die infolge eines s gut ausnutzbare Ausweichmöglichkeit $\perp s$ früher als die $// s$ (und $//$ zur Streckachse) erschöpft ist. Auch darin, daß man durch axialen Zug Falten erzeugen kann¹⁾, kommt die Vereinbarkeit von Streckung und Faltung zum Ausdruck, welche man am Tauernwestende an zahlreichen Beispielen (Kalkphyllit, Gneis, Tuxermarmor) illustriert finden kann durch verheilte Risse quer zur Faltenachse und Streckachse.

Ein näheres systematisches Studium des Verheilungsmateriales, wovon weitere Aufschlüsse über die Bedingungen zur Faltungszeit zu erwarten sind, steht noch aus bis auf wenige Fälle.

In dem vorliegenden Falle erweist das Verheilungsmaterial der Querrisse, daß nach der starken und wohl erhaltenen postkristallinen rupturellen Gefügebildung des Gesteins die Kristallisationsfähigkeit noch eine sehr bedeutende und eine mit der prärupturellen Kristallisation (bei allem Unterschied s. u.) noch vergleichbare war. Man wird nämlich die Querrißbildung nicht für älter als die kataklastische Schieferung halten und die Verheilung wegen ihrer Unversehrtheit für jünger als dieselbe halten müssen.

Zuweilen trifft man die ausgeheilte Kluft nachträglich durch zu der ersten Kluftanlage gleichsinnige Zugrisse erweitert, welche die erste Ausheilungsmasse längs der Gangmitte als sehr feine, etwas stärker brechend verheilte Risse durchziehen.

Das zeigt sowohl, daß die Beanspruchung des Gesteins auf Zug sich an dieser Stelle gleichsinnig wiederholte, als auch, daß die Kristallisationsfähigkeit des Gefüges wieder oder noch immer vorhanden war. Eine stoffliche nähere Bestimmung dieser sekundären Ausheilungsmasse ist nicht möglich gewesen und es ist im folgenden unter „Gängen“ schlechtweg die primäre Ausheilung der Zerrklüfte verstanden.

Diese Gänge durchziehen, wie bemerkt, meist quer, seltener etwas schief zu s (durch korrelate Schiebung in s ?) die Muskovitsträhne, deren zerfaserte Abrißstellen zeigen, daß ihr Gefüge oder Geflecht zur Zeit des Abreißens schon so war wie heute: es sind abgerissene Teile als Relikt ganz oder halb von der Gangmasse umgeben konserviert. Ferner durchziehen die Gänge die oben erwähnten später zu beschreibenden Quarzsträhne und drittens Albit und ein großes Mikroklinauge; sie sind also jünger als alle diese Gebilde, und, was besonders festzuhalten ist: auf die Bildung der Quarzsträhne folgte noch eine Phase beträchtlicher Kristallisationsfähigkeit des Gefüges, eine kristalloblastisch ziemlich mobile Phase.

Zur Entstehungszeit der Risse quer durch Feldspatkörner waren diese spröde und das Gefüge so fest gebunden, daß sich beim Zug die Zerreißungsfestigkeit des Feldspats als kleiner erwies. Von

¹⁾ Dies erwähnt Ampferer, Über das Bewegungsbild von Faltengebirgen, Jahrbuch der Reichsanstalt 1906.

Zerreiungsfestigkeit darf man dabei sprechen, weil genau gegenüberliegende korrespondierende Trümmergrenzen zerrissener Körner und Muskovitstrhne das Mitspiel von Schiebung bei der Entstehung der Risse und ihre Deutung als Abscherungsgnge ausschließen.

Was das Material der Gangfüllung anlangt, so ist am stärksten und vielfach sogar alleinherrschend beteiligt ein sehr selten verzwillingter Albit, wahrscheinlich nahezu reiner Albit wie seine schwache Lichtbrechung am Kontakt mit Mikroklin, Schachbrettalbit und dem Epidotalbit des Hauptgefges vermuten läßt. Es zeigt sich wo unser Gangalbit den letztgenannten überquert deutlich genug seine Verschiedenheit von demselben auch durch schwächere Doppelbrechung.

Der Menge nach an zweiter Stelle stehen geldrollenartige und rosettenförmige Aggregate winziger Schüppchen eines Chlorits mit fast unmerklicher Doppelbrechung. Dort, wo die Quergänge die Quarzsträhne übersetzen, hat zunächst ein das Lumen verengendes drusiges Vorwachsen von zierlichen Quarzindividuen mit Prisma stattgefunden.

Demnach finden wir die Gangfüllung mineralogisch unterscheidbar von Produkten der Kristallisation des Hauptgefges. In letzterem ist Chlorit kaum in Spuren vorhanden, in den Gängen fehlt der im Hauptgefge herrschende reichliche Muskovit. Der Albit der Gänge ist saurer als der des Hauptgefges. Die Minerale dieser zahlreichen oft äußerst feinen Gänge von der durchschnittlichen Dicke eines menschlichen Kopfhaares sind also dieselben wie die bekannten großen Zerrklüfte der Schieferhülle am Tauernwestende ausfüllenden (zum Beispiel Pfitscher Periklin und Chlorit) und weisen wie diese darauf hin, daß nach der Zerreißung die Bildungsbedingungen für Minerale in den Klüften nicht dieselben waren wie im Gefüge; in den Gängen und Haarspalten zirkulierte eine zum Teil sicher (zum Beispiel Quarz) lateralsezernierte, charakteristische Lösung.

Die drusige Struktur dieser Mikrognge, welche ein als Wege für Lösungen beachtenswertes Gefügemerkmale des ganzen Gesteins bedeuten, mit zentralem Chlorit und ineinander verkeilt wandständigen Kristallrasen weist darauf hin, daß sie nicht anders als die jetzt noch offenen ihnen entsprechenden großen Zerrklüfte eine Zeitlang wirklich klafften.

Einer früheren Gefgebildungsphase des Gesteins gehören, wie schon bemerkt, die Quarzsträhne aus „Lagenquarzen“ (vgl. pag. 231) an, deren Gefügeregel näher zu beschreiben ist. Ihr Gefüge besteht ausschließlich aus in s bis zum vielfachen ihrer Dicke verlängerten, verzahnten Quarzkörnern von geringer Größe.

Diese zeigen als überaus auffallende Gefügeregel α' ($=\omega$) subparallel s , γ' subnormal auf s und daß unter den Quarzquerschnitten des $\perp s$ geschnittenen Materials bald mehr, bald weniger als die Hälfte \perp zur Achse c getroffen sind. In letzteren Fällen liegt also c des Quarzes $// s$. Als allgemeine für jedes Korn des Gefüges im vorliegenden Schnitt gültige Gefügeregel läßt sich also sagen α' (ω) subparallel s .

Um übrigens der Vollständigkeit halber auch dem Einwand zu begegnen, daß die Anordnung α' subparallel s bei ganz beliebiger Lage

des Quarzkornes die häufigste und unsere Gefügeregel mit Hilfe der Wahrscheinlichkeitsrechnung für alle optisch einachsigen abzuleiten sei, versinnlichen wir uns die Sachlage für beliebige Orientierung eines Kornes durch einen Kreis und eine Tangente. Die Kreisperipherie entspricht der Schwingungsrichtung normal zur Hauptachse, also unserem α' , für alle möglichen Kornlagen bis auf den durch das Kreiszentrum versinnlichten isotropen Schnitt. Die Tangente bedeute das durch den Schliff geschnittene s ; als Radien können wir das auf α' normale γ' projizieren. Wir sehen, daß bei beliebiger Kornlage γ' und α' gleiche Wahrscheinlichkeit haben, subparallel s zu liegen. Die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von isotropen Schnitten entspricht dem Quotienten aus der durch unseren Kreis projizierten Halbkugeloberfläche und einer kleinen Kalotte, deren übrigens auch von Konstanten des jeweils verwendeten Instruments, des Minerals und des Beobachters abhängige Größe hier zu berechnen nicht nötig ist.

Überaus anschaulich wird in granatführendem Glimmerschiefer im Hangenden des Renssentalits (bei Mauls), daß es sich um eine durch Teilbewegung im Gefüge bedingte wirkliche Regelung handelt. Während die den Granat als internes Relikt durchziehenden Quarzkörnerzüge im sensiblen Felde noch das allerbunte Mosaik zeigen, erscheint das Quarzgefüge außerhalb der Granaten gleichzeitig einheitlich blau oder gelb. Das s der Quarzzüge im Granat ist mit dem s des übrigen Gesteins nicht mehr parallel. Eine starke „Verlegung“ illustriert die nach Umschließung der noch unregelmäßigen Relikte vorgefallene Bewegung in s .

Für die Diskussion unserer Gefügeregel ist voranzustellen:

1. Die Schnittfläche durch das Gestein liegt subnormal zu s , wahrscheinlich subparallel (vgl. oben pag. 254) zu einer Streckachse.

2. Dieser Schnitt zeigt, wenn man die s Linien subparallel zum α des Gipsblättchens stellt, an den Querschnitten der Quarzkörner

a) isotrope Querschnitte (sensibl. Rot auch bei Drehung);

b) alle anderen ausnahmslos steigend in der Farbe, also mit α' subparallel s gestellt.

Daraus läßt sich bezüglich der Lage der Quarze im Gneis folgendes schließen:

Die Schnitte a zeigen, daß die betreffenden Quarze mit $c // s$ im Gestein liegen. Und zwar stehen ihre Hauptachsen nicht nur $// s$, sondern untereinander subparallel und durch einen instruktiven Zufall in der Lage des Querschliffes subnormal auf der Schlifffläche. Ein indirekter Beweis für letzteres liegt noch darin: Wären die Hauptachsen der Quarzkörner zwar $// s$, aber sonst regellos in s angeordnet, so wäre die durch unseren Querschnitt erfüllte Bedingung b (s. o.) in keinem Querschnitt zu s überhaupt erfüllbar, denn es würden in jedem Schliff $\perp s$ einige von den Körnern mit $c // s$ schief zu c getroffen werden und fallende Farbe zeigen bei der oben vorausgesetzten Stellung des Präparats mit $s // \alpha$ zum α des Gipses. Bezüglich der Körner mit $\alpha // s$ (steigende Farbe) muß angenommen werden, daß ihre Hauptachse in der Normalebene auf s liege, nicht aber gerade subnormal auf s stehen muß, wie ich in L. 4 äußerte.

Ein Gestein wie zum Beispiel der vorliegende Phyllitmylonit bestände aus einer 1. Schar von liegenden Quarzen mit untereinander subparallelen c -Achsen subparallel s angeordnet und aus einer 2. Schar mit den Hauptachsen in der Normalebene auf s .

Diese 2. Schar zeigt im vorliegenden Schnitt die „Trenersche Regel“, kurz α -Regel, das heißt $\alpha' // s$. Je mehr die 1. Schar vorwiegt, desto mehr wird diese Regel verwischt. Wenn die 1. Schar vorwiegt, so wird jeder Schliff $\perp s$, welcher nicht ziemlich genau normal auf den c -Achsen dieser 1. Schar steht, eine mehr oder weniger hervortretende Umkehrung der Trenerschen Regel zeigen die „ γ -Regel“, das heißt $\gamma' // s$. Daß die vollständige Umkehrung der Trenerschen Regel ein viel seltener beobachtbarer Fall ist als die Trenersche Regel selbst, das läßt erraten, daß eben die Anordnung der Körner mit untereinander subparallelem c in s liegend seltener ist.

Würde der Schliff in dem hier besprochenen Gestein nicht normal zu den Hauptachsen der Körner in γ -Regelstellung stehen, so würde ein kleines Vorwalten dieser γ -Regel die α -Regel (Trenersche Regel) stören, wie das in vielen Fällen zur Beobachtung kommt. Am stärksten träte dies natürlich im Schliff $\perp s$ und zugleich normal auf den vorliegenden Schliff, also im Präparat quer zur Streckachse hervor, wobei die Hauptachsen der Körner in γ -Regelstellung, in der Schlifläche lägen. Ein Schnitt wie der vorliegende heiße kurz ein Schnitt $\perp c \gamma$, das heißt normal auf das c der Körner mit γ -Regel, der eben erwähnte darauf normale heiße $// c \gamma$, das heißt parallel zum c der Körner mit γ -Regel. Nur der Schliff $// s$ würde in manchen (oder allen?) Fällen das c der Körner in α -Regelstellung senkrecht querschneiden und diese Körner isotrop zeigen; anderseits eine neue Übersicht über die Körner in γ -Regelstellung geben und eine Kontrolle dafür, wie weit deren c untereinander subparallel sind, was ja durch das Auftreten der α -Regel in ganz beliebigen Schliffen $\perp s$ schon wahrscheinlich ist. In Schnitten $// s$ würden diesfalls alle Körner in α -Regel dunkel erscheinen, die Körner in γ -Regelstellung steigende oder fallende Farben zeigen. Stünden zum Beispiel im ersten Falle noch wahrnehmbare Texturlinien eines Schiefers parallel zu α des Gipses und also zum α der Körner, so wäre es möglich, die γ -Regel zu diesen Texturlinien in genetischen Zusammenhang zu bringen, zum Beispiel zu Streckungslinien.

Damit kehren wir zu unserem Präparat zurück. Dieses, ein Schnitt subparallel zur Streckachse ganz ohne γ -Regel, weist darauf hin, daß das c der Körner in γ -Regelstellung (in unserem Schliffe isotrop) normal zur Streckachse stünde (wir würden die γ -Regel in Schnitten \perp Streckachse am ausgeprägtesten finden). Das würde darauf zu schließen erlauben, daß sich auch die Körner in γ -Regel mit c parallel zum texturierenden Druck quer zum korrelaten texturierenden Zug gestellt haben, ganz wie die Körner in α -Regel sich anscheinend gegenüber dem schiefernden Druck verhielten und daß dieses oberste später näher zu diskutierende Prinzip beide Regeln umfaßt und vereinigt als „Quarzgefügeregel“.

Die γ -Regel wäre alsdann eben nichts anderes als eine gradweise veränderte α -Regel für Gesteine, in welchen Streckung (das

heißt ein gerichtetes Druckminimum — Zug in s) gradweise über reine Schieferung (gleiche Druckminima = allseitiger Zug in s) vorzuwiegen beginnt.

In einem ideal gestreckten Gesteine hätte man alsdann in einem Schriff normal zur Streckungsachse eine in dem auffallenden Zurücktreten isotroper Quarzquerschnitte bestehende Erscheinungsform der „Quarzgefügeregel“ zu erwarten. In Schriffen parallel zur Streckungsachse nur isotrope Quarzquerschnitte und α -Regel. Und dies letztere ist meine bisherige Auffassung des vorliegenden Präparats. Eine weitere systematische Bearbeitung der Frage der Gefügeregelungen durch mechanische Spannungen wird auch, was die Glimmer-Feldspate und andere Minerale anlangt, eine mit der nötigen Rücksicht auf die Deformationsmechanik und guter Auswahl der Deformationstypen und mit zweckmäßig exakt orientierten Schriffpräparaten zu unternehmende Sache sein, welche sich vielleicht auch dem Experiment nicht ganz entzieht.

Wenn Streckung tatsächlich den Quarz mit c quer zur Zugrichtung stellt, so harmoniert es damit, daß bei reiner Pressung $\perp s$ c subnormal s steht, dem Umstand entsprechend, daß eben in s der Zug nach allen Richtungen gleich groß ist: Das scheint die Gefügeregel, welche wir so häufig treffen. Würde der Zug bei beginnender Streckung in s (zum Beispiel in manchen Faltenkernen [vgl. Zusammenhang zwischen Streckung und Faltung pag. 255]) in bestimmter Richtung maximal, indem auch Druck // s und \perp zur Streckachse zu wirken begänne, so würde eben deshalb im Sinne unserer Theorie eine gradweise Umordnung der zuerst mit $c \perp s$ gestellten Körner eintreten, dadurch, daß beliebige Stellung von c in der Ebene \perp zur Streckachse stattfände. Und ein Schriff \perp zur Streckachse würde die oben angeführte Regel zeigen (auffällig wenige isotrope Schnitte).

Der Quarzgefügeregel glaube ich nach den bisherigen Erfahrungen folgende allgemeinste Form geben und der Kritik anheimstellen zu können: Die meist in Gesteinen mit rupturer Gefügebildung und Teilbewegung zu beobachtende Quarzgefügeregel besteht darin, daß der Quarz seine kristallographische Hauptachse parallel zum Druck- und normal zum Zugmaximum stellt.

Die genetische Erklärung dieser Regel bietet derzeit noch Schwierigkeiten in Form der Fragen, ob die Regelung 1. durch molekulare Differentialbewegung (plastisch) oder 2. durch Teilbewegung größerer Elemente als der Moleküle oder 3. durch beiderlei Bewegung entstehe; ferner, ob dabei Normalspannungen oder Schubspannungen die Hauptrolle spielen und gemäß letzterem vielleicht Gleitung in s eine wichtige Bedingung der Regelung ist; und ferner, ob es sich dabei um eine kristalloblastische Abbildung mechanischer Spannungen im Sinne Beckes handelt oder um letztere und eine Regelung durch rein mechanische Teilbewegungen zugleich.

Nach den bisherigen Erfahrungen vermute ich als das bisher Wahrscheinlichste, daß rein mechanische Teilbewegung auch in Form plastischer (molekularer) Umformung die Hauptrolle spiele; dafür spricht das bestausgesprochene Auftreten der Regel in Myloniten.

Ferner, daß die Regelung in erster und übersichtlichster Linie sich anscheinend Normalspannungen zuordnen läßt (vgl. die oben der Regel gegebene Form).

Wenn man Gebilde wie unsere Quarzsträhne für regenerierte (Mylonit-) Sandquarze hält, so könnte man das Auftreten der Regel für eine kristalloblastische Anpassung während der regenerierenden Quarzkristalloblasten halten. Dieser Auffassung widersprechen, wie mir scheint entscheidend, die stark und vollkommen stetig gebogenen, vorspringenden Ecken am Ufer der Quarzsträhne umfließenden Quarzindividuen, welche man bei Regeneration des sandig zerriebenen Quarzstromes in dieser Form nicht zu erwarten hätte: ihr tektonoplastischer Charakter ist unverkennbar. Sie stützen die Auffassung der Quarzgefügeregel als einer nichtkristalloblastisch entstehenden erzwungenen Regelung durch Teilbewegung im Gefüge (vgl. hierzu auch L. 4).

c) Unmittelbar an diese zwei Gesteine anzuschließen ist der Tuxer Porphyrgneis, welcher vom Krierkar gegen Ost den Zentralgneisanteil des Tuxerkammnordhanges bildet. Eine Probe aus dem Krierkar zeigt über Biotit vorwaltenden Muskovit, prächtig gestreiften, durchweg rupturrell undulösen Quarz mit optischen Störungen an Biotiteinschlüssen wie in *b*, manchmal in kataklastischen Nestern, Orthoklas und Plagioklas ganz wie im Gestein *b*. Das Gefüge ist durch lebhaft rupturrelle Teilbewegung bezeichnet.

d) Ebenso gehört hierher ein Schliff der (tektonischen?) Einschaltungen von Porphyrgneis in die Tuxer Grauwacken unter dem Marmor der Tuxerklamm. Die Kataklastik ist noch stärker als bei *c*, der Biotit zeigt schöne Sagenitausscheidung, der oben erwähnte farblose Epidot tritt reichlich auf, neu hinzu tritt kräftig dunkelbrauner Titanit (Grothit) in Kuvertform.

e) Wir gehen nun auf die Beschreibung einer Anzahl, der Lagengneiskuppel zwischen Kaserer und Olperer entnommenen *B*-Gneise über, welche sich in der Hand nicht alle ohne weiteres den Porphyrgneisen gleichstellen lassen. Auch hier sind es rupturrelle Teilbewegungen, denen man die Verwischung des makroskopischen Porphyrgneishabitus fast gänzlich zuschreiben kann: Die Gesteine sind alle stark kataklastisch und stehen, was den Mineralbestand anlangt, den beschriebenen Augengneisen und den Knollengneisen sehr nahe. Diese Serie enthält, wie anderenorts bemerkt, Knollengneise eingeschaltet.

Eines dieser Gesteine im Südhang des Kleinen Kaserer gegen den Wildlahnerferner, streng lagerförmig eingeschaltet, ist ein durch Pennin und durch Epidotaggregate bezeichneter Mylonit, im übrigen dem Augengneismylonit von Tschöfs vollständig entsprechend. Es zeigt die typischen Porphyrgneisorthoklasten und Epidotalbite, neben Biotit und Muskovit einen Chlorit, dessen schön blaue Interferenzfarbe fast vollkommene Einachsigkeit $Chm +$, $Chz +$, gut zu beobachten war. Es dürfte sich um Pennin handeln. Das Gestein bietet Musterbeispiele für undulöse Auslöschung der Feldspate.

In einem benachbarten Lager zeigte sich im Schliff überwiegender Muskovit, schön gestreifter Quarz, oft in kataklastischen Nestern mit optisch subparallelen Körnern, $Ab - Ab_8$ An_1 mit reich-

lichem Epidot, Epidotalbit + Orthoklas- (Perthit-) Nester, Kränze um Orthoklas und Züge von Albitplastermörtel (vergl. oben), manchmal Linsen dieses Aggregats, welche dann sehr an manche Knöllchen der Knollengneise erinnern. Akzessorisch Pyrit, Titanit, Granat.

In einem anderen, kataklastisch bis zu feinstem Korn geschieferten Gneis sind größere, augenartig frei schwimmende, rupturell umgrenzte Quarztrümmer noch zu beobachten, besonders hervorzuheben aber Zwischenlagen lamellierten Karbonats. Im übrigen herrscht ein Gefüge von durchweg eckig umgrenzten Quarz- und Feldspatfragmenten zu gleichen Teilen. Dieser Feldspat ist Orthoklas und Plagioklas; unter letzterem ist ein $Ab_{68} An_{37}$ nahestehender nachgewiesen.

Ein anderer Typus zeigt sich sehr reich an Aggregaten aus lamelliertem $Ab-Ab_8 An_1$, zuweilen mit einschlußfreiem Saum und epidoterfülltem Kern.

Endlich war noch in einem Fall ein bemerkenswerter Kalzitgehalt und zugleich an einem sehr großen, rupturell zu subparallelen Körnern zerlegten Quarz eine Struktur zu beobachten, welche an umkristallisierte (vergl. pag. 247) Korrosionsbuchten wenigstens erinnert.

Einige andere noch aus dieser Serie untersuchte Gesteine bieten nichts Neues, namentlich wiederholen sich Penningehalt und Epidotknöllchen in mehreren Fällen.

Es gewinnt den Anschein, daß die Verschiedenheiten, welche den feinen Lagenbau der *B*-Gneise ausmachen, namentlich Verschiedenheiten der Korngröße sind, deren Schwanken zum Teil mit Sicherheit auf die verschiedene Intensität ruptureller Teilbewegung im Gefüge zurückzuführen und also als tektonische Ausarbeitung (vgl. L. 4) aufzufassen sind.

Schalenbau der Plagioklase ist sehr selten und bot kein näher analysierbares Objekt.

f) Wildseespitze am Brenner. Ein dieser Lokalität entnommener Aplitgneis ist zunächst dadurch bemerkenswert, daß er, mit Salzsäure deutlich brausend, Kalzitgehalt verrät, ganz wie dies an gleichen Orte auch an quergreifenden, unzweifelhaft intrusiven Aplitapophysen zu bemerken war.

Ein besonderes Interesse aber verleiht diesem Gneis seine vollkommene Übereinstimmung mit dem Material mancher Knöllchen des Knollengneises vom Pfitscher Joch.

Das Gefüge ist bis auf sehr spärliche größere Albiteinsprenglinge und etwas Biotit und Muskovit ein sehr feinkörniges, kaum verzahntes Mosaik aus Quarz und Feldspat zu etwa gleichen Teilen, etwas Epidot.

Der Feldspat ist Albit und vielleicht etwas Orthoklas.

Der wegen seines Kalzitgehaltes erwähnte Aplitquergang zeigt ganz anderes, vor allem grobkörnigeres Gefüge aus gestreiftem Quarz, Epidot-Albit, perthitischem Orthoklas und sehr schöne strauchartige Durchwachsung des Orthoklases sowohl als des Epidotalbits durch Quarz mit scharf und rauh konturierten

Zweigen, an welchen in jedem Querschnitt die reguläre Orientierung der Undulationsstreifung // γ' sehr schön hervortritt.

Der Quergang zeigt eine trotz des Mangels an Glimmern (bis auf einige Biotitfetzchen) ersichtliche Schieferung gleichsinnig mit der des quer durchbrochenen Schiefers. Letzterer ist ein biotitreicher Epidotgneis mit gestreiftem Quarz, den aus dem Aplit erwähnten Verwachsungen zwischen Quarz und Feldspat, Quarznestern aus Körnern mit α' subparallel s , Orthoklas und viel mit Epidoteinschlüssen vollgepfropftem Albit₁. Keines der beiden Gesteine zeigt über undulöse Quarze hinausgehende (postkristalline) Kataklasen.

Zusammenfassend ist folgendes hervorzuheben: Die *B*-Gneise der Kaserer Kuppel sind von den Knollengneisen am Pfitscher Joch im Schliiff nicht trennbar, wir finden die Typen „Knollengneis vom Pfitschjoch in flasriger Ausbildung“ und „feinkörnige Fazies des Pfitscher Knollengneises“ als Glieder unter den *B*-Gneisen der Schieferkuppel zwischen Kaserer und Olperer.

Sowohl die Pfitscher Knollengneise als die Kaserer Gneise zeigen eine Schieferung, welche namentlich verglichen mit der idealen Kristallisationsschieferung manchen Gneisglimmerschiefers der Hochfeilerhülle (zum Beispiel Rotes Beil) eine Mittelstellung zwischen rupturreller und Kristallisationsschieferung einnimmt, wofür wir eine von der Kristallisation überdauernde „präkristalline“ rupturale Gefügebildung annehmen. Besonders starke Kataklasen fanden wir an den Tuxer und Tschöfser Augengneisen, welche letztere eine Diskussion der Quarzgefügeregel erlaubten.

D. Die Knollen der Knollengneise.

Was das Material der Knollen anbelangt, so ist vor allem dessen außerordentliche Gleichförmigkeit hervorzuheben. So lange die mikroskopische Untersuchung einer größeren Anzahl von Knollen nicht durchgeführt war, ließen sich überhaupt nur aplit- und quarzitähnliche Knollen anführen, obwohl sich die Kenntnis der Knollen schon auf sehr zahlreiche Vorkommen von Knollengneis bezog. Durch die Untersuchung im Schliiff von 34 Knollen und von 9 zum Vergleiche herangezogenen Kristallaugen von Augengneisen ist es möglich geworden, einige Typen zu unterscheiden, zu welchen weitere Funde und Untersuchungen vielleicht gelegentlich noch einzelnes Wichtige hinzufügen können. Sicher aber ist, daß es sich dabei quantitativ nur noch um Ausnahmen von der Regel handeln kann. Und schon um den Vergleich ähnlicher alpiner und fennoskandischer Vorkommen möglichst zu erleichtern und anzubahnen, schien die Publikation der folgenden Ergebnisse am Platze zu sein.

Die Knollen sind nach Typen, nicht nach Vorkommen aufgezählt. Es handelt sich natürlich immer um die Beschreibung des Materials der Knolle, welche dem Knollengneis der jeweils angeführten Örtlichkeit entnommen wurde.

Typus A.

1. Liegendes des Schmittenbergmarmors bei Hintertux.

a) Besteht etwa zu gleichen Teilen aus gestreiftem Quarz, manchmal in Nestern mit verzahnten Körnerrändern und aus Feldspat. Dieser ist ein durchweg feinlamellierter $Ab—Ab_8 An_1$, mit Vorliebe tafelig nach M entwickelt und in Rechtecken bis zum Ausmaße von $2 \times 7 \text{ mm}$ querschnitten. Die diesen Albit gleichmäßig trübenden Einschlüsse sind dichtgesäte, meist winzige Schüppchen eines farblosen Glimmers. An Zerbrechungs- und Reibungsklüften im Albit ist eine Anreicherung dieses Glimmers, typische Deformationsverglimmerung, zu beobachten.

Viel seltener ist eine zweite Modifikation des $Ab—Ab_8 An_1$, der ersten gegenüber xenomorph, ein gefleckter Albit. Orthoklas und andere Glimmer als der erwähnte fehlen. Das Gefüge zeigt außer geringer Kataklase nichts Besonderes; es ist richtungslos körnig ohne irgendwelche bezeichnende Verwachsungen der Bestandteile untereinander. Grobkörnige Quarz-Albitknolle.

b) Ist einer dem Knollengneis am Pfitscher Joch vollkommen gleichenden Varietät entnommen und hat unter den Knollen vollkommen seinesgleichen am Pfitscher Joch und beim Kaiserbrünnl (Hintertux). An Bestandteilen sind außer den oben erwähnten in gleicher Ausbildung zu erwähnen etwas Orthoklas, zum Teil verdrängt durch fleckigen Albit, nicht wenig lamellierter Kalzit, Pyrit Magnetit (?), Titanit; alle drei letzteren sehr spärlich. Kein basischerer Plagioklas als $Ab_8 An_1$.

Bezüglich des Gefüges ist hervorzuheben in der Gruppierung der Bestandteile eine Neigung zur Aggregation der Albite; der Kalzit besiedelt besonders stärker kataklastische Stellen, in seiner Verteilung ist kein Zusammenhang mit der Verteilung der Feldspate ersichtlich. Die richtungslos körnige Struktur ist durch bis zu rupturreller Zerlegung der Quarze gehende Kataklase gestört. An Verwachsungen wurden hier beobachtet: Einschlüsse idiomorphen Orthoklases in Quarz; weich konturierte verzweigte Quarze in Orthoklas ganz wie in den Kristallaugen der Porphyrgneise; Plagioklas nahe Albit in Quarz. Grobkörnige Quarz-Albitknolle mit etwas Orthoklas und Kalzit.

c) Besonders hervorzuheben sind Reste großer fast ganz albitisierter Orthoklase, woneben aber noch reichlich Orthoklas übrig blieb; ferner wirr orientierte lange Nadelchen mit nicht mehr zur Geltung gelangender Doppelbrechung im Quarz (wahrscheinlich Apatit).

Die Kataklase erreicht einen in den Knollen ungewöhnlich hohen Grad: die Quarze sind zerpreßt, die Albite zeigen alle Grade von Deformationsverglimmerung.

d) Ein feinkörniger Typus mit sehr ausgesprochener Aggregation der Quarze sowohl als der Albite in Nestern. Daneben Reste größerer Albite, wie aus den anderen Knollen bekannt ($Ab—Ab_8 An_1$). Die Nester wahrscheinlich sekundär durch Zerlegung größerer Individuen. Kataklase deutlich an den Quarzen. Ganz vereinzelt größere Muskovit-schüppchen.

e) Mittelkörnige, gleichmäßig richtungslos körnig struierte Knolle, welche die mehrfach zu beachtenden sekundären Zwillinge aus lamellierten Albiten besonders schön zeigt. Außer dem gewöhnlichen Albit spärlich ein klarer einschlußfreier ebenfalls lamellierter Albit, und der oben Albit₁ genannte mit tropfenförmigen Quarzeinschlüssen, wie in der hochkristallinen Hülle der Hochfeiler Gneise. Von den trüben Albiten hebt sich einschlußfreier reichlicher Orthoklas ab, manchmal lebhaft undulöse Auslöschung und einmal den Albit₁ als Einschluß zeigend. Auch Mikroklin ist vorhanden. Die Struktur ist ganz die eines mittelkörnigen Granits.

f) Eine Quarzalbitknolle mit etwas Glimmer. Der trübe Albit (hier als nahe $Ab_{95} An_5$ bestimmt) ist hier wie immer idiomorph gegenüber dem gestreiften Quarz und dem fleckigen $Ab - Ab_8 An_1$. Heller Glimmer in größeren Schuppen sehr vereinzelt, Biotit ebenso manchmal gebleicht und limonitisch, Kataklassen des Quarzes.

g) Knolle von stumpfeckig isometrischer Form, als glimmerfreies Quarzfeldspatgemenge mit durchschnittlichem Kornradius = 1 mm mit freiem Auge erkennbar.

Kataklase fehlt bis auf Undulation des Quarzes vollständig; das Gefüge ist lückenlos körnig mit glatten Körnergrenzen. $Ab - Ab_8 An_1$ herrscht vor in Form des trüben idiomorphen Albits demgegenüber gestreifter Quarz Zwischenmasse bildet. Glimmer fehlt, frischer Orthoklas und Mikroklin ist vorhanden. Folgende Verwachsungen: Scharf umgrenzte idiomorphe Plagioklaseinschlüsse in Quarz nicht selten. Dieser Plagioklas zeigte einmal deutlich zonaren Bau mit glimmerreicherem und basischerem Kern ziemlich scharf von der Schale getrennt (eine leider nicht ganz sichere Messung auf $M(?)$ ergab Kern $3^0 = Ab_{73}$ Schale $5 \cdot 5^0 = Ab_{76}$, woraus wegen $\alpha' < \varepsilon$, $\gamma' < \omega$ auf einen basischeren Kern geschlossen wurde). Idiomorphe Orthoklaseinschlüsse in Quarz. Albiteinschlüsse in Orthoklas. Buchtige bis mikropegmatitähnliche Verwachsungen zwischen Orthoklas und Quarz.

2. Dettenjoch bei Lanersbach.

Diese Knolle zeigt vollständig den Typus der glimmerfreien richtungslos körnigen Knolle vom Typus A aus gestreiftem Quarz viel trübem idiomorphen und etwas klaren Albit ($Ab - Ab_8 An_1$), also ganz wie wir diesen Typus in den Knollengneisen von der Riffelscharte finden. Sie tritt sowohl vermöge ihres Mineralbestandes als strukturell in deutlichen Gegensatz zum geschieferten scharf von der Knolle abgegrenzten Grauwackengneis; die Grenze beider wird vom Schliff geschnitten. Die Grauwacke ist viel feinkörniger, sehr reich an Serizitfilz, zeigt große gestreifte Einzelquarze, viel weniger trüben Albit als die Knolle. Es wäre möglich, einen Teil des hellen Glimmers aus deformierten Albiten abzuleiten, deren Deformations-Verglimmerung man in allen Stadien neben wahren Pseudomorphosen aus Glimmer nach Albit beobachten kann.

Zwischentypus A—B.

1. Südlich unter dem Marmor des Schmittenbergs bei Hintertux.

Besteht vorwiegend aus trübem $Ab—Ab_8 An_1$ mit Deformations-Verglimmerung. Daneben zurücktretend etwas klarer Albit und fleckiger Albit. Der Quarz zeigt Böhmsche Streifung. Besonders bemerkenswert ist aber durch eine bessere Kristallisation von orientiertem Muskovit kristalline Schieferung.

Kataklase an Quarz und Feldspat. Geschieferte Quarzalbitknolle mit Muskovit.

2. Nördlich der Friesenbergsscharte bei Hintertux. Besonders hervorzuheben sind neben dem gestreiften Quarz, dem trüben Albit in Viellingen und etwas Albit₁ mit Epidoteinschlüssen namentlich Orthoklas mit Albitflecken zum Teil als Perthit und etwas Biotit.

3. Pfitscherjoch. Mangel jeder rupturellen Störung des körnigen (eugranitischen) Gefüges mit einzelnen größeren „Augen“. Orthoklas zweifelhaft. Besonders zu vermerken nur spärliche Biotit-schüppchen, Rutil mit Titaneisen (oder Magnetit?) verwachsen.

Typus B.

Ein solcher Typus läßt sich von *A* insoferne abtrennen, als nicht mehr vollständig oder fast vollständig die Form des trüben Glimmeralbits (Albit₂) herrscht, sondern klarer, lamellierter Albit (Albit₃) stärker hervortritt.

1. In der Tuxerwacke bei Kaiserbrünnl (Hintertux). Neben der fast vollständig zurücktretenden Form des trüben glimmerreichen Albits₂ tritt das $Ab—Ab_8 An_1$ als klarer langstufig lamellierter Albit₃ reichlich auf, dessen symmetr. Ausl. $14\cdot5^\circ$ ihn als saurer als $Ab_{86} An_{14}$ kennzeichnet. In diesem letzteren Plagioklas, den wir in geringer Menge schon im Typus *A* antrafen, tritt ein Plagioklas als idiomorpher Einschluß auf dessen Lichtbrechung teils $>$ teils $<$ ist verglichen mit der des Albits. Nähere Bestimmung war nicht möglich. Glimmer fehlen, Orthoklas ist nicht nachweislich. Gestreifter Quarz.

2. Ostgipfel der Realspitze, in Gneis. Zeigt wieder mehr trüben Albit zuweilen mit einschlußärmerem Saum. Ferner wenig Muskovit, Albit₁, Kataklase vorhanden. Siehe Taf. XIII, 2.

3. Pfitschjoch in Gneis. Zeigt die Formen Albit₂ und Albit₃ des $Ab—Ab_8 An_1$. Eugranitisches Gefüge ohne Spur von Kataklase. Idiomorphie und Viellingsbildung des trüben Albits₂ sehr ausgesprochen.

4. Langewand bei Lanersbach im Porphyrgneis (Zentralgneis) neben dessen Kristallaugen.

Es wurden drei derartige Einschlüsse untersucht:

a) Steht den Gerölltypen nicht näher als dem Porphyrgneis selbst. Große Orthoklase von Albit gefleckt mit Quarzeinschlüssen, Perthit Mikroklin und Mikroklinperthit. Klarer Albit₃, zermörtelter Quarz, viel Biotit.

b) Zeigt das Gepräge einer nur schwach kataklastischen Knolle *B* aber viel Muskovit und etwas Biotit; beide sehr gut kristallisiert, wie bei *a*. Trüber und klarer Albit miteinander verwachsen. Quarz zurücktretend. Glimmer fehlt bis auf etwas Biotit.

c) Zeigt herrschend trüben Albit₂, dadurch Annäherung an den Typus *A* daneben klaren Albit₃. Glimmerfreie Quarzalbitknolle.

C. Andere Typen.

a) 1. Aus dem Quarzphyllit der Dannelscharte bei Dun im Pfunderstal. Mehr als die Hälfte ist oft schön gestreifter, rupturrell-undulöser Quarz. Etwas gut kristallisierter Muskovit bedingt eine gewisse Schieferung. Unter den Feldspäten fehlen Albit₂, Albit₃ und Orthoklas, dagegen tritt ein schon in den Knollen aus dem Porphyrgneis der Langen Wand zu beobachtender Albit, *Ab—Ab₃ An₁*, ziemlich reichlich auf. Dieser klare, auffallend gut spaltbare Plagioklas hat niedrigere Interferenzfarben als die anderen Albite, seine Querschnitte zeigen manchmal Lamellen und lassen einmal sehr gut *Chm* + erkennen, seine einfache Lichtbrechung ist teils >, teils < Kanadabalsam. Wahrscheinlich handelt es sich um ziemlich reinen Albit.

Das Gefüge dieser Quarzalbitknolle mit Schieferung ist gleichmäßig körnig.

2. Aus dem Knollengneis südlich von der Dreiherrnspitze (Senges bei Mauls). Deckt sich vollkommen mit dem eben beschriebenen, nur sind außerdem Pyritwürfel und Albit₁ anzuführen.

b) 1. Aus dem Knollengneis am Pfitschjoch. Die Bestandteile sind Quarz, große Albite, durch ihre idiomorphe Form, feine Lamellierung und lokale Verglimmerung an Albit₂ erinnernd, aber meist viel ärmer an Einschlüssen, oft sogar ganz klar, Orthoklas, trüb durch Einschlüsse bis gänzlich muskovitisiert, schwärzlich bestäubt, in Aggregate rundlicher (Albit-?) Körnchen zerfallend, Mikroklin, etwas Biotit mit Zirkonsäulchen-Einschlüssen, etwas Chlorit, Zirkoneier, etwas Magnetit (Titaneisen?). Orthoklas und Mikroklin treten gegen Albit zurück.

Für das Gefüge ist starke Kataklaste aller Elemente und außerordentlich schnell und stark wechselnde Korngröße bezeichnend.

Große Quarze findet man rupturrell in Nester zerlegt mit allen Übergängen von Sprüngen zu gegeneinander verschobenen korrespondierenden Trümmergrenzen. In anderen Fällen zeigen die Quarzkörner deutlich den Charakter sekundärer Ausheilungen von Sprüngen, zum Beispiel querabgebrochener Albite. Diese letzteren zeigen häufig stetige (plastische) Biegung ihrer Lamellen. Strauchartige Einwachsungen von Quarz in Orthoklas findet man geradeso wie in den Augengneisen.

2. Eine andere Knolle von derselben Lokalität besteht überwiegend aus Albit, ähnlich Albit₁, aber etwas unreiner, was Glimmereinschlüsse anlangt, außerdem aus Muskovit, Chlorit und großen Quarzen, an welchen dieselben Gebilde hervorzuheben sind, welche an den Quarzen des Gneises von der Riffelscharte (vgl. pag. 247) als etwas umkristallisierte Korrosionsschläuche gedeutet wurden.

c) Aus Tuxerwacke beim Kaiserbrünnl (Hintertux). Diese Knolle unterscheidet sich sehr von allen bisher beschriebenen und steht allein, indem trotz eifrigsten Suchens nirgends mehr ein ähnlicher

Typus gefunden wurde. Sie besteht aus ausgezeichnet gestreiftem Quarz, aus Albit, etwa in gleicher Menge aus lamelliertem klarem Albit, etwas Mikroklin und reichlichem, gut kristallinem Glimmer, welcher, genau in *s* angeordnet, eine sehr gute kristalline Schieferung ergibt. Der Glimmer ist Biotit, meist gebleicht. Das Gestein ist ein etwas kataklastischer Biotitgneis.

d) Ebenfalls besonders seltene, aber bemerkenswerte Fälle, welche sich von allen anderen untersuchten abheben, sind die zwei folgenden aus dem Gneis vom Pfitscher Joch.

1. In einer überwiegenden, äußerst feinkörnigen Zwischenmasse größere Biotite und Nester aus verzahnten Quarzkörnern. Die Zwischenmasse und Hauptmasse besteht aus unverzahntem, weich konturiertem Mosaik von Quarz und Feldspat zu etwa gleichen Teilen. Der Quarz ist unlüdiert. Die Feldspatkörner erweisen sich bei stärkster Vergrößerung häufig noch als Aggregate aus noch kleineren Elementen. Wie weit es sich dabei um Orthoklas oder Albit handelt (Zwillingslamellen sind eine große Seltenheit), ist bei der Feinheit des Kornes nicht entscheidbar. Ziemlich viel gleichmäßig verteilter Magnetit, Titanit da und dort in Körnern. Das Gefüge ist deutlich parallelstruiert. Es liegt hier ein kristalliner Schiefer vor, welcher von dem (pag. 261) von der Wildseespitze beschriebenen sauren Zentralgneis nicht unterscheidbar ist. Der Gneis, in welchem diese Knolle liegt und welcher zahlreiche kleinere ihresgleichen u. d. M. erkennen läßt, ist pag. 249 *a* beschrieben.

2. Eine der eben beschriebenen sehr ähnliche Zwischenmasse erweist sich bei genauerer Betrachtung als fast ausschließlich Albit; denn die hier trübereu Körnchen des ebenfalls äußerst feinkörnigen Gefüges mit (infolgedessen?) unscharfen Körnergrenzen sind hier mit Resten größerer idiomorpher Albite optisch vergleichbar. An unscharfen und zuweilen ganz regellos verlaufenden Grenzen beider entsteht der Eindruck, daß die größeren Albite nicht ganz durch die Form des albitischen Feingefüges ersetzte Reste seien. Außerdem heben sich aus der Zwischenmasse größere Nester aus verzahnten Quarzkörnern, größerem, mit Chlorit parallel verwachsenem Biotit und Epidot. Der Biotit zeigt Sagenit-, Quarz- und Erz- (Magnetit-) Einschlüsse. Auch Muskovit findet man mit Chlorit parallel verwachsen.

Sehr viel Erz in schwarzen, oft quadratischen Querschnitten (Magnetit) ist gleichmäßig über das Gefüge verteilt; Epidot, Titanit, Apatit.

Auch mehr oder weniger stark verglimmerter Orthoklas ist vorhanden. Auch diese Knolle ist Biotitgneis.

D. Quarzknollen.

Von den Quarzknollen wurden zunächst aus naheliegenden Gründen weniger Schiffe hergestellt.

Größere Quarzknollen bezeichnen namentlich, aber nicht ausschließlich die Taxergrauwacken, die Graphitkonglomerate des Kaserer und die Rhätizitquarze und Graphitglimmerschiefer des Pfitschtals;

ferner die Glimmerschiefer der Griesscharte und ihre Äquivalente am Passeirer Schneeberg.

1. Tuxerwacke bei Hintertux. Diese Knolle (ein zweifelloses Gerölle) besteht restlos aus rupturell undulösen, verzahnten Körnern schön gestreiften Quarzes, ohne Regel in der Anordnung der Körner.

2. Liegendes des Schmitzenberg-Marmors (bei Hintertux). Vollständig ausgeplattete quarzitisches, an Magnetit sehr reiche Lagen mit etwas Albit entsprechen ebensolchen Gebilden in den Schneeberger Knollengneisen.

3. Schneeberg (Schwarzsee), Passeirer. Es wurden nicht die gewöhnlichen weißen Quarzknollen, sondern drei Granatquarzite untersucht. Alle drei zeigen hochkristallines Quarzmosaik ohne Gefügeregel. Der Quarz ist oft sehr deutlich gestreift, die Granaten sehr reichlich vorhanden, nach Zehntelmillimetern messend, gleichmäßig oder in einem Falle sehr schön in parallelen Zwischenlagen im Quarzgefüge angeordnet. Einer dieser Quarzite ist nach seinem Gehalt an gut kristallinen, unversehrten Muskovitschüppchen und etwas Biotit als „Glimmerschiefer“ zu bezeichnen, ein anderer tritt dadurch, daß Granaten die Hälfte seines Bestandes bilden und Glimmer fast fehlen, im starken Gegensatz zum umschließenden Glimmerschiefer.

Anhangsweise seien noch die fast reinen Epidotknollen angeführt, welche man in den Knollengneisen vom Rifflerschartel bei Hintertux ganz ebenso wie am Pfitscher Joch und in Grünschiefer südlich des Hochfeiler finden kann.

E. Anhang: Kristallaugen.

Endlich werden hierher einige Beobachtungen an Kristallaugen gestellt, deren Untersuchung wegen ihrer in der Hand oft gar nicht so leicht wie man denken möchte durchzuführenden Unterscheidung von Knollen genauer genommen wurde und auch wegen der Frage nach eventuellen genetischen Zusammenhängen zwischen Knollen und Augen nicht zu umgehen ist. Das Kriterium für die Bezeichnung „Auge“ ist im folgenden das Vorhandensein eines einzigen, wenn auch oft an den verschiedensten Einschlüssen sehr reichen Kristallindividuums.

Es werden aber auch einige Zwischentypen zwischen Knolle und Auge im strengsten Sinne hier angeführt, welche aus einigen wenigen sehr großen Kristallen bestehen.

1. Aus dem Augengneis des Seiterbergtales bei Sterzing.

a) Der Augenkristall, welcher wegen der Einschlüsse durchschnittlich nur etwa zwei Drittel des Gesichtsfeldes ausfüllt, ist auf Grund des Vergleiches mit Quarz $Ab_8 An_1 - Ab_3 An_1$, Chm — mit feinen Lamellen, welche nicht lange anhalten; die Lamellierung ist sozusagen eine un stetige.

Die Einschlüsse, welche das restliche Drittel des Gesichtsfeldes und oft noch mehr einnehmen, sind hier Muskovit und Quarz.

Ersterer ist in unversehrten, ziemlich derben, die Größe der hellen Glimmer im Albit₂ um das vielzehnmale übertreffenden Schuppen durch den ganzen Plagioklas verteilt mit deutlicher

Neigung, sich in Nestern zu scharen. Die zahlreichen, ganz unregelmäßig verästelten Quarzquerschnitte erweisen sich zwischen + Nikols als quergetroffene Zweige verschiedener, außerordentlich reich und fein verästelter Quarzindividuen. Die Umrisse halten etwa die Mitte zwischen geradlinigen idealen Mikropegmatitumrissen und weichen, tropfigen, wie wir sie in den Oligoklasalbiten der Sengesser- und Hochfeilergneise vielfach an relict geordneten Quarzeinschlüssen finden werden. Mehrfach erscheinen Teile des Augenkristalles im Querschnitt vollständig von einer individuell einheitlichen Quarzschale umschlossen.

Man findet den Feldspat optisch vollkommen ungestört, dagegen an den Quarzquerschnitten stets regulär, // γ' orientierte, stetig- bis rupturrell-undulöse Streifung. Diese besitzt, wie damit schon gesagt und zu erwarten ist, keine bestimmte Orientierung gegenüber den mechanischen Konstanten des Feldspats. Zuweilen zeigt sich ein auffallendes Ausstrahlen der Undulation von schärferen Ecken in der Grenzkontur zwischen Quarz und Feldspat, welches ich als Abbildung von Spannungsstörung durch Kerbwirkung deute¹⁾. Schließlich ist noch der Fall bemerkenswert, daß die Undulationen // γ' bei zwei ganz benachbarten, aber verschiedenen Quarzstrüchern angehörigen Zweigen senkrecht aufeinander stehen. In solchen Fällen scheint mir die eindeutige ausschließliche Abhängigkeit der Undulationsrichtung von den Kristallkonstanten des Quarzes besonders ersichtlich.

Man wird es kaum für wahrscheinlich halten, daß so feingliedrige Quarzskellette etwa vor Umschluß durch den (optisch intakten) Feldspat bestanden hätten und derart deformiert worden wären, daß in jedem Zweige Undulation // γ' entstand.

Auch gibt es direkte (s. u.) Gründe, die Entstehung der Quarze für gleichzeitig mit der Entstehung der Feldspate zu halten. Und man hätte dann als Quelle der mechanischen, Undulation erzeugenden Spannungen, einen den ganzen Feldspat samt Einschlüssen durchsetzenden Druck im Hinblick auf die Kataklase des vorliegenden Gesteins wohl für noch wahrscheinlicher zu halten als die andere noch mögliche Annahme, daß hierbei mechanische Spannungen kristallinen Wachstums im Spiele waren.

b) Der Schriff, welcher dem Kern eines großen Feldspates mit zonar geordneten Einschlüssen entstammt, zeigt ebenfalls feinstlamellierten Oligoklas $Ab_3 An_1 - Ab_3 An_1$. Dieser Feldspat ist selbst optisch deformiert, zeigt Undulation und besonders an beginnenden Scherflächen korrelierte, stetige Verbiegung seiner Lamellen, also plastische Deformation²⁾.

¹⁾ Über die Wirkung von Kerben auf die Verteilung mechanischer Spannungen vgl. u. a.: A. Leon's Mitteilungen aus dem mech. techn. Laboratorium der k. k. techn. Hochschule Wien bei Lehmann und Wenzel.

²⁾ Stetigen, bleibenden Deformationen, welche man doch wohl „plastische“ nennen darf, sind wir im Verlaufe dieser Beschreibungen an Quarz, Feldspaten und Glimmern oft genug begegnet. Man kann über die Bedeutung plastischer Deformation für die Gefügebildung als tektonoplastische Teilbewegung, nicht aber über ihr Vorhandensein im Zweifel sein.

An den oben erwähnten Quarzsträuchern machen wir hier zwei Beobachtungen, welche mir sehr für ihre Entstehung gleichzeitig mit dem Oligoklas zu sprechen scheinen. Man sieht bei entsprechender Vergrößerung, daß die Grenze zwischen Quarz und Feldspat nicht glatt, sondern eine den Lamellen des Oligoklases entsprechend gestufte Linie ist, an welcher sogar intralamelläres Einwachsen des Quarzes in den Oligoklas erfolgt; demnach ist die Lamellierung dieses Feldspats und also wohl auch chemisch „dieser“ Feldspat nicht jünger als das Quarzgesträuch.

Ferner finden wir hier an Stelle der schon früher beobachteten Neigung zur Aggregation bei Muskovit und Quarzeinschlüssen folgendes: Die Quarzquerschnitte fügen sich, ohne sich im geringsten sonst vom übrigen Gesträuch zu unterscheiden, zu rechteckigen Rahmen aneinander. Ja es tritt der Fall ein, und das ist eine sehr markante Erscheinung, welche ich als einheitliche Quarzschalen bezeichne, daß der ganze annähernd rechteckige Rahmen ein einziges querschnittenes Quarzindividuum ist. Eine solche Quarzschale hat die Querschnittform eines Feldspats und umschließt ein wirres Haufwerk derber Muskovitschuppen. Dieses letztere Aggregat schwimmt in einem also ebenfalls von der Quarzschale umschlossenen Teil des Augenfeldspats. Man hat eine unzweifelhafte Pseudomorphose von Quarz, Muskovit und etwas Oligoklas vor sich. Diese Pseudomorphose ist nachgebildet einem ursprünglichen Feldspat, welcher nach dem Material der Pseudomorphose zu schließen ein Kalifeldspat x war. (Vergl. Taf. XIII, 1.)

Bezüglich der Entstehung des Augenoligoklases sind nun zwei Annahmen möglich.

Es kann entweder 1. der Augenoligoklas eine Pseudomorphose sein nach einem Feldspat y , welcher ebenfalls schon ein großes Auge war und den oberwähnten Kalifeldspat umschloß, oder es ist die Neubildung unseres Augenoligoklases ohne solchen Vorgänger y erfolgt und es wurde bei seiner Bildung der Kalifeldspat x und dergleichen metamorph (Quarz + Muskovit + Oligoklas) und umschlossen. Jedenfalls ist die Bildung des lamellierten Oligoklases und der Quarz- und Muskoviteinschlüsse (zum Teil = Quarzschalen) gleichzeitig erfolgt, wie der Teil des einheitlichen Augenkristalls innerhalb der Quarzschale und die Abbildung der Lamellierung an der Quarz-Oligoklasgrenze beweist. Unter den zwei oben genannten Annahmen ist die erste wahrscheinlicher; aus zwei Gründen.

Ein polierter Querschnitt dieses ganzen Oligoklasauges zeigt die Einschlüsse nicht intern relik, wie zum Beispiel in den Hochfeiler Albitgneisen (vgl. pag. 278) oder gleichmäßig siebartig angeordnet, sondern zonar.

Diese zonare Anordnung der Einschlüsse in über mannsfaustgroßen Kristallen ist am besten als Abbildung eines schon im primären Augenkristall y vorhandenen Zonarbaues verständlich. Freilich fehlt bis jetzt meines Wissens eine an entsprechend reichem Material durchgeführte Bearbeitung der Frage, ob und wie weit zonare Anordnung präexistierender Partikel in wachsenden Kristalloblasten an Stelle interner Relikt- und Siebstruktur treten kann. Ich selbst habe

bisher unzweifelhafte derartige Fälle unter zahlreichen Plagioklasen, Granaten und Hornblenden mit Einschlüssen präexistierender Partikel (Quarz, Epidot [vgl. pag. 279 u. a.], Erz) nicht gefunden. Diese Frage läßt übrigens unseren Schluß auf ein früheres Auge y unberührt.

Für ein solches y spricht ferner einigermaßen das Fehlen des in der Zwischenmasse sehr reichlichen Biotits oder seiner Derivate im Auge.

Demnach ist mir bezüglich der Bildung dieser Oligoklasaugen, welche für den Seiterberger Augengneis bezeichnend sind (unter fünf Fällen wurde das Auge nur einmal als $Ab-Ab_8 An_1$ bestimmt) folgendes wahrscheinlich. Der Teil des Oligoklasauges, welcher sich außerhalb der Quarzschalen mit Feldspatumriß und Muskovitfüllung befindet, entstand aus einem Substrat y , welches weniger Kali enthielt und basischer war als x (x = Substrat der Quarzschalen-Pseudomorphose). Unter x darf man zwanglos einen wenig verunreinigten Kalifeldspat vermuten, y hat etwas Kali enthalten und war bedeutend SiO_2 -reicher als der vorliegende Oligoklas. Eine gleichmäßige Verteilung dieser Stoffe, Kali und SiO_2 in y , ist durch die regelmäßige Verteilung von Muskovit und Quarz in y wahrscheinlich gemacht. Die Verteilung des Quarzes ist übrigens etwas gleichmäßiger als die des Muskovits, welcher immerhin eine gewisse Neigung zur Gruppierung zeigt. Sowohl x als y haben sich durch Basischerwerden (Abgabe von SiO_2 und Kali) an die Existenzbedingungen des vorliegenden Oligoklases angepaßt.

Die Quarzsträucher sind während dieser Metamorphose entstandene, ältere Strukturen (Einschlüsse, Zonarbau) abbildende SiO_2 -Konkreme in Gestalt bizarr verzweigter Individuen.

Die Möglichkeit solcher Entmischungerscheinungen ist für diesen Fall wohl nachgewiesen; auf die zahlreichen Fälle morphologisch ganz ähnlicher Quarzeinschlüsse in Orthoklas und $Ab-Ab_8 An_1$ läßt sich eine derartige Deutung derzeit nicht ausdehnen.

c) Bezüglich einiger anderer untersuchter Augen ist nur eigens anzuführen, daß als Einschluß im $Ab_8 An_1-Ab_3 An_1$ neben den genannten Einschlüssen etwas Biotit mit Sagenit und ein Epidotaggregat in einem Falle gefunden wurde.

d) In diesem Falle liegt bei noch wohl erhaltenem Feldspatumriß und scheinbarer Einheitlichkeit des Auges kein Einzelindividuum vor, sondern ein Aggregat aus einigen etwas gegeneinander desorientierten Körnern mit unregelmäßigen Grenzen, $Ab-Ab_8 An_1$ (Chm +). Dieser Albit enthält häufig einen etwas saureren mit Albit- und Periklinlamellen und unregelmäßiger Umgrenzung; beide Albite enthalten Quarzgestrauch. Ferner ist ein Plagioklas mit scharf absetzender Schale anzumerken. Die Schale ist saurer (schwächer brechend) als der Kern, aber etwas stärker brechend als die oben erwähnten Albite. In diesem „Auge“ tritt als Einschluß Biotit mit Sagenit auf, häufiger aber Muskovit. Das Gebilde steht den Kristallaugen, wie man sieht, viel näher als irgendeinem Knollentyp, ist aber kein „Kristallauge“ mehr im strengsten Sinn.

e) Ein anderes Präparat nähert sich, wiewohl aus typischen Augenfeldspaten bestehend, $Ab_8 An_1-Ab_3 An_1$ feinstlamelliert mit den

beschriebenen Quarzkonkrementen (stufige Kontur, auf Feldspatpseudomorphose weisende Aggregation mit Muskovit) durch eine reichlichere Gliederung in Körner schon beträchtlich mehr einem Mittelding zwischen Knolle und Auge. Neben den genannten Bestandteilen tritt gestreifter Quarz und Orthoklas auf.

2. Aus dem Kristallaugengneis im alten Steinbruch von Gasteig bei Sterzing.

Das Auge zeigt einen von den bisher beschriebenen ziemlich abweichenden Typus. Es besteht aus noch annähernd gleichorientierten Zerfallelementen eines lamellierten $Ab-Ab_8 An_1$, zwischen welchen sich ein Pflastermörtel von Quarz und lamelliertem Albit hinzieht. Außerdem sind noch der Albitisierung entgangene Orthoklasinseln vorhanden; die Quarzabscheidungen in Strauchform fehlen gänzlich. Einen ganz gleichen Zerfall größerer Individuen unter Bildung des zuweilen allein übrig bleibenden Pflastermörtels haben wir pag. 253 an Orthoklas gefunden.

Der Gneis, welcher dieses Auge einschließt, zeigt kleine vollkommene Äquivalente des Auges mehr oder weniger stark verschiefert. Seinem Gefüge gibt mylonitische Schieferung das Gepräge.

3. Aus dem Augengneis des *Gliederschartl* (Hochfeiler West). Zwei Präparate aus diesem Kristallaugengneis zeigen ein Orthoklasauge mit Albit gemischt und wie unter 2 beschrieben zerlegt. Gewisse sehr markante gescheckte Plagioklase finden wir hier ganz gleich wie in den Gasteiger Gneisäugen, wo sie als Albit bestimmt sind.

Dadurch nähert sich der Gasteiger Augengneis ebenso dem vom *Gliederschartel* am Hochfeiler, wie er sich vom *Seiterberger* Augengneis entfernt. Der erwähnte Albit kommt auch in der Gneismasse vor. Gasteiger und Hochfeiler Augengneis unterscheiden sich nur durch das kataklastische, mylonitische Gefüge des ersteren und die unversehrte Kristallisationsschieferung, welche letzteren wie überhaupt die Blastophyllonite der Hochfeilerhülle auszeichnet.

Wir finden in unserer „Augenknolle“ dieselben großen trüben $Albit_2$, wie in den Knollen, ferner kleine klare breitlamellierte $Albit_1$, welche sich sowohl vom gefleckten Albit als vom $Albit_2$ sehr deutlich unterscheiden und $Albit_1$ sehr ähnlich werden. Im Gneis ist außer den genannten 3 Albiten etwas Klinochlor, Orthoklas, Quarz, Epidot, goldgelber Biotit in ausgezeichnet kristallisationsschieferigem Gefüge verbunden.

4. Aus dem Knollengneis der *Seefelderspitze* bei Pfunders.

In einem ideal kristallisationsschieferigen Gneis mit Biotit, Muskovit, Kalzit, Quarz, Orthoklas und $Ab-Ab_8 An_1$ (wie $Albit_1$, immer klar und gut lamelliert oder fleckig im Orthoklas) liegen augenartige, sehr wenig zerlegte Plagioklase $Ab-Ab_8 An_1$ mit ausgezeichnet auskristallisiertem Muskovit-, Quarz- und Albitgefüge in den Fugen zwischen den Teilen des Auges. Außerdem Quarzester.

5. Aus dem Knollengneis unter dem *Schmittenbergkalk* (Hintertux).

Dieser Einschluß steht Knollen näher als Augen, zeigt aber ein für erstere sonst nie beobachtet großkörniges Gefüge aus undulösen ver-

zahnnten und vermörtelten Quarznestern, unlamelliertem Albit und Albit₁; sämtliche Bestandteile sind durchsät von Titaneisen und (spärlicher) von Titanit.

Demnach haben wir unter den Orthoklas-, Albit- und Oligoklas-Kristallaugen zwar einerseits in Körner zerlegte gefunden. Andererseits ist aber zu bemerken, daß praktisch u. d. M. Augen von Knollen fast durchwegs sogleich unterscheidbar sind, auch wo dies in der Hand schwieriger gelingt. Was die Frage nach dem genetischen Zusammenhang zwischen Augen und Knollen anlangt, so ist einerseits das Auftreten typischer Knollen neben Kristallaugen (zuweilen sogar im selben Handstück) und das Auftreten von sekundären Körnerkomplexen als Kristallaugenderivate zu betonen, andererseits erschiene es mir nicht zulässig, die glimmerarmen bis -freien Knollen, etwa vom Typus *A* und *B* auf Grund der bisherigen Beobachtungen an Knollenderivaten als solche zu betrachten, das heißt als Aggregatpseudomorphosen nach Feldspatäugen.

Zur Frage nach der Bedeutung der Knollen.

Zunächst sollen die Möglichkeiten besprochen werden, welche den Charakter solcher Einschlüsse betreffen. Diese Einschlüsse können sein:

1. Sedimentäre Einschlüsse. 2. Tektonische Einschlüsse. 3. Konkretionäre authigene Gebilde (Aggregate bis Kristalle).

Für alle drei Arten finden wir sichere Vertreter in der Schieferhülle.

Zu den ganz sicheren Geröllen darf man rechnen die Quarzgerölle in den nicht umkristallisierten Tuxer Grauwacken, in den Graphitkonglomeraten des Kaserer (vgl. Taf. XII, 1) und in den hochkristallinen Pfitscher Graphit-Rhätizitschiefern; wahrscheinlich ist der Geröllcharakter der Quarzeinschlüsse in den hochkristallinen Äquivalenten der genannten Gebilde zum Beispiel Schneeberger Gneis und Glimmerschiefer, Glimmerschiefer zwischen Wolfendorn und Kalkwand, Glimmerschiefer der Griesscharte und manchen anderen, im Texte gelegentlich erwähnten.

Die durch Differentialbewegung hergestellten Einschlüsse können aus authigenem oder allothigenem Material sein. Man kann zum Beispiel (im ersten Graben von Kematen im Pfitschtal talein gerechnet am Nordgehänge) beobachten, wie aus Quarzlagen, welche möglicherweise selbst nichts anderes als verflachte Gerölle sind, durch Faltung dieser Quarzlagen Wülste durch weitere Bewegung in *s* des Gesteins isolierte Stäbe entstehen, welche dann noch dem Korrelaten, der Faltenachse und damit ihrer Längserstreckung entsprechenden Zuge gehorchend zerreißen und zu länglichen, namentlich im Querschnitt Geröllen vollständig gleichenden Einschlüssen werden, deren Entstehung nur noch die glücklicherweise vorhandenen Übergangsphasen feststellen lassen.

All das ging bemerkenswerterweise in den derzeit vollkommen akataklastischen Schiefen vor sich.

Im Graben bei St. Jakob in Pfitsch kann man die wertvolle Bemerkung machen, daß ein Aplitgang in Augengneis durch Differentialbewegung des Augengneises so zerlegt wird, daß Teile

desselben von echten „Knollen“ nicht unterscheidbar neben den Kristallaugen im gleichen Handstück auftreten (vgl. auch Bemerkung zu 1 und 2 auf Taf. XI). Dabei ist als besonders wichtig nicht nur für die Befunde u. d. M. oder am Handstück, sondern ganz ebenso als tektonische Regel zu beachten, daß bei einem gewissen Grade von Differentialbewegung in *s* auch ursprünglich quer zu *s* angeordnete Elemente parallel *s* geschichtet werden, nur weil bei fast beliebiger Knetung die Teilbewegungen eben in *s* erfolgen (über diese Regel L. 4). Es wäre möglich, in diesem Sinne eine Schichtung von Quarzquergängen (Entstehung vieler Quarzlinsen des Quarzphyllits) oder eine derartige Auslöschung von magmatischen Quergriffen in ein später differentialbewegtes Schieferdach in manchen Fällen (Grünschiefer ohne Zufuhrkanäle, Schieferhüllen ohne Querapophysen) zu bedenken. Eine Abfuhr von ganz geröllähnlichen Fragmenten aus einer Quarzknauer im Quarzphyllit der Dannelscharte wurde schon früher (L. 3) angeführt. Im Falle des zerlegten Aplitganges haben wir es also mit allothigenen (ursprünglich intrudierten) tektonischen Einschlüssen zu tun.

Beispiele für konkretionäre authigene Gebilde sind unter Kristallaugen oben beschrieben.

Es tritt nun aber die schwierige Frage heran, welcher Charakter den Knollen zum Beispiel des so verbreiteten Typus *A* und *B* zukomme. Bei der Schwierigkeit und Wichtigkeit dieser Frage sowie in Anbetracht dessen, daß an ähnlichen Fragen gewiß auch in anderen Gebieten (Tauern, Schweiz [?], Finnland) von Fachgenossen gearbeitet wird, möge Punkt für Punkt das Für und Wider aus den Beobachtungen in meinem Gebiet aufgezählt werden. Für den Charakter der Knollen *A* und *B* als sedimentärer Einschlüsse läßt sich folgendes ohne sichere Entscheidung anführen:

1. Die zuweilen (zum Beispiel am Pfitscherjoch) frappierende Geröll-, beziehungsweise Konglomeratform.

2. Das Vorkommen in Gneisen sowohl als in weniger kristallinen Grauwackenmyloniten. Das Vorkommen in sehr karbonatreichen Gneisen, wahrscheinlichen metamorphen Äquivalenten der Grauwacken.

Eine gewisse Schwierigkeit bietet dieser Annahme meines Erachtens die außerordentliche Gleichförmigkeit der Gerölle. Man müßte sich etwa vorstellen, daß das aufgearbeitete Material nur aus Graniten und aplitischen Gesteinen bestanden hätte und Gerölle nur aus letzteren gebildet wurden, während erstere in Grus zerfielen. Gerade hier werden die Beobachtungen in anderen Gebieten von Bedeutung sein.

Für die Möglichkeit einer Auffassung der Knollen *A* und *B* als tektonischer Einschlüsse läßt sich anführen:

1. Die Beobachtung derart entstehender Knollen dieses Typus neben den Augenfeldspaten der Porphyrgneise.

2. Die große Rolle, welche Teilbewegung in *s* in fast allen diese Knollen beherbergenden Gesteinen, namentlich auch in den mylonitischen und phyllitisierten Grauwacken spielten.

Als Schwierigkeit tritt dieser Hypothese entgegen namentlich die in der Mehrzahl der Fälle vorhandene gänzliche mechanische Unversehrtheit des Gefüges der Knollen.

Für die Auffassung der Knollen *A* und *B* als konkretionärer Gebilde einer Kristallisationsphase mit oder ohne Stoffzufuhr ließen sich etwa anführen die Anklänge an derartige Gebilde in Kristallaugengneisen. Gegen diese Hypothese dürfte aber der Umstand entscheiden, daß die Knollen auch in Grauwacken vorkommen, deren Gefüge nichts von einer jener der Knollen auch nur annäherungsweise vergleichbaren Kristallisationsphase zeigt.

Wenn wir nun die Knollen *A* und *B* als Gestein auffassen und mit anderen Gesteinen des Tauernwestendes vergleichen, so gilt folgendes:

Es sind auffällig glimmerarme, sehr oft glimmerfreie Typen aus Quarz und Plagioklasen mit zurücktretendem Orthoklas. Zweimal wurde Plagioklas mit basischem Kern gefunden, was mit der gewöhnlich richtungslos körnigen Struktur harmoniert. Geschieferte Typen treten dagegen sehr zurück. Zu bemerken ist, daß nur in einem einzigen Fall, und auch da keine vollkommen typische Mikropegmatitstruktur zu verzeichnen war, während strauchige, weichkonturierte Quarzeinwachsungen in Plagioklas nicht selten sind.

Was den Vergleich der Knollen mit der Zwischenmasse der Knollengneise anlangt, so ist diese in einzelnen Fällen (zum Beispiel Dreiherrenspitze, Gansör bei Mauls) nicht unähnlich, immer aber viel glimmerreicher.

Was den Vergleich der Knollen *B* mit anderen Zentralgneisen anlangt, so fand ich in Gestalt des Porphyrgneises im Krierkar bei Hintertux ein äußerst ähnliches Gestein. Dieser Porphyrgneis ist zwar ebenfalls glimmerreicher, hat aber gemeinsam mit einem vorliegenden Typus *B* gestreiften Quarz, den trüben und einen klaren Albit, den Entmischungsmuskovit in Plagioklas und den von der mechanischen Deformation in seiner Entstehung begünstigten serizitischen Glimmer, die Aggregation der Bestandteile in Nestern.

Wir finden also unter den Porphyrgneisen die den Knollen *A* und *B* ähnlichsten Gesteine und haben unter den Aplittgneisen einen einer Knolle (*C*) petrographisch gleichen früher festgestellt.

Gleichviel, ob wir nun diese Knollen (*A* und *B*) als sedimentäre oder als tektonische Einschlüsse auffassen, so haben wir in diesen beiden Fällen die Knollen als Derivate aplitischer Gesteine zu betrachten. Im einen Falle wären etwa aplitische Gänge im Dache der Gneise durch die starken Differentialbewegungen in demselben zerlegt und in die Knollenform gebracht worden. Im anderen Falle wären ebensolche Gänge sedimentär aufgearbeitet worden. Die Reihenfolge der geologischen Vorgänge wäre folgende:

1. Für den Fall tektonischer Einbeziehung der Knollen: Auftreten der aplitischen Gesteine vor oder wahrscheinlich nach der Bildung der Permokarbondrauwacken. Bewegungsphase (tektonische Hauptphase) mit Einbeziehung der Knollen. Hauptphase kristalliner Metamorphose (Kristallisation der Schieferhülle, Greinerscholle, des Zuges Sterzing — Schneeberg — Similaun), vor bis nach der tektonischen Hauptphase.

Auf eine der kristallinen Tauernmetamorphose vorangehende ältere, präkarbonische Phase kristalliner Schieferbildung weist außer theoretischen Überlegungen auch der Biogitgneiseinschluß in den Tuxerwacken. Ferner die Metamorphose von Permokarbon in der Schieferhülle etc., während „Altkristallin“ anderwärts von Karbon transgrediert wird.

Gründe für die Annahme des postpermischen Alters der Schieferhüllenmetamorphose und ihres Verhältnisses zur tektonischen Hauptphase sind: die Kristallisation der Grauwacken, die tektonische Mischung kristallinmetamorpher „Schieferhülle“ mit nichtmetamorphen Phylliten, die Zeichen postruptureller Kristallisation (Blastomylonite, Blastophyllonite und Abbildungskristallisation von Faltung verschiedenen Ausmaßes in der tektonisch komplizierten Hochfeilerhülle, Greinerzone, Bensenzone und dem Schneeberger Zug Sterzing—Similaun.) Eine ausführlichere Darstellung dieser Verhältnisse soll andernorts erfolgen.

2. Für den Fall sedimentärer Einbeziehung der Knollen: Auftreten der aplitischen Gesteine vor Bildung der Permokarbondrauwacken. Einbeziehung der Knollen vor der Bewegungsphase. Sonst wie oben.

Man sieht, wo die Vorstellung von der Entwicklungsgeschichte unseres Areals davon berührt wird, ob wir uns für die Auffassung der Knollen als tektonischer oder als sedimentärer Einschlüsse entscheiden. Der Hauptunterschied liegt darin, daß bei der Annahme tektonischer Einbeziehung der Knollen das Auftreten der Aplite zeitlich in die Nähe der Bewegungs- und der Kristallisationshauptphase gerückt werden kann, wofür viele andere Gründe sprechen, während wir im anderen Falle präkarbonische Aplite von den Hauptphasen der Kristallisation und Bewegung durch die permokarbonische Transgression getrennt annehmen müssen.

Für unsere Fragen von großem Interesse sind einige Beobachtungen und Meinungen, welche Frosterus an ladogischen und kalevischen Schiefen gewann. Man findet in Frosterus' ¹⁾ Beschreibungen, obwohl sie das petrographische Detail noch nicht enthalten, schon sehr vieles, was an Verhältnisse und Probleme der Tauerngneise und der Schieferhülle erinnert. Frosterus deutet (pag. 20 u. 21) die petrographisch sowohl in hangenden Glimmerschiefer als in liegenden Granitgneis übergehenden ladogischen Augenschiefer als Produkt einer Wüstenverwitterung der liegenden Granite. Denn die Hypothese arider Verwitterung gestattet nach Frosterus' auf Walthers Wüstenstudien gestützten Meinung, jene Augen der Augenschiefer, welche von linsigen Feldspaten des Granits ununterscheidbar sind, als ohne Zerstörung ihrer Form aus dem Granit ausgewitterte und dem Wüstensediment (jetzt — Augenschiefer) einverleibte Kristalle zu betrachten. Frosterus findet den inneren Bau mancher „Augen“, welche als Aggregate aus Quarz, Orthoklas, Mikroklin und Plagioklas unseren „Knollen“ zu entsprechen scheinen, so, daß er nicht an ihre Entstehung in den Augenschiefern glaubt. Da aber gerade dieser Autor selbst zentrale Anreicherung mit Mikroklin und randlich sowohl als

¹⁾ Benjamin Frosterus, Bergbyggnaden i sydöstra Finland. Bull. de la Commiss. géol. de Finlande. Tome II, Nr. 13.

sozusagen in den Augenwinkeln ein gleichmäßig körniges (Plagioklas-Mikroclin-Orthoklas-Quarz-Muskovit) Gemenge angibt, in anderen Fällen wieder zentralen Plagioklas mit Mikroklinfeldern, so scheint mir wenigstens die Entstehung dieser zonaren Knollenstrukturen im Augenschiefer sehr wahrscheinlich. Wegen solcher Umstände zögere ich, Frosterus' Hypothese schon vor deren genauerer petrographischer Durcharbeitung an Stelle der hier bezüglich der Knollengneise erörterten Möglichkeiten zu setzen, wiewohl für die wahrscheinlich anthrakolithischen Schieferhüllegebilde (Quarzporphyre, Arkosen) ein arides Klima auch im Bereiche stratigraphischer Wahrscheinlichkeit läge.

Bezüglich der typischen Kristallaugengneise schließe ich mich deren alter (Futterer, Becke) Deutung als „Granitporphyre“ als „Orthogneise“ an. Unter anderem wäre eine so gleichmäßige Verteilung der Augenkristalle, wie diese Gesteine sie zeigen, auf keinem sedimentären Wege zu erwarten. Es wird sich darum handeln, auch an den finnischen Gesteinen, deren Bedeutung für unsere Fragen Frosterus' Arbeit zu sehen gestattet [und manchen der in Reusch's' berühmter Arbeit beschriebenen Bergener Schiefer], die hier aufgezählten Möglichkeiten zu prüfen; ebenso für die Tremolaserie und zahlreiche Äquivalente in der Schweiz.

E. Hochkristalline Albit-Karbonatgneise, Albitgneise und Karbonatquarzite.

(Taf. XII, 2 und 3, Taf. XIII, 3—6.)

Unter den Gesteinen des Tauernwestendes wird hier als letzte noch eine Gruppe genauer beschrieben, welche als Albitgneis bis Glimmerschiefer mit Karbonat in den bisherigen Publikationen d. V. vermerkt wurde. Wir haben Anklänge der Grauwackengneise und Knollengneise an diese Gruppe wegen der Frage nach der stratigraphischen Äquivalenz betont. Andererseits ist aber hervorzuheben, daß es sich bei dieser zweiten Gruppe von Paragneisen unter den Tauerngneisen um durch die Umkristallisation (mit oder ohne Stoffzufuhr?) petrographisch meist sehr gut charakterisierte und deskriptiv von den anderen Gneisen meist gut trennbare kristalline Schiefer handelt. Mit den Grauwacken hat diese Gruppe gemeinsam Übergänge zu Quarziten und sehr muskovitreichen Schieferen, oft sehr beträchtlichen Karbonatgehalt, bezeichnende Seriengenossen wie Tuxer Marmor und Pfitscher Dolomit. Das scheinen mir alles Gründe für eine stratigraphische Äquivalenz der beiden, ohne daß ich vergleichende Gesteinsanalysen für entbehrlich hielte, namentlich im Hinblick auf den anscheinend größeren Natriumgehalt der Albitgneise gegenüber den Grauwacken. Jede chemische Behandlung dieser geologisch so wichtigen Frage hätte mit den eben erwähnten Schwankungen im Chemismus der beiden Gruppen (Quarz- und Karbonatvorwalten) und wenigstens mit der Möglichkeit einer Stoffzufuhr bei Albitisation der Albitgneise zu rechnen. Jedenfalls liegen neben vielen primären Ähnlichkeiten der beiden Gruppen die Hauptunterschiede in der ganz verschiedenartigen Metamorphose, welche aus dem Substrat der Albit-

gneisgruppe während der Tauernkristallisation Idealtypen der Umkristallisation schuf, wie sie in der Hochvenedigergruppe E. Weinschenk zu seinen petrographischen Studien Anlaß gaben. Dieser Forscher hat dort die Vermutung ausgesprochen, daß gewissen Schieferhülegliedern grauwackenähnliche, prämetamorphe Substrate zugrunde lagen. Mit dieser Meinung kann der Verfasser vom Tauernwestende aus insofern in Fühlung treten, als Weinschens Arbeit und vortreffliche Gefügebilder in der Hochvenedigerhülle die Albitgneise des Hochfeiler der Sengesser Kuppel und des Schneeberger Zuges (Sterzing—Similaun) wieder zu erkennen gestatten und die Bearbeitung des Tauernwestendes die stratigraphische Äquivalenz dieser Albitgneise mit Tuxer Grauwacken sehr wahrscheinlich macht. Es scheint, daß sich der Unterschied zwischen Nord und Süd des Tauernwestendes zwischen der Hülle der Zillertaler und der Tuxer Gneise in erster Linie auf Unterschiede im Grade des Metamorphismus zurückführen läßt, wofür andernorts eine Erklärung durch die Geosynkinaltheorie versucht werden soll. Und es scheint, daß sich diese Probleme mit ähnlichen am Semmering berühren.

Das bezeichnendste Mineral dieser Gesteinsgruppe ist der Plagioklas, welcher wegen seiner auffälligen Tracht schon früher mehrfach als „Albit₁“ eigens angemerkt wurde. Die Tracht dieses durch sehr häufige und lehrreiche Reliktstrukturen als Produkt der Kristalloblastese gekennzeichneten Plagioklases weicht von der aller anderen Plagioklase in Gneisen und Grauwacken so sehr ab, daß ich das Mineral erst auf Grund genauer Untersuchung an orientierten Schliften und Spaltblättchen als einen in seiner Zusammensetzung um $Ab_3 An_1$ schwankenden Plagioklas erkannte. Da er in der Mehrzahl der Fälle saurer ist als $Ab_3 An_1$, wurde der Kürze halber von Albitgneisen und „Albit₁“ gesprochen, obgleich es sich nicht in allen Fällen um Albit im strengeren Sinne handelt.

Eine theoretische Erklärung für die große Seltenheit des Auftretens von Albitlamellen habe ich noch nicht gefunden; man wird sie vielleicht unter den Entstehungsbedingungen dieser Plagioklase mit unzweifelhaft kristalloblastischer Entstehung zu suchen haben. Diese Albite sind ganz wie viele Hornblenden und Granaten der Greinerschiefer etc. Kristalloblasten von Grund aus (Holo-kristalloblasten), nicht etwa nur randlich, wie die Reliktstrukturen nachweisen lassen. Diese Albite sind bis auf die relikten Einschlüsse spiegelklar und zeigen keinen durch den Chemismus bedingten Zonarbau. Wir fügen das weitere an die Beschreibung einzelner genauer untersuchter Hauptvorkommen, welche nicht die ganze bisher nachgewiesene Verbreitung dieser Gesteine bedeuten.

Für die Beschreibung der Reliktstrukturen in diesen Gesteinen ist noch folgendes vorzubemerkeln: Wenn man prinzipiell und am besten schon terminologisch den wegen weiterer Folgerungen sehr empfehlenswerten Unterschied macht zwischen Reliktstrukturen innerhalb von Kristalloblasten und solchen außerhalb derselben und erstere etwa als interne Reliktstruktur (*i*) von ihren häufig vorhandenen Fortsetzungen außerhalb des Kristalloblasten (externe Reliktstruktur, *e*, durch „Abbildungskristallisation“) unterscheidet, so

findet man folgendes: Die interne Reliktstruktur bildet, mit einigen Einschränkungen ¹⁾, den Zustand des Schiefers im Zeitpunkt der Bildung des Kristalloblasten *k* ab, welcher gleichsam ein Dauerpräparat aus dem Gefüge der „Vorphase“, der „Phase vor *k*“, umschlossen und aufbewahrt hat. In vielen Fällen gibt der Vergleich von *i* und *e* Einblicke in den Hergang bei der Kristallisation. Da das *i* der Vorphase manchmal schon zweifellos kristalloblastischen Charakter (oft deutlich embryonalen oder „niedrigeren“ Grades als *e*) zeigt, so kann man auch in kristallinen Schiefen etc., also auch bei Umkristallisation nicht nur vom Einfluß der Kristallisationskraft, sondern auch von zeitlichen Generationen der Minerale reden.

Das genauere Studium interner Reliktstrukturen wird wahrscheinlich in mehreren Fällen, ähnlich wie in hier besprochenen, wo man die Entstehung des intern und extern gleich ausgebildeten Epidots jedenfalls vor die Entstehung des umschließenden Albits verlegen muß, auch in kristallinen Schiefen eine zeitliche Bildungsfolge unterscheiden lassen, auf welche besonders zu achten wäre. Denn es ist einerseits möglich, daß ein Gefüge nicht sogleich durch und durch mobilisiert wird, sondern gewisse Elemente desselben schneller, andere vielleicht noch gar nicht oder erst bei längerer Dauer oder gradueller Steigerung der mobilisierenden Bedingungen sich anpassend umkristallisieren. Andererseits ist es auch möglich, daß die Zufuhr eines für die Ausbildung bestimmter Kristalloblasten (zum Beispiel der Albite in unseren Gesteinen) konstituierend oder kristallisationsfördernd mehr oder weniger nötigen Stoffes (zum Beispiel in Kontakthöfen) erst nach Fertigstellung einer älteren kristalloblastischen Generation erfolgt.

1. Hintergrund des Sengestales bei Maufs.

Wir treffen gleich hier einen besonders häufigen Typus unserer Gruppe. Das Gestein zeigt gestreiften Quarz, öfter in Nestern mit subparallelen Körnern, Albit₁, ebenfalls häufig gruppiert, reichlich Karbonat, ziemlich viel Epidot, auch außerhalb des Albits, und als Glimmer nur Muskovit. Der Plagioklas ist $Ab_8 An_1 - Ab_3 An_1$, also etwas basischer als gewöhnlich. Eine Messung auf *M* an Spaltblättchen isolierter Kristalle ergab 11°, also $Ab_{84} An_{16}$. Er zeigt nur einfache Karlsbader Zwillinge, *Chm*—, und manchmal eine „sieb“artige Gruppierung der gewöhnlich deutlich relik angeordneten Einschlüsse der Vorphase, als einzige Andeutung eines Kernes. Im Hinblick auf die Frage, ob es sich dabei um die für einen veränderten basischen Feldspatkern symptomatische zentrale Gruppierung der Epidote und des Quarzes handle, ist hervorzuheben, daß die zentrale Anhäufung dieser Einschlüsse einen Ausnahmefall bildet gegenüber der Regel, daß dieselben Einschlüsse Reliktlinien bilden und also der voralbitischen Kristallisationsphase angehören. Diese zeigt in *i* Epidot, weiche, langgezogenen Tropfen ähnliche Quarzquerschnitte, kleine Nadelchen (Rutil?), Erzspießchen (Titaneisen?).

¹⁾ So wird man zum Beispiel Materialien der „Vorphase“ (s. u.), welche den Kristalloblasten konstituieren helfen, in *i* kaum erwarten können.

Mechanische Gefügedeformation tritt ganz zurück; man trifft nur Undulation des Quarzes und höchst selten kaum merkliche Glimmerbiegung, es herrscht reinste Kristallisationsschieferung.

Für mechanische Bewegungen im Gefüge während der Kristalloblastese finden wir jedoch hier wie in anderen später zu erwähnenden Fällen ein neues sicheres Symptom. Es sind nämlich die internen Reliktlinien i in den verschiedenen auch benachbarten Kristallen gegeneinander durch Bewegung der Kristalle verschoben und verlegt; sie korrespondieren nicht mehr und lassen Rotationsbewegung der schon ziemlich ausgewachsenen Plagioklase erschließen. Da es an rupturellen Gefügestörungen fehlt, so verlege ich diese Teilbewegung im Gefüge gegen das Ende der Kristallisationsphase, aber noch in dieselbe. Sie ist einer der Beweise, daß man nicht nur aus rupturellen Gefügen auf nichtmolekulare Bewegungen im Gefüge und weiter auf tektonische Vorgänge schließen darf. Insofern erinnert diese Sache an die oben beschriebenen Hinweise auf „präkristalline“ mechanische Bewegungen in derzeit nichtrupturellen kristallinen Gefügen. Ob in unserem Falle, dessen Anzeichen im folgenden als verlegte Reliktstruktur oder verlegtes i bezeichnet werden, die verlegenden Teilbewegungen auf tektonische Deformation des Ganzen oder auf kristalloblastische Wachstumsvorgänge zurückgehen, ist eine Frage. Gegen letztere und damit für erstere Annahme spricht für den Verfasser der Umstand, daß, wie bemerkt, das Wachstum der Albitkristalloblasten schon fast vollendet war, als die Verlegung erfolgte.

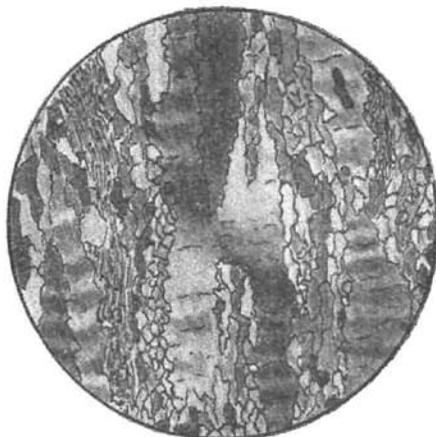
In einem anderen Präparat erwies sich der Plagioklas als $Ab - Ab_8 An_1$, $Chm +$, neben dem hier sideritischen Karbonat trat etwas schwarzes Erz (Magnetit) und dessen limonitisches Derivat auf und es war an der voralbitischen Phase, in i , auch Muskovit beteiligt. Im übrigen herrschten die oben beschriebenen Verhältnisse.

An einer dritten Probe mit gleichem Plagioklas und unverlegter interner Reliktstruktur (Quarz, Muskovit) ist eine durchgreifende, ganz ausgezeichnete Regelung des Quarzgefüges ($x' // s$) hervorzuheben. Der Quarz bildet dabei kein Mosaik (vgl. Taf. XIII, 5.), sondern ist zum Teil als Lagenquarz mit plastischer, welliger Biegung der im Querschnitte bandförmigen Individuen ausgebildet, immer aber sind die Individuen an den Körnergrenzen sozusagen im höchsten Grade verzahnt und mit scharfen, äußerst un stetigen Konturen ineinandergewachsen, wie dies etwa auch Fig. 2 für gleiche Gebilde aus der Reusenzone zeigt. Der Quarz zeigt Undulation, zum Teil rupturelle, die Glimmer, welche das s in den Quarzarealen scharf markieren, sind unlädert. Wir haben hier die Quarzgefügeregel in einem kristallisationsschieferigen Blastomylonit; sie braucht jedoch deshalb nicht durch Kristalloblastese entstanden zu sein und es ist hierzu namentlich zu bemerken, daß der Gefügetypus der Quarzlagen nicht kristalloblastisches Mosaik, sondern der oben beschriebene ist, welchen wir auch in Myloniten kennen. Dem Verfasser scheint es wahrscheinlich, daß die Regel auch hier letzterdings unter mechanischer Bewegung in s zustande kam.

Ein vierter Typus von unserer Lokalität zeigt etwas häufiger Lamellierung des Albit₁, welcher zwischen Ab und $Ab_8 An_1$, dem $Ab_9 An_1$ sehr nahesteht. Der Quarz zeigt ausgeprägte Streifung, das

lamellierte Karbonat ist zu größeren Rhomboedern kristallisiert. Der Glimmer ist reichlicher, vortrefflich kristallisierter Muskovit. Epidot und Erz reichlich. Die Albite zeigen sehr schöne verlegte, interne Reliktstruktur mit Epidotkristallen, langgezogenen und scharfeckigen Quarzkörnern, Erz und winzigen Nadelchen (Rutil). Letztere bilden durch ihre Anordnung eine zierliche, typische Tonschieferfältelung ab gleich der, welche Weinschenk's Abbildungen zeigen und welche wir namentlich in der Hochfeilerhülle in bester Ausbildung finden werden. Nicht immer ist wie in unserem Falle der Muskovit schon am voralbitischen Gefüge beteiligt. Die Relikte der voralbitischen Phase sind im allgemeinen etwas kleiner als ihre externen Äquivalente und demnach noch nach der Albitbildung weiter gediehen. Dies macht gewisse Nester richtungslos gruppiertes

Fig. 2.



Albitquarzit (Rensen b. Mauls). Durch den ganzen Schliiff gilt $\alpha' // s, \gamma' //$ zu der meist rapturellen Undulationsstreifung. In der Bildmitte ein großes Korn mit vier Zweigen.

Glimmer verständlich, wenn man die Desorientierung ihrer Keime mit der Verlegung von i in Zusammenhang bringt. Was die Epidote anlangt, so kann hier an ihrer voralbitischen Bildung kein Zweifel sein. Es wurde hier vor Bildung der Albite das Stadium eines kristallinen Schiefers erreicht, während in anderen Fällen (zum Beispiel Hochfeiler pag. 283) das voralbitische Stadium nur ein gefalteter Tonschiefer war.

Schließlich bleibt noch ein von den bisher beschriebenen abweichender Typus aus dem innersten Kern der Sengesser Kuppel zu erwähnen, welchen seine Stellung als petrographisches Bindeglied und als Zwischentypus zwischen Tuxer Grauwackengneisen und unseren Albitgneisen wichtig macht. Das Gestein gleicht ganz dem vom Riffler beschriebenen Grauwackengneis. Ziemlich reichlicher Orthoklas, stark gestreifter Quarz, Kalzit, Muskovit, Erz und das Gefüge hat dies Gestein mit Tuxer Grauwackengneis gemeinsam.

Neben Muskovit herrscht etwas vor ein Chlorit, welcher nach der kaum wahrnehmbaren Doppelbrechung etc. Pennin sein dürfte. Die großen Orthoklase sind häufig muskovitisiert und mit Kalzit, Quarz und Plagioklas eng verwachsen. Daneben tritt aber Albit₁, $Ab_8 An_1 - Ab_3 An_1$, ganz in der gewohnten Form mit den bezeichnenden Reliktstrukturen auf.

Wegen seines Gefüges bietet noch besonderes Interesse ein intensiv „extern“ gefältelter Albitgneis aus dem Gehänge der Kramer Spitze. Man kann ausgeprägte Kataklase des Quarzes, Zerlegung des Albit₁ und geringe Biegung des Glimmers beobachten. Das Gestein ist, wie bemerkt, intensiv zerknestet. Man sieht aber auf den ersten Blick, daß dabei kein Mylonit oder Diaphthorit mit dieser Gefügebewegung entsprechenden Rupturen das Endprodukt wurde, sondern die zahlreichen, durch abbildende Kristallisation des Glimmers sehr schön wiedergegebenen Deformationsformen zeigen, daß die Verknetzung vor Abschluß der Kristallisation erfolgte. Wegen der oben erwähnten Zerlegung des Albit₁ muß sie aber auch nach Beginn der Kristallisation erfolgt sein. Man könnte rupturale Deformation während der Kristallisation eine parakristalline nennen.

2. Sengser Kuppel im Ausgang des Pfitschtals.

a) Graben beim Archer orogr. linke Seite des Pfitschtals.

Eine der Proben war ein den schon beschriebenen vollkommen entsprechendes Gestein mit $Ab - Ab_8 An_1$ und durchgreifender Quarzgefügeregel $\alpha' // s$. In einem anderen Falle wurde der Feldspat durch Spaltblättchen nach M als Albitoligoklas $Ab_{83.5} An_{16.5}$ bestimmt, also etwa $Ab_5 An_1$. Als ein Zeichen des Fortdauerns der Quarzkristallisation nach Bildung der Plagioklas sind Fälle bemerkenswert, in welchen ohne jede Verletzung der optischen Zusammengehörigkeit mit einem größeren Quarzkorn von einem solchen Korn aus ein brettförmiger Quarzast in den Plagioklas eindringt, der Spaltbarkeit desselben folgend (vgl. Fig. 3). In den Plagioklasen fand sich als i wie früher Quarz und Epidot. Zuweilen weist ein nur zur Hälfte vom Plagioklas umwachsener Epidotstengel recht anschaulich auf die voralbitische Bildung des Epidots.

An externen Epidoten waren eisenreichere Kerne zu beobachten.

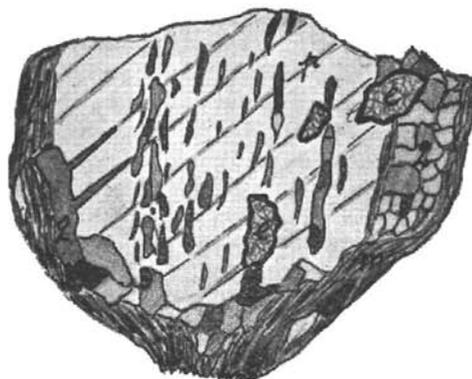
b) Fuß des Saun bei Sterzing, Pfitschtalausgang.

Das Gestein besteht überwiegend aus typischem Albit₁ mit verlegter Reliktstruktur. Vielleicht entspricht derselben Teilbewegungsphase die sehr wirre Orientierung der Glimmer in richtungslosen Nestern. Neben dem stark vorwiegenden Muskovit ist Biotit nicht selten, manchmal gebleicht, wobei zugleich Sagenit hervortritt. Die Albite sind hier mit sehr oft relik in Windungen angeordneten Einschlüssen von Quarz, Epidot, Zoisit, Titaneisen, Muskovit, Biotit, Chlorit und Apatit der Vorphase geradezu vollgepfropft. Die Quarze in i zeigen die Form von Lagenquarz (weichkonturierte, wellig gebogene Bänder als Querschnitt) mit zweifellos plastischer Deformation vor Umschluß, also in der voralbitischen Phase. Ferner

enthalten die Quarze winzige spießige Drusen (Rutil?), auch schwächer brechende, ganz unregelmäßig verzweigte Einschlüsse. Außerdem in *i* Strähne dunkler, nadelförmiger Kristalliten, wie sie gewöhnlich die Tonschieferfältelung anzuzeigen pflegen.

An Mineralen ist noch Orthoklas, etwas Titanit, viel zonar gebauter Turmalin und etwas Granat in kleinen Körnern anzuführen. Durch diese Akzessorien nähert sich das Gestein den mineralreichen Greinertypen.

Fig. 3.



p Spaltbarkeit des Plagioklases, *q* Quarznest mit subparallelen Körnern und ein längs *p* in den Plagioklas gewachsener Quarzkristalloblast, *m* Muskovit, *e* Epidot (Grenzen durch zeichnerisches Versehen übertrieben). Reliktstruktur durch tropfenförmigen Quarz.

3. Schieferhülle des Hochfeiler.

a) Zwischen den beiden Marmorlagen des Hochfeiler bei der Wiener Hütte (vgl. hierzu Taf. XIII, 3). Es treten hier in der Hochfeilerhülle unverkennbar dieselben Albitgneise etc. auf wie in der geologisch äquivalenten Sengesser Kuppel und es kann bis auf einige Beobachtungen die dort gegebene Beschreibung ohne weiteres gelten. Der Feldspat ist $Ab-Ab_8 An_1$, nahe $Ab_8 An_1$, in der Tracht des $Albit_1$, mit ausgezeichneter verlegter Reliktstruktur (Nädelchen, weichgezogene Quarzkörner und etwas Erz). Die interne helizitische Fältelung erweist Gefügebewegungen vor Beginn der Albitbildung. Dann erfolgte die Bildung ziemlich gut kristallographisch umgrenzter Albite, welche man jetzt nicht chemisch-optisch, aber wegen ihres relikten Inhalts als wohlumgrenzte Kerne in den Albiten liegen sieht.

Zuweilen sind diese Kerne auch noch durch eine im Gegensatz zu den Relikten den Kerngrenzen folgende Schnur gleicher Einschlüsse wie in *i* konturiert. Hierauf wird in einer zweiten Phase der Gefügebewegung die Verlegung von *i* erfolgt sein. Und es wuchsen sodann die hier durchweg beobachtbaren einschlußfreien Säume an die Kerne, wodurch die jetzt vorliegenden unregelmäßig umgrenzten

Albitkörner mit kristallographisch besser umgrenztem „Kern“ im obigen Sinne entstanden. Durch diese, wie mir scheint, unabweisliche Deutung der Verlegungsphase von i als einer Phase während des Fortbestehens der Albitkristallisation erfolgter mechanischer Teilbewegung im Gefüge scheint mir auch die Erklärung für die nunmehrige Unsichtbarkeit der starken Verlegung von i entsprechender rupturer Gefügedeformation nahegelegt. Man kann darin ein neues Beispiel dafür sehen, daß grobmechanische, präkristalline oder parakristalline Gefügebewegungen während der Kristallisation keine Kataklasen zu hinterlassen brauchen. Das Gestein enthält sehr reichlich Muskovit, etwas Biotit, gestreiften Quarz, etwas Orthoklas, reichlich Pyrit, Epidot und Turmalin.

b) Über der äußeren Marmorlage bei der Wiener Hütte findet sich ein ganz ähnliches Gestein mit sehr reichlichem Muskovit. In diesem wie in anderen Fällen scheint mir der so reichlich vorhandene, hier Muskovit genannte, helle Glimmer für einen Vergleich des Chemismus von Tuxergrauwacken und Albitgneisen als eventuelles Asyl des Kali der Grauackenorthoklase ins Auge zu fassen, um so mehr, als der Muskovit in Nestern (nach Orthoklas?) auftritt. Biotit ist spärlich oder gar nicht vorhanden, der Feldspat in allen Fällen $Ab - Ab_8 An_1$. Vortrefflich ausgebildet ist mehrfach die Quarzgefüge- $\alpha' // s$, ganz wie oben (pag. 280) beschrieben. In manchen Typen unserer Lokalität tritt Albit₁ bis zum Verschwinden zurück, in anderen läßt sich verlegte Reliktstruktur, aber ohne reliktfreien Saum, beobachten.

c) Gneisglimmerschiefer des Roten Beils (zwischen Pfunders- und Pfitschtal). Auch dieser mächtige Schiefermantel über den Hochfeiler Marmoren tritt in starken Gegensatz zum kataklastischen Gepräge der Tuxer Grauacken und Geröllgneise der Gneise der Kaserer Kuppel und der Tuxer Porphyrgneise. Wie bei den eben beschriebenen südlichen Schieferhüllegesteinen hat hier im Gegensatz zu den Myloniten der Tuxer und der Maulser Zone Kristallisation das letzte Gepräge gegeben. Der reichliche Glimmer ist Biotit (Sagenit) und etwa gleich viel Muskovit, beide streng $// s$ und unladiert kristalloblastisch. Dagegen zeigt der sehr vorwaltende Quarz hier wie in den bestkristallinen Albitgneisen Undulation nach der Regel. Etwas Orthoklas und insbesondere $Ab_8 An_1 - Ab_3 An_1$ von der Tracht des Albit₁ und mit den bekannten Relikten ist vertreten, weshalb dies Gestein hier angeführt wird. Granat tritt oft sehr reichlich auf.

Weiter östlich in der Floite (Zillertal) wurden die Albitgneise nach dem äußeren Habitus mancher dieser den Greinerzug fortsetzenden Gesteine vermutet, jedoch im Schliff nicht in typischer Ausbildung gefunden. Der lamellierte Plagioklas wurde als $Ab_8 An_1 - Ab_3 An_1$ bestimmt und zeigt die bekannte Zonenstruktur mit saurerem Kern und Rekurrenzen.

Sowohl an Biotit mit Chlorit + Sagenit parallel verwachsen, als an Muskovit wurde die in den Schiefen des Greinerzuges sehr häufige Querstellung zu s im Schliff beobachtet, welche man wohl am besten als Anpassung an eine Streckachse deutet, zu

welcher sich die Glimmer parallel stellen, während ihre Orientierung im übrigen, namentlich bei Biotit, eben irrelevant wird.

Diese Gesteine gehören wegen ihres Gehaltes an gemeiner Hornblende (Ausl. Max. 18° *Chm* — γ' graugrün und hellgelblich) schon zu den andernorts zu beschreibenden Gruppen. Sie sind oft durchsät von kleinen Granaten. Abbildung 6, Taf. XIII enthält eine für eine Art des Zustandekommens größerer Granatporphyroblasten bezeichnende Stelle. Die kleinen Granaten erscheinen bei guter kristallographischer Umgrenzung der einzelnen, vollständig den ringsherum viel spärlicher gesäten Granaten gleichenden Körner angesammelt in Form einer den Umriß einer vielmals größeren Kornes andeutenden Gruppe.

Das Karbonat ist in diesen Schiefen sehr häufig rhomboedrisch ausgebildet.

4. Rensenzone.

Neben Kalkglimmerschiefer findet sich auch unter den Präparaten von der Nordgrenze der Maulser Gneise Albitgneis.

Das erstgenannte Gestein besteht in einem Falle mehr als zur Hälfte aus rhomboedrischem, lamelliertem Kalzit. Der Glimmer ist durchweg Chlorit, nach Auslöschung Doppelbrechung und dem durchweg positiven *Chm* Klinochlor. Sonst ist nur Quarz häufiger vertreten, akzessorisch Granat und Zirkon.

Als Albitgneis erwies sich eine quarzitische Lage in einem durch Feldspate und Granaten häufig knopfig struieren Phyllonit im Hangenden des Rensengranits.

Quarzreiche Lagen mit ausgezeichneter Regelung $\alpha' // s$ wechseln mit feldspatreichen, an welche sich auch das eisenhaltige Karbonat und der Muskovit hält. Bemerkenswert ist, daß unter den Quarzeinschlüssen im Albit₁, $Ab - Ab_8 An_1$, sich ganz gleiche Teilchen befinden, wie man sie durch rupturale Zerlegung der Quarze entstehen sieht, was auf eine präkristalline Kataklyse weist.

Sowohl an diesem Gestein wie weiter östlich an untersuchtem Karbonat, Muskovit, Quarziten mit Kristallisationsschieferung tritt die Quarzgefügeregel $\alpha // s$ ausgezeichnet hervor, worauf schon früher hingewiesen wurde.

5. Tuxerzone.

Schon früher wurde auf Anklänge an unsere Albitgneise in der Tuxer Schieferhülle hingewiesen. Neben Plagioklasen, welche, nach symmetrischen Auslöschungen zu schließen, basischer als $Ab_{75} An_{25}$ werden (Schnitte $\perp M$ und P ergaben $Ab_{70} An_{30}$ und $Ab_{72} An_{28}$) und neben lamelliertem Plagioklas findet sich $Ab_8 An_1 - Ab_3 An_1$ von der Tracht des Albit₁, reich an siebartig verteiltem Epidot und Quarzeinschlüssen. Das Gefüge dieses Karbonat-, Oligoklas- und Epidotschiefers, wohl einer umkristallisierten Kalkarkose, ist nicht so rein kristalloblastisch wie bei den Sengesser und Hochfeiler Äquivalenten.

6. Brenner.

Ein auf den *s*-Flächen mit weißen Knötchen besetzter Muskovitgneis aus dem Graben, der zur Steinalm am Brenner emporzieht

(vgl. auch Porphyroid von derselben Lokalität, pag. 240), erwies sich als ein Gestein, das durch seinen Plagioklas $Ab_8 An_1$ — $Ab_8 An_1$ von der Tracht des Albit₁, Kalzit, dessen Lamellen nach treppenförmigen Randkonturen auf Druck zurückgeführt werden, ausgezeichnet gestreiften Quarz in geröllchenartigen Aggregaten und in seiner rupturrell etwas veränderten Stellung eine Mittelstellung zwischen unserer Albitgneisgruppe und den Tuxer Grauwackengneisen einnimmt, ersterer aber nähersteht.

Der Porphyroid und der eben beschriebene Albitgneis gehören der Serie unter dem Dolomit der Tribulaunlage an. Über denselben habe ich bis jetzt keinen typischen Vertreter unserer Albitgneisgruppe gefunden, wohl aber am Nöblachjoch einen anderen hochkristallinen Albitgneis ($Ab—Ab_8 An_1$) mit Muskovit, Chlorit, gestreiftem Quarz, Epidot und ausgeprägter, nichtruptureller, präkristalliner Faltung.

Die mikroskopische Untersuchung der Albitkarbonatgneise, welche wie die anderen Schieferhülletypen an der in Termiers Übersichtsprofil unbeachteten wahren Tauernfortsetzung Sterzing—Schneeberg—Pfelders—Pfossen—Similaun beteiligt sind, konnte noch nicht durchgeführt werden.

Die Übergangstypen der Albitgneise zu Phylliten (Albitphyllite der Tuxerzone zum Beispiel), zu Grünschiefern (zum Beispiel in der Sengesser Kuppel), desgleichen die Phyllite, Tonschiefer, Grünschiefer, Amphibolite, Serpentine und die mineralreichen Schieferhüllephyllite sind hier noch nicht mitbeschrieben.

Damit wird die vorliegende Studie abgeschlossen. Einem gleichartigen, auf hohe tektonische Komplikation deutenden Karten- und Querschnittsbilde der Tuxer und Zillertaler (etc.) Schieferhülle entsprechen beiderseits gleich lebhaft, korrelierte Teilbewegungen im Gefüge, nächst den Gneisen und südlich vom Brenner zeitlich überholt und maskiert (Blastomylonite, Blastophyllonite etc. tektonoblastische Gefüge?) von den Kristallisationsbedingungen der Schieferhüllenphase oder, in mancher Beziehung abstrakter und treffender gesagt, der Tauernkristallisation. Die Deformationen der tektonischen Hauptphase fallen für den größten Teil der Schieferhülle (gneisnächst und südlich vom Brenner) vor den Schluß der Tauernkristallisation, für andere Teile (Nordrand der Tuxer Gneise zum Teil) haben sie aber dieselbe zum wenigsten überdauert (Mylonite von Schieferhüllengneis etc. in der Tuxerzone). Mehrfach (unter anderem liegt hochkristallines Schieferhüllenkristallin vom Kaserer bis zum Brenner über dem „Hochstegenkalk“) hat die Untersuchung u. d. M. höhere Kristalloblastese ergeben als ich im Feld vermutete, die im Feld angenommene Äquivalenz hochkristalliner und wenig kristalliner Grauwacken aber bestätigen geholfen. Im übrigen ist auf das Sachregister zu verweisen.

Tafel XI.

Über einige Gesteinsgruppen des Tauernwestendes.

Erklärung zu Tafel XI.

Fig. 1. Porphyrgneis. Große Orthoklase ungeordnet. Aplitisches Gangnetz. Keine Bewegung in s. Kann durch solche dem folgenden Gestein (Fig. 2) gleich werden. Steig Venna—Landshuter Hütte.

Fig. 2. Knollengneis in mäßig schiefriger Ausbildung. Neuer Steig Stein—Pfitscherjoch. Vergl. Fig. 1. (Vergrößerung $\frac{1}{2}$ von Fig. 1.)



1



2

Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.

Tafel XII.

Über einige Gesteinsgruppen des Tauernwestendes.

Erklärung zu Tafel XII.

Fig. 1. Graphitführendes Quarzkonglomerat. Südwand des Kleinen Kaserer. (Schmirntal, Brenner.)

Fig. 2. Hochkristalliner Schieferhütletyp. Spätiges Karbonat (Streifung!), Chlorit (Biotit, Muskovit), Quarz, etwas Albit. Keine mechanische Gefügestörung. Vallming.

Fig. 3. Hochkristalliner Schieferhütletyp. Fast gänzlich Albit mit unverlegter Reliktstruktur (Quarz, Muskovit, Biotit, Chlorit, Epidot voralbitische Phase). Dunkelste Partien: sideritisches Karbonat, begleitet von Erz und limonitischem Infiltrat. Biotit, Muskovit, Chlorit, Epidot, etwas Quarz. Sengestalhintergrund

Figur 2 und 3 ohne Nikol, fünffach linear vergrößert.



1



2



3

Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.

Tafel XIII.

Über einige Gesteinsgruppen des Tauernwestendes.

Erklärung zu Tafel XIII.

(Vergrößerung zirka 20 linear.)

Fig. 1. „Quarzschale“ in Oligoklasauge aus Augengneis. Oligoklasindividuum grau. Quarzindividuum schwarz. Muskovit. + N. Seiterbergtal bei Sterzing.

Fig. 2. Quarzalbitknolle aus Knollengneis. + N. Ostgipfel der Realspitze, Tuxertal.

Fig. 3. Verlegte Reliktstruktur im Albit. Relikte Tonschieferfältelung, reliktfreie Säume. + N. Albitgneis des Hochfeiler. Vergl. Weinschenks Typen vom Hochvenediger l. c.

Fig. 4. Unverlegte Reliktstruktur. Quarz, Muskovit und Erz der voralbitischen Phase als internes Relikt in Albit (zwei benachbarte Körner, schwarz und grau). + N. Albitgneis der Sengesser Kuppel.

Fig. 5. Quarzgefügeregel $\alpha // s$ in hochkristallinem Albitgneis (Sengestalt-hintergrund). + N. Gips eingeschaltet mit $\alpha \perp s$. Der unterste Teil des Bildes ist von einem großen Albit mit den charakteristischen tropfenförmigen Quarzen eingenommen. Der obere Teil zeigt außer dünnen Muskovitlagen nur Quarz, bei der oben erwähnten Orientierung des Gipses ausnahmslos gelb bis rötlich. Die Photographie ohne Farben verstärkte die Helligkeitskontraste zwischen manchen Körnern so weit, daß die eigenartig zackigen Umrisse hervortreten, was noch an die geregelten Quarzgefüge in Myloniten erinnert.

Fig. 6. Gruppierung von Granatkristalloblasten in Glimmerschiefer (Greinerschiefer). Quarz, Hornblende, Biotit nach (001). Ohne Nikol. Floite Zillertal.



1



2



3



4



5



6

Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien

Sachregister zu einigen allgemeineren Fragen.

(Die beistehenden Ziffern geben die Seitenzahl an.)

- Albit, verschiedene Trachten 236, 241, 248, 265, 267, 278.
 Blastomylonit 232, 241 ff., 245 ff., 251 ff., 262, 272.
 Böhmische Streifung des Quarzes 225, 233 240, 244 ff.
 Deformationsverglimmerung an Albit 224, 263.
 Dynamometamorphose der Feldspate 224, 253.
 Gefügebildung, Interferenz kristalloblastischer und ruptueller 221, 237—240, 242, 243, 246.
 Generationen, zeitliche, in kristallinen Schiefen 279.
 Geologisches 243, 273, 277, 286.
 Kataklyse 253.
 mobile und stabile 230.
 postkristalline, parakristalline, präkristalline 221, 235, 243, 250—53, 262, 273, 280, 282, 285, 286.
 K. des Quarzes 224, 227.
 regionale Verbreitung der K. 220 ff., 222, 227, 235, 273.
 Korrelation der Deformationen 254, 255, 286.
 Kristallisation 244, 247, 278, 279.
 postrupturell regenerierende 221, 228, 229, 232, 250.
 regionale Verbreitung der K. 220 ff., 222, 227, 235. 243.
 Kristalloblastengruppierung 285.
 Lagenquarz 230 ff., 256 ff., 260, 282.
 Mobilisierung des Gefüges 279.
 Oligoklasen, Entstehungsfrage 270 ff.
 Quarzgefügeregel 225, 228, 230, 234, 239, 254, 256 ff., 260, 280, 281, 284, 286.
 Quarzschalen 270.
 Quenbrotite 284.
 Reliktstruktur 270.
 interne und externe 270, 278, 279.
 verlegte, als Zeichen parakristalliner Teilbewegung 257, 280, 283, 284.
 Schichtung diskordanter Elemente durch Teilbewegung in s 273 ff.
 Stetige Deformation 269
 an Quarz 230 ff., 283, 286, 282.
 an Feldspat 228, 245, 263, 266, 269.
 Undulationsregel des Quarzes 224, 230, 252, 262, 269.
 Vorphasen in kristallinen Schiefen 249, 279, 281, 282.
 Zugrißverheilung 254, 255, 256.

Inhalt.

	Seite
Einleitung	219
Literatur	220
A. Grauwacken, Porphyroide, Quarzite; teilweise umkristallisiert	220
I. Porphyroide	223
II. Arkosen und deren Mylonite	227
III. Quarzite	233
IV. Umkristallisierte Vergleichstypen mit Arkosen und Porphyroiden	235
B. Knollengneise	247
C. Einige Begleiter der Knollengneise	252
D. Die Knollen der Knollengneise	262
E. Hochkristalline Albit-Karbonatgneise, Albitgneise und Karbonatquarzite	277
Sachregister	287