

## Das Kristallin östlich der Katschbergzone

Von Christof EXNER\*

Mit 2 Abbildungen

### Zusammenfassung

Die Lieserbogen-Gebirgsgruppe war bisher eine geologische terra incognita. Das Kristallin im Bundschuhtal erfuhr bisher noch niemals eine petrographische Bearbeitung. Die vorliegende Arbeit füllt diese Kenntnislücke aus.

Ein mehrere km breiter Streifen von phyllitischem Glimmerschiefer mit Albit-Blastese baut zwischen Schloß Moosham im Lungau und Eisentratten im Liesertal in Kärnten die Basis des Kristallins der Ostalpinen Decke über dem Tauernfenster auf. Der phyllitische Glimmerschiefer ist einige 100 m mächtig. Es handelt sich um Diaphthorit nach mesometamorphem Glimmerschiefer. Die Rekrystallisation erfolgte unter epimetamorphen Bedingungen und zeigt Ähnlichkeit zur jungalpidischen Tauernkrystallisation.

Die mesometamorphen Glimmerschiefer liegen nördlich von Eisentratten über dem phyllitischen Glimmerschiefer und halten im Lieserbogen sowie im Lungauer Becken einen Abstand von mehreren km östlich des Randes des Tauernfensters ein. Sie enthalten 2 Plagioklasgenerationen (Plagioklas alt wie im Paragneis; Plagioklas neu (Albit) wie im phyllitischen Glimmerschiefer). Im SE-Teil des Lieserbogens wurde ein 6 km langer und 3 km breiter Bereich von Staurolithglimmerschiefer gefunden. Die Ersetzung des Stauroliths durch Aggregate von Hellglimmer, Chlorit und entweder Biotit oder Chloritoid wurde in kontinuierlichen Übergängen studiert (Pseudomorphosen nach Staurolith). Ein analoges Vorkommen wurde auch in den südlichen Schladminger Tauern gefunden (Kleines Gurpitscheck).

Paragneis bildet Linsenzüge im Glimmerschiefer. Östlich Rennweg, im Bundschuhtal und am Klölingnock nimmt er große Areale ein. Während der letzten Deformation des Kristallins der Ostalpinen Decke verhielt sich der Paragneis als ziemlich kompetenter Körper innerhalb der bildsamen Glimmerschiefer. Dementsprechend hat der Paragneis den mesometamorphen Mineralbestand gut bewahrt: Plagioklas alt (Oligoklas/Andesin). Es fehlt zumeist Plagioklas neu (Albit). Bemerkenswert ist das Vorherrschen des Periklingsesetzes in den polysynthetischen Zwillingen von Oligoklas/Andesin. Interessant ist auch das Vorkommen von einfachem inversem Zonenbau in Oligoklas/Andesin von Paragneis, hornblendeführendem Paragneis und Amphibolit. Kalkmarmorzüge sind auf den S- und N-Rand des Gebietes beschränkt.

\* Adresse des Verfassers: Institut für Geologie der Universität,  
A-1010 Wien, Universitätsstraße 7.

Mehrere linsenförmige Orthogneis-Körper, Aplite und Pegmatite und deren randliche Migmatite in den Glimmerschiefern wurden gefunden. Weißschiefer und Mylonite sind auf lokale disharmonische Quetschzonen beschränkt.

Die Beobachtungen liefern eine weitere Stütze für die Theorie, daß ein relativ älterer mesometamorpher Mineralbestand des Kristallins der Ostalpinen Decke im Raume des Nockgebietes während der alpidischen Überschiebung über das Unterostalpin und Penninikum der Hohen Tauern eine intensive Diaphthorese und epimetamorphe Rekrystallisation an der Basis der Ostalpinen Decke zwischen Schloß Moosham und Eisentratten erfahren hat. In den tektonisch höheren Teilen des Kristallins des Nockgebietes wirkte die Epimetamorphose nur selektiv. Die Petrographie der Paragneise des Nockgebietes zeigt, daß diese von der Epimetamorphose weitgehend verschont wurden. Sie stellen einen recht „gesund“ gebliebenen, mesometamorphen Rest im „pathologisch“ alpidisch veränderten Kristallin dar.

### Summary

Hitherto, the mountains around the arc of the river Lieser (Lieserbogen-Gebirgsgruppe) has been a geologically largely unknown area. The crystalline rocks of the Bundschuh valley lack a petrographical survey. The present paper fills up this gap in knowledge.

A strip of several kilometres width can be traced from Moosham castle in Lungau to Eisentratten in the Lieser valley; it is made up of phyllitic micaschists containing albite blasts, and forms the basal member of the Austroalpine crystalline above the Tauern Window. The phyllitic micaschists are several hundreds of metres thick. They represent diaphthorites after mesozonal micaschists. Recrystallization occurred under epimetamorphic conditions and shows analogies to the neo-Alpidic Tauern crystallization.

North of Eisentratten, the phyllitic micaschists are overlain by mesozonal micaschists which are found in a distance of several kilometres from the eastern margin of the Tauern Window along the Lieser arc and in the Lungau basin. Two generations of plagioclase are observed in these rocks: old plagioclase like in the paragneiss, and new plagioclase (albite) like in the phyllitic micaschists. In the southeastern portion of the Lieser arc, there is an area of 6 km length and 3 km width made up of staurolite micaschists. Replacement of the staurolite by aggregates of white mica, chlorite, and either biotite or chloritoid, can be studied in all transitions (pseudomorphs after staurolite). An analogous occurrence has been found in the southern Schladminger Tauern (Kleines Gurgitscheck).

Paragneiss forms trains of lenticular bodies within the micaschists. East of Rennweg, in the Bundschuh valley and at the Klöling Nock it occupies large areas. During the last deformation of the crystalline of the Austroalpine nappe, the paragneiss behaved as a rather competent body within the plastic micaschists. Accordingly, the paragneiss has well preserved its mesozonal mineral assemblage: e.g., old plagioclase (oligoclase to andesine). New plagioclase (albite) is mostly missing. The predominance of the pericline law with the repeated twins of oligoclase/andesine is remarkable. The occurrence of simple reversed zonation with oligoclase/andesine in the paragneiss, hornblende-bearing paragneiss, and amphi-

bolite, is also of interest. Limestone marble layers are restricted to the southern and northern margins of the area.

Several lenticular orthogneiss bodies, aplites and pegmatites, and their marginal migmatites to the micaschists have been found. Whiteschists and mylonites are restricted to local disharmonic crush zones.

These observations, besides others, support the theory that, in the Nock area between Moosham castle and Eisentratten, an older mesozonal mineral paragenesis of the crystalline of the Austroalpine nappe has experienced intense diaphoresis and recrystallization at its base under epizonal conditions during the Alpidic overthrusting upon the Lower Austroalpine and Penninic nappes. In tectonically higher parts of the crystalline of the Nock area, epizonal metamorphism acted only selectively. It is reflected by the petrography of the paragneisses of the Nock area that these rocks have largely escaped epizonal metamorphism. They represent a "healthy" mesozonal remainder within the crystalline altered "pathologically" in Alpidic time.

### Inhalt

Vorwort . . . . .	169
Phyllitischer Glimmerschiefer . . . . .	171
Glimmerschiefer . . . . .	174
Staurolithglimmerschiefer . . . . .	176
Vorkommen von Staurolith und Chloritoid im S, E und N der Lieserbogengruppe . . . . .	178
Paragneis . . . . .	180
Amphibolit . . . . .	185
Kalkmarmor . . . . .	185
Orthogneis . . . . .	185
Aplit und Aplitgneis . . . . .	187
Pegmatit und Pegmatitgneis . . . . .	187
Weißschiefer . . . . .	187
Mylonit . . . . .	187
Literatur . . . . .	188

### Vorwort

Für die alten Glimmerschiefer und Gneise der Ostalpinen Decke des Nockgebietes östlich des Tauernfensters, und zwar unmittelbar östlich der Katschbergzone, wurde auf Polymetamorphose hingewiesen. Es wurde an Hand einiger Beispiele die Vorstellung entwickelt, daß alte mesometamorphe Mineralbestände besonders in den basalen Teilen der Kristallinmasse der Ostalpinen Decke an die im Tauernfenster herrschende Epimetamorphose (Tauernkristallisation) angeglichen wurden. In größerer Entfernun von der Katschbergzone, also in tektonisch höheren Teilen der Kristallinmasse der Ostalpinen Decke wirkte die Epimetamorphose nur selektiv (EXNER 1967; HAWKESWORTH 1974, 1976; PISTOTNIK 1975).

Über weitere diesbezügliche petrographische Beobachtungen soll im folgenden berichtet werden. Sie erfolgten im Zuge der geologischen Kartierung des Verfassers

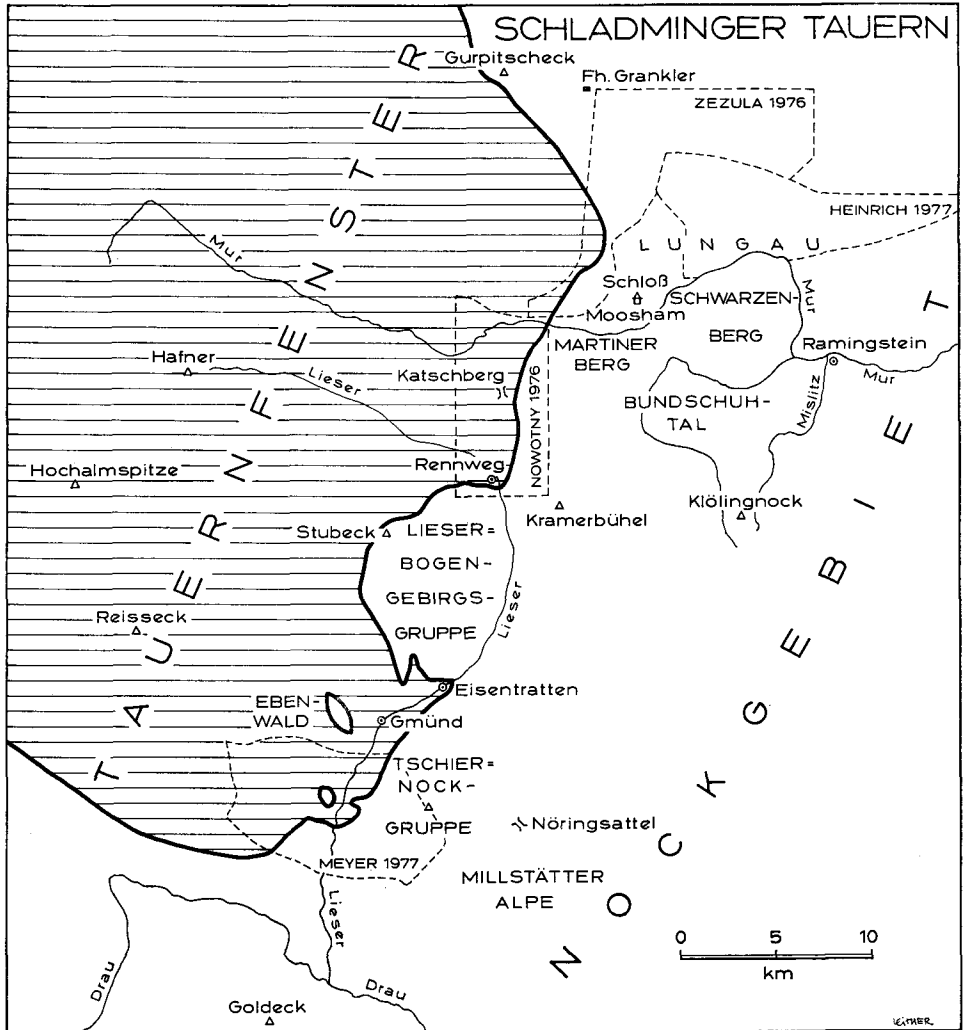


Abb. 1: Kartenskizze zur Topographie mit Ostrand des Tauernfensters. Im Tauernfenster befinden sich Penninikum und Katschbergzone; außerhalb des Tauernfensters die Ostalpine Decke mit Schladminger Tauern, Nockgebiet und den zugehörigen Deckkappen der Lieserbogen-Gebirgsgruppe und des Ebenwaldes. Eingezeichnet sind die Grenzen der geologischen Detailkarten von HEINRICH, MEYER, NOWOTNY und ZEZULA.

der Lieserbogen-Gebirgsgruppe, des Ebenwaldes und der Tschiernock-N-Flanke. Zusätzliches petrographisches Beobachtungsmaterial hat der Verfasser auf Übersichtsbegehungen in den Südlichen Schladminger Tauern, im Lungau, im Bundschuh-tal, im Mislitztal und auf der Millstätter Alpe gewonnen. Wichtiges Beobachtungsmaterial erbrachten die im Institut für Geologie der Universität Wien ausgearbeiteten geologisch-petrographischen Detailuntersuchungen von ZEZULA

(1976), HEINRICH (1977), NOWOTNY (1976) und MEYER (1977). Siehe Abb. 1!

Eine tektonische Übersicht und zugleich auch eine kartenmäßige Darstellung der Hauptverbreitungsgebiete der alten Gneise („Lieser-Paragneisserie“ einschließlich des Bundschuhgneises und der Orthogneise) sowie der alten Glimmerschiefer („Wölzer Glimmerschiefer“) mit eingehender Darstellung der Ergebnisse bisheriger geologischer Publikationen über dieses Gebiet lieferte TOLLMANN (1977, Abb. 98 und Text p. 309–329) und möge zur Einführung herangezogen werden.

Die im folgenden Text verwendeten topographischen Angaben beziehen sich auf die Österreichische Karte 1 : 50.000.

Der Verfasser dankt der Österreichischen Akademie der Wissenschaften für Reise- und Sachbeihilfen im Rahmen des Internationalen Geodynamischen Projektes.

### Phyllitischer Glimmerschiefer

#### In der Lieserbogen-Gebirgsgruppe

Als Lieserbogen-Gebirgsgruppe (abgekürzt: Lieserbogen) sei hier jener Teil des Nockgebietes bezeichnet, der sich westlich des Lieserbogens Rennweg-Gmünd befindet, im Stubeck (2370 m) gipfelt und längs der Katschbergzone an die Hohen Tauern angrenzt. Nach dem Stubeck möchte ich diesen Teil des Nockgebietes nicht benennen, um Verwechslungen mit der bekannten Stubalpe bei Graz zu vermeiden.

Der phyllitische Glimmerschiefer baut im Lieserbogen die dem Tauernfenster benachbarte Zone im W, N und S auf, welche dem Quarzphyllit und Diaphthorit der Katschbergzone auflagert (deckenförmige Lagerung: Hirneck-Stubeck-Maltatal; Halbfenster der Katschbergzone bei Gmünd-Eisentratten und Erosionsbucht bei Rennweg). Siehe Abb. 2!

Der phyllitische Glimmerschiefer ist durch Diaphthorose und nachfolgende intensive epimetamorphe Rekristallisation gekennzeichnet.

Hingegen bilden die Glimmerschiefer und die Staurolithglimmerschiefer (siehe unten!) den vom Tauernkörper weiter entfernten SE-Teil des Lieserbogens im Bereich: Oberburgstallberg – Mießbeck – Moosfalter – Leoben – Kremsbrücke. Dort haben wir es mit geringerer Diaphthorose und mit nur selektiv wirkender epimetamorpher Rekristallisation zu tun.

Der phyllitische Glimmerschiefer hat hell- bis dunkelgraue Farbe, wellig-flächiges Parallelgefüge mit seidigen Überzügen aus Hellglimmer und Biotit und er weist Falten im mm- bis cm-Bereich auf. Es handelt sich um einen B-Tektonit. Die Schichtsilikate und die Linsen von Quarz und Feldspat sind parallel zur Faltenachse elongiert. Megaskopisch erkennt man stets Hellglimmer und Quarzknauern, häufig auch Granat und Chlorit. Biotit ist durch die dunklen seidigen Partien angedeutet und so wie der Albit erst unter dem Mikroskop nachweisbar.

Das Gestein ist ein Diaphthorit mit Chloritisierung von Granat und Biotit. Es erfuhr nach der Diaphthorose eine epimetamorphe Rekristallisation (Hellglimmer,

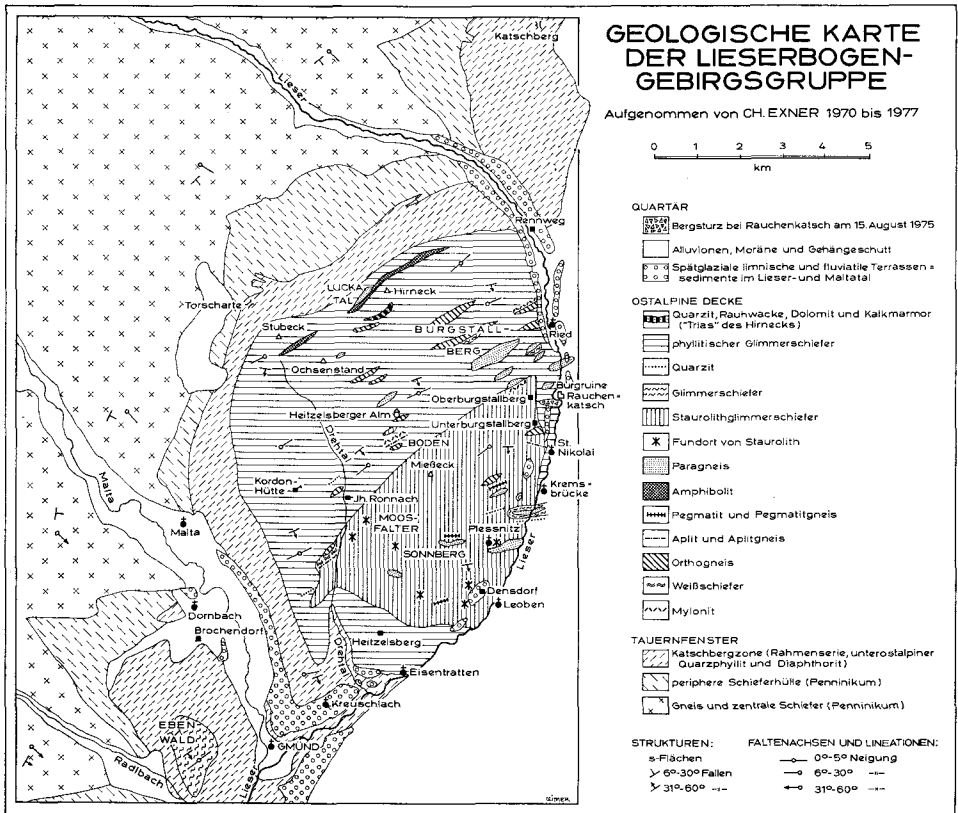


Abb. 2: Geologische Karte

Chlorit, Albit, Quarz). Sie erfolgte postkinematisch: Mechanisch unverletzte Hellglimmer, welche Polygonzüge um die Kleinfalten bilden. Massenhaft vorhandene Albitblasten vom Typus Plag I, welche glatt auslöschten und gefaltete und ungefaltete Grundgewebiszüge einschließen. Auch der Quarz ist ausgeheilt (vorwiegend glatte Korngrenzen und schwache Undation). Querchlorite und radialstrahlige Chloritaggregate sind häufig.

Es wurden 6 Proben des phyllitischen Glimmerschiefers untersucht, und zwar vom Gipfel des Stubecks, vom Ochsenstand-E-Kamm (SH. 2200 m), von den Seebacher Wiesen (südlich des Ochsenstandes, SH. 2060 m), vom Kamm des Burgstallberges in SH. 1875 m und aus dem Drehtal in SH. 1225 m. Die Mineralzusammensetzung dieser Proben ist folgende (Hauptgemengteile unterstrichen):

Gra + Bio + Mu + Chlo + Ab + Qu + Op + Tu + Ap + Zi

Gra + Mu + Chlo + Ab + Qu + Op + Tu + Ap

Bio + Mu + Chlo + Ab + Qu + Op + Tu + Ap + Ti + Hä

Bio + Mu + Chlo + Qu + Op + Ab + Ap + Limonit

Mu + Chlo + Ab + Qu + Bio + Op + Tu + Ap.

Der Granat ist bis 2 cm groß, idiomorph und zeigt Einschlüsse von Opazit und Quarz. Die Chloritisierung beginnt am Rande und an Spalten. Eine Probe zeigt 0,5 mm dicke Chlorit-säume, wobei der Kern des Granats gut erhalten blieb. In einer anderen Probe sieht man, daß sekundär aus Granat gebildeter Chlorit die aus Opazit und Quarz bestehenden wirbel-förmigen Einschluszüge des Granats ungestört übernimmt.

Die Korngröße des Biotits bleibt unter 0,5 mm. Sein Pleochroismus (hellgelb bis grünlichbraun oder rehbraun) weist darauf hin, daß er bei der Epimetamorphose (Ti, Fe) verloren hat, also umkristallisiert wurde. Er steht damit im Gegensatz zu den stets rotbraunen Biotiten der Glimmerschiefer (siehe unten).

Muskovit (kleiner als 2 mm) findet sich in der Probe vom Burgstallberg in 2 Generationen. Muskovit alt: Farblos bis schwach bräunlich pigmentiert, parallel verwachsen mit Biotit und in diesen übergehend. Einschlüsse von Opazit und Turmalin. Postkristallin gequält. Muskovit neu: Farblos, postkinematisch kristallisiert. In den übrigen Proben überwiegt Muskovit neu weitaus.

Chlorit. Sekundär nach Granat und Biotit. Außerdem Neubildung in Form großer Blasten und Querchlorite.

Albit. Bis 2,7 mm große xenomorphe Blasten, nicht oder nur einfach verzwilligt (Typus Plag I). 2% An-Gehalt (Messung senkrecht MP). Klares Korn oder nur sehr schwache staubförmige Trübung bzw. etwas Hellglimmer-Fülle. Unverlegtes gefaltetes si aus Opazit, Biotit und Muskovit. Es ist durchaus der Typ des Plag I, wie er in der Tauernschieferhülle sehr häufig ist.

Quarz zeigt häufig Böhmsche Streifung.

Turmalin ist reichlich vorhanden. Titanit entmischt aus Biotit.

Zirkon bildet pleochroitische Höfe im Biotit.

Interessant ist, daß die phyllitischen Glimmerschiefer der Ostalpinen Kristallin-masse hier im Lieserbogen so viele und verhältnismäßig große, postkinematisch gesproßte Albite enthalten. Er fehlt in keiner der untersuchten Proben und ist in 5 der 6 Proben als wichtiger Hauptgemengteil des Gesteines entwickelt. Er ist eine epimetamorphe Neubildung im Gegensatz zum Plag alt (Oligoklas bis Albit, Typus Plag III), welcher in den Glimmerschiefern und Paragneisen (siehe unten) auftritt.

Die mitgeteilten petrographischen Daten weisen darauf hin, daß an der Basis der Ostalpinen Kristallinmasse innerhalb eines mehrere 100 m mächtigen und im Kartenbild 5 km breiten Bereiches die ursprünglich mesometamorphen Glimmerschiefer regional diaphthorisiert und nachher epimetamorph rekristallisiert wurden. Die Diaphthorose dürfte gleichzeitig mit den differentiellen Teilbewegungen im Gestein während der alpidischen Überschiebung der Ostalpinen Decke erfolgt sein. Die epimetamorphe Rekristallisation dürfte der Tauernkristallisation entsprechen, mit der sie verblüffende Ähnlichkeit hat (grünlichbrauner oder rehbrauner Biotit, postkinematisch kristallisierter Hellglimmer und postkinematische Albitblastese vom Typ Plag I).

#### Fortsetzung des phyllitischen Glimmerschiefers nach S und nach NE

Die Abgrenzung der phyllitischen Glimmerschiefer gegenüber den Glimmerschiefern wurde südlich von Gmünd von MEYER (1977, p. 70–83) eingehend petrographisch bearbeitet. Er konnte eine Gliederung in drei Gruppen vornehmen: (1) Diaphthorite, (2) leicht diaphthoritische Metapelite und Metapsammite und (3) intakte Metapelite und Metapsammite. Die kartographischen Grenzen verlaufen unregelmäßig und sollten nochmals im Gelände überarbeitet werden.

Eindeutig ist hingegen die Fortsetzung der Zone des phyllitischen Glimmerschiefers nordöstlich des Lieserbogens. In typischer Entwicklung zieht dieses Ge-

stein vom Hirneck nach Rennweg, Oberfrankenbergr, Aineck und Martiner Berg nach Schloß Moosham.

Eine Petrographie der Proben vom Aineck-Gipfelgebiet, Aineck-WNW-Kamm, Aineck-N-Hang und Geißriegel lieferte NOWOTNY (1976, p. 11–14).

Das Vorkommen im Steinbruch am Fuß des Martiner Berges, 800 m südöstlich der Mur-Brücke P. 1039 und die Aufschlüsse an der Bundesstraße St. Michael–Mauterndorf wurden von mir mikroskopisch untersucht. Das Gestein war während der Bauarbeiten für die Erweiterung der Bundesstraße zwischen 600 m südwestlich Staig bis westlich Schloß Moosham im Jahr 1965 sehr günstig aufgeschlossen. Längs dieser Aufschlüsse wurden Proben in annähernd gleichen Abständen genommen. Der Mineralbestand von 6 Proben, die ich hier sammelte, ist folgender:

Gra + Bio + Mu + Chlo + Ab + Qu + Op + Tu + Ap + Zi

Gra + Bio + Mu + Ab + Qu + Chlo + Op + Tu + Ap + Ti + Epi

Gra + Bio + Mu + Chlo + Qu + Ab + Op + Tu + Ap + Ti.

Diese Proben sind mega- und mikroskopisch denen des Lieserbogens analog. Die Diaphthorese ist etwas geringer (Pleochroismus des Biotits hellgelb bis braun; Chlorit in der Probe südwestlich Staig zurücktretend) und die epimetamorphe Rekristallisation besonders intensiv.

Die Albitblasten (gemessen wurde mit dem U-Tisch nach der Methode KOHLER: 8% An, 2 Vz = 86°) erreichen 2 mm Größe. Es handelt sich durchwegs um postkinematische Neubildungen vom Typus Plag I und ganz selten Plag II. Es sind Rundlinge, die pseudopodienförmig ins nachbarliche Grundgewebe vordringen. Unverlegte Einschlußzüge von Opazit und Hellglimmer und unregelmäßige Turmalin-Einschlüsse sind im Albit häufig. Der Albit hat klares Korn und geht glatt in Auslöschung. Es herrschen Einfachzwillinge nach Albitgesetz. An einer Stelle wurde eine Lamelle nach dem Periklingesetz gefunden. In 5 der 6 untersuchten Proben ist Albit ein wichtiger Hauptgemengteil des Gesteines. In einer Probe besitzt er einen schwachen inversen Zonenbau. Vollkommen fehlt wiederum ein Plagioklas alt vom Typus Plag III.

Phyllonitische Glimmerschiefer mit den analogen Albit-Blasten beschreibt HEINRICH (1977, p. 302–304 und Abb. 2) vom Lungauer Mitterberg. Sie sind hier durch Übergänge mit Glimmerschiefern verbunden. Ferner finden sie sich in großer Ausdehnung nördlich des Tamsweger Jungtertiärbeckens am S-Rand der Schladminger Tauern (ZEZULA 1976; HEINRICH 1977, p. 307).

#### Quarzitlagen im phyllitischen Glimmerschiefer

Sie sind im Lieserbogen häufig. Es wurde eine 1 m mächtige Quarzitlage im phyllitischen Glimmerschiefer, die an der Straße von Kreuzlach zur Kordon-Hütte in SH. 1275 m ansteht, mikroskopisch untersucht. Ihr Mineralbestand:

Gra + Bio + Mu + Qu + Chlo + Ab + Op + Tu + Ap + Zi.

Die Ausbildung der Gemengteile entspricht der im phyllitischen Glimmerschiefer. Albit (3% An, gemessen senkrecht MP) bildet klare, beinahe ungetrübbte xenomorphe Körner vom Typus Plag I und II. Er tritt mengenmäßig zurück und findet sich zwischen den Quarzkörnern.

#### Glimmerschiefer

Die einzelnen Biotit- und Muskovitblättchen erreichen mehrere mm Durchmesser.



Im Lieserbogen sind diese Gesteine im wesentlichen auf den vom Tauernkörper weiter entfernten SE-Bereich beschränkt, wo sie häufig Staurolith oder dessen Pseudomorphosen führen (siehe unten). Einzelne isolierte Vorkommen von Glimmerschiefern ohne Staurolith sind jedoch mit Para- und Orthogneisen im Areal der phyllitischen Glimmerschiefer assoziiert.

Mikroskopisch untersucht wurde der quarzreiche Granat-Biotit-Muskovit-Chlorit-Plagioklas-Glimmerschiefer, der zusammen mit Paragneis am Güterweg an der rechten Flanke des Liesertales zwischen Rennweg und Rauchenkatsch, 600 m südwestlich Kapelle Ried vorkommt.

Sein Biotit zeigt Pleochroismus von hellgelb bis rotbraun. Der Plagioklas (Typus Plag I und II) weist inversen Zonenbau auf. Accessorien sind Turmalin (bis 0,7 mm), Opazit, Apatit, Titanit, Rutil (Sagenit), Zirkon (mit pleochroitischen Höfen in Biotit), Ilmenit und Hämatit.

Als Härtingslage ist dieser quarzreiche Glimmerschiefer so wie die benachbarten Paragneise von Diaphthorese und sekundär epimetamorpher Umkristallisation weitgehend verschont worden.

Dasselbe gilt für den grobschuppigen (8 mm große Biotite!), 1 cm große Kalifeldspat-Augen führenden Biotit-Muskovit-Quarz-Glimmerschiefer aus dem aplitischen Intrusionshof von Orthogneis am Kamm des Burgstallberges in SH. 1815 m.

Unter dem Mikroskop findet man in diesem Gestein amöboide, in s gelängte, 1,9 mm große Kalifeldspat-Blasten mit unverlegten helizitischen Einschlußzügen aus Muskovit und Biotit (teilweise chloritisiert). Der Kalifeldspat ist perthitfrei, weist flau Mikroklingitterung auf und zeigt beginnenden Kornzerfall.

Biotit zeigt Pleochroismus von hellgelb bis rotbraun. Accessoria: Chlorit, syngenetisches Karbonat (mit Druckwillingen), Opazit, Apatit, Zirkon (mit pleochroitischen Höfen in Biotit). Dem Gestein fehlt Plagioklas.

### Glimmerschiefer des Nockgebietes S und NE des Lieserbogens

Die spärlichen Glimmerschiefer-Aufschlüsse des Ebenwaldes habe ich noch nicht näher petrographiert.

Im Bereich Tschiernock-Treffling-Lieserhofen hat MEYER (1977) die Glimmerschiefer beschrieben. Als Plagioklase beobachtete er Albit und Oligoklas.

Südöstlich des Katschberges sammelte ich quarzreichen Granat-Biotit-Muskovit-Chlorit-Glimmerschiefer, wiederum im Verbände mit Paragneis in den Felsen südlich unter dem Teuerlnock.

Kleine xenomorphe Plagioklas-Körner (Typus Plag I) zeigen inversen Zonenbau. Accessoria: Opazit, Turmalin, Apatit, Titanit und Zirkon.

Schuppige feldspatfreie Granat-Biotit-Muskovit-Quarz-Glimmerschiefer stehen auch im Lausnitztal unterhalb und nördlich des jungtertiären Kohle-Vorkommens an.

Die 3 mm großen Biotit-Täfelchen zeigen Pleochroismus von gelb bis rotbraun. Accessoria: Chlorit, Opazit, Turmalin, Titanit und Zirkon.

In weiterer Entfernung vom Tauernfenster beobachtete ich in den Glimmerschiefern neben Oligoalbit (12% An, gemessen senkrecht MP; klares Korn, Typus

Plag I und II) auch trüben Plag III (wegen Kornzerfall nicht einmeßbar) vom Typus des Plag alt. Es handelt sich um 2 Proben aus der Glimmerschieferzone am N-Rand des Schwarzenberges (Steinbruch 600 m südwestlich Neggerndorf im Murtal) und um 2 Proben aus dem Mislitztal südlich Ramingstein (an der Talstraße in SH. 1010 m und 1110 m, kleiner Steinbruch). Der Mineralgehalt dieser 4 Proben hat folgende Zusammensetzung:

Gra + Bio + Mu + Plag alt (Typus Plag III) + Oligoalbit (Typ Plag I und II) + Qu + Chlo + Op + Tu + Ti + Epi + Ap + Zi + Karb.

Nach der tektonischen Auffassung von THIELE (1961, p. A 79) lagern diese Glimmerschiefer unter dem Paragneis Schwarzenberg – P. 1644 – Pirkegg. Interessant ist jedenfalls ihre petrographische Zusammengehörigkeit (Plag III und Oligoalbit) im Unterschied zum phyllitischen Glimmerschiefer mit Albit-Blastese. Megaskopisch beobachtete THIELE (l. c.) einen Übergang der Glimmerschiefer zu phyllitischen Gesteinen am Lungauer Mitterberg.

### Staurolithglimmerschiefer

#### Lieserbogen-Gebirgsgruppe

Es handelt sich um Granatglimmerschiefer mit Biotit- und Muskovitblättchen von mehreren mm Durchmesser. Das Gestein führt Pseudomorphosen nach Staurolith. Diese sind in der Regel megaskopisch als gedrungene dunkelgraue Prismen erkennbar. Sie sind bis 4,3 cm lang und 1 cm breit. Im Lieserbogen nehmen sie, wie bereits oben erwähnt, den vom Tauernfenster entfernten Teil westlich und nordwestlich von Leoben und Kremsbrücke ein.

Anstehende Vorkommen von stofflich noch erhaltenem Staurolith wurden in Abb. 2 gekennzeichnet. Es sind dies die megaskopischen Fundpunkte (frische braune idiomorphe Staurolithsäulchen, 1 cm lang, 3 bis 4 mm breit) von Pleßnitz (Felsen, auf denen die Ortschaft steht) und kleine Felsen nördlich P. 1246 am Karrenweg von Heitzelberg zum Jagdhaus Ronnach. Die anderen sind Fundpunkte von dem Anstehenden entnommenen Proben, in denen der Staurolith mikroskopische Relikte in den Staurolithpseudomorphosen bildet. Auffallend ist, daß die stofflichen Staurolithrelikte auf den südlichen Abschnitt des Verbreitungsgebietes der Staurolithglimmerschiefer im Lieserbogen beschränkt sind.

Mikroskopisch bestehen die Pseudomorphosen nach Staurolith hauptsächlich aus einem Aggregat von vielen tausenden, sperrig angeordneten, feinen Hellglimmerblättchen. Stets sind in den Pseudomorphosen Opazit, fallweise Biotit, Chlorit und Chloritoid vorhanden. Biotit fehlt am Aufbau der Pseudomorphosen dort, wo sich Chloritoid an deren Aufbau beteiligt. Mitunter findet man auch Quarz und Granat in den Pseudomorphosen. Die Pseudomorphosen stellen häufig gut erhaltene Formrelikte nach Staurolith dar mit idiomorphen prismatischen, rhombenförmigen oder sechseitigen Umrissen.

In den dünnblättrigen Staurolithglimmerschiefern findet man unter dem Mikroskop häufig eine mechanische Verfriftung der charakteristischen feinblättrigen Hellglimmeraggregate der Pseudomorphosen nach Staurolith, die im Zuge differen-

tieller Kornbewegungen im Gestein zu Linsen und Lagen deformiert wurden. Schließlich vermischen sie sich in unregelmäßig begrenzten Wolken mit den übrigen Gesteinsgemengteilen, sind aber weiterhin noch durch ihre wirrstrahlige Kleinblättrigkeit von den gewöhnlichen Scheitermuskoviten des Glimmerschiefers unterscheidbar. Analoges kenne ich aus Proben, die ich unter Anleitung von Herrn Prof. H. MEIXNER bei Hüttenberg im Kristallin der Saualpe sammelte.

Die stofflichen Staurolithrelikte innerhalb der Pseudomorphosen bilden korrodierte Skelettkristalle und häufig mehrere Einzelkörner, die gleichzeitig in Auslöschung gehen, also Reste eines einstigen Großkristalls darstellen. Mitunter ist eine zonare Anlagerung der Hellglimmeraggregate an die Staurolithrelikte beobachtbar: In der Innenzone ist der Hellglimmer grobblättriger entwickelt (bis maximal 0,22 mm) und weist teils radiales, teils paralleles Anlagerungsgefüge der Glimmerblättchen an die Grenzfläche des Staurolithreliktes auf. Die Außenzone hingegen besteht aus sperrigem feinblättrigem Hellglimmeraggregat (kleiner als 0,04 mm Korngröße).

Mikroskopisch wurden 6 Proben von folgenden Fundorten untersucht: (A) Am Karrenweg von Heitzelsberg zum Jagdhaus Ronnach, knapp südlich P. 1246. (B) An der Straße vom Liesertal nach Pleßnitz, 600 m westlich der Kirche Leoben. Dort, wo die Straße den Bach quert, der von „b“ des Wortes „Sonberg“ zur Lieser fließt. Besonders leicht auffindbares, reichliches und typisches Vorkommen! (C) Lesestein: Geschiebe aus der Kiesgrube in den spätglazialen Terrassensedimenten, 800 m nordöstlich Pfarrkirche Gmünd P. 741. (D) E-Seite des Drehtales, ca. 400 m westlich „M“ von „Moosfalter“. (E) Güterweg St. Nikolai – Unterburgstallberg, SH. 1080 bis 1130 m (bereits beschrieben in EXNER 1967, p. 99).

Die untersuchten Proben zeigen folgende Variation der Mineralbestände:

Fundorte (A) und (B):  $\underline{\text{Stau}} + \underline{\text{Gra}} + \underline{\text{Bio}} + \underline{\text{Mu}} + \underline{\text{Qu}} + \underline{\text{Chlo}} + \underline{\text{Op}} + \underline{\text{Ti}} + \underline{\text{Ap}} + \underline{\text{Zi}}$

Fundort (B):  $\underline{\text{Stau}} + \underline{\text{Gra}} + \underline{\text{Bio}} + \underline{\text{Mu}} + \underline{\text{Qu}} + \underline{\text{Chlo}} + \underline{\text{Chloritoid}} + \underline{\text{Op}} + \underline{\text{Ti}} + \underline{\text{Ap}} + \underline{\text{Zi}}$

Fundort (C):  $\underline{\text{Gra}} + \underline{\text{Bio}} + \underline{\text{Mu}} + \underline{\text{Chlo}} + \underline{\text{Chloritoid}} + \underline{\text{Qu}} + \underline{\text{Stau}} + \underline{\text{Op}} + \underline{\text{Ap}} + \underline{\text{Zi}}$

Fundort (D):  $\underline{\text{Gra}} + \underline{\text{Bio}} + \underline{\text{Mu}} + \underline{\text{Chlo}} + \underline{\text{Ab}} + \underline{\text{Qu}} + \underline{\text{Op}} + \underline{\text{Ti}} + \underline{\text{Ap}} + \underline{\text{Zi}} + \underline{\text{Piemontit}}$

Fundort (E):  $\underline{\text{Gra}} + \underline{\text{Bio}} + \underline{\text{Mu}} + \underline{\text{Qu}} + \underline{\text{Chlo}} + \underline{\text{Ab}} + \underline{\text{Op}} + \underline{\text{Tu}} + \underline{\text{Ap}} + \underline{\text{Zi}}$

Zur mikroskopischen Ausbildung der Hauptgemengteile ist folgendes zu bemerken:

Die einzelnen *Staurolith*-Relikte in den Pseudomorphosen sind bis 6,6 mm groß. Pleochroismus von hellgelb bis ockerbraun. Durchkreuzungszwillinge vorhanden. Optisch zweiachsig positiv. Positiver Charakter der Hauptzone. Gerade Auslöschung in Prismenzone. Deutliche Spalt- risse in Prismenzone. Die Prismen liegen meist parallel der Schieferenebene des Gesteines. Unverlegte Einschlußzüge von feinkörniger opazitischer Substanz finden sich häufig. Mitunter sind größere Opazitkörner eher regellos im Staurolith verteilt.

Der *Granat* ist in diesen Proben bis 1 cm groß. Idiomorph oder Skelettstruktur. Ein Zonenbau ist insofern mitunter angedeutet, als die verlegten, unverlegten und zonaren Einschlußzüge feinkörniger opazitischer Substanz mitunter auf die äußere Schale des Granats beschränkt sind, während sich im Kern unregelmäßige Einschlüsse von Quarz und großen Opazitkörnern befinden.

**Biotit** (kleiner als 2,5 mm, Pleochroismus: hellgelb bis braun). **Muskovit** (gleiche Größe wie Biotit und mit diesem parallel verwachsen, abgesehen von den winzigen Hellglimmerblättchen der Pseudomorphosen nach Staurolith). Auch Querglimmer sind häufig. **Chlorit**: Sekundär nach Granat und Biotit. Außerdem Neuspaltung großer Chlorite. Ferner winzige Chloritblättchen in den Pseudomorphosen nach Staurolith. Quarz zeigt mitunter Böhmsche Streifen.

**Chloritoid** ist sekundär aus Staurolith entstanden. Er ist nämlich auf die Pseudomorphosen nach Staurolith beschränkt. In ihnen bildet er ein Sperrgefüge verhältnismäßig großer Blättchen (bis maximal 1,1 mm). Auch ist er in den Pseudomorphosen radialstrahlig entwickelt oder bildet ein radialstrahliges Anwachgefüge an den Staurolith. Der Chloritoid führt Einschlüsse von Opazitkörnchen. Sein Pleochroismus ist farblos und hellgelb bis grünlichblau; gute Spaltbarkeit, schiefe Auslöschung, polysynthetische Zwillinglamellen, zweiachsig positiv, Charakter der Hauptzone negativ.

**Albitblasten** finden sich nur in solchen Proben des Staurolithglimmerschiefers, die keine stofflichen Staurolithrelikte enthalten. Zugleich sind sie auf die örtliche Nähe der phyllitischen Glimmerschiefer beschränkt. Ihre Ausbildung (1 mm groß, xenomorph, gelangt in s. pseudopodienförmige Umrisse, klares Korn, Typus Plag I, unverlegte helizitische Einschlusszüge) entspricht ebenfalls diesen.

Zusammenfassend läßt sich bezüglich der Genese aussagen, daß die beschriebenen grobkörnigen Staurolithglimmerschiefer Mineralbestand und Struktur des meso-metamorphen Zustandes teilweise erhalten haben, aber deutlich die Erscheinungen der späteren epimetamorphen Umkristallisation aufweisen. Wo die Gesteine infolge späterer differentieller Bewegungen der Gemengteile feinschiefriger und feinkörniger werden, nimmt die Epimetamorphose zu. Es kommt zu Angleichungen an die phyllitischen Glimmerschiefer in der westlichen Außenzone des Verbreitungsgebietes der Staurolithglimmerschiefer.

### Historisches

Die Auffindung des etwa 6 km langen und 3 km breiten Bereiches der Staurolithglimmerschiefer im Lieserbogen vollzog sich folgendermaßen: F. HERITSCH (1924, p. 20–21) beschreibt erstmals im Liesertal „200 Schritte südlich von St. Nikolai“ einen Hellglimmerschiefer mit Granat und Chlorit, „dazu noch große Disthene und kleine Staurolithe, beide in derselben diaphthoritischen Auflösung wie in den Diaphthoriten der Stubalpe“. Ohne Kenntnis dieser Literaturstelle fand ich im Sommer 1965 anstehend bei St. Nikolai die Pseudomorphosen von Hellglimmer nach Staurolith und beschrieb sie (EXNER 1967, p. 99–102). Damals wurde bezüglich der Pseudomorphosen nur ein Indizienbeweis erbracht. Aufgefunden habe ich den primären Staurolith und den sekundären Chloritoid erst durch systematische geologische Untersuchung der Gebirgsgruppe des Lieserbogens (EXNER 1972, p. A 31). Noch später fand ich in der Literatur den oben zitierten Hinweis des verewigten Professors F. HERITSCH. Allerdings ist es mir bisher nicht geglückt, im Lieserbogen den von F. HERITSCH genannten Disthen zu finden. Vielleicht handelt es sich um eine Verwechslung mit blaßem bis farblosem Chloritoid. Staurolith in Koexistenz mit Chloritoid erwähnt in seiner unveröffentlichten Thesis BREWER bei Eisentratten (teste HAWKESWORTH 1974, p. 34).

### Vorkommen von Staurolith und Chloritoid im S, E und N der Lieserbogen-Gebirgsgruppe

Südlich des Lieserbogens wurden winzige blasse Staurolithkörnchen (0,6 bis 1,0 mm lang) mit sekundärer Hellglimmerbildung im Granatglimmerschiefer an der

Flußschlinge der Lieser nnw. Lieserbrücke (EXNER 1954, p. 28) und im Granatglimmerschiefer des Straßenaufschlusses in der Ortschaft Oberallach (MEYER 1977, p. 57) gefunden. Zahlreiche frische kleine (0,5 mm lange) Staurolithkörner enthält der Granat-Staurolith-Albitgneis des Millstätter Seerückens im Stollen der einst projektierten Reichsautobahn bei Edling (EXNER 1954, p. 30). Bis 2,5 mm lange Staurolithprismen kommen im Granatglimmerschiefer am N-Fuß des Goldecks, 2,4 km südwestlich Pfarrkirche Spittal/Drau vor (DEUTSCH 1977, p. 265–267 und Abb. 15). Sie zeigen Zersetzung zu Hellglimmer und Chlorit. Im Granatglimmerschiefer der Millstätter Alpe beim Magnesitbergbau beschreiben ANGEL et al. (1953, p. 101–106) Staurolith. Die sogenannten Radentheinite führen Disthen, Almandin und Biotit; der begleitende Gangquarz Disthen.

Östlich des Lieserbogens kommen im Gebiet um Innerkrams Staurolithglimmerschiefer mit Chloritoid vor (THURNER 1929, p. 155–157), die nach THURNER'S Beschreibung denen des Lieserbogens analog sein dürften. „Allenfalls, aber sehr selten“ tritt als Übergemengteil Disthen auf (THURNER 1929, p. 155). Am Kramerbühel östlich Rennweg sammelte ich Granat-Biotit-Muskovit-Plagioklas-Quarz-Paragneis mit den typischen Pseudomorphosen von Hellglimmer nach Staurolith. In diesen Hellglimmeraggregaten befinden sich winzige Körner von wahrscheinlich Staurolith (0,15 mm lang).

Nördlich und nordöstlich des Lieserbogens gibt es diesbezügliche Vorkommen am S-Abfall der Schladminger Tauern im Lungau.

So fand ich, allerdings bisher nur als Lesesteine, ein den Staurolithglimmerschiefern des Lieserbogens analoges Vorkommen in der E-Flanke des Kleinen Gurpitschecks; und zwar im Gehängeschuttkegel am westlichen Bergfuß des Weißpriachtales bei der Abzweigung des Güterweges von der Talstraße, nordwestlich Forsthaus Grankler (EXNER 1967, p. A 23). Es handelt sich um Staurolith-Chloritoid-Granat-Biotit-Muskovit-Chlorit-Quarz-Glimmerschiefer mit Pseudomorphosen nach Staurolith.

Die Pseudomorphosen nach Staurolith sind 2 cm lange und 4 mm breite, dunkelgraue Säulen. Mikroskopisch bestehen sie aus korrodierten, 1,5 mm großen Staurolithresten, feinschuppigem sperrigem Hellglimmeraggregat (Korngröße unter 0,02 mm), Chloritoid (Pleochroismus: farblos bis bläulichgrün; kleiner als 0,54 mm), Chlorit, Opazit und Quarz.

Die übrigen Hauptgemengteile sind: Granat (7 mm), Biotit (3 mm; Pleochroismus: hellgelb bis rotbraun), Muskovit (2 Generationen: Große Scheiter und feinschuppiges pseudomorphes Aggregat), Chlorit (sekundär nach Granat und Biotit) und Quarz (Böhmsche Streifen). Ferner: Opazit, Turmalin und Titanit. Es fehlt Feldspat.

Pseudomorphosen von „Schüppchen-Muskovit und Chlorit“ nach wahrscheinlich „ehemaligem Staurolith“ erwähnen ANGEL (1924, p. 229) und F. HERITSCH (1924, p. 21) aus dem Tal des Prebersee-Baches ohne nähere Fundortangabe. Granat-Disthen-Hellglimmerschiefer melden THIELE (1961, p. A 78) aus dem Mislitztal, Disthen-Granat-Glimmerschiefer O. M. FRIEDRICH (teste P. F. WEISS 1951, p. 149) aus dem hinteren Kendlbruckgraben.

Als gesteinsbildender Gemengteil wurde von HEINRICH (1977, p. 307) und ZEZULA (1976, p. 6 und Tafel 4) Chloritoid in phyllitischen Granatglimmer-

schiefern (Lessachtal, nördlich Tamsweg), in der Lessacher Phyllonitzone und im unterostalpinen Quarzphyllit (zwischen St. Michael und Mauterndorf sowie nnö. Mauterndorf) aufgefunden.

### Quarzitlagen im Staurolithglimmerschiefer der Lieserbogen-Gebirgsgruppe

Sie finden sich als konkordante Lagen im mm-Bereich und dürften von sandigen Lagen im tonig-sandigen Edukt des Staurolithglimmerschiefers abstammen.

Eine Lage befindet sich im Liesertal südlich Kremsbrücke (knapp nördlich Schiffer), eine andere am Güterweg Pleßnitz-Wallner (700 m nnö. Kirche Pleßnitz). Im Liesertal handelt es sich um feldspatfreien Granat-Biotit-Muskovit-Quarzit. Am genannten Güterweg führt der Quarzit winzige Feldspatkörnchen (Korngröße unter 0,1 mm; stark undulös; wahrscheinlich Kalifeldspat vorhanden).

### Paragneis

In der Lieserbogen-Gebirgsgruppe bildet der Paragneis nur schmale Linsen, die maximal 1,3 km lang und 0,3 km breit sind. Charakteristisch ist neben neu gebildetem Albit der alte Oligoklas, der allerdings intensive Kornzertrümmerung, Quälung der polysynthetischen Zwillingslamellen und Trübung (staubförmig bis echte Fülle) aufweist.

Östlich Rennweg nimmt der Paragneis große Areale im Umkreis des Bundschuhales ein. Dort ist der alte Mineralbestand recht gut erhalten. Im allgemeinen fehlt dort den Paragneisen der Albit. Die alten Plagioklase (Oligoklas und Andesin) sind dort teilweise unbeschädigt ausgebildet (mit ungetrübtem klarem Korn und unverletzten polysynthetischen Zwillingslamellen). Teilweise erlitten sie Kornzertrümmerung und Trübung, jedoch in der Regel ohne Albitbildung.

### Lieserbogen-Gebirgsgruppe

Wir betrachten zunächst die Vorkommen im Lieserbogen. Es handelt sich um vorwiegend NE-streichende Linsenzüge des Paragneises. Das Gestein ist mittelkörnig, dunkel- bis hellgrau und zeigt flächiges Parallelgefüge. Biotit ist reichlich vorhanden und wird 5 mm groß. Meist erkennt man auch Hellglimmer, Granat und 1 bis 3 mm große Feldspatkörner (Plagioklas) mit freiem Auge. Der verhältnismäßig hohe Feldspat- und Quarzgehalt bewirkt den kompakten Gneis-Habitus.

Mikroskopisch wurden 7 Proben untersucht von folgenden Fundpunkten: (A) Ochsenstand-SE-Kamm, SH. 1900 m (nördlich der Heitzelsberger Alm). (B) Rechter Hang des Liesertales südlich Rennweg, am Güterweg 400 m ssw. Kapelle Ried. (C) Güterweg nördlich Oberburgstallberg, SH. 1420 m. (D) Am selben Güterweg, SH. 1435 m. (E) An der Bundesstraße zwischen Ried und Rauchenkatsch, 150 m nordwestlich „P“ von „Pleschberg“. (F) 250 m südlich Rauchenkatsch, bei der Kapelle am rechten Hang des Liesertales. (G) Am linken Hang des Liesertales südlich Kremsbrücke, 100 m nördlich Schiffer.

Diese Proben zeigen folgende Mineralbestände:

- (1) Fundort E: Gra + Bio + Mu + Albit neu + Qu + Chlo + Op + Ti + Ap + Zi
- (2) Fundort D: Gra + Bio + Mu + Chlo + Oligoklas alt + Albit neu + Qu + Op + Ru + Ti + Ap + Zi + Hä
- (3) Fundort A, B und C: Gra + Bio + Mu + Chlo + Oligoklas alt + Qu + Op + Ru + Ti + Epi + Ap + Zi
- (4) Fundorte F und G: Gra + Bio + Chlo + Oligoklas alt + Qu + Mu + Op + Ilm + Ru + Ti + Epi + Karb + Ap + Zi.

Der Mineralbestand (1) führt als Plagioklas Albit neu. Auch megaskopisch weist diese Probe den Charakter eines Gneisphyllonites mit Kleinfältelung auf. Der Mineralbestand (2) ist durch das Nebeneinandervorkommen von Oligoklas und Albit neu gekennzeichnet. Die Mineralbestände (3) und (4) führen als Feldspat nur Oligoklas alt, wobei der Mineralbestand (4) durch Zurücktreten des Muskovits auffällt (hier kommt inverszonarer Oligoklas vor, siehe unten!).

Im Paragneis bleibt der Granat verhältnismäßig klein (2 mm) und weist mitunter Einschlüsse von Biotit, Quarz, Opazit und Titanit auf. Der Pleochroismus des Biotits reicht von farblos und hellgelb bis braun und rotbraun. Muskovit ist in geringeren Mengen als Biotit vorhanden und bleibt meist kleiner als Biotit. Chlorit bildet sich sekundär nach Granat und Biotit und tritt als hysteregene Neubildung auf. Quarz zeigt häufig Böhmsche Streifen.

Der Oligoklas ist als Plag III und II entwickelt. Polysynthetische Zwillinglamellen nach Periklingesetz sind häufig; dazu kommen polysynthetische Lamellen nach dem Albitgesetz. Ein Einfachzwilling nach Periklingesetz wurde am Ü-Tisch vermessen. Der Anorthitgehalt beträgt 28% An (Messungen nach Methode KOHLER und REINHARD). Der Biotit-reiche und Epidot und Karbonat führende Paragneis des Fundortes F enthält prächtigen invers-zonaren Oligoklas mit Kern 19% An und Hülle 30% An (Messung senkrecht MP). Selten erhalten sind verhältnismäßig große (0,5 mm) Oligoklas-Poikiloblasten mit Einschlüssen beinahe sämtlicher Grundgewebsminerale. Meist sind die Oligoklase jedoch, wie schon eingangs erwähnt, durch Kornzertrümmerung in ein feinkörniges Granulat zerfallen und getrübt (staubförmige Trübung und Mikrolithen von Hellglimmer und wenig Klinozoisit). Die Analogie dieses Oligoklases des Lieserbogens mit den viel besser erhaltenen Oligoklasen und Andesinen der Bundschuh-Paragneise ist phänomenologisch eindeutig. Weiters ist eindeutig, daß sie arg deformiert (Kornzerfall, Quälung) und sekundär verändert (Trübung, Füllung) sind. Darum bezeichne ich sie als „alt“. Sie haben eine Deformationsphase mehr mitgemacht als der Albit.

Der Albit bildet 4 mm große Individuen. Der Anorthitgehalt beträgt 3%; 2 Vz = 81° (U-Tisch-Messung nach den Methoden KOHLER und REINHARD). Typen Plag I, II und III. Reich an Einschlüssen der übrigen Gemengteile. Klares oder schwach getrübt Korn. Keine Mikrolithenfülle. Analogie zum Albit der phyllitischen Glimmerschiefer. Eindeutig ist der Albit jünger und er hat eine Deformation weniger mitgemacht als der Oligoklas. Ich bezeichne ihn deshalb als Albit neu.

Bezüglich der Accessoria sind das Fehlen von Turmalin und das reichliche Auftreten von Rutil auffallend.

### Paragneis des Nockgebietes im S und NE der Lieserbogen-Gebirgsgruppe

Zum Vergleich mit den Paragneisen des Lieserbogens beschränke ich mich darauf, einige neue Originalbeobachtungen, die in den Nachbarräumen erarbeitet wurden, anzuführen.

MEYER (1977, p. 83–86) fand im Gebiet des Tschiernockes und bei Treffling und Lieserhofen die Paragneise nur als wenige Meterzehner mächtige Lagen und

Linsen im Granatglimmerschiefer. Auch hier überwiegt der Biotit den Muskovit. Albit und Oligoklas wurden beobachtet. Der Granat bleibt klein und kann auch ganz fehlen.

NOWOTNY (1976, p. 10–11, 17–18 und 26–27) fand östlich Rennweg, und zwar bei der Zikerhütte den charakteristischen Plagioklas-Augengneis mit 1 cm großen Plagioklas-Augen, der innerhalb der Paragneise des Nockgebietes ein sehr bemerkenswertes Gestein darstellt. Sein Vorkommen 10 km weiter östlich am Gipfel des Klölingnockes habe ich als Oligoklas-Augengneis sorgfältig petrographiert (EXNER 1971 b, p. 230–231). In mittelkörnigem Paragneis südwestlich der Zikerhütte fand NOWOTNY Albit-Oligoklas. Weite Verbreitung hat Paragneis südlich des Ainecks im Gebiet des Teuerlnockes.

Die Paragneise des Bundschuhtales habe ich selbst beprobt und mikroskopisch untersucht. Sie zeigen vortrefflich den alten Mineralbestand mit anorthitreichem Plagioklas (Andesin und Oligoklas). In den von mir gesammelten Proben fehlt Albit. Strukturell sind die Plagioklase groß (im Plagioklas-Augengneis 1 cm große Oligoklase) und von der sekundären Kornzertrümmerung, Trübung und Mikrolithenfülle zumindest stellenweise verschont. Die mittel- bis grobkörnigen Gesteine sind sehr biotitreich. Muskovit tritt gegenüber Biotit zurück. Die sekundäre Chloritbildung ist im allgemeinen noch wenig fortgeschritten. Unter den Accessorien kommt häufig Rutil vor. Stets ist flächiges Parallelgefüge vorhanden. Das Gestein ist ein meist dunkelgrauer, recht kompakter, gesunder Gneis. Der Granat bleibt häufig so klein, daß er mit freiem Auge garnicht zu erkennen ist. Wechselfolgen von biotitreichen und -armen Lagen im 10 m-Bereich weisen das Gestein auch strukturell als Paragneis aus.

Die von mir mikroskopisch untersuchten Proben stammen von folgenden Fundorten: (A) Wasserscheide zwischen Mur- und Thomatal, 800 m südöstlich Pichlern. (B) Thomatal, 2 km osö. der gleichnamigen Ortschaft. (C) Bundschuhtal, 500 m nnö. Kapelle P. 1246. (D) Bundschuhtal, an der Straße 15 m südlich des ersten „B“ des Wortes „Bundschuh Bach“. (E) Bundschuhtal, an der Straße am rechten Bergfuß, gegenüber Johns. (F) E-Flanke des Klölingnock-N-Kammes, 550 m nordwestlich Alpengasthof Karneralm. (G) Klölingnock-N-Kamm, 500 m nördlich vom Gipfel. (H) Klölingnock-S-Kamm zwischen Gipfel und Klöling Scharte. (I) Klölingnock Gipfel.

Die beobachteten Mineralbestände können in folgende Gruppen gegliedert werden:

- (1) Fundorte A, E, G und H: Gra + Bio + Mu + Andesin + Qu + Chlo + Op + Ti + Ru + Tu + Epi + Ap + Zi
- (2) Fundorte C und F: Gra + Bio + Mu + Oligoklas + Qu + Chlo + Op + Ti + Ru + Ap + Zi
- (3) Fundort D: Gra + Bio + Mu + Chlo + Oligoklas + Qu + Op + Ti + Ru + Ap + Zi
- (4) Fundort B: Bio + Mu + Oligoklas + Qu + Chlo + Op + Ti + Epi + Ap + Zi



(5) Fundort I: Gra + Bio + Oligoklas + Qu + Ho + Chlo + Mu + Op + Ilmenit + Ap + Zi.

Die Gruppen (1) und (2) unterscheiden sich bezüglich des Anorthitgehaltes des Plagioklases. In der Varietät (3) tritt Chlorit als Neubildung kräftiger in Erscheinung. Die Varietät (4) ist glimmerarm und es fehlt der Granat. Am interessantesten ist die Varietät (5). Hier handelt es sich um den Oligoklas-Augengneis vom Gipfel des Klölingnockes. Ein dunkles grobkörniges biotitreiches Gestein, in dem Hornblende auftritt und Muskovit zurücktritt (EXNER 1971 b, p. 230–231).

Da für den zuletzt genannten Augengneis eine ausführliche mikroskopische Beschreibung bereits vorliegt (EXNER l. c.), beschränken wir uns auf einige Angaben über die Beobachtungen an den Proben (A) bis (H):

Granat zeigt mitunter wirbelförmige Einschlüsse von Quarz. Der Pleochroismus des Biotits reicht von hellgelb bis braun. Quarz zeigt mitunter Böhm'sche Streifung.

Der Plagioklas stellt sich in Fundort (A) als 2,7 mm großer Plag III-Poikiloblast mit polysynthetischen Lamellen nach dem Periklingesetz und mit Füllungstypus B dar. Die Großkörner weisen Kornzerfall auf. Der An-Gehalt beträgt 42%.  $2Vz = 84^\circ$  (Messung am U-Tisch nach Methode REINHARD). Der Oligoklas vom Fundort (B) besteht aus klaren, nur schwach getrübbten Plag III-Körnern (U-Tisch-Messung Methode REINHARD und Lichtbrechungsunterschied gegen Quarz). Die Oligoklasse von den Fundorten (C) und (D) bilden ein getrübbtes Kleinkornpflaster vom Typus Plag III und konnten nur mittels Auslöschung in der symmetrischen Zone bestimmt werden. Die großen Plag III-Poikiloblasten vom Fundort (E) zeigen vorwiegend polysynthetische Zwillinglamellen nach dem Periklingesetz. Es wurden 40 und 48% An auf dem U-Tisch gemessen (Methoden KOHLER und REINHARD). Kleine Körner zeigen inversen Zonenbau. Das Plag III-Kleinkornpflaster vom Fundort (F) ergab in Schnitten annähernd senkrecht MP 21% und 23% An, opt. negativ. Die kleinen xenomorphen Plag III-Körner vom Fundort (G) besitzen 36% An, opt. negativ. Inverser Zonenbau kommt vor. Die Plag III-Poikiloblasten vom Fundort (H) zeigen im Schnitt senkrecht MP und senkrecht X: 31% An, opt. positiv. Auch hier kommt inverser Zonenbau des Plagioklases vor.

An den Accessorien fällt zonar gebauter Apatit mit klarer farbloser Hülle und grauem, staubförmig getrübbtem Kern auf.

Zum Vergleich sei erwähnt, daß außerhalb der Bundschuh-Paragneise mir bisher nur am Amering (Kothgraben) poikiloblastische Plagioklas-Augengneise auf einer Exkursion im Jahre 1969 unter freundlicher Führung von Herrn Dr. A. ALKER begegneten, die auch mikroskopisch ähnlich sind.

HEINRICH (1977, p. 308–310) bearbeitete den N-Rand des Bundschuh-Paragneises östlich Tamsweg an den N-Hängen des Lasabergeres. Auch hier dominiert im Paragneis der Biotit. Klein bleibt der Granat. Die Oligoklas-Xenoblasten mit Grundgewebseinschlüssen haben 17 bis 25% An. Die charakteristischen Plagioklas-Augengneise wurden sowohl anstehend als auch als Gerölle in den jungtertiären Tamsweger Schichten (l. c., p. 325) angetroffen.

### Hornblende-führender Paragneis

Aus Tuffiten oder Mergeln hervorgegangene Paragneise finden sich in der Lieserbogen-Gebirgsgruppe zusammen mit Amphiboliten an der Hirneck-W-Flanke im Luckatal (EXNER 1971 a, p. 61).

Der grobkörnige Granat-Hornblende-Paragneis von der am Nöringsattel befindlichen Halde des Magnesitbergbaues führt als Hauptgemengteile: Granat (3 cm, Einschlüsse aus Quarz, Hellglimmer, Rutil und Titanit), Hornblende (3 cm lange und 1 cm breite Säulen, Pleochroismus hellgelb-blaugrün-grün), Biotit (Pleochroismus hellgelb bis braun), Muskovit, Epidot, Chlorit, Oli-

goklas/Andesin und Quarz. Accessoria sind: Titanit, Rutil, Karbonat, Opazit, Apatit und Zirkon.

Der Oligoklas/Andesin bildet 2 mm große, xenomorphe Plag III-Körner mit polysynthetischen Zwillinglamellen vorwiegend nach dem Periklingesetz und mit helizitischen Einschlußzügen der übrigen Gemengteile. Es handelt sich also um typischen Rollo-Plagioklas. Er zeigt klares Korn, mitunter schwache Trübung oder schwache Fülle vom Typus B. Meine Vermessung ergab 27 und 31% An,  $2V_x = 85^\circ$  (U-Tisch, Methode KOHLER; ferner Orthoskop senkrecht MP und senkrecht X). Auch in diesem Gestein hat der Plagioklas stellenweise inversen Zonenbau.

Somit reiht sich dieses grobkörnige Gestein aus dem sogenannten „Kristalltreibhaus“ der Millstätter Alpe (SCHWINNER) den Paragneisen des Nockgebietes gut ein.

### Literatur-Vergleiche bezüglich Paragneise und Metamorphose im Nockgebiet

Die gewonnenen petrographischen Ergebnisse stimmen recht gut mit Angaben überein, welche sich über andere Teile des Nockgebietes in der Literatur finden.

Meinem Oligoklas-Augengneis vom Klölingnock dürfte THURNER's (1929, p. 161) „Augenschiefergneis der Bundschuhgneisserie“ im Gebiete um Innerkrams entsprechen. THURNER hatte noch nicht den Anorthitgehalt der Plagioklase gemessen. Nach meiner unabhängig gewonnenen Exkursionsbeobachtung (siehe oben) fand ich dann bei dem Literaturstudium, daß schon THURNER (l. c., p. 164) die Ähnlichkeit von Bundschuh-Paragneis und Grössinggneis des Ammeringgebietes erwähnt. STOWASSER (1956, p. 90–91) gibt aus den grobkörnigen Paragneisen des Kilnpreingebietes einschlußreiche, bis 2 mm große Oligoklas-Xenoblasten an.

Im Priedröf-Gneisquarzit und in Amphiboliten nördlich des Magnesitbergbaues der Millstätter Alpe beobachtete ANGEL (ANGEL et al., 1953, p. 100) Oligoklas. Im Glimmerschiefer des Tschellerbachtals (= „Hinteringtal“) bei Ramingstein bestimmte P. F. WEISS (1951, p. 145) den Plagioklas als Oligoklas bis Andesin. Es ist übrigens in diesem Zusammenhang auch interessant, daß schon SANDER (1914, p. 619) und HERITSCH & SCHWINNER (1924, p. 29) den Glimmerschiefer des Kendlbrucker und des Turracher Grabens als nicht-diaphthoritisch gekennzeichnet haben.

Aus dem Paragneis des Mirnockgebietes bestimmte W. PETRASCHECK (1927, p. 152) Oligoklas bis 25% An. Im Paraamphibolit bei Gummern fanden ANGEL et al. (1953, p. 163) Plagioklas mit 30% An und inverszonaren Oligoklas mit Kern (15% An) und Hülle (20% An). Einige Plagioklas-Bestimmungen führte SEDLACEK an dem von PLÖCHINGER (1953, p. 197–200) gesammelten und beschriebenen Material dieser Gegend durch: Paragneise mit Oligoklas bis Bytownit, Oligoklas mit 29 bis 21% An, Amphibolit mit Albit-Oligoklas, Kalksilikatfels mit Oligoklas und Andesin und die zu meinen Beobachtungen analoge Feststellung SEDLACEK's, daß einmeßbare Periklinzwillinge hier eine wesentliche Rolle spielen.

Schließlich stimmen meine Beobachtungen und auch meine relative Altersdeutung aufs Beste mit jenen von PISTOTNIK (1975, p. 129) im Kristallin des NW-Randes des Stangalmmesozoikums gewonnenen überein, wonach eine ältere Metamorphose im Kristallin des Nockgebietes durch die Minerale Granat, Biotit,

Hornblende, grobe Hellglimmer und Staurolith gekennzeichnet ist. Ich würde auf Grund meiner Beobachtungen noch Oligoklas und Andesin ergänzen. Die jüngere Metamorphose (Grünschieferfazies) schuf nach PISTOTNIK sehr richtig im wesentlichen Serizit, Chlorit und Albit. Ich würde noch Chloritoid ergänzen.

### **Amphibolit**

In der Lieserbogen-Gebirgsgruppe bildet Amphibolit einen 5 km langen, im Luckatal unterbrochenen Zug, der in der Scharte südöstlich des Stubecks und in der W- und N-Flanke des Hirnecks gut aufgeschlossen ist (EXNER 1971a, p. 61).

MEYER (1977, Tafel 1 und p. 88–100) fand anstehenden Amphibolit an der Lieser, 500 m ssö. Trebesing und beschreibt die Amphibolite und Hornblendefelse südlich des Tschiernockes und bei Treffling und Lieserhofen. NOWOTNY (1976, Tafel 1 und p. 14–24) fand und beschrieb Amphibolite östlich Rennweg und nördlich vom Aineck. An dem zuletzt genannten Fundort sind einfach invers zonare Plagioklase mit unverzwilligtem saurem Kern und polysynthetisch verzwilligter basischer Hülle bemerkenswert. HEINRICH (1977, Tafel 1 und p. 305–306) fand und beschrieb Amphibolite und Hornblendegarbenschiefer am Lungauer Mitterberg.

### **Kalkmarmor**

Die Kalkmarmorzüge von Treffling erfuhren eine Neukartierung durch MEYER (1977, p. 106–107); diejenigen südlich des Ainecks durch NOWOTNY (1976, p. 25) und die Kalkmarmorzüge des Lungauer Mitterberges und des Ofnerkopfes und Ruhwaldes durch HEINRICH (1977, p. 304–305 und 308).

### **Orthogneis**

Im Lieserbogen und im Tschiernockgebiet fanden EXNER und MEYER linsenförmige Orthogneiskörper von einigen Meterzehner Mächtigkeit und bis 1,8 km Länge in den Glimmerschiefern auf. Örtlich sind sie mit den Glimmerschiefern durch aplitische Migmatite verbunden. Das Edukt der Orthogneise dürften kleine Granitplutone und Ganggranite gewesen sein. Später wurden sie gemeinsam mit den Glimmerschiefern deformiert und teilweise rekristallisiert. Heute sind sie linsenförmig parallel zur Faltenachse und Hauptlineation gelängt. Ihre geologische Situation entspricht den Orthogneislinsen im Kristallin der Ostalpinen Decke der Schober-Sadnig-Gruppe beiderseits der Möll im Wangenitztal und am Mörtschachberg (EXNER 1962; 1964, p. 112–116).

Zu unterscheiden sind die eher kompakten, biotitführenden großen Vorkommen, die anscheinend weniger Rekristallisation erlebt haben, und die stark geschieferten, biotitarmen bis -freien, kleineren Vorkommen mit kräftiger epimetamorpher Rekristallisation.

#### **Biotitführender Orthogneis**

In der Lieserbogen-Gebirgsgruppe handelt es sich um **Kna f - P l a g - B i o t i t - M u s k o v i t - Q u a r z - O r t h o g n e i s**. Untersucht wurden Proben vom Bu: g-

stallberg, Kuppe P. 1938 und vom rechten Ufer des Drehtal-Baches in SH. 1285 m, 200 m nördlich Jagdhaus Ronnach. Geologen auf Kurzvisiten seien darauf hingewiesen, daß man den prächtigen biotitreichen Orthogneis des Burgstallberges auch bequem im Tale aufsammeln kann, und zwar als reichliche Lesesteine im Bachschutt von Krangl, 1 km südlich Rennweg.

Mikroskopisch hervorzuheben ist der rotbraune (Ti-reiche) Biotit (4 mm). Die Knaf-Kristallaugen erreichen 3 cm Länge und sind häufig nach dem Karlsbader Gesetz verzwillingt. Der Knaf steht dem Orthoklas nahe: Flauer Mikroklin mit mittelgroßem Achsenwinkel und schwacher aderperthitischer Entmischung. Der Plagioklas (vorwiegend Albit) tritt mengenmäßig gegenüber Knaf zurück. Alter großer poikilitischer Plag III mit Füllungstypus A und B, läßt sich von kleinem ungefülltem Plag I und II unterscheiden (Neubildung). Der Hellglimmer ist nicht pleochroitischer Muskovit. Idiomorpher Tropfenquarz als Einschluß in Knaf. Der übrige xenomorphe Quarz zeigt Böhmsche Streifung und reichlich Porenzüge großer Flüssigkeitseinschlüsse. Als Reaktionsgefüge wurden Schachbrettalbit (kontinuierlich aus Chloritperthit hervorgehend) und granophyrische Quarzgewächse beobachtet.

Accessoria: Chlorit (sekundär nach Biotit), Granat, Apatit, Epidot, Titanit, Rutil und Zirkon. Pleochroitische Höfe sind im Biotit verhältnismäßig selten.

Eine ähnliche Zusammensetzung haben die von MEYER (1977, p. 103–106) im Tschiernockgebiet aufgefundenen Vorkommen der Schlafkogel-W-Flanke (bei Platzwald Hütten) und im Landfraßtal in SH. 1330 m.

#### Biotitarmer bis biotitfreier Orthogneis

Dieses Gestein dürfte intensiver epimetamorph rekristallisiert sein. Vielleicht war es auch ursprünglich ärmer an mafischen Gemengteilen.

Mikroskopisch ist der Hellglimmer pleochroitisch von farblos bis hellgrün und dürfte vermutlich phengitisch sein (Röntgenanalyse fehlt bisher). Knaf zeigt härtere Mikroklingitterung, mehr Entmischung (Ader- und Fleckenperthit), stellenweise mechanische Austreibung der perthitischen Substanz und Kornzertrümmerung. Der Plagioklas ist mit den Typen Plag III, II und I vertreten. Er ist arm an Fülle vom Typ A oder füllungsrei. Postkinematisch kristallisierter Albit hat 3 bis 5% An (Messung senkrecht MP). Idiomorpher Tropfenquarz als Einschluß in Knaf. Xenomorpher Quarz zeigt Böhmsche Streifung.

Accessoria: Granat, Apatit, Opazit, Zirkon und in einem Schliiff etwas Biotit.

Vorbehaltlich der noch ausständigen Röntgenuntersuchung des Hellglimmers kann das Gestein vorläufig als Knaf-Plag-Phengit-Quarz-Orthogneis bezeichnet werden. Die von mir untersuchten Proben haben folgende Fundorte: Lieserbogen, Steinbruch an der Bundesstraße an der rechten Liesertalflanke, 300 m südlich Burgruine Rauchenkatsch und Tschiernock-N-Flanke in SH. 1705 m (500 m westlich Christebauerhütte) sowie am Güterweg in SH. 1615 m (200 m südlich Geißzipf).

Demselben Gesteinstyp gehören die von EXNER (1967, p. 104) als Phengit-Mikroklin-Albit-Quarz-Gneis beschriebenen Vorkommen im Lieserbogen bei Unterburgstallberg und in der Innerkrems an.

MEYER (1977, p. 103) fand und beschrieb den auch vom Verfasser besuchten, 20 m mächtigen Augengranitgneis am Tschiernock-SE-Kamm, nordwestlich P. 2108. Er ist extrem postkristallin deformiert und ähnelt dem Pfannock-Granitgneis (Pfannock-NNE-Kamm im Gebiet des Leobentales). Das alpidische Alter der letzten Deformation des Pfannock-Granitgneises ist evident, da er gemeinsam mit fossilbelegtem Permomesozoikum deformiert wurde, wovon ich mich auf einer Exkursion unter Führung von Herrn Dr. J. PISTOTNIK überzeugen konnte.

### Aplit und Aplitgneis

Es handelt sich um Plagioklasaplite von ca. 1 m Mächtigkeit in den Glimmerschiefern mit Feldspatung und feiner Durchädung der Glimmerschiefer. Stark verschieferter Aplitgneis führt pleochroitischen grünen Hellglimmer (wahrscheinlich Phengit) und Albitblasten (füllungsfrei, Typus Plag II und I) und zeigt Übergänge zu Weißschiefer (siehe unten). Er dürfte epimetamorph rekristallisiert sein. Fundort: Am Güterweg der rechten Drehtal-Flanke, 300 m westlich „e“ von „Drehtal B“. Ein anderer Aplitgneis ist massiv und hybrid. Er enthält Granat, rotbraunen Biotit (mit zahlreichen pleochroitischen Höfen), Muskovit und Rutil (mit Kniezwillingen) und bildet eine regelrechte Injektionszone im Granatglimmerschiefer. Fundort: Ochsenstand-SE-Kamm, SH. 1790 m, 200 m westlich „B“ von „Boden“.

Der 4,5 m mächtige, sehr massige Aplit-Lagergang im Staurolithglimmerschiefer St. Nikolai-Untenburgstallberg wurde bereits beschrieben (EXNER 1967, p. 103). Er zeichnet sich durch Plagioklas alt (26 bis 27% An) aus.

### Pegmatit und Pegmatitgneis

Sie bilden Lagergänge im Staurolithglimmerschiefer der Lieserbogen-Gebirgsgruppe. Die Mächtigkeit bleibt unter 2 m. Nebengemengteile sind Hellglimmer, Biotit und Turmalin. Die benachbarten Staurolithglimmerschiefer sind stellenweise von Quarz-Feldspat-Äderchen durchtränkt, welche mechanisch unverletzte Turmalinsäulchen von 3,5 cm Länge und 8 mm Breite führen. Zu beobachten ist der Übergang von Pegmatit zu Quarz-Lagergängen und die Anreicherung von Quarz-Lagergängen in der Nähe der Pegmatite. Anstehender Pegmatit wurde südlich Wallner (2 m mächtig), nordwestlich Kohlberger (0,5 m mächtig) und ssw. Huß (0,2 m mächtig) gefunden.

### Weißschiefer

Diese Hellglimmer-Quarz-Schiefer treten an Scherzonen der kompetenten Orthogneise und Aplite gegen die bildsamen Glimmerschiefer auf und erreichen bis 1 m Mächtigkeit. Fundorte: Drehtal-W-Flanke (siehe oben) und Scharte im Tschiernock-SE-Kamm, nordwestlich P. 2108.

### Mylonit

Auch die beobachteten Mylonite der Lieserbogen-Gebirgsgruppe treten an den Grenzen zwischen kompetentem Gneis und bildsamem Glimmerschiefer auf. Sie sind durch lokale disharmonische Tektonik bedingt.

Beispiele: (A) Mylonit und E-W streichender Harnisch an der Grenze zwischen Orthogneis und phyllitischem Glimmerschiefer am Güterweg südlich Krangl (südlich Rennweg), SH. 1180 m, südwestlich P. 1112. (B) Schwarzer Ultramylonit mit Harnisch an der Grenze zwischen Paragneis und Staurolithglimmerschiefer am Güterweg oberhalb Oberburgstallberg in SH. 1435 m (nahe der Kuppe P. 1494). (C) Schwarzer Ultramylonit (0,5 m mächtig) an der Grenze zwischen Aplitgneis und phyllitischem Glimmerschiefer am „Boden“ (Ochsenstand-SE-Kamm).

### Literatur

- ANGEL, F.: Gesteine der Steiermark. — Mitt. natw. Ver. Steiermark, **60 B**, 302 S., Graz 1924.
- ANGEL, F., AWERZGER, A. & KUSCHINSKY, A.: Die Magnesitlagerstätte Millstätter Alpe bei Radenthein. — Carinthia II, **143**, p. 98—118, Klagenfurt 1953.
- ANGEL, F., CLAR, E. & MEIXNER, H.: Das Marmorvorkommen von Gummern. — Carinthia II, **143**, p. 163—164, Klagenfurt 1953.
- DEUTSCH, A.: Geologie und Petrographie der mittleren Goldeckgruppe (Kärnten, Österreich). — Jb. geol. B.-A., **120**, H. 2, p. 231—294, Wien 1977.
- EXNER, Ch.: Die Südost-Ecke des Tauernfensters bei Spittal an der Drau. — Jb. geol. B.-A., **97**, H. 1, p. 17—37, Wien 1954.
- EXNER, Ch.: Geologische Karte der Sonnblickgruppe, 1 : 50.000. — Geol. B.-A., Wien 1962.
- EXNER, Ch.: Erläuterungen zur geologischen Karte der Sonnblickgruppe. — 170 S., Geol. B.-A., Wien 1964.
- EXNER, Ch.: Staurolith und Polymetamorphose im Umkreis der östlichen Hohen Tauern. — Verh. geol. B.-A., **1967**, p. 98—108, Wien 1967.
- EXNER, Ch.: Aufnahmen 1967 auf den Blättern Muhr (156) und Tamsweg (157). — Verh. geol. B.-A., **1968**, H. 3, p. 21—23, Wien 1968.
- EXNER, Ch.: Geologie der peripheren Hafnergruppe (Hohe Tauern). — Jb. geol. B.-A., **114**, H. 1, p. 1—119, Wien 1971 a.
- EXNER, Ch.: Über Oligoklas-Blasten in metamorphen Schiefen der östlichen Hohen Tauern und Umgebung. — Carinthia II, Sch. **28**, p. 221—238, Klagenfurt 1971 b.
- EXNER, Ch.: Aufnahmen 1971 auf Blatt Muhr (156) und Vergleichsbegehungen auf Blatt Spittal an der Drau (182). — Verh. geol. B.-A., **1972**, H. 3, p. A 30—31, Wien 1972.
- HAWKESWORTH, C. J.: Geochemical Studies in and around the South East Corner of the Tauern Window. — Unveröffentlichte Thesis Doctor Phil., University Oxford, 181 S., 125 Abb., 30 Tab., 5 Taf., Oxford 1974.
- HAWKESWORTH, C. J.: Rb/Sr Geochronology in the Eastern Alps. — Contr. Mineral. Petrol., **54**, H. 3, p. 225—244, Berlin 1976.
- HEINRICH, M.: Zur Geologie des Jungtertiärbeckens von Tamsweg mit kristalliner Umrahmung. — Jb. geol. B.-A., **120**, H. 2, p. 295—341, Wien 1977.
- HERITSCH, F.: Gesteine aus dem oberen Murgebiete. — Mitt. natw. Ver. Steiermark, **60**, p. 12—24, Graz 1924.
- HERITSCH, F. & SCHWINNER, R.: Das geologische Profil des Prebers. — Mitt. natw. Ver. Steiermark, **60**, p. 25—34, Graz 1924.
- MEYER, J.: Geologie des mittleren Liesertales mit Gmeineck und Tschiernock (Kärnten). — Unveröff. Diss. formal- u. natw. Fak. Univ. Wien, 138 S., 50 Abb., 16 Tab., 6 Taf., Wien 1977.
- NOWOTNY, A.: Die Geologie des Katschberges und seiner Umgebung. — Unveröff. Diss. phil. Fak. Univ. Wien, 160 S., 82 Abb., 2 Tab., 16 Taf., Wien 1976.
- PETRASCHECK, W.: Zur Tektonik der alpinen Zentralzone in Kärnten. — Verh. geol. B.-A., **1927**, H. 7, p. 151—164, Wien 1927.
- PISTOTNIK, J.: Zur Geologie des NW-Randes der Gurktaler Masse (Stangalm-Mesozoikum, Österreich). — Mitt. geol. Ges. Wien, **66—67**, p. 127—141, Wien 1975.
- PLOCHINGER, B.: Erläuterung zur geologischen Neuaufnahme des Draukristallinabschnittes westlich von Villach. — Skizzen zum Antlitz der Erde, p. 193—206, Hollinek, Wien 1953.
- SANDER, B.: Beiträge aus den Zentralalpen zur Deutung der Gesteinsgefüge. — Jb. geol. R.-A., **64**, p. 567—633, Wien 1914.
- STOWASSER, H.: Zur Schichtfolge, Verbreitung und Tektonik des Stangalm-Mesozoikums (Gurktaler Alpen). — Jb. geol. B.-A., **99**, H. 1, p. 75—199, Wien 1956.

- THIELE, O.: Bericht 1960 über geologische Aufnahmen auf Blatt Tamsweg (157). — Verh. geol. B.-A., **1961**, H. 3, p. A 78—79, Wien 1961.
- THURNER, A.: Versuch einer Gliederung der kristallinen Paraschiefer an der Hand der kristallinen Gesteine von Innerkrems bei Gmünd in Kärnten. — Centralbl. Mineralogie etc., Abt. A, **1929**, p. 151—166, Stuttgart 1929.
- TOLLMANN, A.: Geologie von Österreich, Band I. Die Zentralalpen. — 766 S., Deuticke, Wien 1977.
- WEISS, P. F.: Die Blei-Silber-Lagerstätte Ramingstein. Eine lagerstättenkundliche Übersicht. — Berg- u. hüttenmänn. Mh., **96**, H. 7, p. 141—151, Wien 1951.
- ZEZULA, G.: Die Lessacher Phyllonitzone am Südrand der Schladminger Tauern (Lungau, Salzburg). — Unveröff. Diss. phil. Fak. Univ. Wien, 194 S., 39 Abb., 16 Taf., Wien 1976.