

## Die Gaaler Schuppenzone als Südgrenze der Seckauer Masse

Von Karl METZ

Mit 2 Abbildungen

Eingelangt am 16. Dezember 1969

Südwestlich von Seckau beginnend und westwärts bis gegen St. Oswald b. Möderbrugg ziehend stellt die Gaaler Schuppenzone ein wesentliches tektonisches Bauelement an der Südgrenze der Seckauer Masse dar.

Um vieles jünger als die Schuppenzone sind annähernd E—W verlaufende Bruchstörungen, die im Zusammenhang mit Erörterungen über das Tertiärbecken von Seckau schon PETRASCHKE und STINI bekannt geworden sind. Diese Brüche und die mit ihnen verbundenen Einsenkungen haben das Seckauer Neogen bereits mitbetroffen, was auch aus dem jüngst aufgedeckten Fund im Ort Ingering deutlich hervorgeht (GRÄF & METZ 1969).

Der komplizierte Schuppenbau wurde im Zuge der für das geolog. Kartenblatt Kalwang-Oberzeiring (1:50.000) der Geolog. Bundesanstalt, Wien vom Verfasser durchgeführten Kartierungen bekannt und im Prinzip im Aufnahmebericht für 1961 kurz dargestellt. (METZ 1962).

Aufgeschlossen ist die Schuppenzone in einem Streifen, der etwa südlich Bischofffeld beginnt, sich westwärts entlang des Gaalgrabens und längs der Südgrenze des Seckauer Kristallins gegen WNW bis südlich des Rosenkogels fortsetzt.

Im Osten ist sie teilweise oder ganz unter der tertiären und quartären Füllung des Seckauerbeckens verborgen, im Westen wird sie durch die Brüche der Pölslinie abgeschnitten.

Gegenüber dem verhältnismäßig flachwelligen Bau von Gneisen und granitischen Gesteinen der inneren Zonen der Seckauer Tauern fallen die Randgebiete überaus steil nordwärts oder stehen senkrecht. Auch ergibt das Kartenbild, daß die großen Gneiszüge von WNW gegen ESE zu der fast genau E—W streichenden Störungsgrenze herausziehen und hier diskordant abgeschnitten werden.

Südlich des Gaalgrabens folgen im Flatschacher Höhenzug (STINI 1931, SCHWINNER 1923) Gneise, Amphibolite, Glimmerschiefer, die die Nordflanken bis zu den Kammhöhen aufbauen. Erst südlich davon, die Südhänge aufbauend, folgt die große Masse der vom NW herstreichenden Wölzer Glimmerschiefer mit Zügen von Marmor und Pegmatit.

Im Bereiche der Nordhänge des Flatschacher Zuges erweisen sich diese Gesteinsgruppen tektonisch mit abgetrennten Zügen der Seckauer Gneise verschuppt, wobei an der Schuppung auch typische Rannachserie als ehemaliges Dach der Seckauer Gesteinsgesellschaft und dem Kristallin sonst fremde Schollen von Bänderkalcken teilnehmen.

Im Bereiche der Schuppenzone ist die Lagerung fast durchwegs sehr steil, wobei im Flatschacherzug sehr häufig südliches Einfallen herrscht.

Der Bau wird in dem bewaldeten Gelände noch durch eine starke Bruchzer-

legung schwer durchschaubar. Bemerkenswert ist eine durch einen jungen Längsbruch bewirkte Folge von Ebenheiten, die südlich des Pfarrortes Gaal dem Gaalgraben parallel läuft und sich durch starke Gesteinszerbrechung und Mylonitbildung auszeichnet. In der östlichen Fortsetzung dieser Zone wurde auf einem Gneismylonit auflagernd der Rest des 1962 vom Verfasser beschriebenen Tertiärs gefunden.

### **Die Bauglieder der Gaaler Schuppenzone**

Die Gaaler Schuppenzone erweist sich aus folgenden tektonischen Komponenten aufgebaut:

- 1 Gesteine der südlichen Randzone der Seckauer Masse mit Angehörigen der Rannachserie als dem ursprünglichen Dach der Seckauer Masse,
- 2 Angehörige des Gleinalmkristallins,
- 3 Zur Wölzer Glimmerschiefergruppe gehörige Gesteine, Kalkschuppen des Kaiserstandes.

Diese Baugruppen werden in den folgenden Abschnitten im einzelnen besprochen.

#### **1. Gesteine und Bau der Südrandzone der Seckauer Masse**

Nördlich des Tertiärbeckens von Seckau treten an dem heute sichtbaren Kristallinrand vorwiegend biotitreiche Paragesteine hervor. Es sind Biotitschiefer bis quarzitisches biotitreiche Schiefer, die örtlich durch reichliche Plagioklasführung (10—30 % an) zu feinkörnigen grauen Paragneisen übergehen.

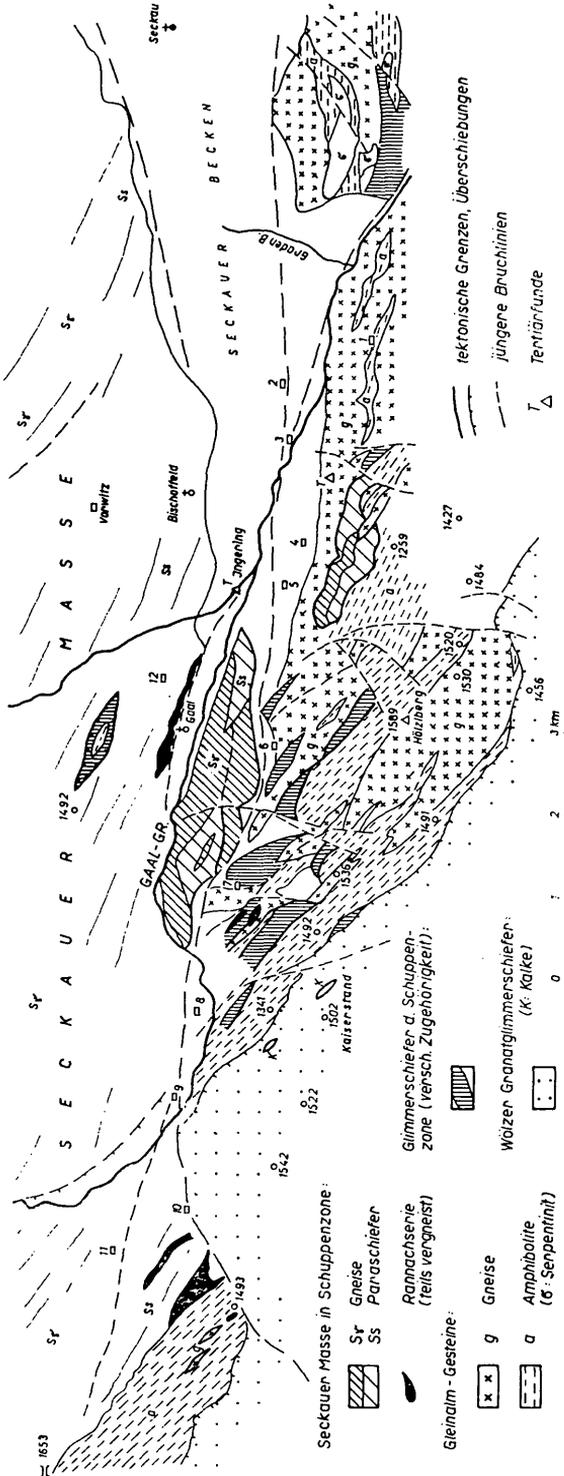
Im Profil des unteren Ingeringgrabens, wo diese Gesteine steil gegen NNE einfallen, liegen in dieser Gesteinsgesellschaft oft mächtige Züge mit einer in sie liegenden sauren Quarz-Plagioklas (0—15 % an)-Durchtränkung. Diese nimmt örtlich durch Neuwachstum großer Biotite und Aufarbeitung des älteren Paragesteins den Charakter einer Vergneisung an, die mit dem Wachstum großer Kalinatronfeldspäte und einer allgemeinen Kornvergrößerung zum Habitus von Orthogneisen führen kann. Dementsprechend sind in vielen Fällen die Grenzen der Paraschiefer zu sauren Gneisgraniten mit Orthohabitus durch breite Übergangszonen gegeben. Meist sind die Grenzen nur dort wirklich scharf, wo sie durch postkristalline Tektonik erzeugt wurden.

Solche Übergangszonen sind in den ganzen Seckauer Tauern weit verbreitet und lassen sich in den die Südrandzone durchschneidenden Gräben gut beobachten.

Je weiter man vom Süden in das Innere der Seckauer Masse vordringt, desto flacher wird das in der südlichen Randzone stets steile NNE-Fallen der Gesteine. Im westlichen Anteil der hier zu besprechenden Zone (Rosenkogel-Gebiet) schwenkt das Streichen auf NW und das Fallen ist hier steil NE.

Die Steilstellung der Südrandzone ist das Ergebnis postkristalliner Tektonik, die mit einer Aufschering und Faltung nach einer horizontalen oder nur bis 10° gegen WNW geeigneten Achse verbunden ist. Dazu kommen in der Südrandzone noch örtlich gut erkennbare Längsbrüche, die im Zusammenhang mit der jungtertiären Bruchzerlegung die jeweils südlicher liegenden Schollen abgesenkt haben.

Das Kartenbild zeigt deutlich, daß die vom NW herziehenden Züge der Seckauer Masse an der E—W streichenden Südrandzone diskordant abgeschnitten werden. Sehr klar ist dies in dem hier abzuhandelnden Bereich am Verlauf der großen Gneismasse zu sehen, welche den inneren Ingeringgraben vom großen Ringkogel her kommend gegen ESE bzw. SE überquert. Sie baut östlich



**Abb. 1: Gaaler Schuppenzone**

|                |               |
|----------------|---------------|
| 1 Moarhütten   | 9 Lasser      |
| 2 W. H. Braun  | 10 Gruber     |
| 3 Zeilinger    | 11 Lanz       |
| 4 Pacher       | 12 Veitl-Hube |
| 5 Puster       |               |
| 6 Hörken       |               |
| 7 Eisenbacher  |               |
| 8 Unter Wieser |               |

der Ingering noch in erheblicher Mächtigkeit den Pabstriegel auf, kommt aber gegen SE nur mehr in einzelnen Zügen und Lamellen, die zwischen Paragesteinen eingeschaltet sind, an den Südrand nördlich Dürrberg. Während die Gneise noch auf dem Pabstriegel sehr flach liegen, versteilt sich die Lagerung schon im Zinkengraben beträchtlich und bleibt so bis an ihr Ende im SE. Weiter im Nordosten von Seckau wird sie von der nächsten hangenden Gneismasse (Sautrattenzug) abgelöst. Dieser Gneiszug, ebenfalls eingehüllt in biotitreiche Paraschiefer und -Gneise, erreicht den Südrand weiter östlich, ebenfalls in steiler Lagerung und stark postkristallin zerbrochen.

Wir können daraus zweierlei ersehen: Die großen Orthogneiskörper in ihrer vielfältigen petrographischen Entwicklung sind in ihrer Mächtigkeit unregelmäßig und in ihrem Streichen schon primär begrenzt. Sie spitzen in den sie umgebenden Paraschiefern aus.

An der durch Randbrüche mit Gesteinszerbrechung markierten Nordbegrenzung des Seckauer Tertiärbeckens werden die Seckauer Gneismassen spitzwinkelig diskordant abgeschnitten. Entsprechend den zahlreichen, nunmehr bekanntgewordenen Vorkommen von Rannachserie im Körper der Seckauer Masse (einschließlich der Bösensteingruppe) konnten auch mehrere Vorkommen innerhalb der Gaaler Schuppenzone gefunden werden.<sup>\*)</sup> Sie reihen sich, etwa nördlich des Ortes Gaal beginnend, gegen Westen in mehreren schmalen Linsenzügen aneinander. Das westlichste bisher bekannte Vorkommen liegt in der Südostrbasis des Rosenkogels, schon westlich des Gaalgrabens<sup>1)</sup> (siehe Fig. 1).

Letzteres Vorkommen ist wegen seines typischen Gesteinsbestandes von besonderer Bedeutung; neben metamorphem Rannachkonglomerat treten die charakteristischen hell weißlichen bis stahlgrauen Serizitquarzitische Schiefer mit limonitischen Knöpfchen und, wenigstens als Rollstück nachgewiesen, auch karbonatführende Serizitquarzite auf. Seiner Zusammensetzung nach läßt sich dieses Vorkommen vorbehaltlos der Entwicklung der Rannachserie im Liesingtal oder an der Nord- und Westseite der Bösensteingruppe anschließen.

In stärker metamorpher, weil vergneister Ausbildung findet sich Rannachserie auch nördlich des Pfarrdorfes Gaal. Es handelt sich hier um einige aneinander gereihte Schuppen von glimmerarmen, sehr quarzreichen Serizitgneisen. Diese zeigen ein serizit-quarzitisches Grundgewebe, die Feldspäte sehen stets etwas rostig aus und Biotit tritt selten, immer aber nur in kleinen und wenigen Individuen auf. Es ist dies der Typus jener im nördlichen und zentralen Teil (Hochreichart — Seckauer Zinken) häufig auftretenden Gneise, deren primäre Verbindung mit der Rannachserie des Liesingtales vielfach beobachtet werden kann. Weitere Vorkommen liegen im Großen Griesstein und im Freudental östlich des Seckauer Zinken.

Wie vielerorts in den Seckauer Tauern sind auch hier bei Gaal die Vorkommen tektonisch mit sonstigen Gesteinen der Seckauermasse verschuppt. So liegt im Osten das nächste Vorkommen von Rannachserie nördlich von Seckau, im Kamm des Aiblkogels im tektonischen Grenzbereich zwischen der Bewegungs-

<sup>\*)</sup> Nach Abschluß des Manuskriptes erschien für den Atlas der Steiermark eine „Tektonische Karte der Steiermark“ von P. BECK-MANNAGETTA. Die darin gegebene Altersdeutung der Rannachserie als Unterkarbon muß zurückgewiesen werden. Der Gesteinsbestand der Rannachserie (METZ 1953) entspricht fast in den gesamten Ostalpen dem zentral-alpinen Permo-Skyth, ist dem Karbon jedoch völlig fremd.

<sup>1)</sup> Einige von HAUSWIRTH 1951 im gleichen Grenzbereich angegebene kleine Linsen serizitquarzitischer Gesteine NNE von Möderbrugg erscheinen hinsichtlich ihrer Zugehörigkeit zur Rannachserie fraglich. Sie wurden daher in der geolog. Karte 1 : 50.000 (Metz 1967) nicht aufgenommen.

einheit des Pabstriegelgneisuzuges und dem nördlichen Zug der Sautratten. Auch hier treten neben Serizitquarzitschiefern die zuvor genannten Serizitgneise auf (siehe Profil).

## 2. Die Gruppe der Amphibolite, Gneise und Glimmerschiefer im Flatschacher-Tremmelbergzug

Im Bereich von Seckau liegt südlich der Seckauer Masse der kristalline Zug des Tremmelberges. Beide kristalline Einheiten sind hier durch das Tertiärbecken voneinander getrennt. Das eigentliche tektonische Verhältnis beider Einheiten zeigt sich erst westlich davon, im Bereich der Gaaler Schuppenzone, die zwischen beiden liegt. Südlich der Schuppenzone liegt der Flatschacher Höhenzug, der zu einem Teil eine direkte Fortsetzung der Gesteinszüge des Tremmelberges darstellt, zum anderen aber auch aus Glimmerschiefern des Wölzer Typus aufgebaut ist.

Die wesentlichen Bauglieder im Tremmelberg sind Amphibolite und zum Teil mächtige Züge von Gneisen. Hier ist mit den Amphiboliten eine große Doppel-Linse von Serpentin verbunden, die 1943 von HAUSER beschrieben wurde.

Die Gesteinsfolge ist sehr mächtig und führt noch bei Sachendorf nördlich von Knittelfeld mächtige, aber stark postkristallin zerbrochene Orthogneise, die sich gegen West in den Körper des Flatschacherzuges fortsetzen.

Neben den genannten Gesteinen liegen im gesamten Bereich auch feinkörnige Glimmerschiefer mit Biotit und Muskowit, sowie feinkörnige Paragneise und Glimmerquarzite.

Die Amphibolite sind typisch mesozonal, oft als Granatamphibolit entwickelt, die vielfach die von STINI 1917 beschriebenen Höfe des „Rittingertypus“ um die Granat-Porphyroblasten zeigen.<sup>2)</sup>

In den meisten Fällen sind die Amphibolite durch helle Lagen in s (lit par lit) ausgezeichnet, wodurch sie sich schon im großen Überblicksbild des kartierten Geländes von den ähnlichen Gesteinen im Bereich der Wölzer Glimmerschiefer unterscheiden.

Im Rahmen dieser Amphibolite liegt auch der erwähnte Serpentin am Westende des Tremmelberges mit reichlichen Vertalkungszonen, Karbonatbildungen und feinnadeligen Hornblendefelsen. In der westlichen Fortsetzung konnte im Nordgehänge des Hölzlberges wohl Hornblendefels und Talk, aber kein Serpentin gefunden werden. Das Vorkommen wurde als Güterweg-Aufschluß im westlichen Quellast des Grabens aufgefunden, der südlich Zeilinger (Nr. 3 in Fig. 1) ausmündet. Hier sind die Amphibolite lokal biotitisiert, mit Epidotbildung  $\pm$  Magnetkies. NW-streichende Mylonitzonen zerschneiden die Gesteinsfolge.

Mit den Orthogneisen sind die Amphibolite engstens verbunden. Es finden sich alle Übergänge von reinen Amphiboliten über reichlich „injizierte“ Typen zu hornblendereichen Gneisen bis zu reinen sauren Orthogneisen mit reichlich Mikroklin. Diese schon SCHWINNER 1923:38 (Fußnote) aufgefallene aber nicht gedeutete enge Verbindung beider Gesteinsgruppen kann auf Güterwegen nunmehr ausgezeichnet studiert werden. Es finden sich graue grob- bis feinkörnige Orthogneise, Augengneise, gelegentlich Flasergneise. Typisch ist ihre häufige Hornblendeführung, die lückenlose Übergangsreihen von den Amphiboliten her erkennen läßt. Auffallend sind Feinkornigneise mit sauren Lagen im Millimeter-Rhythmus, die zu feingestreiften Typen führen, ferner Gneise mit cm-Lagen von reichlich Turmalin, Glimmer und schriftgranitischen Verwachsungen.

<sup>2)</sup> Z. B. Vorkommen im Graben südlich Pacher (Nr. 4 in Fig. 1).

(Z. B. im westlichen Zug des von Pacher (Nr. 4 d. Fig. 1) gegen Süd hinaufführenden Güterweges.

Diese Gesteinsfamilie ist der ganzen Seckauer Masse völlig fremd. Schon makroskopisch unterscheiden sich viele der hier auftretenden Typen der Gneise mit ihrem Muskowitreichum und in der Entwicklung ihrer Lagentextur von den Seckauergneisen. Mikroskopisch unterscheiden sich die reinen Gneistypen dieser Züge vor allem in der Ausbildung der Feldspäte. An Stelle der intensiven, reichlich serizitführenden Füllung der Plagioklase im Seckauerbestand finden sich hier schwach oder nicht gefüllte Plagioklase (30—15 % an) mit größeren Einschlüssen. Die Mikrokline sind hier klar oder scharf gegittert, gegenüber den Seckauergneisen treten hier Schachbrett-Albit und Myrmekit nur als Seltenheit auf. Die in den Seckauergneisen immer wieder sichtbaren klaren Albit-Randsäume der Mikrokline gegen Plagioklas konnten hier nie beobachtet werden.

Nur in einzelnen, dem Seckauer Rand besonders nahen Gneiszügen wird die Zuteilung oft sehr schwierig, was auf einen Einfluß der Seckauer Kristallisation zurückgeführt wird. Ein solcher Einfluß konnte von HAUSWIRTH 1951 auch in dem Amphibolitzug festgestellt werden, der im Südteil des Rosenkogels unmittelbar an die Seckauer Gneise grenzt. Dabei entstanden in den Amphiboliten des Flatschacherzuges völlig gleichenden Gesteinen Plagioklase des Seckauertypes in Form großer Blasten.

Im Verbands der Gneise und Amphibolite treten im Flatschacherzug und östlich davon auch oft Glimmerschiefer auf, die recht verschiedene Typen zeigen. Neben Hellglimmerschiefern finden sich auch ziemlich feinschuppige Biotitschiefer und Glimmerquarzite. Sie alle stehen mit den Amphiboliten unter Bildung von Garbenschiefern mit oft sehr groben Hornblendekristallen in enger Verbindung.

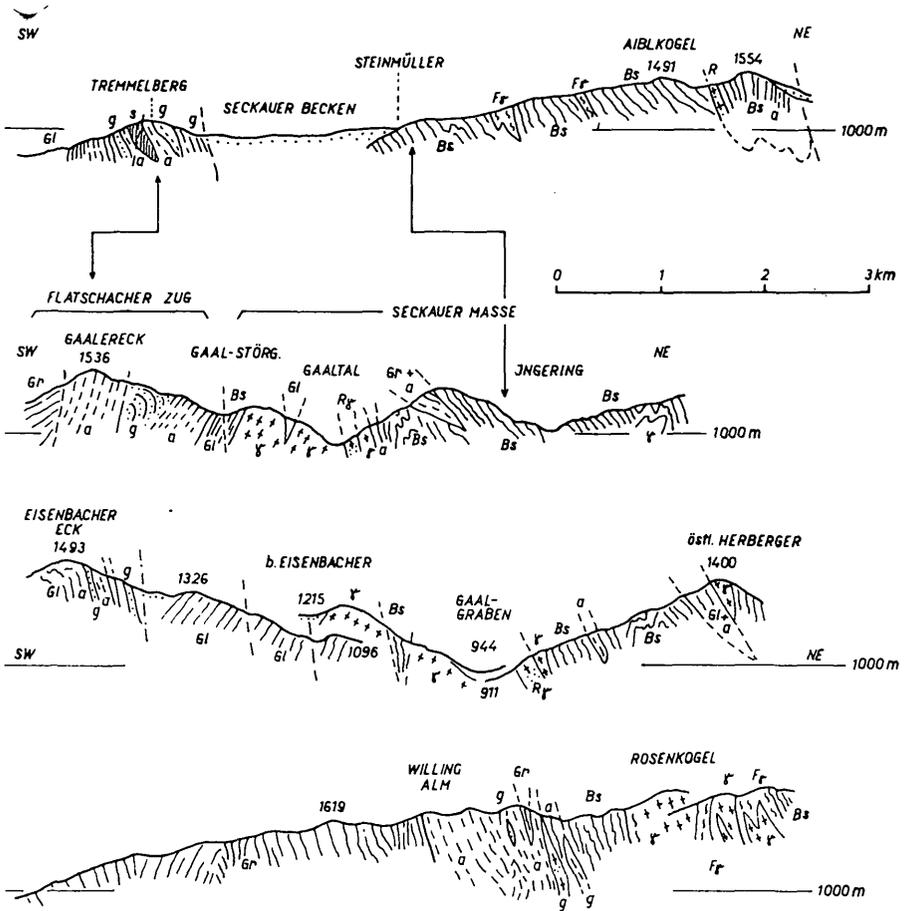
Alle Typen führen oft feine saure Lagen und sind oft mit dünnen Gneislammellen eng verknüpft. (Feinkörnige Granatgneise, quarzitisches Feinkornigneise  $\pm$  Hornblende.)

Die Zuteilung der niemals mächtigen Schieferlagen wird oft schwierig, da sie oft an tektonischen Bewegungszonen phyllonitisiert und diaphthoritisch sind (Chloritflecken).

Im Westteil des Flatschacherzuges (SW von Eisenbacher, Nr. 7 d. Fig. 1) können sie auch mit den dort auftretenden Serizitschiefern der Rannachserie verwechselt werden, wenn nicht die Begleitung typischer Gesteine (z. B. Rannachkonglomerat) eine Zuteilung ermöglicht.

Granatführende Glimmerschiefer lassen sich von angrenzenden Wölzer Glimmerschiefern durch ihre sauren Lagen und die häufig auftretenden dünnen Gneislammellen unterscheiden. Reine Hellglimmerschiefer kommen in den südlich angrenzenden Wölzer Typen nicht vor. Von diesen unterscheidend sind auch die häufigen Einschaltungen dünner Amphibolit- und Garbenschieferlagen.

Gegenüber den Seckauer Gesteinen liegen die Unterschiede dieser dem Gleinalm-System zugeählten Gesamtgruppe nicht allein in der Gesteinsgesellschaft und im Habitus der Gesteine begründet, sondern sie lassen sich auch tektonisch erfassen. Besonders die Amphibolite zeigen oft eine sehr starke Internfaltung, deren Achsen, wie in sehr zahlreichen Messungen festgelegt werden konnte, mit 30—50° gegen NW und W einfallen. Ähnliches fehlt in den Seckauer Tauern völlig, wo eine große Einförmigkeit sehr flachliegender tektonischer Achsen herrscht. Diese verhältnismäßig steilen Achsen sind nach den bisherigen Untersuchungen im wesentlichen parakristallin, nie aber postkristallin. Sie entsprechen internen Faltungen im dm-Bereich. Postkristalline Achsen sind flacher,



Seckauer-Masse:

Gesteine d. Flatschacher Zuges:

- Bs Biotitschiefer, Schiefergneis
- F<sub>r</sub> Flasergneis
- R<sub>r</sub> quarzit. grauer Gneis
- γ Granitgneis
- R Rannachserie

- g Gneis
- a Amphibolit
- s Serpentinit
- Gl Glimmerschiefer in Schuppenzone
- Gr Wölzer Glimmerschiefer

Abb. 2: Profile durch die Gaaler Schuppenzone.

0—20 ° gegen WNW geneigt und erfassen größere Bereiche (m- bis Aufschlußdimension).

Im Flatschacherzug wurden die Gesteinszüge durch zahlreiche NW bis NNW streichende Bruchstörungen zerlegt. Diese sind die Ursache starker Schwankungen des Streichens und einer beachtlichen Streuung dieser tektonischen Achsen. Gegen Osten setzen sich die Züge der Gneise, Amphibolite und Glimmerschiefer in das Massiv des Tremmelberges fort (METZ 1965:232). Der klare Zusammenhang wird auch durch die über WH. Braun nach SE streichende Bruchzone nicht wesentlich gestört. Die Gesteine ziehen in einem sanften, nach Süd konvexen Bogen ostwärts in das Gleinalm-System bei Kraubath hinein.

### 3. Die Gruppe der Wölzer Glimmerschiefer

In geschlossener Masse baut die Gruppe der Wölzer Glimmerschiefer mit Begleitgesteinen das Gebiet südlich der Amphibolit-Gneisgruppe auf. Die Hauptentwicklung liegt in den Südabfällen des Flatschacherzuges und im Kammgebiet westlich des Gaalereck.

Es handelt sich vornehmlich um graue, fein-mittelkörnige Glimmerschiefer mit und ohne Granat. Örtlich sind sie quarzitisch. Wo die Aufschlüsse genügend Einblick bieten, zeigen sie sich oft sehr stark verfaultet.

Im westlichen Kammgebiet des Flatschacherzuges liegen in den grauen Gesteinen eingefaltet schwarze Glimmerschiefer und schwarze quarzitische Lagen, mit denen örtlich auch Amphibolitbänder verbunden sind. Erst weiter südlich, und nicht mehr in Verbindung mit der Gaaler Schuppenzone, liegen in ihnen Züge von Marmor, Pegmatit und oft Granat führendem Amphibolit. Wie schon 1963 ausgeführt wurde, handelt es sich um Züge, die aus dem Raum Oberzeiring-Bretstein, die Pölsstörungen querend, herüberziehen.

Die Zugehörigkeit dieser Gesteinsgesellschaft zum Komplex der Wölzer Tauern ist zweifellos. Zumindest für die marmorreiche Gruppe ließe sich jedoch auch die Verbindung und Parallele zur marmorreichen oberen Gleinalmhülle herstellen.

Die Nordgrenze der Glimmerschiefer ist überall als tektonische Grenze erkennbar, an der Unterschiede in der Lagerung zwischen der nördlichen und der südlichen Gesteinsgruppe festzustellen sind.

So ist im westlichen Flatschacherzug (Kaiserstand, P 1502 und westlich) die NW streichende Grenze zu den reichlich geschuppten Gesteinen des Gaalereck (P 1536) eindeutig tektonisch, was sich in einer Diskordanz des Streichens lokal erweisen läßt. Südlich von P 1341 ist die Grenze auch morphologisch durch eine Einsattelung markiert, wobei die Grenze selbst eine steile Fläche darstellt.

Ähnliche Beobachtungen konnten auch weiter im SE gemacht werden. Die Grenze zu den Amphiboliten und Gneisen ist sehr scharf, steil gegen S oder senkrecht einfallend. Örtlich weicht die Grenzfläche vom Normalstreich der Wölzer Glimmerschiefer spitzwinkelig ab. In den weiter südlichen Hängen wird das Einfallen flacher und der steil gepreßte Schuppenbau macht hier einem großzügigen Faltenbau Platz (SCHWINNER 1923, HASLER 1966).

Als Besonderheit von Gesteinen im Rahmen der Wölzer Glimmerschiefer müssen zwei kleine Kalvorkommen angeführt werden, die im Kammgebiet des Kaiserstandes, P 1502 (westlicher Flatschacherzug) gefunden wurden.

Das eine Vorkommen liegt nordöstlich der Almhütte (b. P 1341):

Man kommt von hier über einen großen Quelltrichter des nächst-westlichen Grabens zu einer gegen N vorspringenden Felsrippe (Glimmerschiefer), auf der eine kleine Hütte steht. Auf einem den Quelltrichter querenden Viehpfad finden

sich nun große Blöcke eines dunkelblauen bänderigen Kalkes, der feinkristallin ist. Dabei wurden Stückchen dunkler und sehr heller Serizitschiefer gefunden. Das Anstehende konnte infolge der starken Schuttüberrollung nicht gefunden werden, doch kommt hier ein längerer Transport der eckigen Trümmer nicht in Frage. Das Vorkommen liegt innerhalb der Glimmerschiefer, die hier nach einer flach NW geneigten Achse verfaltet sind.

Das zweite ungefähr in der streichenden Fortsetzung liegende Vorkommen liegt auf dem Kamm des Kaiserstandes, östlich von P 1502 im Wald. Auch hier sind es dunkelblaue bis fast schwarze feinkörnige Kalke, bänderig, gelegentlich schön plattig. Sie sind mit kohlenstoffreichen oder dunkelgrauen Serizitschiefern von phyllitischem Habitus verbunden (Reste eines alten Kalkofens). Die Gesteine streichen NW. Eine direkte Verbindung mit dem erstgenannten Vorkommen konnte nicht nachgewiesen werden.

Innerhalb der Wölzer Glimmerschiefer müssen diese minder metamorphen und habituell so abweichenden Gesteine als Fremdlinge bezeichnet werden. Eine verbindliche stratigraphische oder serienmäßige Zuteilung ist zunächst nicht möglich, jedoch kann auf folgende Parallelen hingewiesen werden:

Im Raume SW und S von Oppenberg b. Rottenmann liegen südlich einer auffallend der Gaaler-Schuppenzone gleichenden Grenzzone im Südrahmen des Bösenstein-Kristallins ebenfalls Kalk-Dolomitschollen innerhalb der Wölzer Glimmerschiefer („Mölbeggschuppen“, GAMERITH 1964:88-90). Sie können in ihren dunklen Kalkanteilen direkt mit den Kalken des Kaiserstandes verglichen werden. Die tektonische Position beider Vorkommen im nördlichen Rand der Wölzer Glimmerschiefer läßt sich überdies direkt mit der der Gumpeneck-Marmore vergleichen (MERZ 1964:160, 1965:234, 1969 im Druck).

Hinsichtlich seiner dunklen plattigen Kalkanteile kann zum Vergleich auch das am Südkamm des Steinwendkogels liegende Vorkommen herangezogen werden (MERZ 1963 und Geol. Karte, 1967).

## **Der tektonische Bau der Schuppenzone**

Während die Gesteinszüge der Schuppenzone ein sehr steiles bis senkrecht einfallen zeigen, sinken die Gneise und Schiefer der Seckauer Masse — bis auf den Südrand selbst — flacher gegen Norden ein. Die Wölzer Glimmerschiefer im Süden der Schuppenzone fallen bei mehrfacher Großfaltung generell mittelsteil südwärts. Eine Ausnahme bildet nur die tektonische Grenzfläche gegen die Schuppenzone.

Innerhalb der Schuppenzone sind die beteiligten Gesteinszüge stark in Linsen aufgelöst, was in der geologischen Karte dort klar zum Ausdruck gebracht werden konnte, wo genügend Aufschlüsse vorhanden waren. Heute enthüllen auch zahlreiche neue Güterwege den Linsenbau der sonst kompakt erscheinenden Amphibolit- und Gneiszüge. Dies kann an postkristallinen Bewegungsbahnen, sowie auch an der Einschaltung phyllonitischer Schiefer u. dgl. erkannt werden.

1. Im östlichen Teil des Flatschacherzuges bauen vor allem Gneise der Gleinalm-Gruppe in bunter Verschiedenheit mit WNW Streichen die Nordgehänge auf. In ihnen sind mehr oder minder mächtige Amphibolite mit quarzitischen Zwischenlagen und Bändern von Glimmerschiefern eingebaut. Alle diese Gesteine sind aplitisch durchtränkt und alle erreichten gemeinsam ihren heutigen Zustand der Metamorphose. Bei Moarhütten (Nr. 1 in Fig. 1) und südlich WH. Braun (Nr. 2) finden sich neben fein- und grobkörnigen gebänderten

Amphiboliten ( $\pm$  Granat) auch alle Übergänge zu Gneisen. Das Fallen ist stets steil nach Süden gerichtet.

Im Grabengebiet südlich Zeilinger (Nr. 3) liegt die gleiche Gesteinsgesellschaft in gleicher Lagerung, doch zieht hier bei 1180—1200 m SH eine Bewegungsfläche in NW-Richtung durch. In den darüber liegenden Gehängen folgen mächtige Bänder-Amphibolite, die nun NW streichen und bei starker interner Verfaltung ( $B = 30\text{—}50^\circ$  nach NW bis WNW) flacheres, etwa  $50^\circ$  SW-Fallen zeigen. Die Gesteinsfolge ist hier stark durch Brüche zerschnitten, was sich auch in der Morphologie dieser Gehänge zeigt.

2. Der gegen Westen folgende Teil der Schuppenzone umfaßt den ganzen mittleren Anteil des Flatschacherzuges, setzt sich aber auch nördlich des Gaalgrabens in die südliche Randzone der Seckauer Masse hinein fort. Der Nordhang des Flatschacherzuges ist hier durch eine der Linie Hörken (Nr. 6) — Eisenbacher (Nr. 7) folgende Reihe von Ebenheiten annähernd parallel zum Gaalgraben zerschnitten (J. STINI, 1922:195). Zwischen dieser Linie und dem Gaalgraben erhebt sich der Rücken der Dorfkoppen, der einen durch Brüche von der Hauptmasse abgetrennten Anteil der Seckauermasse darstellt. Hier liegen Gneisgranite, grobe Flasergneise, Augengneise des Seckauertypus mit Linsen biotitreicher Paraschiefer und Paragneise. Längsbrüche zerlegen die sehr steil Nord oder Süd fallenden Gesteinszüge und erzeugen besonders im südlichen Teil langgestreckte Zerbrechungs- und Mylonitisierungszonen der Gneise (z. B. nördlich Hörken Nr. 6). Im Profil bei Eisenbacher (Nr. 7) konnten wild verfaltete Biotitschiefer und Paragneise, völlig zerbrochene Gneislamellen in mehrfacher Folge, getrennt durch senkrechte Brüche beobachtet werden.

Die sehr aufschlußarme Ebenheit selbst entspricht der tektonischen Grenze gegen die südlich folgenden Gesteine des Gleinalmsystems und dürfte infolge der enormen Gesteinszerbrechung schon früh ausgeräumt worden sein. Aus der Lagerung des Jungtertiärs von Ingering (GRÄF & METZ 1969) ergibt sich die Vermutung, daß seine Fortsetzung nach Westen einst über diese Furche lief, während der heute nördlich davon liegende Gaal-Lauf ein junges Durchbruchstal darstellt.

Gesteinsaufschlüsse konnten im Bereiche der Ebenheit selbst nur auf der Ostseite des flachen Sattels zwischen Hörken und Eisenbacher gefunden werden. Es sind stark zerbrochene Paragneise mit aplitischer Durchaderung und mit Linsen grobkörniger Biotitgranitgneise. Auch feinstkörnige, tafelig brechende Biotitschiefer, WNW streichend,  $60^\circ$  Nord fallend waren zeitweilig aufgeschlossen. Nach einer aufschlußlosen Unterbrechung kommen südwärts bereits Gneise des Gleinalmtypus herab.

Südlich der Ebenheiten zeigen die Profile des Flatschacherzuges im großen eine gewisse Regelmäßigkeit. Es liegen zuerst Gneise in bunter Folge gemischt mit verschiedenartigen Paraschiefern und Bändern von Amphiboliten und Hornblende-Garbenschiefern. Erst südlich folgt in größerer Höhe der schon erwähnte mächtige Zug von Amphiboliten mit quarzitischen Einschaltungen und örtlicher Vergneisung.

Der von Pacher (Nr. 4) südwärts hinaufführende Graben ist im Maßstabsblatt 1 : 25.000 völlig falsch gezeichnet, so daß die morphologische Vielfalt der steilen Seitengraben nicht zum Ausdruck kommt.

Im untersten Grabenabschnitt sind die Gneise stark mylonitisiert. Sie wurden östlich davon (bei Holzkönig) auch als Wegschotter abgebaut. Sie trugen auch die ehemalige Tertiärauflage (METZ 1962). Die zahlreichen, höher oben liegenden Gneistypen wurden schon erwähnt (pag. 61, 62).

Die Zuteilung der zahlreichen Zwischenlagen der Paraschiefer zu einer der tektonischen Gruppen ist hier, wie in den westwärts folgenden Gräben schwierig und bleibt oft unsicher, wenn die Gesteine tektonisch stark beansprucht wurden.

Im Gehänge ober Pacher und Puster (Nr. 4, 5) liegt eine langgestreckte Einschaltung biotitreicher Paraschiefer mit Gneislinsen, die aus petrographischen Gründen der Seckauer Masse zugeteilt wurden. Die Einschaltung kann als Fortsetzung der Seckauer Gesteine der Dorfkoppen gedeutet werden, die heute durch Brüche von diesen getrennt ist. Wie die Karte zeigt, liegt sie hier als tektonischer Einschub in Angehörigen des Gleinalmsystems.

In den höheren Gehängen liegt auch hier der mächtige Zug hell gebänderter Amphibolite, wobei, wie auch ober Puster (Nr. 5), eine Zunahme des sauren Materials gegen Süden festzustellen ist. Die Gesteine sind nach 35—50° nach WNW fallenden Achsen stark verfaultet. Das generelle Einfallen der Gesteine ist in den tieferen Hanglagen sehr steil, in Kammnähe flacher nach Süd gerichtet.

SW von Puster wird der ganze Zug durch ein ausgedehntes Querstörungssystem zerrissen, setzt sich aber jenseits davon über den Hölzlberg weiter fort.

Zwischen Puster und Hörken (Nr. 5, 6) zeigen die tiefsten Hangteile zunächst wieder biotitreiche Schiefer, Paragneise, sowie örtlich stark phyllonitische und chloritisierte Gesteine, deren Zuteilung unsicher bleibt. Nur dort, wo Aufschlüsse mit Granatglimmerschiefern, Hellglimmerschiefern, Carbenschiefern vorliegen, ist die Zuteilung zur Gleinalmgruppe eindeutig. Immer wieder erkennt man in diesen auch die mittelsteil in den NW-Sektor fallenden Faltungsachsen. Nach Ausweis der neuen Güterwegaufschlüsse ist es wahrscheinlich, daß die zwischen den Gneisen und Amphiboliten des Hölzlberges eingeschalteten Schiefer nur zum Teil der Seckauer Gruppe zugehören. Ihre heutige Position ist zweifellos tektonisch. Dies geht aus ihrer starken Zerbrechung und Verschleifung hervor, zeigt sich aber auch daran, daß die hangend folgenden Amphibolite zunächst sehr steil stehen und erst im oberen Gehänge auf etwa 50° Südfallen kommen.

Analog der Zunahme sauren Materials gegen Süden nimmt auch die Zahl und Mächtigkeit lentikulärer Gneiskörper innerhalb der Bänderamphibolite auf den Kammhöhen des Hölzlberg-Gaalereck (P 1536) bedeutend zu. Hier läßt sich auch die primäre Verbindung der Amphibolitzüge mit Granitgneisen, Flaser- und Augengneisen und die Bildung von Übergängen über Hornblende führende Gneise gut erkennen.

Westlich von Hörken wird das gesamte Profil durch ein in N—S liegendes Störungssystem abgeschnitten. Doch läßt sich die Fortsetzung der Gneise und Amphibolite gegen NW gut erfassen. Es zeigt sich dabei, daß die noch im Gaalereck starken Gneiskörper gegen NW ausdünnen. Sie sind noch südlich P 1493 (Eisenbacher Eck) als rasch auskeilende Gneislinsen verschiedener Ausbildung innerhalb der Amphibolite zu sehen.

Westlich der vom Norden in den Gipfelkörper des Gaalereck (P 1536) hineinstreichenden Störung herrscht ausgeprägtes NW- bis NNW-Streichen der Gesteinszüge, wobei allerdings auch junge Brüche in NW- und Nordrichtung eine Rolle spielen. Sie zerstückeln die Profile und bewirken, daß hier große Gehängeflächen ohne meßbare Aufschlüsse sind.

Zunächst liegen im Gehänge südlich und südwestlich von Eisenbacher (Nr. 7) ziemlich mächtig werdende Glimmerschiefer: Granatglimmerschiefer mit Chloritflecken oder Hornblendegarben, Hellglimmerschiefer, quarzitisches Gesteine mit oder ohne Granat und Magnetit. Zwischengeschaltet finden sich dünne La-

mellen flaseriger Gneise. Diese Gesteinsgruppe unterscheidet sich stark von der auf der Ostseite der Bruchzone auftretenden biotitreichen Schiefer.

Die Glimmerschiefer streichen NW bis NNW bei meist steilem SW-Fallen. Gegen SE lassen sie sich hoch bis auf den Nordkamm des Gaalereck verfolgen. Über ihnen folgen teils Gneise, teils Amphibolite mit steilem SW-Fallen. Die Achsen der internen Kleinfaltung erweisen sich stark gestreut, z. B. fallen Lineare der Gneise  $75^\circ$  nach NW.

Westlich Eisenbacher sind die Glimmerschiefer durch eine N—S-Störung gegen eine Scholle Hornblende führender Gneise abgetrennt.

Die westlich anschließenden Profile zeigen nun auf engstem Raum eine starke Verschuppung, wobei Bewegungsbahnen mit NW-Streichen eine große Rolle spielen.

Ein Profil von Unter Wieser (Nr. 8) südwärts zu P 1341 zeigt im Hangfuß stark phyllonitische und diaphthoritische Glimmerschiefer, quarzreiche Serizitschiefer zusammen mit Einschaltungen von Amphibolitbändern sowie Biotit- und Hornblendegneisen. Südlich folgt nun mit Schiefer- und Gneiseinschaltungen der vom Gaalereck herunterstreichende Zug der Bänderamphibolite, auf welchem auch die Almhütte von P 1341 steht. Während auf der Kammhöhe des Gaalereck diese Amphibolite mit  $50\text{—}55^\circ$  SW fallen, richten sie sich hier steiler auf, stehen bei P 1341 senkrecht.

Die sehr steil stehende, NW streichende tektonische Grenze gegen die südlich folgenden Granatglimmerschiefer der Wölzerguppe ist hier durch eine Einsattelung gekennzeichnet.

Weiter östlich liegende Profile lassen sich mit dem hier beschriebenen nicht voll in Übereinstimmung bringen, da die Gesteinsfolge im einzelnen rasch wechselt. Vor allem finden sich in den Hängen südöstlich Unter Wieser (Nr. 8) neben biotitreichen Schiefen und Paragneisen, die am ehesten der Seckauer Gesteinsgesellschaft entsprechen, auch helle Serizitquarzite und Serizitschiefer. Soweit die mangelhaften Aufschlüsse erkennen lassen, sind mit diesen auch geringmetamorphe Schiefer mit Serizit und Chlorit verbunden. Für eine Deutung dieser Schiefer als Diaphthorite liegt kein Anhaltspunkt vor, sie sind jedoch mit Bänder-Amphiboliten und Gneislamellen postkristallin verschuppt.

Infolge des Auftretens einiger typischer Gesteine der Rannachserie (z. B. Quarz-Serizitschiefer mit Limonitknötchen) kommen wir zum Schluß, daß hier eine intensive tektonische Vermengung von Angehörigen der oberen Anteile der Seckauerer Masse mit Gesteinen des Gleinalmsystems vorliegt.

Im Kambereich des Kaiserstandes (P 1502) kommt noch die Einbeziehung der bereits beschriebenen Bänderkalkschollen im tektonischen Randsaum der Wölzer Glimmerschiefer dazu.

Westlich der hier beschriebenen Profile kommen nun die Wölzer Glimmerschiefer südlich von Lasser (Nr. 9) und Gruber (Nr. 10) bis in das Gaaltal herab, wo sie gegen Norden durch eine hier verlaufende Störungsgruppe abgeschnitten werden. Diese Störungszone bedingt auch, daß die westliche Fortsetzung der Seckauer Randzone sowie die Amphibolite gegenüber dem Osten stark verschoben erscheinen.

Die Grenze der Wölzer Glimmerschiefer gegen die Schuppenzone verläuft im östlichen Teil WNW, schwenkt aber im westlichen Abschnitt stark nach NW. Überall ist es eine tektonische Bewegungsbahn, die den steilflächigen Schuppenbau gegen den flacher südwärts fallenden Faltenbau der Wölzer Glimmerschiefer abgrenzt.

3. Zum mittleren Abschnitt der Gaaler Schuppenzone gehört eine tektonische Einschaltung innerhalb der geschlossenen Seckauerzone. Sie liegt nördlich des Pfarrortes Gaal auf dem Kammgebiet zwischen Veitl (Nr. 12) und P 1492. Es handelt sich um Granatglimmerschiefer und Hornblendegesteine, die in einem schmalen Keil streichend zwischen typische Biotitschiefer mit sauren Lagen und Gneise der Seckauerzone eingeklemmt sind. (Es sind dies vor allem Biotitschiefer, Biotitquarzite und gelbliche feinkörnige Paragneise.) Das Streichen der gesamten Zone ist  $120^\circ$  bei generellem Einfallen von  $40^\circ$  nach Nord.

Die Glimmerschiefer erwecken zunächst den Eindruck von Wölzer Glimmerschiefern, als welche sie auch in der geologischen Karte (1 : 50.000) eingetragen sind. Für die Hornblendegesteine kann dies jedoch nach neueren Erkundungen nicht aufrecht erhalten werden. Es fanden sich nämlich typische Bänderamphibolite, sowie Amphibolite mit brauner, gelegentlich etwas biotitisierter Hornblende. Letztere sind sowohl den seltenen Hornblendegesteinen der Seckauer Tauern, wie auch den Wölzer Amphiboliten fremd, treten jedoch in den Gleinalm-Amphiboliten auf. Sie müssen demnach auf die Amphibolitzüge der Gleinalmgruppe der Gaaler Schuppenzone bezogen werden.

Da diese tektonische Einschuppung auf das Kammgebiet beschränkt bleibt, nicht aber in die tieferen Gehänge hinabreicht, muß sie als Rest einer einst über den Seckauer Gesteinen liegenden Decke von Gleinalmgesteinen gedeutet werden.

4. Der westliche Teil der Schuppenzone setzt bei Gruber und Lanz (Nr. 10, 11) ein und setzt sich gegen NW südlich unter dem Rosenkogel bis an das Bruchsystem der Pölslinie nördlich St. Oswald—Möderbrugg fort.

Auffallendstes Gestein ist der mächtige Amphibolitzug, während Gneise hier stark zurücktreten. Ein Schwarm solcher Gneislinsen liegt nordwestlich ober P 1493, doch treten zahlreiche schmale Gneiskörper auch weiter im Westen auf. So ist dies in der Überquerung des Wenischgrabens der Fall. Es handelt sich in den meisten Fällen um Biotit und Hornblende führende Gneise, die, wie auch im Flatschacherzug, in engstem Verbande mit den fast stets gebänderten Amphiboliten stehen.

HAUSWIRTH 1951, der das Querprofil über die Gigerhütte im oberen Wenischgraben beschrieb, erwähnt außer Gneisbändern auch Plagioklasaugen-Amphibolite, wobei die gefüllten, Oligo-Albite die Hornblenden umwachsen. Dies wird auf den Einfluß der Seckauer Kristallisation zurückgeführt.

Der gesamte westliche Amphibolitzug weist fast ausschließlich ziemlich steiles NE-Fallen auf. Dies ist an der Grenze gegen die geschlossene Seckauerzone, z. B. im Profil über das Sommerthörl (P 1653) der Fall, zeigt sich aber auch nordwestlich davon überall. Flacheres Nordfallen tritt überall erst weiter nördlich im Inneren der Seckauer Gneise ein. Das Kartenbild (1 : 50.000) zeigt weiterhin, daß die nördliche Amphibolitgrenze im Streichen auf verschiedene Glieder der Seckauer Gesteinswelt trifft, die spitzwinkelig an ihr abstoßen.

Der tektonische Charakter dieser Grenze wird hier im Westen aber auch durch die Existenz von eingeschuppter Rannachserie deutlich. Durch das Auftreten typischer Rannachkonglomerate in charakteristischer Gesteinsfolge sind die Vorkommen südlich Lanz (Nr. 11) gesichert. Sehr typische Profile liegen auch nördlich des Sattels P 1493.

Auch die Grenze der Amphibolite zu den südlich folgenden Wölzer Glimmerschiefern ist tektonisch. Neben lokal diskordanter Anlagerung der Glimmerschiefer an Amphibolite macht sich gelegentlich auch eine starke Phyllonitierung und Chloritbildung bemerkbar.

### 5. Bemerkungen zur Bruchtektonik:

Die Bruchzone, die das Seckauer Neogenbecken im Süden begrenzt, setzt sich über den Senkungstreifen Hörken-Eisenbacher (Nr. 6, 7) wenigstens bis Lasser (Nr. 9) fort. Eine auch morphologisch erkennbare, geologisch nachweisbare Fortsetzung streicht über Gruber (Nr. 10), den Sattel P 1493 nach SW. Morphologisch erschließbar wäre eine geradlinige über Lanz (Nr. 11) zum Sommerthörl (P 1653) verlaufende Störung.

Während diese, sowie auch die nördlichen Randbrüche des Seckauer Beckens jung sind und das Jungtertiär zum Teil noch mit betroffen haben, ist eine solche Feststellung für die N—S und NW verlaufenden Brüche im Flatschacherzug schwieriger zu treffen. Wenigstens teilweise gibt es Anhaltspunkte dafür, daß die N—S-Brüche steil gegen West einfallen und in die NW streichenden Bewegungszonen einmünden. Letztere sind oft deutlich s-parallele Gleitflächen, die offenbar am erstgenannten jungen Bruchsystem abgeschnitten werden, also älter als dieses sind. Sofern sie im achsialen Streichen des Gebirgsbaues liegen, muß, wie auch anderwärtig in den Niederen Tauern, in Erwägung gezogen werden, daß sie genetisch mit diesem selbst zusammenhängen. Ein posthumes Wiederaufleben scheint in manchen Fällen allerdings wahrscheinlich.

### Zusammenfassung und Folgerungen

Die Südrandzone des Seckauer Kristallins ist in ihren unverhüllten Anteilen als **t e k t o n i s c h e** Grenze erkennbar.

Im Bereiche der Gaaler Schuppenzone sind außer den Gesteinen der Seckauer Masse auch die Fortsetzung des Gleinalm-Kristallins und Wölzer Glimmerschiefer in die Schuppung einbezogen.

Weiter im Osten ist die Grenzzone weitgehend durch Neogen und Quartär verhüllt. Die Grenze streicht bei Kraubath—St. Stefan ob Leoben spitzwinkelig in das Murtal hinein.

Im Westen wird die Gaaler Schuppenzone durch das Bruchsystem der Pölslinie abgeschnitten, findet aber im oberen Pölsental (Perwurzpöls) mit eingeschuppten Rannachschiefern eine Fortsetzung, die schließlich südlich des Hochgrößen bei Oppenberg weiterstreicht. Bauglieder und tektonische Position zeigen völlige Übereinstimmung mit der Gaaler Schuppenzone: Amphibolite und Gneise des Gleinalmtypus, Serpentin des Hochgrößen und des obersten Strechengrabens, schließlich die in der Wölzer Randzone eingebauten Kalkschollen (Kaiserstand-Mölbeggschuppen) (GAMERITH 1964, METZ 1964).

Somit erweist sich diese Grenze als regional ausgedehnte Bewegungsbahn.

Die steile Lagerung in der Gaaler Schuppenzone, sowie deren spätere Einbeziehung in die jungen Bruchsysteme mit den geschilderten O—W-Brüchen und den Brüchen der Pölslinie läßt eine bündige Beurteilung des Übereinander der beteiligten tektonischen Einheiten nicht zu. Ein solches Urteil ergibt sich jedoch aus der unter (3) geschilderten Einschuppung von Gesteinen der Schuppenzone im geschlossenen Seckauer Kristallin. Diese Einschuppung erfolgte von oben her und beweist, daß das Seckauer Kristallin als Liegend-Einheit aufzufassen ist. Unterstützt wird dieses Urteil durch das vorwiegende Südfallen der Gesteine des Flatschacherzuges.

Das steile Nordfallen der eigentlichen Seckauer-Südgrenze wird folgerichtig als Überkipfung dieser Zone im Zuge der extremen Heraushebung des Seckauer Baukörpers gedeutet. Diese Folgerung steht im Einklang mit den Lagerungsverhältnissen im Gebiet des Hochgrößen. Sie unterstützt damit auch die Deutung der Seckauer Masse als tektonisches Fenster im steirischen Kristallin (METZ 1964: Taf. 5 und S. 162).

## Literatur

- GAMERITH H. 1964. Die Geologie des Berglandes westlich und südwestlich von Oppenberg, in „Beiträge z. Geol. d. Rottenmanner- und östlichen Wölzer Tauern“, Verh. G. B. A. Wien, 82-98.
- GRÄF W. & METZ K. 1969. Jungtertiärvorkommen in Ingering NW Knittelfeld. Verh. G. B. A. Wien, im Druck.
- HASLER St. 1966. Die Geologie des Kristallins nördl. Pöls und Fohnsdorf, unveröff. Dissertation Univ. Graz.
- HAUSER L. 1948. Die bautechnisch nutzbaren Gesteine der Steiermark, Serpentine; Geolog. techn. Untersuchungen der LK. f. techn. Geologie u. LK. f. Festigkeitslehre u. Werkstoffprüfung, Techn. Hochschule Graz, H 1.
- HAUSWIRTH W. 1952. Die Westbegrenzung des Seckauer Kristallins zwischen Pöls und Gaal, unveröff. Dissertation Univ. Graz.
- METZ K. 1962. Aufnahmebericht, Verh. G. B. A. Wien A 40.
- 1963. Ergebnisse zur Geologie der Niederen Tauern, „Karinthin“, Beiblatt zu Carinthia II, Klagenfurt 20-29.
- 1964. Die Tektonik der Umgebung des Bösenstein und ihr Erkenntniswert f. d. Kristallin d. nördl. Steiermark Verh. G. B. A. Wien, 1964, 149-164.
- 1965. Das ostalpiné Kristallin im Bauplan der östlichen Zentralalpen, Sitzber. Ak. Wiss. Wien, m. n. kl., 174, 1965, 229-278.
- 1967. Geolog. Karte Oberzeiring—Kalwang, G. B. A. Wien 1967.
- PETRASCHEK W. 1926—1929. Kohlengeologie der österreichischen Teilstaaten, I, Kattowitz.
- SCHWINNER R. 1923. Die Niederen Tauern, Geol. Rdsch. 14, 1923.
- 26-56, 155-163.
- STINI J. 1917. Gesteine aus der Umgebung von Bruck a. d. Mur—Feldbach (Dazu: HAUSER L., Verh. G. B. A. Wien 1937:150 u. Min. petrogr. Mitt. 50, 1938, 181-193).
- 1922. Beziehungen zwischen Talnetz und Gebirgsbau in Steiermark, Sitzber. Ak. Wiss. Wien, m. n. Kl. 131, 1922, 187-193.
- 1931. Zur Kenntnis der Pölslinie, Zentralbl. Min. Geol. Pal. Abt. B, 527-533.
- Anschrift des Verfassers: Univ.-Prof. Dr. Karl METZ, Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Graz, 8010 Graz.