

Die Komponenten des oberkarbonen Nößlach-Konglomerates (Tirol)

(Ein Beitrag zur Unterscheidung voralpidischer von alpidischer Metamorphose
in Graniten und alten Gneisen der Hohen Tauern.)

(Mit 2 Tafeln.)

Von Franz Karl.

(Aus dem Institut für Mineralogie und Lagerstättenkunde der Bergakademie Clausthal.)

EINLEITUNG.

Als Fortsetzung der Untersuchungen voralpidischer Konglomerate wurde das Nößlachjoch-Konglomerat (bei Steinach am Brenner, Tirol) petrographisch bearbeitet und dabei besondere Beachtung den kristallinen allothigenen Gesteinskomponenten geschenkt. Das Ziel dieser, wie der noch in Arbeit befindlichen Untersuchung des Turracher Karbonkonglomerates ist die Trennung der alpidischen Metamorphose (Tauernkristallisation) von voralpidischen Kristallisationen an Ortho- und Paragesteinen der Hohen Tauern. Die Untersuchungsergebnisse aus dem Gainfeld-Konglomerat der nördlichen Grauwackenzone sowie der Konglomerattektonite in der Tuxer Grauwackenzone (untere Tauernschieferhülle) werden für diese Fragen mit ausgewertet und die beiden Vorkommen stratigraphisch mit dem Nößlach-Konglomerat verglichen.

Es wurden insgesamt 92 Dünnschliffe untersucht. Das Material entstammt zum Teil Aufsammlungen von Herrn Prof. B. Sander, wofür ich mich hier bedanken darf. Es ist mir besonders im Rahmen dieses Beitrages ein Bedürfnis, einmal mehr Herrn Prof. R. v. Klebelsberg für die meisterliche Zusammenfassung geologischer und petrographischer Untersuchungsergebnisse aus den westlichen Ostalpen in der „Geologie von Tirol“ zu danken. Dieses Buch war mir für frühere Arbeiten in den Hohen Tauern und ebenso auch für diese Untersuchung in seiner straffen objektiven Sachlichkeit eine wertvolle Stütze bei regionalgeologischen und petrographischen Fragen.

GEOLOGISCHE STELLUNG.

Auf Quarzphyllit (im geologischen Sinne) bzw. auf dessen oberstem Schichtglied, den Eisendolomiten, folgt eine Serie aus wechselnd fein- und grobkörnigen Grauwacken mit Konglomeratlagen. Häufig damit verbunden

sind schwarze phyllonitische Graphitschiefer. Sowohl die feinkörnigen Grauwackensandsteine, wie insbesondere die Graphitphyllonite sind fossilführend und wurden als Oberkarbon Westfal D (Ottweiler Stufe) bestimmt. Die Grauwackensandsteine führen Kohlenflöze, die bis vor einigen Jahren in Abbau standen. Die gesamte Serie, insbesondere aber die feinkörnigen Glieder, zeigen im Aufschluß nachkonglomeratische Deformation; in den Konglomerat- und groben Grauwackensandsteinbänken greift diese jedoch seltener bis ins Korngefüge durch. Quarzphyllit und transgressives Oberkarbon sind als alpidische tektonische Einheit (Steinacher Decke) von Süden her auf Trias (Tribulaun-Mesozoikum) aufgeschoben.

I. PETROGRAPHISCHE UNTERSUCHUNG.

1. Die Zwischenmasse.

Für die allothigenen Gesteinskomponenten bildet das Bindemittel eine Grauwacke aus Serizit-Chlorit mit gut gerundeten Quarzen, Plagioklasen und teilweise albitisierten Kalifeldspäten sowie Muskowiten und chloritisierten Biotiten, neben kleinen Gesteinsgeröllchen der später besprochenen feinkörnigen allothigenen Gesteinskomponenten. Unter den Quarzen wurden einmal idiomorphe Porphy Quarze beobachtet, bei den allothigenen Biotiten solche mit opazitischem Si; an Akzessorien sind Leukoxen, Titanit, Zirkon, Rutil, Apatit und in einem Schliff auch Epidot zu finden. Als einzige stoffliche Veränderung kann Serizit- und Chloritbildung, wie eine inhomogene Brauneisendurchtränkung angegeben werden. Unter den klastischen Feldspatkörnern sind unschwer die Albite, Schachbrettalbite und Übergangstypen von Kalifeldspat zu Schachbrettalbit wieder zu erkennen, wie sie in den Geröllchen von Graniten und „Alten Gneisen“ später ausführlich beschrieben werden. Sie liegen in verschiedenstem Umwandlungsgrade von Albit alt (Ab_a) zu Albit neu (Ab_n) und von Kalifeldspat zu Schachbrettalbit nebeneinander, ohne daß einheitliche Beeinflussung in mineralparagenetischer Hinsicht nach ihrer Einbettung festzustellen wäre. Diese Tatsache, die sich ebenso klar später bei den Geröllchen zeigt, ist für die Auswertung der Ergebnisse von entscheidender Wichtigkeit, weil wir somit an allothigenen Mineral- wie Gesteinskomponenten den Grad der voralpidischen, also vortauernkristallinen Metamorphose beobachten.

2. Gesteinskomponenten.

Eine oft übliche Untergliederung in allothigene und authigene Mineral- und Gesteinskomponenten entspricht nicht der Genese dieses Gesteins als Grauwackenkonglomerat, ohne wesentliche Neukristallisation nach der Konglomeratentstehung. Das ganze Substrat stellt ein mehr oder weniger

bis zum Einzelkorn aufgearbeitetes Sediment jener Gesteine dar, die als Gerölle vorgefunden werden. Ich glaube daher außerdem, von einer separaten Beschreibung der klastischen Mineralkörner absehen zu können.

Die Gesteinsgerölle zeigen durchwegs einen hohen Abrundungsgrad und besitzen Querschnitte von Zentimeter- bis zu mikroskopischen Dimensionen. Ein Nachweis sicher nachkonglomeratischer Deformation ist hauptsächlich bei feinkörnig- und glimmerreichen Typen möglich. Die widerstandsfähigeren Quarzit- und Gneisgerölle zeigen häufig nur Einzelrupturen und erfassen seltener das ganze Korngefüge. Dieser günstige Umstand gestattet Rückschlüsse auf den vorkonglomeratischen Deformationsgrad; er ist außerdem dadurch erwiesen, daß in Mikrokonglomeratdünnschliffen stark deformierte Gerölle neben nicht deformierten zu beobachten sind (s. Abb. 1). Folgende Gesteinsarten sind vertreten: Großquarze und Quarzite, Muskowit-Biotit-Plagioklasgneise, Granite und Granitgneise, feinkörnige Arkosen, Kiesel-schiefer (Lydite), Bitumenquarzite, Keratophyre, Chloritgesteine, Serizit-phyllite und Mikrofelsite.

a) Großquarze und Quarzite.

Sie sind mengenmäßig am häufigsten anzutreffen. Die Quarzkornquerschnitte liegen zwischen 0,1 und > 10 mm. Wie schon erwähnt, ist ihr Verhältnis von Deformation zu Kristallisation sehr unterschiedlich. Der vorwiegend monomineralische Charakter erschwert sehr eine Deutung ihrer Herkunft. Aus dem Gesamteindruck nicht deformierter Gerölle zu schließen, der sich im wesentlichen auf die unregelmäßigen Kornverzahnungen stützt, sowie auf gelegentliche Chlorite in Geldrollenform oder eingeschlossene große Muskowite, dürfte es sich herkunftsmäßig wahrscheinlich um Fragmente ehemaliger Quarzgänge oder Quarzkonglomerationen handeln. Dafür kommen in den voroberkarbonen Tauern hauptsächlich Granit und Muskowit-Biotit-Plagioklasgneise, mit Vorbehalt auch der Quarzphyllit, in Betracht*).

b) Biotit-Muskowit-Plagioklasgneise.

Bei diesen Geröllen handelt es sich um das klastische Material aus den sogenannten „Alten Gneisen“. Die Gerölle lassen sich nach unterscheidbaren Metamorphosegraden grob in zwei Gruppen trennen. Einmal in solche mit (1) häufiger starker Verquarzung und geringer Serizit- und Chloritneubildung innerhalb eines vorliegenden Biotit-Muskowit-(Kalifeldspat)-Lagengneises. Am ausdrückvollsten ist bei den Plagioklasen eine randliche „Versauerung“; mit der gleichzeitig Serizit-Mikrolithen auftreten (s. Abb. 2). Die serizit armen oder -freien Kernpartien bestehen aus An_{10-12} , die umgewandelten

*) Nach den bisherigen eigenen Untersuchungen scheint es, daß der heutige Quarzphyllit im geologischen Sinne voralpidisch überwiegend in einer höher kristallinen und den alten Gneisen sehr verwandten Ausbildungsform vorlag.

Ränder aus An_{3-7} . Die Untersuchung von Vergleichsschliffen aus Alten Gneisen (siehe weiter unten) spricht dafür, daß der „primäre“ Plagioklas der Gneiskristallisation ungefähr ein An_{20} gewesen sein dürfte.

Die andere Gruppe (2) ist vor allem durch stärkere Albitisation gekennzeichnet. Wir finden hier die bisher nur aus der Tauernkristallisation bekannten typischen para- und posttektonischen si-Albite (An_0) (siehe Abb. 3) mit Biotit, Muskowit, Chlorit, opazitische Substanz und diaphoritischen Granaten als si neben den ebenso aus der alpidischen Metamorphose bekannten Umwandlungen von älteren, etwas basischeren Albiten zu den jüngeren reinen Albiten, die dann einschlußfreie Ränder erzeugen. Den unterschiedlichen Umwandlungsgraden entsprechend werden Werte von An_6 — An_0 gemessen. Außerdem ist eine stärkere Chloritisierung (Pennin) ehemaliger Biotite und Granate charakteristisch. Gelegentlich sind noch Rebiotitisierung an Chloritkornrändern zu beobachten. Schwächer albitisierte Gerölle belegen den Zusammenhang mit den unter (1) genannten Typen und erweisen das jüngere Alter von (2) im Vergleich zu (1). Übergangstypen zwischen (1) und (2) lassen aber vermuten, daß es sich insgesamt um eine neu einsetzende Metamorphose handelt, die bereichsweise intensiver wirkte. Zusammenfassend ergibt sich also: ehemalige Biotit-Muskowit-Plagioklas (An_{20} —?)-(Kalifeldspat)-Gneise mit gelegentlicher Granatführung werden von einer neuen Metamorphose mit Quarz-Serizit-Chlorit-Albit (An_0)-Paragenese überprägt. Es gibt dabei in den Zweiglimmergneisen keine Kalifeldspat- und Pistazit-Klinozoisitkristallisation. Die Gesamtheit der metamorphen Veränderungen ist natürlich voralpidisch. Ebenso ist an Hand der Gerölle voralpidischer Lagenbau (wechselnd Quarz-Feldspat- und glimmerreiche Lagen) ablesbar, was im weiteren für die Genese der hellgebänderten Alten Gneise in der untersten Tauernschieferhülle Bedeutung erlangt.

Zu dieser Gesteinsgruppe sind auch Gerölle von Biotit-Muskowit-Quarzschiefern zu stellen, von denen zu den oben beschriebenen Typen durch stärkere Feldspatverdrängung oder durch ursprüngliche Feldspatarmut Übergänge bestehen. Solche Glimmerquarzitlagen sind in den heute anstehenden alten Gneisen weit verbreitet.

c) Granite und Granitgneise.

Wie die Gerölle der „Alten Gneise“ Aufschluß über die voralpidische Metamorphose dieser weit verbreiteten Hüllgesteinsgruppe gaben, sind die Granitgerölle aufschlußreich für die Frage nach der voralpidischen Fazies der Tauerngranite (vgl. Literatur 2, 3, 4, 13). Beschreibend vorgehend lassen sich wieder zwei Gruppen unterscheiden: Granitgneise ohne Kristall-

augen (1) und solche mit Kristallaugen (2). Von 22 untersuchten Geröllen waren 7 Augengranitgneise. Im Mineralbestand gibt es keine Unterschiede zwischen (1) und (2), wohl aber läßt sich in beiden Gruppen an der Ausbildungsart der Plagioklase erkennen, daß eine jüngere Albitisierung unterschiedlich stark wirkte; starke Albitisation überwiegt. Im Verhältnis zwischen Deformation und Kristallisation ist summarisch für alle Minerale hervorzuheben, daß kristalloblastisches Gefüge mit schwach überdauernder Deformation gleich oft neben Gneismyloniten existieren, wobei an den jüngsten Albit- und Quarzkristallisationen die geringsten mechanischen Deformationen feststellbar sind. Dieser etwa para- bis nachkristallinen Deformation ging eine „vorkristalline“ Formung während der Gneisprägung voraus. Es ist naheliegend, den Gesamtablauf wie folgt zu verstehen: Vergneisung der noch höher teilbeweglichen Granitsubstanz durch gerichtete Beanspruchung und Teilbewegungen in molekulardispersen Zustand für alle Granitminerale. Allmähliche stoffliche Begrenzung der molekularen Teilbeweglichkeit auf Quarz- und Albitsubstanz bei anhaltender bzw. ausklingender mechanischer Beanspruchung.

Die Mineralbeschreibung im einzelnen:

Quarz (Kornquerschnitte im Durchschnitt zwischen 0,3 und 1,0 mm): Entsprechend dem Verhältnis zwischen Deformation und Kristallisation mehr oder weniger kleinkörnig zerlegt. In der Mehrzahl der Schiffe sind Quarz-Überindividuen durch ihre Regelung, erkennbar mit Hilfe des Gipskompensators, noch nachweisbar (Querschnitte bis zu 5 mm). Eingeschlossene und umschlossene Hellglimmer und Biotite sowie Korrosionen an diesen und an älteren Albiten, ebenso an Kalifeldspäten, erweisen ein junges, zum Teil aggressives Quarzkristallisationsstadium.

Albite (Kornquerschnitte im Durchschnitt von 0,8 bis 1,5 mm): Von allen Mineralien sind sie am ausdrucksvollsten. Es existieren ältere neben jüngeren Albiten, genau so wie sie aus den tauernkristallinen Gesteinen von SANDER (17) erstmalig beschrieben wurden. Die gemessenen An-Gehalte liegen bei den Ab_a maximal um An_{10} , bei den Ab_n minimal um An_0 . Dies sind Grenzwerte, kennzeichnender aber ist der durch An-Gehaltsmessungen erweisbare kontinuierliche Übergang von Ab_a zu Ab_n , der sich außerdem durch abnehmende Lamellierung und abnehmende Dichte der Mikrolithenfüllung sowie durch bereichsweise unterschiedliche Auslöschung mikroskopisch verfolgen läßt*).

Wie bereits erwähnt, ist der Grad der Umwandlung von Ab_a zu Ab_n

*) Die nunmehr unzweifelhafte Abhängigkeit zwischen Chemismus, Mikrolithen und Verzwillingung, die dem Verfasser bereits bei den Feldspatmessungen zu L 11 begegneten, wird Gegenstand einer eigenen Veröffentlichung werden.

in den meisten Geröllen weit fortgeschritten und wir können daher für den Ausgangsplagioklas, d. h. für den „primären“ Granitplagioklas, wahrscheinlich höheren An-Gehalt als An_{10} annehmen. Die Mikrolithenfüllung in Ab_a , die im allgemeinen schon recht locker und nur zentral anzutreffen ist, besteht aus Serizit und feinstem, mikroskopisch unauflösbarem Staub sowie etwas Karbonat. In Schlifften mit stärkerem Apatitgehalt im Korngefüge tritt dieser auch in der Feldspatfüllung auf. Mitunter sind auch Biotite daran beteiligt. Korrosionen an großen Muskowiten und Biotiten oder Einschlüsse derselben in Albitrandbereichen belegen oft genug, daß die Umwandlung von Ab_a zu Ab_n jünger als das Ende der Glimmerkristallisation ist. Dieselbe Altersbeziehung besteht zu den Kalifeldspäten.

Kalifeldspat zu Schachbrettalbit: Es existieren in allen Geröllschlifften Kalifeldspate bzw. Schachbrettalbite. Ihre verästelten Kornformen sowie eine Anzahl eingeschlossener Albite (alt) und auch Großglimmer entsprechen der Vorstellung, daß sie auf intergranulare Sprossung zurückzuführen sind. In einem Drittel der Schliffe erreichen sie die mehrfache Größe der übrigen Gefügegenossen und berechtigen zu der Gesteinsbezeichnung Augengranitgneis (Kornquerschnitte zwischen 2 und 5 mm). Ihre Platznahme erfolgte vor der jungen Albitisierung und Silifizierung. Ebenso wie die Umwandlung der Ab_a zu Ab_n erleben sie eine entsprechende Albitisierung zu Schachbrettalbit, die von den Inter- und Intragranularen nach der Kornmitte fortschreitet. Es sind klare Übergänge von Mikroclin mit häufig Perthit- und Quarzadern über fleckig auslöschende, durch feinsten Staub getriebene Bereiche zu feinst schachbrett-lamellierten Kornabschnitten zu beobachten. Letztere verändern sich ihrerseits wieder durch zunehmende Verbreiterung und schließlich Verarmung an (010) Lamellen zu typischen Ab_n . Die von den Kalifeldspäten umschlossenen Ab_a zeigen die gleiche Umwandlung zu Ab_n wie im freien Gefüge. Bemerkenswert ist das unzufällige Auftreten von limonitischen Aggregaten mit rhomboedrischen Kornumrissen in den Umwandlungsbereichen Kalifeldspat zu Schachbrettalbit. Ebenso sind jüngere Serizitkränze entlang der Kornkonturen und der klaffenden Spalt- risse zu vermerken, die nicht als Deformationsverglimmerung deutbar sind. Aus dem bisherigen Schliffmaterial ergeben sich keine Anhaltspunkte für Altersunterschiede innerhalb der Kalifeldspate bzw. Schachbrettalbite. Sowohl jene, die bis zu Kristallaugengröße gewachsen sind, als auch die übrigen Kalifeldspate entstammen wahrscheinlich einer Kristallisationsphase und wurden insgesamt gleichmäßig mehr oder weniger von der Albitisierung betroffen.

Hellglimmer, Biotit, Chlorit: Durch Parallelorientierung der Hellglimmer und Biotite erhielten die Gerölle ein Gneisgefüge. Die den Abschluß der Glimmerkristallisation sehr häufig überdauernde mechanische

Beanspruchung führt zu nachkristallinen Deformationsgefügen, die in Gneis-
myloniten nur mehr Glimmerzerreibungsprodukte zeigen. An stofflichen Um-
setzungen sind bei den Biotiten Penninisierung oder Ausbleichung festzu-
stellen. Deutliche Korrosionen durch Quarz und Ab_n sowie eingeschlossene
Glimmer in diesen Mineralien und in Kalifeldspaten stellen ihre Haupt-
kristallisation in der Kristallisationsabfolge noch vor die Kalifeldspatspros-
sung. Junge Rekrystallisationen sind wahrscheinlich.

Akzessorien: Konstantester Begleiter ist Apatit. In einem Falle
reichert er sich deutlich belleropor in s an, schließt kleine Hellglimmer ein
und tritt auch bezeichnenderweise als Plagioklasmikrolith auf. Seine Kristalli-
sation ist nach der Gneiskristallisation (Quarz, Ab_n , Kalifeldspat, Biotit,
Muskowit) zu stellen. Zeitlich ebenda oder noch jünger sind in zwei Schlifften
Turmalin xenoblasten intergranular gesproßt, unter Einschluß von Quarz, Ab_n
und Hellglimmer. Chlorit- und Ab_n -Pseudomorphosen nach Granat sind in
mehreren Schlifften zu beobachten. Weiters sind oxydische und sulfidische
Erze sowie Leukoxene akzessorisch zu finden.

Zusammenfassend liegen Granit-Gneisgerölle vor,
gegen deren magmatische Abstammung aus Mineralbe-
stand und Gefüge keine Widersprüche vorliegen. Die auf-
fallende jüngste Albitisation kann, erhärtet durch den kontinuier-
lichen Übergang aus der Granit-Gneiskristallisation am zwanglosesten als
deren letzter Ausklang im Sinne einer Autometasomatose erklärt
werden.

d) Feinkörnige Arkosen.

Wie die Gerölle alter Gneise und Granite sind die feinkörnigen Arkosen
Hauptkomponenten im Konglomerat. Die Mineralkornquerschnitte liegen
durchschnittlich bei 0,2 mm. Der Mineralbestand ist klastischer Herkunft und
setzt sich zusammen aus überwiegend Quarz, dann Ab_n zu Ab_n (mit unter-
schiedlichem Umwandlungsgrad), Schachbrettalbit (in einem Falle sind Kali-
feldspatreste vorhanden), Hellglimmer, stärker oder schwächer choritisierte
Biotite und in zwei Geröllen unzersetzter allothigener Mikroklin. Akzessorisch
treten Leukoxene in Umwandlung zu Titanit, Apatit, Turmalin, Zirkon und
Rutil auf. Die klastische Natur dieses Gesteins wird manchmal durch schwach
vorkonglomeratische Metamorphose verwischt, ist aber dann immer noch
durch die vorhandenen allothigenen Gesteinspartikel erkennbar. Es sind dies
in erster Linie Bitumen- und pyritführende Klümpehen, an denen Serizit
und manchmal auch Chlorit beteiligt ist. Auch Chlorit-Plagioklas-Quarz-
Serizitgeröllchen mit Bitumen und feinkörnige Bitumenquarzite sind erkenn-
bar. Daneben treten bitumenfreie Serizitchloritphyllite häufiger auf. Knollige
Chlorit-Leukoxenaggregate mit seltener Quarz und Plagioklas können wahr-
scheinlich als Grüngesteinsderivate gedeutet werden; feinstkörnige, gekröse-

artige Quarzgesteine lassen nicht mehr entscheiden, ob es sich um ehemalige Kiesel-schiefer oder Mikrofelsite handelt. An authigenen Mineralneubildungen (in bezug auf die Bildung der Arkosen) ist Serizit, Chlorit, Quarz und Pyrit zu erkennen. Pyritlagen, zum Teil limonitisiert, sowie parallelfächige Anreicherungen von Serizit und Chlorit erzeugen feinschichtiges Gefüge. Hinsichtlich des Verhältnisses Kristallisation zu Deformation existieren etwa gleichviel Gerölle mit nachkristalliner wie mit vor- oder parakristalliner Deformation. Inwieweit nachkristalline Tektonite vor- oder nachkonglomeratisch ihre mechanische Beanspruchung erlebten, ist bei der relativ höheren Teilbeweglichkeit dieser Gesteinsart nicht mehr zu entscheiden. Die Mineralkomponenten dürften größtenteils aus ehemaligen Graniten oder auch zum Teil aus „Alten Gneisen“ stammen, die Geröllchen aus ehemaligen schwachmetamorphen, z. T. bituminösen Sedimenten und Grüngesteinen. Über die Herkunft des klastischen Mikroklines bestehen noch keine Anhaltspunkte. In der Alterbeziehung dieser feinkörnigen Arkosegerölle zur Konglomeratentstehung steht sicher fest, daß sie als Gerölle vorliegen und gelegentlich schwach metamorph sind, also ältere Bildungen darstellen. Die Zusammensetzung des Mineralbestandes wie auch der Gesteinsgeröllchen zeigt jedoch soviel Ähnlichkeit mit der Grauwacke, die als Bindemittel im Konglomerat fungiert, daß es schließlich wahrscheinlich ist, sie als feinkörnige, primär liegende Serie zu den Grauwackenkonglomeratbänken anzusehen, womit karbonenes Alter gegeben wäre. Ganz ähnliche Verhältnisse sind dem Verfasser in der Abfolge zwischen Phylliten und Arkose- bis Konglomerattektoniten aus der Tuxer Grauwacke im Gerlostal begegnet. Dort ist aber das ganze System deutlich tauernkristallin überprägt.

e) Kiesel-schiefer.

Unter den makroskopisch sichtbaren Gesteinsgeröllchen befinden sich die durch ihre dunkle Färbung und häufig helle Quarzdurchhäderung auffallenden Kiesel-schiefer bzw. Lydite. Mitunter ist im Handstück ein feinschichtiges Gefüge durch wechselnd stark bituminöse Lagen ersichtlich. Mikroskopisch detailliert sich dieses Bild zu gekrümmten, verschränkten kleinsten Quarzen, die in schichtparallelen Lagen Bitumen und feinsten Pyrit anreichert haben. Eisenoxydation führt manchmal zu limonitischer Durchtränkung. Das Bitumen ist neben feinsten Verteilung auch kugelig oder plattig aggregiert. Jüngere Risse werden durch Quarz, seltener durch Karbonat verheilt und sind vorkonglomeratischen Alters der Diagenese zuzuordnen. Aus dem Gefüge sind gelegentlich paradiagenetische Bewegungen in aller Klarheit abzulesen. Dies sowie der ausgezeichnete Erhaltungsgrad von Radiolarien (s. Abb. 4) soll mit als Beweis für die geringfügige nachkonglomeratische Veränderung der Komponenten gezeigt

werden. Es könnte sich bei diesen Gesteinen am wahrscheinlichsten um kulmische Kieselschiefer handeln.

f) Bitumenquarzite.

Einwandfreie klastische Quarzkornformen mit glimmerig bituminösen Zwickelfüllungen bestimmen das Gefüge. An Akzessorien treten Turmalin, Zirkon, oxydisches Erz und Titanit auf. Pyritneusprossungen sind häufig. Bezeichnend sind Gesteinsgerölle aus Bitumen-Phyllit, Mikrofelsit, Keratophyr sowie gelegentlich allothigene stark gefüllte Plagioklase. Wie bei den Lyditen existieren jüngere Quarzdurchhäderungen. Es liegen mechanisch deformierte wie nichtdeformierte Korngefüge vor. Durch zunehmenden Feldspatgehalt sind Übergangstypen zu der Zwischenmasse-Grauwacke gegeben und es lassen sich damit auch diese Gerölle mit Wahrscheinlichkeit in das Karbon einordnen.

g) Außer den bisher beschriebenen makroskopisch sichtbaren Geröllen wurden aus Mikrokonglomeratschliffen noch folgende allothigene Gesteinskomponenten beobachtet:

Keratophyre.

Mit wechselndem ehemaligen Eisenerz-Quarz- und Chloritgehalt scheinen unterschiedlich basische Vertreter vorzuliegen. Sie sind identisch mit den vom Verfasser beschriebenen Albititen und sind charakteristische Klastika der Grauwacken in der Schieferhülle.

Chloritgesteine.

Als dichte Knollen oder als Schiefer vorliegend, mit wechselnden Beimengungen von Serizit und Leukoxen, mitunter auch Quarz und Ab_n -Gehalte. In einem Falle bildeten Chlorit- Ab_n -Titanit und Quarz ein ophitisches Gefüge. Sie können vermutlich zum größten Teil als Derivate ehemaliger Ophiolithe angesprochen werden.

Serizitphyllite.

Sie sind auffallend quarzarm, aber häufig mit reichlicher Chloritbeteiligung zu beobachten; in einem Beispiel auch plagioklasführend. Diese wenigen und mikroskopisch dimensionierten Geröllchen könnten unter Umständen dem Quarzphyllit im geologischen Sinne zugeordnet werden; durch ihre Ausdruckslosigkeit, aber ebenso verschiedenen anderen geologischen Sedimentserien. Sie können auf keinen Fall als Beweis dafür, daß Quarzphyllit in der heute vorliegenden Mineralfazies an den Konglomeratgeröllen beteiligt ist, angeführt werden.

Mikrofelsite.

In nur einigen Beispielen ist deren Abkunft von ehemaligen Quarzporphyren gesichert. In vielen anderen Beispielen sind sie schwer von Kieselschiefer abtrennbar.

Kristallaugengerölle.

Vorwiegend aus Schachbrettalbit, seltener aus Kalifeldspat in Umwandlung zu Schachbrettalbit, mitunter mit Resten des ehemaligen Gesteinsgefüges, sind sie unselten anzutreffen und als ehemalige Kalifeldspat- bzw. Schachbrettalbitaugen von Augengraniten zu deuten.

II. VERGLEICHE MIT EINIGEN ALPINEN KONGLOMERATEN.

1. Gainfeldkonglomerat [vgl. (10)].

Das Gainfeldkonglomerat am Nordrand der nördlichen Grauwackenzone bei Bischofshofen ist ein Tuffitkonglomerat. Es unterscheidet sich also durch die Beteiligung vulkanischer Substanz, die teilweise das Bindemittel darstellt. Daneben existieren Bereiche mit ehemals sandig-toniger Zwischenmasse, wahrscheinlich eine feinkörnige Grauwacke. Unter den Gesteinsgeröllen dominieren im Gainfeldkonglomerat „Albitgneise“. Die vorliegenden Untersuchungen haben dem Verfasser gezeigt, daß diese Albitgneise zu der geologischen Gesteinsgruppe der „Alten Gneise“ zu rechnen sind. Die Beschreibung, insbesondere der Albite, bestätigt dies am besten. Die relative Armut an Biotit ist verständlich, wenn man beachtet, daß zum Beispiel in der untersten Schieferhülle der Tauern weit verbreitet gebänderte „Alte Gneise“ (biotitreiche und feldspatquarzreiche Lagen) vorliegen, deren Feldspat-Quarzbänder trotz Tauernkristallisation noch vergleichbare Gefüge mit den Albitgneis-Geröllen im Gainfeldkonglomerat zeigen und zumindest z. T. bereits voralpidisch existierten (vgl. S. 74). Eine Aufbereitung nach Widerstandsfähigkeit des Materials während des Transportes oder durch Brandungsvorgänge führt zu der beobachteten Auslese. Von anderen dort beschriebenen Geröllen sind die Keratophyre bzw. Albitite im Nöblachkonglomerat wiederzufinden, ebenso die zwar weniger ausdrucksvollen Abkömmlinge ehemaliger Grüngesteine. Unter den Phylliten und Arkosen im Gainfeldkonglomerat, deren Herkunft aus den liegenden Grauwackenschiefern angenommen wurde, können solche aus Hellglimmer, Quarz, gefülltem und reinem Albit nun mit den feinkörnigen Arkosen des Nöblachkonglomerates verglichen werden, womit nochmals bestätigt ist, daß die heutigen Grauwackenschiefer (geologischen Sinnes) voralpidisch, z. T. Arkoseschiefer waren. Eine Mitteilung von Herrn Dr. W. HEISSEL, daß ihm auch Lyditgerölle im Gainfeldkonglomerat bekannt sind, rundet die Vergleichbarkeit bezüglich der Gesteinskomponenten ab. Als Unterschiede sind anzuführen: Es fehlen im Gainfeldkonglomerat die Gerölle granitischer Herkunft, Quarzgerölle treten mehr zurück. Hingegen existieren Marmorgerölle, die mir im Nöblachkonglomerat nicht begegneten. Außerdem besitzt das Gainfeldkonglomerat eine nachkonglomeratische Metamorphose, die der Grünschieferfazies entspricht und alpidischen Alters ist.

Die aufgeführten Unterschiede halte ich nicht für so entscheidend, um einen grobstratigraphischen Vergleich der beiden Vorkommen auszuschließen. Daß im Falle des Gainfeldkonglomerates authigener Quarzporphyr in das Konglomerat eindringt, mag eine örtliche Besonderheit in der öfter begegneten Abfolge Grauwackenkonglomerat + Quarzporphyrvulkanismus sein. Die Unterschiede in der quantitativen Beteiligung der Geröllarten erklären sich aus der Situation des örtlich aufgeschlossenen Gesteinsmaterials. Diesbezüglich wäre festzuhalten, daß im ehemaligen Einzugsgebiet für das Gainfeldkonglomerat keine Granite, sondern nur Gesteine der heutigen nördlichen Grauwackenzone und „Alte Gneise“ aufgeschlossen waren. Ich halte demnach das Gainfeldkonglomerat für ein karbonenes Konglomerat.

2. Arkose- und Konglomerattektonite aus den Tuxer Grauwacken [vgl. (6)].

Bereits in der vorläufigen Mitteilung (8) wurde dieses Konglomeratvorkommen mit dem Gainfeldkonglomerat parallelisiert. Der ungleich günstigere Erhaltungszustand des Nöblach-Konglomerates bringt nun auch mehr Licht in die Vergleichbarkeit und Deutung der wenigen gut erhaltenen Gerölle in diesem Grauwackenkonglomerat. Danach existieren sicher ehemalige Granitgneise und Zweiglimmerquarzite neben Keratophyren. Die Zweiglimmerquarzite können jetzt unschwer in die Familie der „Alten Gneise“ eingeordnet werden. Somit sind auch hier die wesentlichen Gesteinsgerölle, wie sie im Nöblach-Konglomerat vorliegen, vertreten. Wegen stärkerer Deformation und deutlich höherer nachkonglomeratischer Metamorphose kann nicht mehr erwartet werden, daß Phyllite, Grüngesteinsabkömmlinge oder feinst truierte Lydite noch erkennbar sind. Für den Vergleich ist weiterhin noch die sicher transgressive Auflagerung des Konglomerates auf feinkörnigen Phylliten, die mit den feinkörnigen Arkosegeröllen petrographisch vergleichbar sind [vgl. (6), Abb. 12, S. 227] von Bedeutung. Der wesentliche Unterschied zum Nöblach-Konglomerat besteht also nur in der alpidischen Tektonisierung und Kristallisation (hier Chlorit-Albit-Epidotfazies). Es scheint mir daher auch für diese Konglomerate eine grob stratigraphische Parallelisierung gerechtfertigt, zumal im Hangenden mächtige vortriadische Porphyroide folgen.

Auf die Vergleichbarkeit zwischen Gainfeldkonglomerat und Konglomeraten aus den Westalpen (Luckmanier- und Tavetscher Gebiet, Gotthardstraße, Urserental und oberes Rhônetal) wurde ebenfalls in dem zitierten Bericht hingewiesen. In der Schweizer Literatur sind diese Vorkommen durchwegs als Permokarbon eingestuft.

Die Gerölle aus dem Turracher-Karbon sind in Bearbeitung.

Das Ergebnis dieses Vergleiches soll die grob stratigraphische Einordnung von Gainfeldkonglomerat und Konglomerat-tektonite der Tuxer-Grauacke als karbone Konglomerate sein. Im weiteren bestätigt sich einmal mehr die Ansicht B. SANDER's, wonach Gesteine der Grauackenzonen an der Tauernschieferhülle beteiligt sind. Das Ausmaß der Beteiligung dürfte sich durch die neuen Kartierungsarbeiten im Gebiete der Hohen Tauern noch wesentlich erweitern. Die Problematik lithologischer Vergleiche wurde hier durch genaue Kenntnis der geologischen und insbesondere der petrographischen Verhältnisse weitgehend auszuschalten versucht.

III. HINWEISE ZUR ABGRENZUNG VORALPIDISCHER METAMORPHOSEN VON DER TAUERNKRISTALLISATION.

Zunächst muß nochmals betont werden, daß nach der Verfestigung des Nößlach-Konglomerates keine wesentliche Metamorphose mehr wirkte. Weder in Hinsicht auf nachkonglomeratische mechanische Beanspruchung und noch viel weniger stofflich zeichnet sich irgendeine Homogenisierung des klastischen Materials ab. Die Unterschiede an stofflichen Veränderungen nebeneinanderliegender Gerölle sprechen auch gegen „Alterungserscheinungen“. Wir haben also denkbar günstige Bedingungen, die voralpidischen Kristallisationsergebnisse abzulesen. Entsprechend der empfindlichen Reaktion auf metamorphe Vorgänge bei Plagioklasen waren diese das Hauptkriterium für die Betrachtung.

Als aufschlußreichste Geröllgruppe sind die Klastika der „Alten Gneise“ zu betrachten. Wir können dabei (1) älteste Biotit-Muskowit-Granat-Quarz-Plagioklas (An_{20} ?) -Kalifeldspatgneise zum Teil mit Lagerstruktur erschließen. Beobachtbar sind jüngere Veränderungen dieser Fazies zu Gneisen (2) aus Quarz, Muskowit, Biotit und Granat (beide teilweise oder ganz chloritisiert), sowie Albit mit Kern (An_{10-12}) und serizitführendem „versauertem“ Rand (An_{3-7}) und gelegentlich Schachbrettalbit. Schließlich existieren als noch jüngere, deutlich progressive metamorphe Typen (3) Gneise aus Quarz-silicium-Albit (An_0), stark albitisierten ehemals basischeren Albiten mit jetzt An_{0-6} , Muskowit und Chlorit mit gelegentlich randlicher Rebiotisierung. Zwischen (2) und (3) liegen Übergangstypen vor. Wir erschließen folgendes Geschehen: Kristalline Gneise wurden voralpidisch von einer allmählich ansteigenden Albitisation erfaßt. Diese Albitisation erzeugt bei den Plagioklasen die gleichen Typen, wie sie aus der alpidischen Tauernkristallisation als Ab_n und Ab_n oder $Plag_{I, II, III}$ hinlänglich bekannt sind. Neben Chloritisierung der Biotite setzt teilweise Rebiotisierung ein.

Vergleichsschliffe aus „Alten Gneisen“ (Huben, Osttirol) unterscheiden sich von den Gerölltypen (2) am auffallendsten durch intergranulare Mikroklinneubildung und verschieden deutliche kristalline Regeneration bei den übrigen Gefügegenossen (Quarz, Plagioklas, Hellglimmer, Biotit, Granat). Die An-Gehalte der Plagioklase liegen zwischen An_{17} und An_{30} . Dabei kann man gruppieren in solche mit An_{17-20} und andere mit An_{22-30} . Erstere zeigen deutlich Serizitbildung bei geringen Auslöschungsunterschieden in Randbereichen, letztere hingegen weniger und dafür größer schuppige Serizite und sehr deutliche Auslöschungsunterschiede zwischen Rand und Kern. Parallelen mit dem Grad der Regeneration der übrigen Gefügekörner scheinen zu bestehen. Die höher kristallinen Gefüge besitzen die basischeren Plagioklase*). Es dürfte also nach dem bisherigen Stand der Vergleichsuntersuchungen feststehen, daß die „Alten Gneise“ alpidisch im Schwachwirkungsbereich der Tauernkristallisation eine Kalifeldspatitisation und teilweise eine Oligoklasbildung mit Biotit- und Granatrekristallisation erlebten.

Vergleichsschliffe aus den „Alten Gneisen“ der untersten Schieferhülle (Venedigergebiet) besitzen hauptsächlich si-Albite, wenig Ab_x (An_{5-10}), neben Mikroklin, Epidot-Klinozoisit, Titanit, Karbonat, Biotit, Muskowit, Chlorit sowie Granat. Das Gefüge ist erwartungsgemäß nachtektonisch kristallin. Auch hierbei kann als Teilergebnis bereits festgehalten werden, daß die Mikroklin- und Epidotkristallisation, die in den äquivalenten Geröllen nirgends zu beobachten war, als typisch tauernkristallin anzusehen ist. Die si-Albite hingegen sind auch voralpidisch bekannt; in den Vergleichsschliffen dürfte es sich aber um völlig umgelagerte und somit tauernkristalline Albite handeln, was durch Epidot als si-Mineral bestätigt erscheint. Ähnliche Umlagerungen oder kristalline Regenerationen sind für Quarz, Biotit, Muskowit und, wo vorhanden, auch für Granat anzunehmen.

Neben diesen Geröllen waren die Granitgneisgerölle sehr aufschlußreich. Ihnen entnehmen wir folgendes: Voralpidische Albitisierung zu den gleichen Typen von Ab_x (An_{5-10}) und Ab_n (An_{0-5}), wie sie bisher aus der Tauernkristallisation bekannt sind, mit der Ausnahme, daß nirgends Epidot-Mineral als Feldspatfüllung bestimmbar waren. (Offen bleibt noch, inwieweit

*) Hier ist speziell interessant, daß der Auslöschungsunterschied wahrscheinlich nicht auf Basizitätsunterschiede zwischen Rand und Kern beruht, sondern auf einer gesetzlichen Verzwilligung zwischen Rand und Kern nach dem Albit-Ala-Komplexgesetz bei gleichbleibendem An-Gehalt.

die als feinsten Staub wiederholt begegnete Fülle derartige Mineralien beinhaltet.) Fehlen von Pistazit-Klinozoisit im Gefüge und Fehlen von Kalifeldspatkristallisation zur Zeit der Albitisation. Die Kalifeldspatentstehung ist immer älter als die Albitisierung und Reste ehemaliger Mikrokline oder Mikroklinperthite sind nur dann anzutreffen, wenn auch die Ab_2 eine geringere Umwandlung zu Ab_n zeigen. Es existierten voralpidisch Augengranite bis Gneise mit mehr oder weniger schachbrettalbitisierten Kalifeldspataugen neben homogenkörnigen Graniten.

Untersuchtes Vergleichsmaterial von Tauernkristallin überprägten Orthoaugengneisen aus dem Venedigergebiet, deren Entstehung ich voralpidisch annehmen möchte (13), zeigt junge Kalifeldspataugen (Mikroklinperthit) ohne Schachbrettalbitbildung neben stark oder völlig schachbrettalbitisierten anderen Kalifeldspaten im Gefüge. Bei den Plagioklasen wurden Albite in der erwarteten Ausbildungsform als Umwandlungsprodukte von Ab_a zu Ab_n (An_{3-4}) mit viel Epidot-Klinozoisit-Mikrolithen festgestellt. In einem Falle interessanterweise jüngste Oligoklasneubildung (An_{16-18}) in einem diskordanten Gängchen, wobei die Oligoklasse wie in den Vergleichsschliffen aus den „Alten Gneisen“ anders auslöschende Ränder besitzen.

Es ergibt sich somit eine gute Übereinstimmung mit den Ergebnissen aus den „Alten Gneisen“, und zwar derart, daß die alpidische Kristallisation auch den voralpidischen Graniten als Mikroklin-, Pistazit-Klinozoisit-Neukristallisation und Quarz-, Albit-, Granat-, Biotit- und Muskowit-Rekristallisation aufgeprägt ist, wobei Mikroklin und Epidot als kritische Minerale erscheinen. Über das Ausmaß der Oligoklasneubildung kann zur Zeit noch nichts Endgültiges ausgesagt werden.

Diese ersten Teilergebnisse in der Abtrennung voralpidischer von alpidischer Mineralisation beschränken sich natürlich nur auf den Stoffbestand, wie er in den alten Gneis- und Granitgeröllen gegeben ist, und auf die Möglichkeit von Stoffzu- und -abtransport in diesen. Damit ist aber erst ein geringer Teil des heutigen Mineralbestandes der Tauerngesteine erfaßt und es bedarf noch weiterer Untersuchungen voralpidischer Konglomerate und guter regionalpetrographischer und geologischer Kenntnisse über die Hohen Tauern, um die Kristallisationsgeschichte zu vervollständigen.

Zusammenfassung.

Die mikroskopischen Untersuchungen der klastischen Komponenten des oberkarbonen Nöflach-Konglomerates erbrachten folgende Ergebnisse:

1. In einer Grauwacke als Zwischenmasse liegen der Häufigkeit nach gereiht: Quarzgerölle (ehemalige Gangquarze und Quarzkonkretionen, wahrscheinlich aus Graniten und „Alten Gneisen“), Granitgneise (voralpidische Orthogranite bis Gneise, z. T. auch Augengranitgneise), feinkörnige Arkosen (wahrscheinlich primär-stratigraphisch Liegendes zu den Konglomeraten), Kieselschiefer bzw. Lydite (kulmische ? Kieselschiefer), Kohlenstoffquarzite (Karbonquarzite), Keratophyre, Chloritgesteine (z. T. ehemalige Ophiolithe), Serizitphyllite, Mikrofelsite, Kristallaugengerölle (aus Graniten).

2. Parallelen in petrographischer und geologischer Hinsicht mit dem Gainfeldkonglomerat der nördlichen Grauwackenzone und mit den Konglomerattektoniten aus der Tuxer Grauwackenzone des Gerlostales gestatten mit großer Wahrscheinlichkeit, die beiden letztgenannten Vorkommen ebenfalls als Karbonkonglomerate stratigraphisch einzuordnen. Auf äquivalente Konglomerate in den Westalpen wurde hingewiesen.

3. Durch die nahezu fehlende nachkonglomeratische Metamorphose ergaben Gerölle von Graniten und „Alten Gneisen“ Einblicke in voralpidische Kristallisationen, die im Vergleich mit heute anstehenden gleichen Gesteinen zu einer Abgrenzung der Tauernkristallisation beitragen. In den Geröllen aus „Alten Gneisen“ existiert eine älteste Gneisbildung durch Biotit-Muskowit-Granat-Quarz-Plagioklas- (An_{20} ?) und Kalifeldspatkristallisation. Ihr folgt eine aggressive Quarzkristallisation zusammen mit einer beginnenden Albitisierung der Plagioklase und Kalifeldspate und eine Chloritisierung von Biotit und Granat. Diese Metamorphose schreitet bereichsweise noch weiter fort und führt zu Gesteinen aus Quarzsi-Albit-Muskowit und Chlorit mit Rebiotitisierung. Die Granitgneisgerölle zeigen als voralpidische Kristallisation nur eine Albitisierung von Plagioklasen und Kalifeldspaten. Aus dem Vergleich mit den tauernkristallinen „Alten Gneisen“ und Graniten ergeben sich bei vorläufiger Begrenzung auf diese beiden Gesteinsgruppen Mikroclin und Pistazit-Klinozoisit als kritische Neukristallisationen der alpidischen Metamorphose neben Rekristallisationen bei Quarz, Albit, Granat, Biotit und Muskowit.

Bei der Schriftleitung eingegangen am 12. März 1956.

Literatur.

1. Angel, F.: Gesteine vom südlichen Großvenediger. — N. Jb. f. Min., Abt. A, 59, S. 239 ff.
2. Exner, Ch.: Tektonik, Feldspatausbildung und deren gegenseitige Beziehungen in den östlichen Hohen Tauern (Beitrag Zentralgneisfazies I). — Tschermaks Min. u. petr. Mitt. (3) 1, 1949.
3. Exner, Ch.: Die geologische Position des Rathausberg-Unterbaustollens bei Badgastein. — Berg- u. Hüttenmänn. Monatsh., Jg. 95, H. 5 u. 6, 1950.

4. Exner, Ch.: Zum Zentralgneis-Problem der östlichen Hohen Tauern. — Radex-Rundschau, H. 7/8, 1953, S. 417—433.
5. Huttenlocher, H. F.: Konglomerate und konglomeratähnliche Bildungen aus der Umgebung von Natters (Wallis). — Schw. Min. Petr. Mitt. 26, 1946.
6. Karl, F.: Fortsetzung der Tuxer Grauwackenzone im Gerlostal (Tirol). — Tschermaks Min. u. petr. Mitt. (3) 2, 1951, S. 198—246.
7. Karl, F.: Über einige tektonische und petrographische Beobachtungen im Gotthard- und Aarmassiv und im Raume nördlich Bellinzona. — Verh. Geol. B.-A. Wien 1952, H. 4.
8. Karl, F.: Das Gainfeldkonglomerat bei Bischofshofen (nördl. Grauwackenzone) und seine Beziehungen zu einigen Konglomeraten in den Tauern und den Westalpen. — Anz. Akad. d. Wiss. Wien, math.-nat. Kl. 1953, Nr. 1.
9. Karl, F.: Aufnahmen 1952 auf den Blättern Wald (151/2), Hohe Furllegg (152/1), Prägraten (152/3) und Dreiherrn-Spitze (151/4). — Verh. Geol. B.-A. Wien 1953, H. 1.
10. Karl, F.: Das Gainfeldkonglomerat, ein Tuffitkonglomerat aus der nördlichen Grauwackenzone (Salzburg). — Verh. Geol. B.-A. Wien 1954, H. 4, S. 222—233.
11. Karl, F.: Über Hoch- und Tieftemperaturoptik von Plagioklasen und deren petrographische und geologische Auswertung am Beispiel einiger alpiner Ergußgesteine. — Tschermaks Min. u. petr. Mitt. (3) 4, 1954, S. 320—328.
12. Karl, F.: Aufnahmen 1955 auf Blatt Krimml (151) und Großglockner (152). — Verh. d. Geol. B.-A. Wien 1956.
13. Karl, F.: Eine Arbeitshypothese als Beitrag zum Zentralgneisproblem in den Hohen Tauern. — Zum Druck bei d. Akad. d. Wiss. Wien, math.-nat. Kl., Sitzungsbericht.
14. Klebelsberg, R. v.: Der Brenner, geologisch betrachtet. — Ztschr. d. D. u. Ö. Alpenvereines 1920.
15. Klebelsberg, R. v.: Grundzüge der Geologie Tirols. — „Tirol“, herausgegeben vom D. u. Ö. Alpenverein, Bruckmann, München 1933.
16. Klebelsberg, R. v.: Geologie von Tirol. — Borntraeger, Berlin 1935.
17. Sander, B.: Über einige Gesteinsgruppen am Tauernwestende. — Jb. Geol. R.-A. Wien 1912, S. 219 ff.
18. Sander, B.: Geologische Exkursionen durch die Tuxer Alpen und den Brenner. — Führer zu geol. Exkursionen in Graubünden, Verlag Max Weg, Leipzig 1913, S. 39—52.
19. Sander, B.: Geologische Studien am Westende der Hohen Tauern. II. Bericht. — Jb. Geol. Staatsanst. 70, 1920, Wien 1921, S. 274—296.
20. Sander, B.: Zur Geologie der Zentralalpen. — Jb. Geol. Staatsanst. 71, 1921, Wien 1921.
21. Sander, B.: Erläuterungen zur geol. Karte des Brixner und Meraner Gebietes. — Schlern-Schriften, Univ.-Verl. Wagner, Innsbruck 1929.
22. Sander, B.: Die allothigenen Komponenten der Tuxer Grauwacken. — Mitt. d. Nat. Med. Verein, Innsbruck 1947.
23. Sander, B.: Einführung in die Gefügekunde der Geologischen Körper. Teil II. Springer-Verlag, Wien 1950.
24. Schmidegg, O.: Der geologische Bau der Steinacher Decke mit dem Anthrazitkohlenflöz am Nöblachjoch (Brenner-Gebiet). — Veröffentl. d. Museum Ferdinandeum (Innsbruck), Bd. 26/29, Jg. 1946/49, Innsbruck 1949.
25. Schwinner, R.: Das Paläozoikum am Brenner, Vergleiche und Wertungen. — Centralbl. f. Min., Geol. u. Paläont., Abt. B, 1925, S. 241—249 und S. 273—280.
26. Zbinden, P.: Geologisch-petrographische Untersuchungen im Bereich südlicher Gneise des Aarmassives. — Zürich 1950. Dissertationsdruckerei Leemann A. G.

Tafelerklärung.

Tafel I.

- Abb. 1: Stark rupturrell deformiertes Quarzgeröll neben schwach mechanisch beanspruchtem Quarzitgeröll in Grauwacke als Bindemittel.
Etwa 45fache Vergrößerung.
- Abb. 2: Älterer Plagioklas im verquarzten und chloritisierten Biotit—Muskowit-Gneis („Alter Gneis“). Im einschlußfreien Kern An_{10-12} , im bereichsweise serizitreichen, unterschiedlich auslöschenden Rand An_{3-7} . (Ein Zusammenhang zwischen Mikrolithenbildung und Plagioklasversauerung ist augenscheinlich.)
Etwa 100fache Vergrößerung.

Tafel 2.

- Abb. 3: si-Albit (Korngrenzen nachgezogen) mit Quarz- und Glimmerintergefüge in voralpidisch albitisiertem Hellglimmer—Chlorit-Gneis („Alter Gneis“).
Etwa 45fache Vergrößerung.
- Abb. 4: Radiolar im bituminösen Kieselchiefergeröll. Ein Beleg für die Geringfügigkeit nachkonglomeratischer (alpidischer) Metamorphose.
Etwa 100fache Vergrößerung.