

## Geologie des Schwarzenberges bei Tamsweg (Lungau, Salzburg)

CHRISTOF EXNER\*)

5 Abbildungen und 1 Tabelle

*Salzburg  
Lungau  
Tertiärbecken von Tamsweg  
Komponentenfeld  
Subsequentes Tal  
Halbfenster  
Nock-Kristallin  
Biotit-Plagioklas-Gneis  
Plagioklaspegmatit*

Österreichische Karte 1 : 50.000  
Blatt 157

### Inhalt

Zusammenfassung .....	227
Abstract .....	228
1. Einleitung .....	228
2. Nock-Kristallin .....	229
2.1. Mittelkörniger Biotit-Plagioklas-Gneis („Bundschuh-Paragneis“) .....	229
2.2. Granatglimmerschiefer .....	233
2.3. Tektonik .....	234
3. Miozän .....	237
3.1. Allgemeines .....	237
3.2. Aufschlußverhältnisse, Anwitterung, Zerfall des Konglomerates zu Komponentenfeldern subanstehenden Charakters ...	238
3.3. Geologische Position .....	239
4. Quartär .....	239
5. Steinbrüche, Kiesgrube, alter Bergbau .....	240
6. Zur Interpretation der Beobachtungen .....	241
6.1. Morphotektonik .....	241
6.2. Bemerkungen zu den miozänen Schichten .....	241
6.3. Zum Kristallin des Schwarzenberges .....	241
Dank .....	242
Literatur .....	242

### Zusammenfassung

Der Schwarzenberg wird vom Basement der Ostalpinen Decke östlich des Tauernfensters aufgebaut. Es handelt sich um den N-Teil des mesometamorphen Nock-Kristallins. Dieses besteht hier aus NNE streichendem Biotit-Plagioklas-Gneis („Bundschuh-Paragneis“), der synklinal über Granatglimmerschiefer liegt und bei Tamsweg sigmoidal nach ENE umbiegt. Innerhalb des Arealen des Biotit-Plagioklas-Gneises befinden sich zwei schmale Granatglimmerschieferzüge. Eine jüngere Störung (Thomatal-Störung) streicht SE. In diesem Bereich gibt es epimetamorphe Rekristallisation des Nock-Kristallins.

Im NW-Teil des Schwarzenberges lagert miozänes Konglomerat des fluviatil-lakustrischen Lungauer (Tamsweger) Tertiärbeckens (Teil der Norischen Längstalfurche der Ostalpen) dem Nock-Kristallin transgressiv auf. Weite Flächen, die von losen Komponenten des Konglomerates bedeckt sind, entstehen in situ durch Anwitterung und Zerfall des darunter anstehenden Konglomerates. Für „Geröllflächen“ solcher sekundärer Genese subanstehenden Charakters wird der Begriff „Komponentenfeld“ oder „Konglomeratkomponentenfeld“ vorgeschlagen.

Der Fluß Mur verläßt bei Tamsweg die Norische Längstalfurche und folgt subsequent dem annähernd meridionalen Streichen des Nock-Kristallins bis Madling bei Ramingstein.

\*) Anschrift des Verfassers: Univ.- Prof. Dr. CHRISTOF EXNER, Institut für Geologie, Universität Wien, Althanstraße 14, A-1090 Wien.

# Geology of the Schwarzenberg near Tamsweg (Lungau, Salzburg)

## Abstract

The mountain Schwarzenberg consists of the basement of the Austro-Alpine nappe East of the tectonic window of Hohe Tauern. It belongs to the Northern part of the medium-graded Nock-crystalline. This is here built up by NNE striking biotite-plagioclase-gneiss („Bundschuh para-gneiss“) which is lying upon garnet-micaschists in form of a syncline. Near Tamsweg it bends to the ENE in a sigmoidal manner. Within the area of biotite-plagioclase-gneiss there are two small strips of garnet-mica-schists. A younger fault-zone (Thomatal fault) is striking in the SE direction. In this region the Nock-crystalline shows some low-graded re-crystallisation.

In the NW part of Schwarzenberg a Miocene conglomerate is lying transgressively upon the Nock-crystalline. It belongs to the fluviatil-lacustric Tertiary basin of Lungau (Tamsweg) which makes the Western end of the E–W striking Noric basin-zone of the Eastern Alps. Large fields are covered by loose components of the conglomerate. They result in situ by alteration and decomposition of the conglomerate. The terminus „Komponentenfeld“ (field of components) is proposed for pebble-fields of such genesis.

The river Mur leaves the E–W striking basin of Lungau just by Tamsweg and follows the nearly N–S direction of the Nock-crystalline, making a subsequent valley up to Madling nearby Ramingstein.

## 1. Einleitung

Der Schwarzenberg befindet sich SW Tamsweg zwischen den Flüssen Mur und Thomataler Bach (Unterlauf des Bundschuhbaches). Geomorphologisch ist er ein nördliches Anhängsel der Nockberge. So wie diese besitzt er ein von Hochmooren bedecktes Plateau. Dieses erhebt sich aber nicht mehr über die Baumgrenze, sondern befindet sich in 1600 bis 1700 m Seehöhe und wird von fünf Nocken überragt: Maßlinghöhe, Goldbrunnock, Hochkopf (SH. 1779 m, höchste Erhebung des Schwarzenberges), Obernock und Fingerlingnock. Die geologischen Aufschlüsse sind schlecht: Grundmoräne des pleistozänen Murgletschers und Gehängeschutt. Felsaufschlüsse befinden sich an den 600 m hohen Steiflanken des Schwarzenberges gegen E und S sowie in den künstlichen Anschnitten zahlreicher Güterwege und in einigen inselförmig aus der Moräne aufragenden Partien der genannten Nocke und der Täler des eher flach geneigten Schwarzenberg-NW-Hanges zum Lungauer Becken: Retzen-, Ton- und Spitzingtal.

Den volkstümlichen Ausdruck „Graben“ für diese Täler, der auch in der topographischen Karte vorkommt, möchte ich nicht benutzen, da es sich bezüglich dieser Täler um keine „tektonischen Gräben“ handelt, die es im Lungauer Miozänbecken auch gibt. Östlich des Schwarzenberges befindet sich jenseits des Murtales der Lasaberg (SSE Tamsweg). Er wird in die geologische Beschreibung des Schwarzenberges im folgenden Text miteinbezogen, da er ebenfalls im Bereich der Österreichischen Karte 1 : 50.000, Blatt 157 Tamsweg liegt. Diese topographische Karte hat übrigens im Jahre 1987 eine Neuaufnahme erlebt. Die neu aufgelegte Vergrößerung im Maßstabe 1 : 25.000 (157 Tamsweg ÖK 25 V) ist seit dem Jahre 1993 erhältlich. Auf sie beziehen sich geologische Karte (Abb. 2) und Text. Topographische Angaben, die nicht in der neu aufgelegten topographischen Karte enthalten sind, werden im folgenden Text unter Anführungszeichen gesetzt. Als neue Güterwege werden solche beschrieben, die noch nicht in der Neuauflage eingetragen sind.

Auf den bisherigen geologischen Karten Österreichs und des Bundeslandes Salzburg (VETTERS, 1937 und Neuauflagen; BISTRITSCHAN, 1952) werden im Gebiet des Schwarzenberges nur „Gneis“ und „Quartär“ angegeben, entsprechend der bisher einzigen geologischen Kartierung dieses Gebietes durch GEYER im Jahre 1893. Seither wurden im Zuge kurzer gelegentlicher Begehungen von Geologen sehr wesentliche Erkenntnisse zur Geologie des Schwarzenberges erbracht, die als beiläufige Notizen in Aufnahmeberichten und sonstigen Publikationen enthal-

ten sind und kaum in geologischen Zusammenfassungen und Büchern gewürdigt wurden.

Dazu gehört die Auffindung von subanstehendem Miozän des sogenannten Lungauer oder Tamsweger Tertiärbeckens auch am Schwarzenberg nahe der Mündung des Spitzingtales (1 km S Dorfkirche Unternberg) durch AIGNER (1925, p. 185–186), PREY (1939, p. 60) und HEINRICH (1977, p. 332–333). Dann die sehr wesentliche Erkenntnis von PREY, die sich durch unsere Neuaufnahme bestätigt hat, daß ein

*„... aus groben Konglomeraten und Sandsteinen darin bestehender Tertiärstreifen von Judendorf langsam gegen Westen ansteigend die tieferen Nordhänge des Schwarzenberges hinanzieht ...“*

Er vermutete auch bereits die durch meine Untersuchung bestätigte „schotterartige“ Verwitterung des Tertiärkonglomerates (PREY, 1939, l.c.). Nach seinen Angaben hat BECK-MANNAGETTA (1964 und 1968) die Miozänvorkommen am Schwarzenberg im wesentlichen richtig in geologische und tektonische Übersichtskarten von Österreich und des Bundeslandes Steiermark eingezeichnet.

Nach der Aufnahme von GEYER als monotoner Gneis (siehe oben!) interessierte sich 70 Jahre lang niemand für die schlechten Kristallinaufschlüsse des Schwarzenberges. Dann brachten geologische Übersichtsbegehungen von THIELE (1961, p. A 79) neue Erfahrungen im Kristallin. Er fand Granatglimmerschiefer in der N-Flanke und machte die grundlegend wichtige Entdeckung, daß Lineationen und Faltenachsen des Gneises am Schwarzenberg vielfach NNE, also quer zur alpinen generellen E–W-Richtung streichen. Außerdem wies er auf die tektonische Position des Lasaberg-Granatglimmerschiefers unter dem Gneis des Schwarzenberges hin.

So gab es also nach GEYER (1893) wesentliche Neuerkenntnisse bezüglich der Geologie des Schwarzenberges. PREY verlor seine Aufzeichnungen und Kartenskizzen durch Kriegseinwirkung. THIELE lieferte nur den Aufnahmebericht ohne Detaildokumentation und wandte sich neuen Aufgaben in den westlichen Hohen Tauern zu.

Ich kam dann durch das Studium des Kristallins östlich der Katschbergzone, der bisherigen „terra incognita“ des Nockgebietes auf Kartenblatt Tamsweg, schön langsam bis an den Schwarzenberg als den nördlichsten Ausläufer des Nock-Kristallins dieses Kartenblattes heran. Ursprünglich gedachte ich, die geologische Kartierung des Schwarzenberges mit seinen schlechten Aufschlüssen jemandem anderen zu überlassen. Dies schlug nach einem ersten erfolgversprechenden Anlauf des Herrn Kollegen Dipl.-Geol. Walter GRUM (1989, p. 589–591), der eine vor-

zügliche geologische Manuskriptkarte im Maßstabe 1 : 10.000 im westlichen Teil des Schwarzenberges erarbeitete, leider doch fehl. Kollege GRUM konnte nur den Herbst 1988 für die geologische Arbeit am Schwarzenberg verwenden. Seine vorzügliche Aufschlußkarte ist im Archiv der Geologischen Bundesanstalt aufbewahrt. Er selbst mußte sich in den Folgejahren anderen wissenschaftlichen geologischen und physikalisch-chemischen Arbeiten widmen.

Einem gewissen Alterstrotz und pedantischem Pflichtbewußtsein entsprechend, wollte ich doch zu meinen Lebzeiten die geologische Kartierung des Nock-Kristallins auf Kartenblatt Tamsweg noch abgeschlossen sehen. So führte ich die geologische Kartierung im Maßstabe 1 : 25.000 und erstmals eine mikroskopische Petrographie für das Gesamtgebiet des Schwarzen- und Lasaberger in den Jahren 1991 bis 1993 durch und lege nun im folgenden die Beobachtungsergebnisse vor.

## 2. Nock-Kristallin

### 2.1. Mittelkörniger Biotit-Plagioklas-Gneis („Bundschuh-Paragneis“)

Er zeigt die typische Beschaffenheit wie im eigentlichen Nockgebiet; siehe Gesteinsbeschreibung in EXNER (1989, p. 85–89; 1991, p. 16!). Am Schwarzenberg fehlen dem Gneis Kalifeldspat, Schachbrettalbit, Bundschuh-Orthogneis und Amphibolit. Der Gneis streicht am Schwarzenberg generell NNE und biegt bei Tamsweg in die NE- und ENE-Richtung kontinuierlich (sigmoidal) um (Abb. 2).

Typischer, verhältnismäßig massiger Biotit-Plagioklas-Gneis ist besonders im Mittel- und E-Teil des Schwarzenberges weit verbreitet. Er führt Oligoklas mit 23 bis 29 % An-Gehalt. Zu diesem hauptsächlich und dem übrigen Nockgebiet unmittelbar entsprechenden Gesteinstyp gehören folgende, mikroskopisch untersuchte Gesteinsproben (Abb. 1): Se 2935 (mit Rollo-Oligoklas), 2938, 3221,

3368, 3385, 3386, 3392 und 3449. Auch die Ausbildung mit 10 mm großen Plagioklas-Augen (W Retzenbach) und häufiger mit unter 10 mm dicken Plagioklas-Knoten (mit 23 % An-Gehalt, Se 3407) ist im östlichen Teil des Schwarzenberges wiederum vorhanden (E Tamsweg, bei Bärenlacke, Roßbacher, Gapitscher und an der Straße SW Tafarn).

Abweichend vom normalen Biotit-Plagioklas-Gneis der Bundschuhtäler mit mikroskopisch kleinem Granat, wird im vorliegenden Gebiet der Granat im Gneis mitunter 2 bis 4 mm groß und ist freisichtig gut zu erkennen. Solche Vorkommen finden sich in Randgebieten zum Granatglimmerschiefer: N Gruben, E Ortschaft Thomabach, W Tonbach, in Tamsweg und im Steinerwald (Se 2936, 3224 und 3399).

Beschränkt kommen leukokrate Partien im Meter-Bereich im Biotit-Plagioklas-Gneis vor. Selten handelt es sich um sehr oligoklasreiche Lagen, z. B. W Tonbach (Se 3398), häufiger um quarzreiche Lagen mit Oligoklas oder Albit. Sie weisen teils auf den Protolith (mit Oligoklas), teils auf regressive phyllonitische Umkristallisation (Albitbildung) hin.

Diesbezüglich interessant ist eine quarzreiche Biotit-Plagioklas-Gneis-Probe, welche ich in Tamsweg aus dem frischen Fels während des Baues der Umfahrungsstraße im Jahre 1985 geschlagen habe. Diese Probe zeigt sowohl den Protolith als auch Anzeichen sekundärer, niedrigthermaler Umkristallisation (Albit, Piemontit, Klinozoisit):

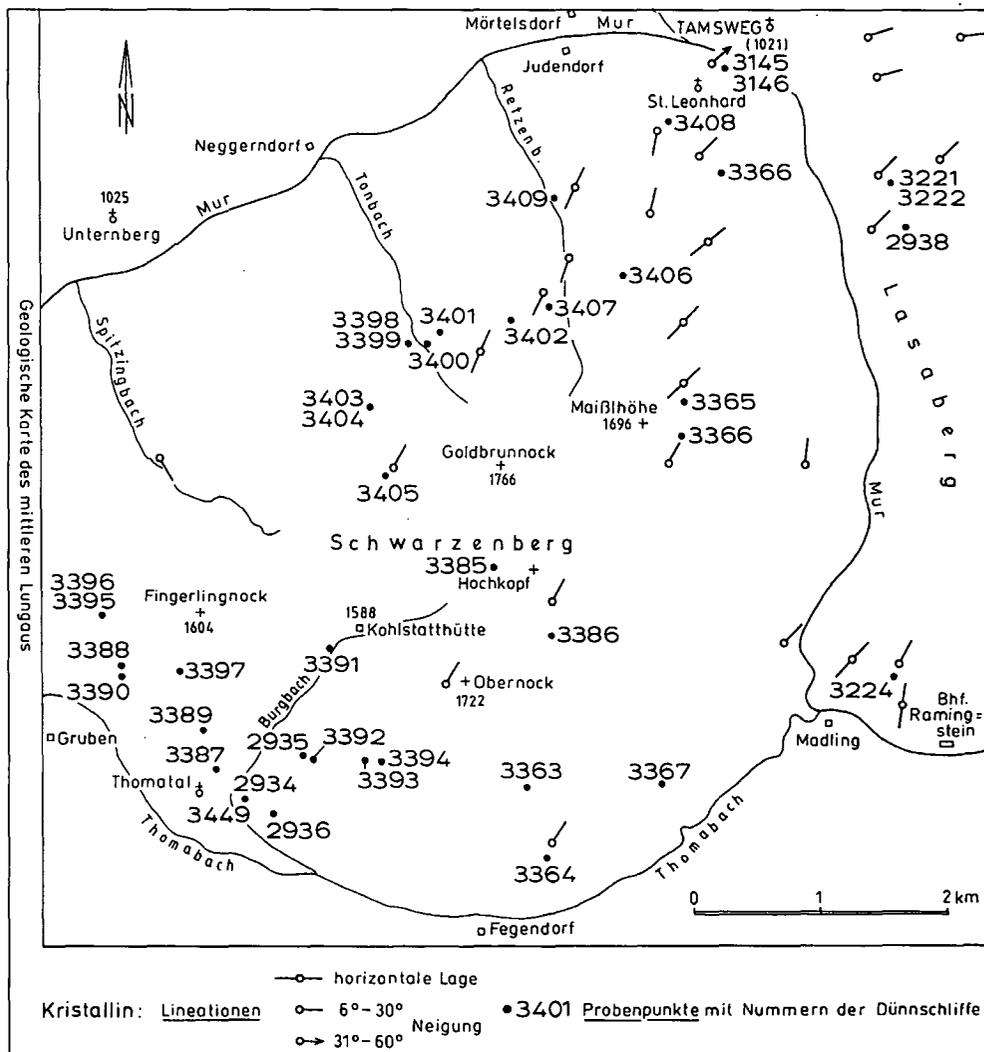


Abb. 1. Lineationen und Probenpunkte im Kristallin des Schwarzenberges. Ergänzung zur geologischen Karte der Abb. 2. Die Dünnschliffnummern sind bei den Probenpunkten angegeben.

# GEOLOGISCHE KARTE DES SCHWARZENBERGES IM LUNGAU

Kartenblatt 157 Tamsweg

aufgenommen von **CHRISTOF EXNER**  
in den Jahren 1991 bis 1993

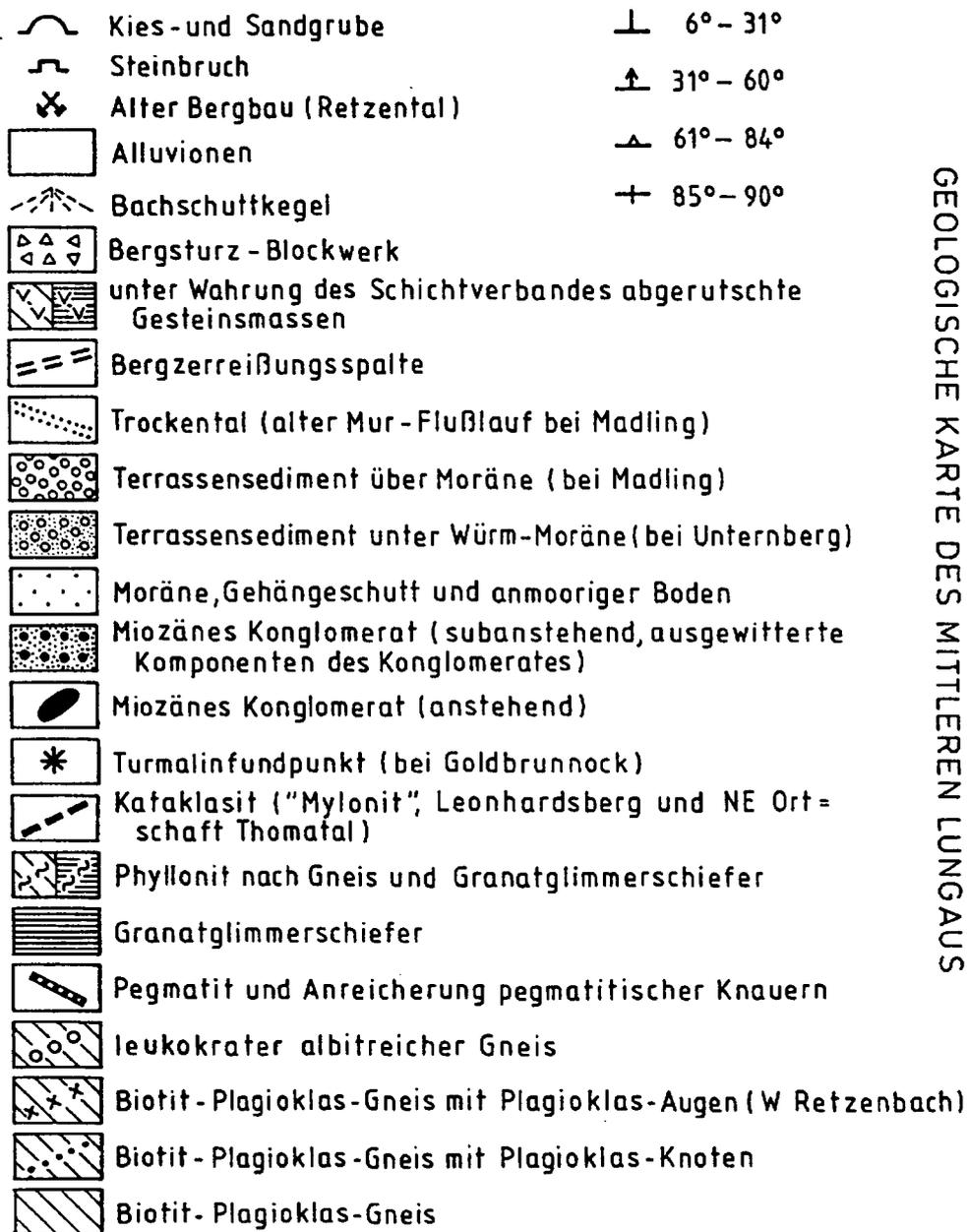


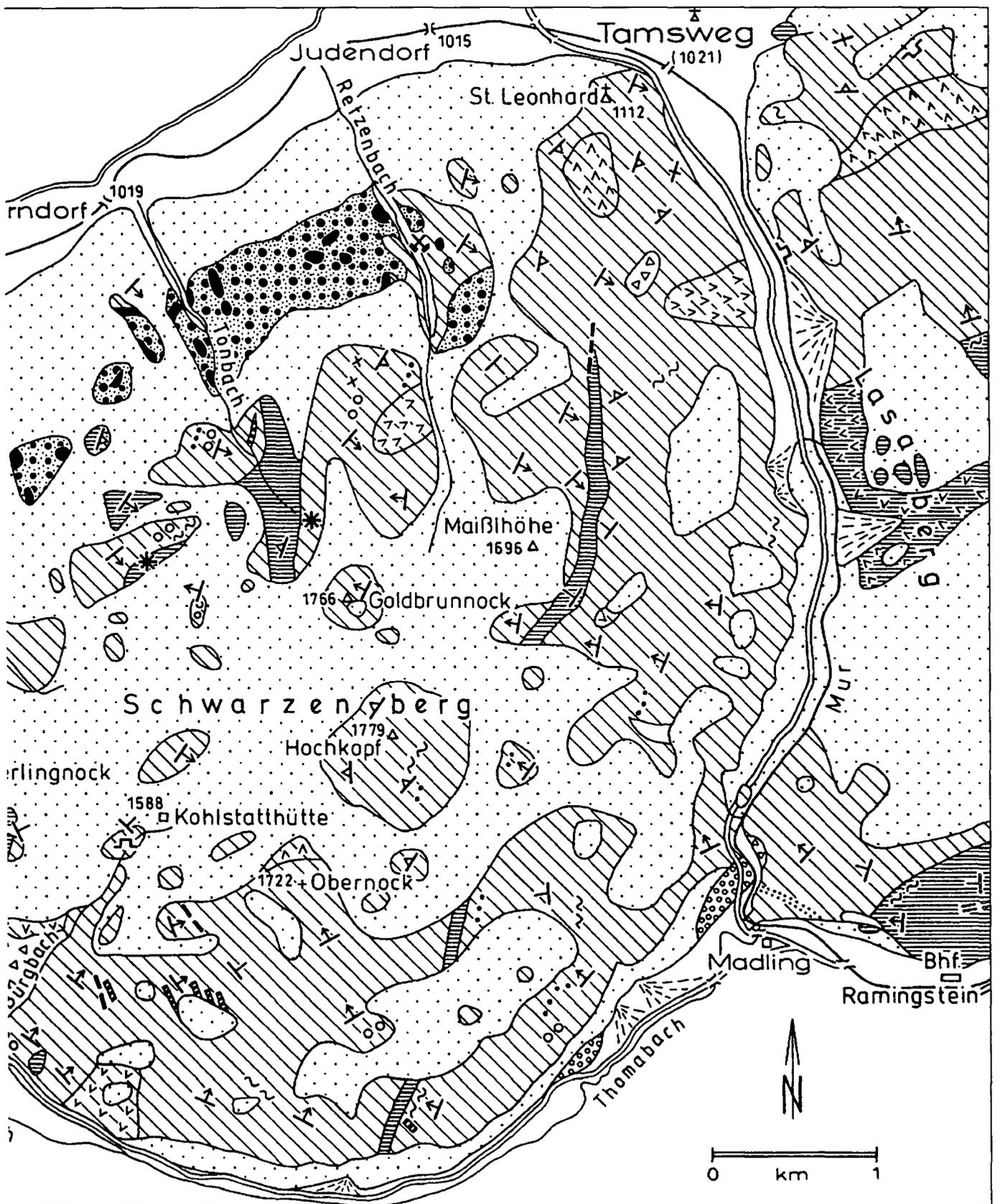
Abb. 2.  
Geologische Karte des Schwarzenberges.

□ Se 3145 und 3146

Fundort: Südliche Böschung der Umfahrungsstraße, Fels unter der Brücke der Überführungsstraße, 300 m NE Kirche St. Leonhard.

Plagioklas mit normalem Zonenbau (breiter Kern mit 23 bis 17 % An) und mit dünnem Albitsaum (1 % An), Plag III, II und I, unver-

legte Einschlußzüge von Opazit, Rutil und Helglimmer und keine Fülle. Der bis 3 mm große Granat zeigt Zonenbau mit einschlußreichem Kern und einschlußfreier Hülle. Die Einschlüsse in seinem Kern bestehen aus Opazit, Quarz, Apatit und auffallender Weise Piemonit (0,04 mm Ø) mit Klinozoisitsaum. Auch der Apatit zeigt Zonenbau mit violetter Kern und farbloser Hülle.



Aufgenommen von Ch. EXNER 1991–1993.

Seltsamerweise führt der Apatit Einschlüsse von Opazit, die parallel zur kristallographischen c-Achse des Apatits angeordnet sind. Die übrigen Hauptgemengteile: Biotit (3 mm Ø, hellgelb bis rotbraun; zahlreiche radioaktive Höfe um Einschlüsse), Hellglimmer (2 mm Ø) und Quarz (xenomorph). Ferner: Opazit, Rutil, Chlorit, rhomboedrisches Karbonat, Titanit und Zirkon.

Teils sedimentogen (mit wahrscheinlichen Pseudomorphosen nach Staurolith, Se 3222: Dünne Gesteinslage im Gneis der Frauenhöhle SSE Tamsweg), teils tektonisch durch Phyllonitisation bedingt, treten geringmächtige (Meter-Bereich) quarzreiche Lagen im Biotit-

Plagioklas-Gneis auf, z.B. im Retzental (Se 3406, 3409) und an der Straßenkehre SW Glanz bei Tamsweg. Sicher phyllonitischer Entstehung ist die Quarz-Anreicherung im 1,5 m dicken Faltenscheitel des Biotit-Plagioklas-Gneises am Güterweg in SH 1210 m, 350 m SW St. Leonhard (Se 3408: Granulierung des Plagioklases und sekundäre Bildung von Hellglimmer, Chlorit, Epidot und rhomboedrischem Karbonat).

### **Phyllonit nach Biotit-Plagioklas-Gneis, leukokrater albitreicher Gneis und Pegmatit**

Phyllonit nach Biotit-Plagioklas-Gneis ist im Gelände an allmählicher tektonischer Laminierung (Zerschierung) des Gneises mit bevorzugter Bildung von Schichtsilikaten (Hellglimmer, Chlorit) und Quarz-Anreicherung erkennbar. Mitunter kommt es zu grobschuppiger Hellglimmer-Blastese, wobei dann eine Unterscheidung von Phyllonit nach Granatglimmerschiefer unsicher wird, zumal wenn sich in der Nähe auch echter anstehender Granatglimmerschiefer befindet (z.B. frische Fels-Sprengungen an der Gabel der Güterwege P. 1571, NW Goldbrunnock, Se 3403). Phyllonitische Quetschzonen im Gneis sind mitunter vererzt, z.B. SW Saudorf. Auch die Anreicherung von erzführenden Quarzlagen im Biotit-Plagioklas-Gneis des alten Bergbaues im unteren Retzental (siehe unten!) ist feldgeologisch mit zerscherten Gneisphylloniten verbunden.

Im geologischen Verbands mit den Phylloniten tritt leukokrater albitreicher Gneis auf. Die Albitblasten erreichen 10 mm, in begleitendem Phyllonit sogar 30 mm Ø. Mein mikroskopischer Befund, daß die betreffenden leukokraten Gneise nicht Oligoklas, sondern Albit führen, war überraschend, da ich solche Gesteinstypen in den Bundschuhtälern bisher nicht gefunden habe. Sie bilden mithin vorläufig ein Charakteristikum des Schwarzenberges ebenso wie die Albit-Pegmatite (siehe unten!). Ich möchte nicht absolut ausschließen, daß ich solche Gesteine in den Bundschuhtälern eventuell übersehen habe, infolge zu geringer Beprobung der leukokraten, dort vorkommenden Typen des Biotit-Plagioklas-Gneises. „Vorläufig“ zumindest sieht es so aus, als wären die leukokraten albitreichen Gneise und die Albit-Pegmatite auf den Schwarzenberg innerhalb des Nock-Kristallins auf Kartenblatt Tamsweg beschränkt. Nur die betreffenden, mikroskopisch untersuchten albitreichen leukokraten Gneise habe ich auf der geologischen Karte eingetragen. Sie kommen im Gebiet W und N Goldbrunnock (Se 3402, 3404, 3405), E Ortschaft Thomatal (Se 2934, 3449), bei den Fischteichen NNW Saudorf (Se 3367) und an der Straße SW Tafern (Se 3367) vor. Feldgeologisch sind sie von den leukokraten, oligoklasführenden Biotit-Plagioklas-Gneisen (Beispiel siehe oben: Se 3398, W Tonbach) kaum unterscheidbar. Es wäre unzutreffend und voreilig, alle leukokraten Biotit-Plagioklas-Gneise als Albitgneise zu kartieren!

Die oben genannten, mikroskopisch gesicherten Albitgneise zeigen folgende Details:

#### **□ Se 3404**

##### **Dünnschiefriger phyllonitischer Gneis.**

Er steht im geologischen Verband mit dem oben genannten Phyllonit (Se 3403) an.

Fundort: P. 1571, NW Goldbrunnock.

Hauptgemengteile: Granat (zonare Einschlußringe von Opazit, „Sterngranat“-Struktur kommen vor), Hellglimmer (vorherrschender Gemengteil), Chlorit (sekundär nach Biotit und Granat), Biotit (farblos bis rotbraun), Quarz, Albit (3 mm Ø, Plag III, Leistenform kaum deformiert, ungefüllt mit nur wenig sekundärem Hellglimmer-Flitter). Accessoria: Opazit, Rutil, Apatit und Turmalin.

#### **□ Se 3402**

**Phyllonitischer Gneis mit viel Quarz, Hellglimmer und Albit**  
Fundort: E-vergente Kehre eines Güterweges in SH. 1480 m, N Goldbrunnock.

Hauptgemengteile: Granat (kein Zonenbau), Hellglimmer, Biotit (hellgelb bis rotbraun), Quarz, Albit (4 mm Ø, Plag III, 0 % An, Leistenform, ungefüllt mit nur wenig sekundärem Hellglimmer-Flitter). Accessoria: Chlorit, Opazit, Zirkon und Apatit.

#### **□ Se 3405**

**Albitgneis mit Vormacht des Hellglimmers**

Fundort: Kleiner Steilhang W unter dem Güterweg, 900 m W Goldbrunnock. Dieses Vorkommen wurde bereits von GRUM (1989, p. 590) gefunden.

Hauptgemengteile: Granat (ohne Zonenbau), Hellglimmer, Chlorit (sekundär nach Biotit und Granat), Biotit (hellgelb bis rotbraun), Quarz, Albit (10 mm Ø, Plag I, zerbrochene Leisten- und Augenformen, ungefüllt oder nur stellenweise auftretende Hellglimmer-Mikrolithe). Accessoria: Opazit, Apatit und Zirkon.

#### **□ Se 2934**

**Albitblasten-Gneis mit viel Hellglimmer**

Fundort: Am Ganslberg-Güterweg, 350 m W Kirche Thomatal.

Hauptgemengteile: Granat (Skelettformen, kein Zonenbau, Einschlüsse von Opazit und Quarz), Hellglimmer (10 mm lange serizitische Faserzüge), Biotit (hellgelb bis rotbraun), Chlorit (sekundär nach Biotit und Granat), Quarz und Albit (4 mm Ø, vorwiegend Plag I und II, selten Plag III, 3 % An, ungefüllte und postkinematisch kristallisierte Rundlinge und Leisten mit unverlegten gefalteten und geraden Einschlußzügen von Rutil, Quarz, Biotit, Hellglimmer, Apatit und Epidot). Accessoria: Opazit, Rutil, Apatit, Zirkon, Titanit und Epidot.

#### **□ Se 3363**

**Hellglimmer-Chlorit-Quarz-Phyllonit mit Albitblasten**

bildet eine konforme Lage in Biotit-Plagioklas-Gneis. Fundort: Böschung des Güterweges beim Zufahrtstor zu den Fischteichen in SH 1450 m, NW Saudorf.

Hauptgemengteile: Hellglimmer, Chlorit, Quarz, 10 mm große Albit-Leisten und Rundlinge. Diese liegen vorwiegend parallel zum Haupt-s des Gesteines. Sie stellen sich unter dem Mikroskop als Plag I mit 0 % An-Gehalt und mit nur in seltenen kleinen Partien beginnender polysynthetischer Verzwilligung dar. Zonenbau fehlt. Sie sind ungefüllt oder zeigen nur untergeordnet mitunter staubförmigen Hellglimmer-Flitter. Sie führen poikilitische Einschlüsse von Quarz, Hellglimmer und Rutil. Accessoria: Opazit, Apatit, Rutil und Zirkon.

In Hellglimmer-reichen Partien dieses Gesteines bildet der Albit „Riesen“-Formen, nämlich verhältnismäßig gut begrenzte (subidiomorphe), hauptsächlich parallel s des Gesteines angeordnete Tafeln bis 30 mm Länge und 8 mm Dicke. Dieselbe Größenordnung erreichen die serizitischen Flaserzüge.

#### **□ Se 3367**

**Biotit-Plagioklas-Gneis mit Albit-Poikiloblasten**

Fundort: Fels am Rande der Schlucht bei der dritten SW-vergenten Straßenkehre in SH. 1160 m, SW Tafern.

Hauptgemengteile: Granat (Zonenbau mit einschlußreichem Kern und einschlußfreier Hülle), Biotit (hellgelb bis rotbraun, reich an pleochroitischen Höfen um Einschlüsse), Chlorit (sekundär nach Biotit und Granat, relativ große Chloritindividuen mit pleochroitischen Höfen um Einschlüsse, ferner: fertige Pseudomorphosen nach Granat), Hellglimmer, Quarz, Albit (3,7 mm Ø, xenomorph amöben-förmig mit dicht gepackten Einschüssen der übrigen Gemengteile, Plag III, II und I, 0 % An, keine Fülle). Accessoria: Opazit, Rutil und Zirkon.

An einigen Stellen treten am Schwarzenberg gering mächtige Pegmatite auf, welche genetisch wahrscheinlich ebenfalls zu den geologisch jüngeren Albit-Quarz-Mobilisaten im Biotit-Plagioklas-Gneis gehören. Durchwegs handelt es sich um Plagioklaspegmatit mit bis 70 mm langen, polysynthetisch verzwilligten Plagioklaskristallen. 3 Gesteinsproben ergaben Albit. Es fehlen Kalifeldspat und Schachbrettalbit.

Ein 1 m mächtiger Quarzgang mit 0,2 m dickem Pegmatit befindet sich in der ac-Kluft (Querkluft) des Biotit-Plagioklas-Gneises SW Saudorf in SH. 1200 m am neuen Güterweg des landwirtschaftlichen Mustergutes („Krameterhof“).

#### □ Se 3364

Der 70 mm lange subidiomorphe Plagioklas zeigt partienweise polysynthetische Verzwilligung und dichte sekundäre Hellglimmer-Trübung infolge Anwitterung. Die übrigen Gemengteile sind Quarz und wenig Hellglimmer. Als sekundäre Hohlraumausfüllung tritt büschelförmig angeordneter Stilpnomelan auf.

Albit-Pegmatit bildet 5 bis 10 cm dicke Lagergänge und Knauern innerhalb des Biotit-Plagioklas-Gneises in 8 Vorkommen längs der 700 m langen Güterweg-Strecke N und NE Ganslberg.

#### □ Se 3393 und 3394

Diese beiden hier geschlagenen Proben ergaben als Hauptgemengteile: Albit (50 mm lange subidiomorphe, aber deformierte Leisten, Plag III, 8 % An, teils ungefüllt, teils von Hellglimmer getrübt, mitunter granophyrisch mit Quarz verwachsen), Quarz und Hellglimmer. Accessoria: Biotit (farblos bis rotbraun), Chlorit (mit Sagenit sekundär nach Biotit), Opazit, Rutil und Limonit.

Albit-Pegmatit (Se 3400) durchzieht auch als 8 cm dicker Lagergang den Biotit-Plagioklas-Gneis der Böschung des Güterweges E Tonbach. Eine 5 cm dicke Pegmatitlage im Gneis S Fingerlingnock wurde nicht mikroskopisch untersucht.

## 2.2. Granatglimmerschiefer

Im vorliegenden Untersuchungsgebiet tauchen Granatglimmerschiefer im W und E unter den Biotit-Plagioklas-Gneis des Schwarzenberges ein und bilden zusätzlich im Gneis-Areal zwei NNE streichende Züge (Goldbrunnock und Maßlöhöhe). Besonders am W-Rand des Schwarzenberges gibt es Übergänge und Wechsellagerungen im 10 m-Bereich zwischen Glimmerschiefer und Gneis, welche auf der geologischen Karte (Abb. 2) unberücksichtigt blieben. Das gleiche gilt für manche dünne Schieferlage (m-Bereich) im Gneis (z.B. E Seemoos, Frauenhöhle und bei Achner am Lasaberg).

Alle Granatglimmerschiefer-Vorkommen des Gebietes sind recht eintönige mittel- bis grobschuppige Gesteine mit freisichtig erkennbarem Granat, Biotit, Quarz, selten fehlendem Muskovit und zumindest mikroskopisch vorhandenem Plagioklas. Der mesozonale Mineralbestand ist im allgemeinen recht gut erhalten. Untergeordnet kommen Phyllonitisation und Diaphthoresis (Chloritisierung von Granat und Biotit, Kornzertrümmerung des Oligoklasses) und bemerkenswerter Weise im westlichen Teil des Schwarzenberges auch Albit-Blastese vor.

Phyllonit nach Granatglimmerschiefer tritt als granatführender Serizit-Chlorit-Schiefer mit tektonischer Quälung (Kleinfalten, enge Scherflächen) lokal beschränkt in Randzonen zum Gneis auf: N Ortschaft Thomatal und am Lasaberg (bei Achner, Steinerwald und im Bergsturzblockwerk in der Schlucht S Franzenbauer). Sie besitzen den Charakter der phyllitischen Granatglimmerschiefer vom Typus Aineck über der Katschbergzone.

Die große Mehrheit gehört aber im vorliegenden Arbeitsgebiet dem Typus „relativ gesunder Granatglimmerschiefer“ an und bildet die Fortsetzung der entsprechenden Gesteine des südlich anschließenden Nockgebietes (EXNER, 1989, p. 83).

Eintönig sind die Granatglimmerschiefer des vorliegenden Arbeitsgebietes, weil ihnen die „bunten Lagen“

(Quarzit, Kalkmarmor, Amphibolit) von Ramingstein (EXNER, 1991, p. 21) und vom Mitterberg (HEINRICH, 1977, Tafel 1) vollkommen fehlen. Nur an einer Stelle wird die Monotonie am Schwarzenberg unterbrochen von 2 m mächtigem pyritführendem Schwarzphyllit und Quarzit, wobei der Granatglimmerschiefer, in dem ausnahmsweise solches Gestein eingebettet ist, neben dem 2,5 mm großen Granat auch 3 mm große Pyritwürfel führt (neuer Güterweg in SH. 1300 bis 1250 m, SW Saudorf).

Obwohl Beschreibungen der Granatglimmerschiefer des südlich angrenzenden eigentlichen Nockgebietes bereits vorliegen (EXNER, 1989 und 1991) und das meiste sich am Schwarzenberg wiederholt, gebe ich im folgenden trotzdem eine Zusammenfassung der von mir gewonnenen mikroskopischen Untersuchung meiner Granatglimmerschieferproben des Schwarzenberges (siehe Abb. 1): Se 3365, 3366, 3387, 3388, 3389, 3390, 3395, 3396, 3397 und 3401.

Granat ist meistens einige mm groß. Die Großkörner sind häufig zerbrochen und erreichen im Lasaberg-Rutschgebiet 25 mm Ø, im östlichen Schwarzenberg 20 mm, im mittleren 12 mm und im westlichen Schwarzenberg 5 mm Ø. Skelettformen kommen vor. In den untersuchten Proben tritt niemals mikroskopisch sichtbarer Zonenbau des Granats auf. Das stellt einen bedeutenden Unterschied zum zonar gebauten Granat des Biotit-Plagioklas-Gneises dar. Ansonsten zeigt der Granat des Glimmerschiefers wiederum verlegte und unverlegte Einschlußzüge von Opazit, Ilmenit, Quarz und besonders randlich und an Spalten Umwandlung zu Chlorit.

Pseudomorphosen nach Staurolith als wirrstrahlige Hellglimmeraggregate mit recht scharfer Außenbegrenzung gedrungener Prismen (Rechtecke in der Längsrichtung, Rhomben als Querschnitte) können mit großer Wahrscheinlichkeit als solche gedeutet werden, obwohl am Schwarzenberg das primäre Mineral Staurolith fehlt. E Maßlöhöhe (Böschung des Güterweges in SH. 1625 m) erkennt man freisichtig im Granatglimmerschiefer dunkle, 5 mm lange und 2 mm breite Säulchen. Im betreffenden Dünnschliff Se 3365 sind kleinere Pseudomorphosen sehr deutlich, besonders als rechteckige Hellglimmeraggregate von 1,5 mm Länge und 0,6 mm Breite erkennbar. Ebenfalls sehr deutliche Hellglimmeraggregate derselben Form und Größenordnung treten in der oben im Kapitel Biotit-Plagioklas-Gneis bereits erwähnten, dünnen quarzreichen Lage im Gneis (Se 3222) der Frauenhöhle SSE Tamsweg auf.

Biotit ist so wie Granat in sämtlichen Proben vorhanden. Die Einzelblättchen werden bis 10 mm groß (NW Goldbrunnock). Auch Querbiotit tritt auf. Pleochroismus von hellgelb bis rotbraun. Reich an pleochroitischen Höfen um Einschlüsse. Umwandlung zu Chlorit.

Hellglimmer bleibt im Granatglimmerschiefer des östlichen Schwarzenberges mitunter kleiner als Biotit und tritt dort auch volumetrisch gegenüber diesem zurück (Se 3365, 3366). Im westlichen Schwarzenberg und in grobschuppigen Varietäten herrscht er meist gegenüber Biotit vor. Neben den großen Muskovit-Einzelindividuen des „gesunden“ Granatglimmerschiefers sind der Serizitfz in den nur lokal auftretenden Phylloniten sowie die kleinen Hellglimmertäfelchen der Pseudomorphosen nach Staurolith und vereinzelt Flitter und Mikrolithen in alterierten Plagioklasen zu erwähnen.

Quarz ist so wie Granat und Glimmer stets als Hauptgemengteil vorhanden und bildet meist distinkte Lagen verhältnismäßig großer Körner im mm-Bereich, die mehr

oder weniger scharf gegen die glimmerreichen und Oligoklas-führenden Lagen begrenzt sind. Er ist abgesehen von Bläschenzügen einschlußfrei, xenomorph und nur schwach undulös.

Plagioklas fehlt in keiner Probe der untersuchten Granatglimmerschiefer. Er tritt häufig als Hauptgemengteil, seltener als Nebengemengteil (kleine Individuen in versteckter Lage zwischen den Glimmersträhnen des Gesteins) auf. Oligoklas wurde im Gesamtbereich, zusätzlicher oder alleiniger Albit nur im W-Teil des Schwarzenberges gefunden. Beinahe gänzlich fehlt Zonenbau des Plagioklases. Eine Ausnahme macht der Schlift Se 3390 mit schwach inversem Zonenbau des Oligoklases.

Oligoklas wurde gemessen mit 21 bis 24 % An-Gehalt (Se 3365, 3366, 3389, 3390). Plag III, II und I. In polysynthetischen Zwillingen herrscht häufig das Periklin-Zwillingsgesetz vor. Füllungsfrei. Mitunter Trübung und wenige Hellglimmermikrolithe, besonders an Spaltrissen. Es herrschen xenomorphe, meist parallel s des Gesteines längliche Formen, die meist innerhalb der glimmerreichen Lagen des Gesteines, also abseits der Quarzlagen auftreten. Doch gibt es auch größere subidiomorphe Leistenformen, die örtlich weniger gebunden sind und häufig Kornzertrümmerung aufweisen. Solche größere Individuen sind oft reich an ungeordneten poikilitischen Einschlüssen der übrigen Gesteinsgemengteile. Es gibt auch unverlegte Einschlußzüge von Opazit (Se 3389).

Albit wurde gemessen mit 0 bis 2 % An-Gehalt (Se 3387, 3388, 3396) und als solcher mit Lichtbrechung gegen Quarz und mit optisch positivem Charakter bestimmt (Se 3395).

Se 3387 ist eine merkwürdige Probe von durchaus „gesundem“, mittel- bis grobkörnigem Granatglimmerschiefer, bestehend aus Granat, viel rotbraunem Biotit, Hellglimmer in Vormacht, Quarz, fehlendem Oligoklas, jedoch 4 mm großen Albitblasten von tauernkristallinem Charakter und mit den Accessoria: Chlorit (sekundär nach Granat und Biotit), Opazit, Turmalin und Zirkon. Lokalität: Bergsturzblockwerk am markierten Touristensteig in SH. 1200 m, N Kirche Thomatal.

Die 4 mm großen Albitblasten sind mikroskopisch und bereits freisichtig mit glatten Flächen einspiegelnd, unverletzt. Sie gehören dem Typ Plag I an (nicht verzwillingt und Einfachzwillinge) und sind frei von sekundärer Fülle. Sie sind optisch positiv und es wurde 0 % An-Gehalt gemessen. Diese Albitblasten führen unverlegte und auch verlegte Einschlußzüge von Opazit, Biotit und abgeplattetem (oblongem) Quarz.

In der Probe 3396 durchsetzen sehr zahlreiche, 2 mm große Albitblasten und in der Probe 3395 bis 10 mm große Albit-Augen den Granatglimmerschiefer.

In Probe 3388 sind anscheinend 2 Plagioklasgenerationen vorhanden, die sich morphologisch unterscheiden. Plag III bildet kleine Körner zwischen den Glimmersträhnen, zeigt Kornzertrümmerung und dürfte der älteren Generation angehören. Leider konnte ich seinen Anorthitgehalt nicht bestimmen. Sein Habitus ähnelt den oben genannten xenomorphen Oligoklasen. Plag I ist füllungsfreier xenomorpher Albit mit 2 % An. Er bildet bis 1,1 mm große rundliche Blasten mit unregelmäßigen poikilitischen Einschlüssen von Biotit, Quarz, Rutil und Apatit. Er dürfte eine jüngere Generation darstellen.

Accessoria: Chlorit: Sekundär nach Biotit und Granat. Stellenweise radialstrahlige Anordnung. Mitunter große Blättchen mit pleochroitischen Höfen um Einschlüsse. Opazit. Ilmenit. Rutil (mit Kniezwillingen),

Zirkon, Apatit, Pyrit (SW Saudorf, siehe oben!). Limonit (sekundär). Turmalin: Neben den häufigen accessorischen mikroskopischen Vorkommen gibt es als jüngere Blasten freisichtige dunkle Säulchen. Sie sind 10 mm lang, 2 mm breit, mechanisch unverletzt und vorwiegend parallel s des Granatglimmerschiefers und auch des Gneises angeordnet. Die Vorkommen dieser Turmalin-Blasten sind auf der geologischen Karte (Abb. 2) eingetragen (WNW und NNE Goldbrunnock).

### **Kataklasit**

So wie im eigentlichen Nockgebiet (EXNER, 1991, p. 19) tritt er auch am Schwarzenberg einesteils im Grenzbereich von Gneis und Granatglimmerschiefer (Leonhardsberg) und andernteils an NW-streichenden Störungen im Gneis zwischen Ortschaft Thomatal und Oberrnock auf. Er hat schwarze Farbe und am Schwarzenberg nur 0,1 bis 0,2 m Mächtigkeit. Herkömmlicher Weise bezeichnen wir dieses kornzertrümmerte und nicht rekristallisierte Gestein als „Mylonit“. Kataklasit entspricht den neueren petrologischen Nomenklaturvorschlägen.

## **2.3. Tektonik**

### **Allgemeines**

Das Nock-Kristallin folgt im östlichen und mittleren Teil des Schwarzenberges dem südlich anschließenden Nockgebiet bei Ramingstein (EXNER, 1991, Abb. 1). Nur im SW-Sektor des Schwarzenberges bei der Ortschaft Thomatal finden sich teilweise abweichende Lineationen und s-Flächen (Thomatal-Störung, siehe Abb. 3!).

Trotz ungünstiger Aufschlüsse wurden mit möglicher Sorgfalt im Gesamtgebiet des Schwarzenberges Lineationen und s-Flächen nur an anstehendem Fels gemessen (Abb. 1 und 2). Es wurde möglichst vermieden, verrutschte Felsschollen (sekundäre gravitative Hangtektonik) in die Messungen einzureihen.

Für den östlichen und mittleren Schwarzenberg ergibt sich, daß die horizontalen bis flach geneigten Lineationen und Faltenachsen NNE streichen. Bei Tamsweg biegen sie kontinuierlich sigmoidal in die NE- und ENE-Richtung um. Ebenso wie im Nockgebiet fallen die randlichen Granatglimmerschiefer im E (Lasaberg) und im W (bei Unternberg) unter den Biotit-Plagioklas-Gneis mittelsteil ein. Innerhalb des Gneis-Areales wurden zwei NNE-streichende Granatglimmerschieferzüge aufgefunden. Nach den benachbarten Lokalitäten nenne ich den östlichen „Maißhöhe“-Zug und den westlichen „Goldbrunnock“-Zug.

Der oben genannte SW-Sektor des Schwarzenberges zeichnet sich durch mittelsteil NE-fallende s-Flächen aus. Ich konnte hier nur wenige und wegen sekundärer Massenbewegungen unsichere Lineationen messen. Es gibt zwar auch hier NNE streichende Lineationen, doch sind auch flach SE-geneigte Lineationen vorhanden. Diese schließen an ebensolche der westlichen Nachbargebiete an: SE-streichende und meist nach SE geneigte Lineationen bei Pichlern, in den Bundschuhtälern und im Tauernfenster (siehe: geologische Karte des mittleren Lungaus und EXNER [1989, Abb. 2 sowie p. 81 und 83]).

### **Detailbeschreibung**

Beginnen wir mit dem Gebiet östlich der N-S-verlaufenden Murtal-Strecke zwischen Tamsweg und Madling. Hier stellt der Granatglimmerschiefer des Lasaberges einen Teil des breiten Ramingsteiner Granatglimmerschieferzuges und zwar ein tektonisches Halbfenster desselben unter dem Biotit-Plagioklas-Gneis dar. Den S-Rah-

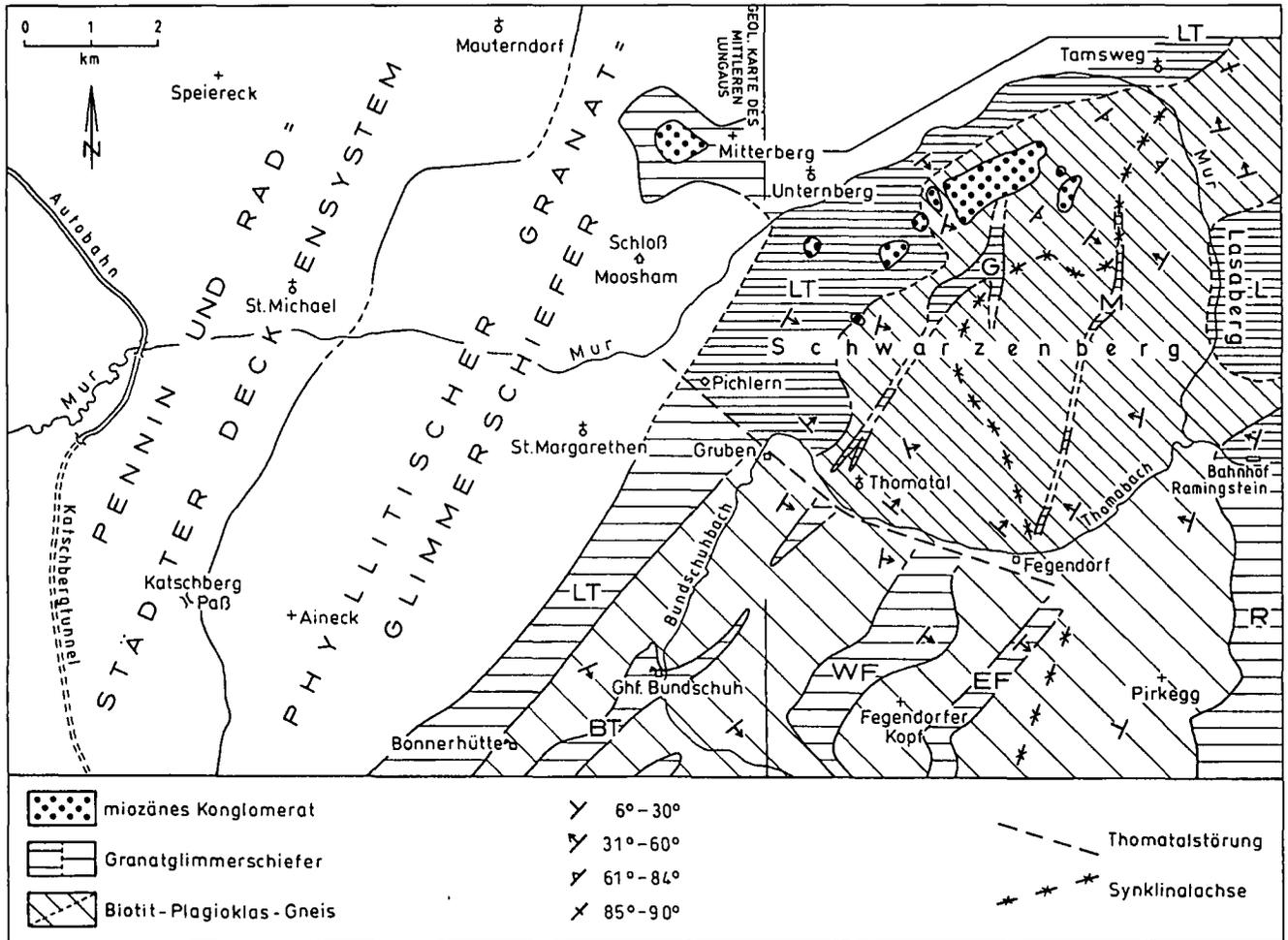


Abb. 3. Tektonische Übersichtskarte des Schwarzenberges bei Tamsweg. Sein Kristallin zeigt eine schüsselförmige Struktur. Der annähernd meridional streichende E-Teil biegt bei Tamsweg nach E. Die Thomatal-Störung läßt eine Diskordanz der s-Flächen erkennen. Das transgressive miozäne Konglomerat bildet den S-Rand des Lungauer Tertiärbeckens und reicht am Mitterberg weit nach W. Nur angedeutet sind die Strukturen der westlichen und südlichen Nachbargebiete des Schwarzenberges. Granatglimmerschieferzüge: LT = Laußnitz-Tamsweg-Zug; BT = Bundschuh-Thomatal-Zug; G = Goldbrunnock-Zug; WF = Westlicher Fegendorf-Zug; EF = Östlicher Fegendorf-Zug; M = Maßlhöhe-Zug; R = Ramingsteiner Granatglimmerschiefer und seine Fortsetzung im Halbfenster des Lasaberges (L).

men des Halbfensters bildet der Gneis des Steinerwaldes bei Madling. Den W-Rahmen bildet der Gneis des Schwarzenberges westlich der Mur. Und der N-Rahmen wird vom Gneis der Frauenhöhle bei Tamsweg aufgebaut.

Im Inneren des Halbfensters kommt der Granatglimmerschiefer nur in Form verrutschter Schollen und von Lesesteinen zutage. Er wird größtenteils von Moräne bedeckt, auf der sich die Felder und Wiesen mit den Bauernhöfen des Lasaberges befinden. Anstehende Aufschlüsse gibt es ober dem Bahnhof Ramingstein. Hier sieht man mit mittelsteilem WNW-Fallen den Glimmerschiefer unter den Gneis eintauchen (EXNER, 1991, Abb. 2). Und bei Tamsweg fällt anstehender Granatglimmerschiefer am Güterweg bei dem Bauernhof Achner nach N unter den Gneis des Gebietes bei der Frauenhöhle ein. Die verrutschten Schollen aus Granatglimmerschiefer in der Schlucht S Franzenbauer am Lasaberg zeigen deutlich das primäre mittelsteile W-Fallen des Glimmerschiefers unter den Gneis des Schwarzenberges an. Am E-Rand des Lasaberger Halbfensters besteht außerhalb des Kartenblattes Tamsweg eine Verbindung der Granatglimmerschiefer von Lasaberg und Ramingstein am Kamm der Tschellerhütten auf Kartenblatt 158 Stadl an der Mur (THURNER, 1958).

Die besten und am bequemsten zugänglichen Felsaufschlüsse im Biotit-Plagioklas-Gneis des Schwarzenber-

ges befinden sich am Leonhardsberg beim Sender P. 1336, S Tamsweg, westlich der Mur. Im Blick von Tamsweg zeigt hier der Schwarzenberg ausnahmsweise eine recht imponierende Felsgestalt. Der von Tamsweg an der E-Seite des Leonhardsberges zum genannten Sender aufwärtsführende Güterweg ist im Umkreis des Senders in Fels eingesprengt. Der Biotit-Plagioklas-Gneis erweist sich hier als vortrefflicher B-Tektonit mit tautozonaren s-Flächen um die nach NE geneigte Faltenachse, die mit der Lineation des Gesteines ident ist. In den (ac)-Klüften sitzen bis 1 m dicke Quarzgänge. Seltener sind bis 0,4 m dicke Quarz-Lagergänge anzutreffen.

Geht man vom genannten Sender nach S am Güterweg weiter, so beobachtet man bei der S-vergente Wegkehre in SH. 1430 m Gneisphyllonitlagen in stark zerschertem Biotit-Plagioklas-Gneis. Solcher Phyllonit im Gneis und genetisch nach Gneis infolge intensiver Differentialbewegung mechanischer Art und chemischer Stoffmobilisation (Wachstum von Serizit-Chlorit-Filz längs s-Flächen und Quarz-Anreicherung) kommt im Gneis des Schwarzenberges sehr häufig vor. An der genannten Lokalität (S-vergente Wegkehre in SH. 1430 m) habe ich den Phyllonit nach Gneis in die geologische Karte eingetragen, aber an unzähligen anderen Stellen nicht, da die Karte sonst unlesbar geworden wäre.

Annähernd in streichender Fortsetzung der Felsaufschlüsse des Leonhardsberges gibt es andere, leicht zugängliche Felsaufschlüsse, welche ebenfalls Falten und Walzen im Biotit-Plagioklas-Gneis zeigen und seinen B-tektonischen Charakter belegen. Z.B. die schon im petrographischen Kapitel genannte Falte am Güterweg, 350 m SW Kirche St. Leonhard (Quarzanreicherung im Faltensteil des Gneises, Se 3408). Ferner die glazal polierten Felsrundbuckel 1 km E Pfarrkirche Tamsweg, in SH. 1140 m (Felsrücken WNW Moos) mit prächtigen Falten mit 3 m-Amplituden, mit tautozonaren s-Flächen um Walzen und mit Quarzgängen in (ac)-Rissen des Biotit-Plagioklas-Gneises, dessen Faltenachsen und Lineationen hier bereits nach ENE geneigt sind. Schließlich sei noch auf die prächtigen Walzen im Biotit-Plagioklas-Gneis hingewiesen, die am neuen Güterweg in SH. 1220 m im landwirtschaftlichen Versuchsgelände „Krameterhof“ (Saudorf) unmittelbar im Liegenden des nun zu besprechenden Granatglimmerschieferzuges auftreten. Hier streicht die Walzenachse NE und es treten bis zu 1 m dicke Quarzgänge in den (ac)- Klüften auf, die an einer Stelle in SH. 1200 m auch den 0,2 m dicken Plagioklas-Pegmatit führen, welcher bereits im Kapitel Petrographie genannt wurde (Se 3364).

Im SE-Sektor des Schwarzenberges herrschen mittelsteile W-fallende s-Flächen. Diesem Gebiet gehört auch der Granatglimmerschieferzug der Maißlhöhe an, der ebenfalls W-fallend dem Biotit-Plagioklas-Gneis konform eingelagert ist oder aufliegt.

Die nördlichen Aufschlüsse dieses Granatglimmerschieferzuges beginnen bei P. 1523 am Leonhardsberg und ziehen mit 50 bis 80 m Mächtigkeit in der E-Flanke der Maißlhöhe (alter und neuer Güterweg) bis 600 m S P. 1696. Als Fortsetzung kann der bis 70 m mächtige Granatglimmerschiefer SW Saudorf am steilen S-Fuß des Schwarzenberges gedeutet werden. Er ist mit der im petrographischen Kapitel (siehe oben!) genannten Schwarzphyllitlage vorzüglich an den zahlreichen Kehren des neuen Güterweges im Areal des landwirtschaftlichen Versuchsbetriebes „Krameterhof“ zwischen SH. 1200 und 1310 m aufgeschlossen. Zwischen hier und der Maißlhöhe gibt es WNW Gapscher subanstehenden Granatglimmerschiefer in SH. 1480 m und darunter eine sehr große Menge von dessen Lesesteinen. Ansonsten verhüllen Moräne und Gehängeschutt die dazwischen vermutete Verbindung des wahrscheinlich insgesamt 5 km langen Granatglimmerschieferzuges.

Der Biotit-Plagioklas-Gneis bildet im nördlichen Teil des Schwarzenberges eine NNE-streichende Synklinale. Die s-Flächen fallen im östlichen Teil des Schwarzenberges generell nach W und im westlichen Teil nach E. Die Achse der Synklinale zieht vom Murtal bei Tonibauer (S Tamsweg) zur Maißlhöhe in das aufschlußarme Plateaugebiet: Goldbrunnock-Hochkopf-Obernock und in das Thomatal bei Fegendorf (Abb. 3).

Am Plateau bilden die s-Flächen bei anhaltendem NNE-Streichen einige Unregelmäßigkeiten der Fallrichtung. Da am Plateau nur wenige verlässliche Strukturmessungen möglich waren, muß dahingestellt bleiben, ob diese Unregelmäßigkeiten reale Falten in der Muldenzone der Synklinale bedeuten und wie solche im Detail verlaufen. Eindeutig ist jedenfalls, daß am nördlichen Schwarzenberg westlich der Linie Kohlstattthütte-Neggerndorf nur E-Fallen der s-Flächen herrscht und somit der Gegenflügel der Synklinale sicher an dieser Linie erreicht ist.

Mit diesem E-Fallen tauchen auch die westlichen Granatglimmerschiefer unter den Biotit-Plagioklas-

klas-Gneis ein. Sie bilden die Fortsetzung der Granatglimmerschiefer von Pichlern und vom Lungauer Mitterberg und streichen nach Tamsweg. Sie bauen das NW-Segment des Schwarzenberges auf. Aufschlüsse dieser Granatglimmerschiefer gibt es SW und W Fingerneck, ferner im Spitzingtal, im Gebiet SE Unternberg und im kleinen Aufschluß an der Straße N Glanz in Tamsweg. Das unmittelbare Einfallen des westlichen Granatglimmerschiefers unter den Biotit-Plagioklas-Gneis ist an folgenden drei Lokalitäten zu sehen:..

- 1) Große Wildbachrinne 500 m SSW Fingerlingnock. Der Güterweg mit vorzüglichen Felsaufschlüssen quert die Wildbachrinne in SH. 1440 m. Der grobschuppige westliche Granatglimmerschiefer fällt hier (s: 110/44 N) unter den Biotit-Plagioklas-Gneis ein.
- 2) SW Gipfel des Fingerlingnockes. Am Güterweg in SH. 1560 m steht Granatglimmerschiefer mit 1 m mächtigem Quarz-Lagergang an. Der Granatglimmerschiefer fällt nach NE unter den 10 m höher aufgeschlossenen, pegmatitführenden Biotit-Plagioklas-Gneis.
- 3) Großräumig und landschaftlich eindrucksvoll sichtbar ist die Lagerung des mächtigen Granatglimmerschiefers im Spitzingtal bei P. 1279 unter den Felswänden des Biotit-Plagioklas-Gneises NW P. 1529, die der Güterweg in prächtigen Aufschlüssen in SH. 1450 m quert.

Vereinzelt gibt es im westlichen Granatglimmerschiefergebiet des Schwarzenberges Partien, die als Gneis anzusprechen sind, z.B. am Güterweg N Schmalzer in SH. 1270 m, im Spitzingtal in SH. 1130 m und S Neggerndorf in SH. 1100 m. Zusammenhänge dieser Gneisvorkommen sind nicht sichtbar.

Unweit der W-Grenze des Biotit-Plagioklas-Gneises ist diesem der Granatglimmerschieferzug des Goldbrunnocks zwischengelagert. Ich nenne ihn so, weil sich die Aufschlüsse in der NW-Flanke des Goldbrunnockes befinden, nämlich im Quellgebiet des Tontales und am Plateau S P. 1571. Seine Mächtigkeit beträgt ca. 50 bis 100 m. An seiner W-Grenze lagert er dem Biotit-Plagioklas-Gneis konform auf. Die Strukturen seiner E-Grenze sind in dem schlecht aufgeschlossenen Gebiet nicht eindeutig erfaßbar und zeigen W-Fallen der s-Flächen. Das spricht hier für muldenförmige Auflagerung des Granatglimmerschiefers über dem Gneis. Man sollte aber bei der strukturellen Interpretation Vorsicht walten lassen, weil in diesem schlecht aufgeschlossenen Gebiet Meßdaten auf sicher anstehendem Fels nur spärlich vorhanden sind.

Der dem Gneis konform zwischengelagerte (s: 155/25 E) Granatglimmerschiefer SE Fingerlingnock dürfte die südliche Fortsetzung des Goldbrunnock-Granatglimmerschieferzuges darstellen. Gut aufgeschlossen ist er an der Böschung des Güterweges in SH. 1590 m (250 m WNW P. 1564). Die beiden schematisch in die geologische Karte eingetragenen Granatglimmerschiefer-Lamellen zwischen dem Biotit-Plagioklas-Gneis im Steilhang NW der Ortschaft Thomatal zeigen aberrantes Streichen und Fallen. Sie sind an den beiden, annähernd horizontalen Güterwegen N dieser Ortschaft und am markierten Touristensteig (Bildstock !) aufgeschlossen und beteiligen sich auch am Blockwerk des Bergsturzes. Die Strukturmessungen ergeben im Steilhang ein Schollenmosaik verschiedenster Streich- und Fallrichtungen der s-Flächen. Ich muß gestehen, daß das NE-Streichen der beiden Granatglimmerschiefer-Lamellen der geologischen Karte im Steilhang NW Ortschaft Thomatal nicht genügend fundiert ist durch meine Messungen, sondern eher der Vorstellung ent-

spricht, wie die Situation vor einer vermutlichen Kippbewegung N Thomatal-Störung und nachträglicher gravitativer Hangtektonik beschaffen war.

Die Thomatal-Störung ist nicht unmittelbar abgeschlossen. Sie ist nur eine Hypothese und sollte unter den Alluvionen des Thomabaches zwischen Fegendorf und Gruben und unter Moräne und Hangschutt des Sattels von Pichlern verlaufen (Abb. 3). Diese Linie markiert nämlich eine Diskordanz der s-Flächen. Südlich der Linie streichen die s-Flächen NE, nördlich der Linie NW.

Die Strukturen südlich der Thomatal-Störung passen zum Gesamtbauplan des Nock-Kristallins auf Kartenblatt Tamsweg (EXNER, 1991, Abb. 1) und speziell auch zu den Strukturen des östlichen und mittleren Schwarzenberges. Hingegen sind die NE-fallenden s-Flächen nördlich der Thomatal-Störung als aberrant zu bezeichnen. Bei der feldgeologischen Beobachtung faßte ich sie zunächst als hangtektonisch bergwärts verkippt auf, was ja bei gravitativen Massenbewegungen häufig vorkommt. Teilweise dürfte auch diese Erklärung zutreffen. Die Größe des strukturell aberranten Bereiches nördlich der Thomatal-Störung ist aber sehr beträchtlich (6 km streichende Länge, 2 km Breite zwischen Ortschaft Thomatal und Kohlstatthütte) und es fehlen entsprechende Hochgebirgs-Abriffnischen. So gelange ich zur Auffassung einer echten tektonischen Störung (Thomatal-Störung) mit Kippung der N-Scholle nach NE. Sekundär spielt sicherlich auch gravitative Hangtektonik mit.

### 3. Miozän

#### 3.1. Allgemeines

Am nicht allzu steil geneigten NW-Hang des Schwarzenberges blieben in recht bedeutender flächenmäßiger Ausdehnung Erosionsreste des dem Kristallin auflagernden miozänen Schichtpaketes der Norischen Senke der Ostalpen und zwar des Lungauer oder Tamsweger limnischen Jungtertiärbeckens erhalten. Die Geologie dieses Beckens ohne Schwarzenberg würde in sehr verlässlicher und gründlicher Weise und mit Erstellung einer geologischen Karte 1 : 25.000 von Frau Kollegin Dr. Maria HEINRICH (1977) bearbeitet. Die folgenden Ausführungen bezüglich des Schwarzenberges stellen nur eine Ergänzung zu diesem vortrefflichen Werke dar.

Im Gebiete des Schwarzenberges findet man nur jenen Teil der miozänen Schichtfolge, den HEINRICH unter dem Sammelbegriff

„Grundkonglomerat“ zusammengefaßt hat. Dieser Begriff soll auch hier beibehalten werden. Nur beobachtete ich in den Vorkommen des Schwarzenberges nicht sämtliche Glieder dieses Sammelbegriffes, welche HEINRICH in ihren wesentlich besseren Aufschlüssen finden konnte und in ihrer geologischen Karte darstellte. Sondern ich konnte am Schwarzenberg einfach nur das Konglomerat und an wenigen Stellen Anreicherung der sandigen Matrix zu wenigen Zentimeter dicken und linsenförmig im Konglomerat auskeilenden Sandsteinlagen finden.

Petrographisch bestehen die Komponenten und die sandige Matrix des Konglomerates am Schwarzenberg nur aus Gneis und Glimmerschiefer der unmittelbaren Kristallin-Umgebung und es fehlen Komponenten aus dem Tauernfenster. Die sedimentäre Schichtung (ss) des Konglomerates streicht um N-S und fällt flach bis mittelsteil nach W. Siehe beobachtete Raumlage des ss in der Tabelle 1 und Abb. 4! Die Form der Komponenten entspricht flachen, mächtig gerundeten Fluß- und Wildbachgeschieben von einigen Zentimeter bis 0,75 m Durchmesser. Die Matrix ist grob- bis mittelkörnig klastisch bis sandig.

Östlich Tamsweg hatte schon HEINRICH eine Stelle gefunden, wo das Konglomerat ohne roten Verwitterungshorizont und ohne Basisbreccie unmittelbar dem verhältnismäßig frischen unverwitterten Gneis sedimentär transgressiv auflagert (HEINRICH, 1977, p. 312–313 und Abb. 8). Zu dieser Stelle N Franzlbauer bei Sauerfeld auf Kartenblatt 158 Stadl an der Mur, hat sie mich vor 20 Jahren hingeführt. Am Schwarzenberg fand ich 4 analoge Vorkommen (Tab. 1); an einem dieser Vorkommen sogar mit aufgeschlossener sedimentärer Transgressionsdiskordanz (Abb. 5).

Über die Mächtigkeit des noch vorhandenen, unter der Hang-Oberfläche des Schwarzenberges befindlichen Konglomerates lassen sich nur schätzungsweise von der Morphologie her Angaben machen. Sie dürfte wenige Meterzehner betragen. Oberflächlich sichtbare Mächtigkeiten in den Konglomerataufschlüssen des Schwarzenberges erreichen maximal bloß 15 m (Tab. 1).

Abb. 4. Kartenskizze der derzeitigen Aufschlüsse des miozänen Konglomerates am Schwarzenberg. Die Nummern entsprechen der Beschreibung der Aufschlüsse in Tabelle 1.

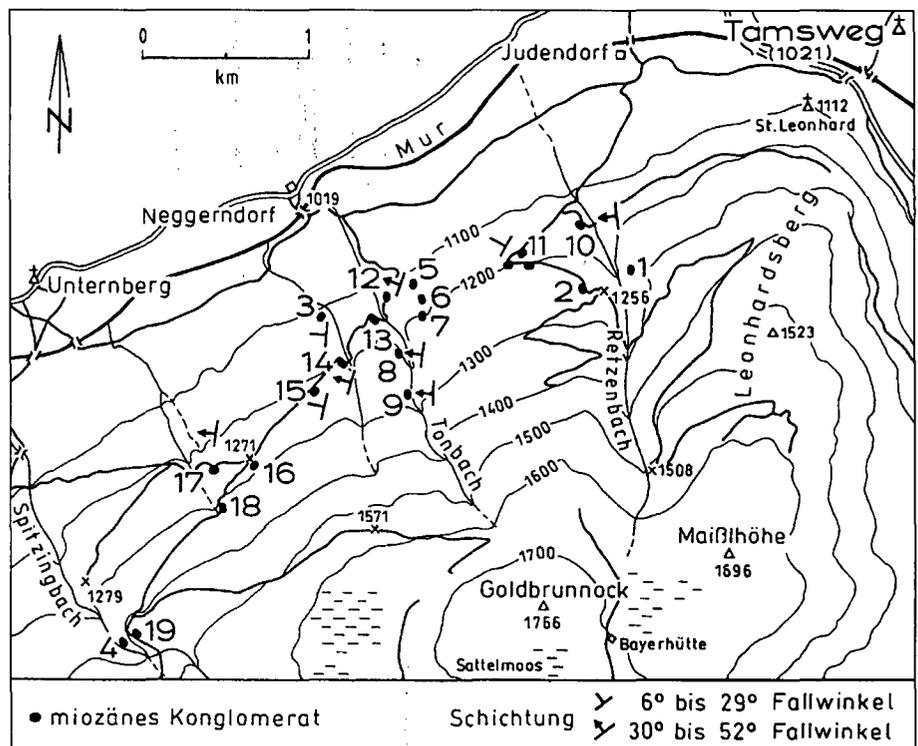


Tabelle 1.

Aufschlüsse des miozänen Konglomerates am Schwarzenberg im Lungau.

A = Transgression des Konglomerates auf dem Nock-Kristallin; B = Sonstige natürliche Felsaufschlüsse des Konglomerates; C = Sonstige künstliche Aufschlüsse des Konglomerates an Böschungen der Güterwege (Abkürzung „Gw“ = Güterweg).

Nr	Seehöhe in m	Vertikale Aufschluß- Mächtigkeit	Raumlage des ss des Konglomerates	Ergänzende Geländebeobachtungen
<b>A</b> 1	1260	0;5 m		Hangleiste über der Gneis-Felswand des alten Bergbaues an der E-Seite des Retztales
2	1250	2;0 m		Gw-Böschung an der W-Seite des Retztales; 75 m WP. 1256. Das Konglomerat lagert über dem Gneis im künstlich errichteten Wasserabzuggraben.
3	1100	3;5 m	N-S / 24 W	Gw-Böschung am linken Ufer des kleinen Baches, der sich W Tonbach befindet. Ein neuer Gw quert jenen kleinen Bach. Das Konglomerat liegt mit Winkeldiskordanz transgressiv auf Gneis. Siehe Abb. 5!
4	1380	4;0 m		E-Seite des Spitzingtales. Das Konglomerat lagert auf Gneis
<b>B</b> 5	1120	6;0 m	18 / 45 W	W-Ufer des kleinen Baches, der sich 250 m E Tonbach befindet. Komponenten mit bis 0;75 m Ø
6	1120 bis 1180	12;0 m		An beiden Ufern jenes kleinen Baches
7	1190 bis 1200	2;0 m		W-Ufer jenes kleinen Baches
8	1220 bis 1240	15;0 m	10 / 36 W	Felsrippe an der W-Seite des Tontales. 25 Höhenmeter über dem schluchtförmig eingeschnittenen Tonbach. Hier gibt es dünne Sandsteinlinsen im Konglomerat
9	1260 bis 1270	7;0 m	N-S / 52 W	W-Ufer des Tonbaches. Der Aufschluß ist verrutscht. Der steile Fallwinkel des ss dürfte nur sekundärer Natur sein (Kippung infolge gravitativer Hangtektonik)
<b>C</b> 10	1140	8;0 m	170 / 33 W	Der Aufschluß ist 45 m lang und stellt den sehr bequem zugänglichen und derzeit besten Großaufschluß im Konglomerat dar. Die bis 0,5 m großen Komponenten sind meist Matrix-gestützt und bestehen aus Gneis und Glimmerschiefer der Ostalpinen Decke. Der Aufschluß befindet sich am Gw 1,5 km WSW Kirche St. Leonhard und zwar 50 m W Retzenbach
11	1160 bis 1200	0;2 bis 0;5	30 / 20 W	Drei Aufschlüsse W Retzenbach der SW-vergerten Gw-Kehre
12	1120	0;2 m		Güterweg SW Neggerndorf: E Tonbach
13	1140	2;0 m		Güterweg SW Neggerndorf: W Tonbach. Der Aufschluß ist 40 m lang. 2 m mächtiger Geschiebelehm (Moräne) lagert auf dem miozänen Konglomerat
14	1180 bis 1190	4;0 m	15 / 30 W	Güterweg SW Neggerndorf: W-Seite des Tälchens; das sich W Tontal befindet. Sehr guter, 50 m langer Konglomerat-Aufschluß
15	1210	0;2 m	10 / 25 W	Güterweg SW Neggerndorf: SW vorgenannter Lokalität
16	1273	0;5 m		Bei P. 1271 Wegkreuzung SE Unternberg
17	1240	2;0 m	5 / 32 W	40 m langer Aufschluß am Gw W P. 1271, in der kleinen Bachschlucht
18	1300	0;2 m		Konglomerat; gravitative schwache Hangrutschung. Oberkante der Schlucht; 400 m SW P. 1271
19	1410 bis 1420	3;0 m		Gw NE Spitzingbach. Der Konglomerat-Aufschluß ist 70 m lang

### 3.2. Aufschlußverhältnisse, Anwitterung und Zerfall des Konglomerates zu Komponentenfeldern subanstehenden Charakters

Die sonstigen natürlichen Aufschlüsse des miozänen Grundkonglomerates am Schwarzenberg sind spärlich. Sie sind auf das Tontal und auf die östlich davon befindliche Bachschlucht beschränkt. Hier fand ich das anstehende Konglomerat im Jahre 1985 (EXNER, 1986, p. 442). Siehe dazu Tabelle 1!

Viele künstliche Aufschlüsse des Konglomerates an den Böschungen der Güterwege entdeckte GRUM im Jahre 1988 (GRUM, 1989, p. 590 und geologische Karte im Archiv der Geol. B.-A.), und EXNER fand solche im Jahre 1993 im östlich anschließenden Gebiet. Da die künstli-

chen Aufschlüsse an den Wegböschungen vergänglich sind, halte ich in der Tabelle 1 den Aufschluß-Zustand fest, der sich mir in den Jahren 1992 und 1993 darbot.

Nach dem Bau eines Güterweges sind in diesem Gebiet besonders die unteren und mittleren Partien der künstlichen Wegböschung nach einigen Jahren häufig wiederum verrutscht und von Hangschutt bedeckt. Der Konglomerat-Aufschluß verschwindet wieder. Häufig bleibt das Konglomerat im steilen obersten Teil der Böschung unter schützen der Grasnarbe und verhärtetem Boden noch längere Zeit sichtbar. In den Tabellen sind nur die tatsächlich im Beobachtungszeitraum 1992–1993 sichtbaren vertikalen Aufschlußmächtigkeiten des Konglomerates, auch wenn es sich nur um Reste einst vermutlich größerer Aufschlüsse handelt, angegeben.

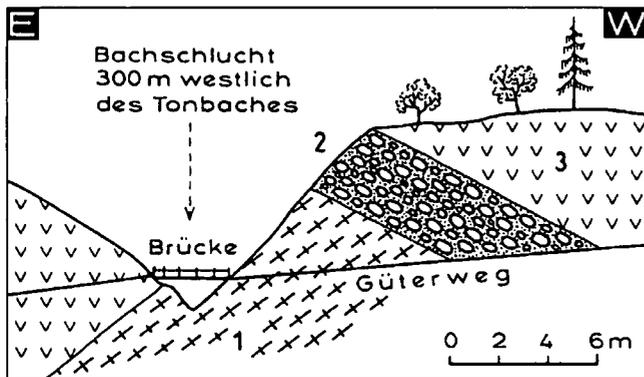


Abb. 5.  
Transgressionsdiskordanz des miozänen Konglomerates (2) über kaum alteriertem Biotit-Plagioklas-Gneis (1) des Schwarzenberges. Frischer Aufschluß an der Böschung des neu ausgeschobenen Güterweges in SH. 1100 m. Profilskizze im Mai 1993. Die Lokalität befindet sich 550 m SSE Murbrücke Neggerndorf P. 1019. 3 = Gehängeschutt und Bodenbildung. Punkt Nr. 3 in Tabelle 1.

Was dem Beobachter, der diesen Teil des Schwarzenberges besucht, als erstes ins Auge springt, sind ungewöhnlich dicht besetzte „Schotterflächen“, deren genetische Bedeutung als zerfallenes miozänes Konglomerat schon PREY (1939) voraus richtig vermutete (siehe Kapitel: Einleitung!). Als ich, auf seinen Spuren wandelnd, am Güterweg von Judendorf den Schwarzenberg im Jahre 1985 betrat, war ich sehr erstaunt über die beträchtlichen Schottermengen auf der Fläche westlich des Retzenbaches.

Durch Anwitterung zersetzt sich das Konglomerat in situ. Der Verband zwischen Komponenten und Matrix wird gelockert und dann getrennt. Die Matrix zerfällt, wird weggeschwemmt oder verwittert. Es bleiben weite Flächen mit ungemein dichter Anreicherung der Komponenten des Konglomerates als Lesesteine übrig. Ich möchte die Bezeichnung „Komponentenfeld“ oder „Konglomeratkomponenten-Feld“ für Geröllfelder solcher Genese vorschlagen.

Den Beweis für die Lage in situ dieser Komponentenfelder fand ich an mehreren Stellen während der vegetationsarmen Jahreszeit (Frühjahr 1993) in kleinen künstlichen Wassergräben und an Wurzeln umgefallener Bäume. Dort liegt das unverwitterte Konglomerat 20 bis 40 cm unter der Grasnarbe des Komponentenfeldes. Ich habe damit endlich nach langem Bemühen den sicheren Nachweis gewonnen, daß sich dieses über anstehendem Konglomerat befindet. Diesbezügliche Komponentenfelder des Gebietes können somit als subanstehendes Konglomerat aufgefaßt und flächenmäßig in die geologische Karte eingetragen werden.

Selbstverständlich ausgenommen sind quartäre Bachschuttkegel und Alluvionen, die aus Konglomeratkomponenten bestehen. Die lassen sich aber morphologisch leicht abgrenzen. Die Komponentenfelder sind keine pleistozänen fluviatilen, lakustrischen oder fluvioglazialen Bildungen, denn es fehlen ihnen gekritzte Geschiebe, Serpentinite, Amphibolite und Karbonatgesteine. Es handelt sich auch nicht um Restit ausgewaschener Moräne, denn es fehlen den Komponentenfeldern die häufig viel größeren und eher äquidimensional runden Blöcke. Außerdem beträgt im Moräne-Geschiebelehm des Gebietes das von mir an einigen Stellen geschätzte Volumsverhältnis von Blockwerk zu Lehm ca. 1 : 200 und kann somit in situ unmöglich zur außergewöhnlich reichen Blockansammlung der Komponentenfelder führen.

Folgende Komponentenfelder wurden beobachtet (geologische Karte Abb. 2):

- 1) E Retzenbach in SH. 1160 bis 1200 m, ferner in 1300 m und in einem langgestreckten Zug zwischen SH. 1320 und 1400 m.
- 2) Das flächenmäßig größte Vorkommen zieht in SW-Richtung mit 1500 m Länge und 500 bis 700 m Breite vom Retzen- zum Tontal zwischen SH. 1120 und 1300 m.
- 3) Aus der dicken Moränenbedeckung ragen inselbäumig 3 Areale westlich des Tontales zwischen SH. 1100 und 1330 m auf.
- 4) NE Spitzingbach in SH. 1400 bis 1440 m. Höchstes Vorkommen am Schwarzenberg!
- 5) Die altbekannte Lokalität S Unternberg am rechten Ufer des Spitzingbaches in SH. 1070 bis 1100 m im Gelände unter der neuen „Hubertuskapelle“. Hier hatten schon AIGNER, PREY und HEINRICH den Ausbiß des tertiären Konglomerates erkannt (siehe Kapitel: Einleitung!). Ein wirklicher Aufschluß ist derzeit nicht vorhanden, sondern ein Komponentenfeld. Der in der topographischen Karte 200 m NE P. 1089 eingetragene Fußsteig (zum „Waldlehrpfad“) wird südlich von Geländestufen aus losen Konglomeratkomponenten begleitet. An einer dieser Stufen nahe dem rechten Ufer des Spitzingbaches liegt derzeit ein Spaten. Er dient dort dem Abbau der Komponenten zur Schotterung des feuchten Zuganges zum „Lehrpfad“. Gräbt man mit dem Spaten 20 cm in den Steilhang hinein und zwar unter der Grasnarbe, so erreicht man das anstehende, N-S streichende und 25° W-fallende Konglomerat. Vor allem sieht man hier auch vorzüglich den allmählichen Zerfall des Konglomerates mit der Lockerung und schließlich Sonderung von Komponenten und Matrix.

### 3.3. Geologische Position

Somit hat das miozäne Grundkonglomerat am NW-Hang des Schwarzenberges mit Unterbrechungen eine Gesamtlänge in NE-SW-Richtung von 4 km und senkrecht dazu eine Breite bis 1,5 km. Es reicht von 1070 bis 1440 m Seehöhe. Seine sedimentäre Schichtfläche fällt mit 20 bis 52° nach W.

Im E hebt das Konglomerat über dem Gneis des Leonhardsberges (S Tamsweg) aus. Im W verschwindet es unter der mächtigen Grundmoräne SSW Unternberg. Im N wird es von Moräne, Gehängeschutt und Alluvionen am Bergfuß zum Murtal bedeckt. Im S reicht das Konglomerat bis unter die Fels-Steilstufe im Spitzingtal (SH. 1440 m) und bis unter Gehängeschutt und verrutschte Felschollen der NE-Fortsetzung dieser Steilstufe im Retzentale (SH. 1440 m). Dazwischen wird das Konglomerat von Moräne und Gehängeschutt überdeckt. Die Abgrenzung des über dem Konglomerat liegenden Moränenmaterials und Gehängeschutt läßt sich am Rande der Komponentenflächen recht gut durchführen.

## 4. Quartär

Das Eisstromnetz des Murgletschgebietes überströmte während der Perioden maximaler pleistozäner Vereisung den gesamten Schwarzenberg und Umgebung, wobei die Oberfläche des Eises in mindestens 2.000 m Seehöhe lag. Vom Eis polierte Felsrundhöcker

finden sich besonders im östlichen und mittleren Bereich des Schwarzenberges. Gletscherstriemen verlaufen N 120° E und zeigen die Bewegungsrichtung des Eisstromes am Schwarzenbergplateau an (Güterweg SE Seemoos). Sehr mächtige, jedenfalls mehr als 10 m dicke Grundmoräne blieb im NW-Teil des Schwarzenberges erhalten (W Tontal und S Unternberg). Die sichtbaren Mächtigkeiten von Moräne im Mittel- und E-Teil betragen nur bis 3,5 m (neuer Güterweg NW Roßbacher in SH. 1480 m).

Das Plateau des Schwarzenberges war unter dem Eis teils der Exaration ausgesetzt. Vom Eis ausgepflügte losgerissene plattige und eckig begrenzte Gneisschürflinge mit 1,5 m Ø liegen in Grundmoräne (z.B. Güterweg 300 m NE P. 1564 Gradnerhütte). Teils blieb aber Grundmoräne auf weiten Teilen des Plateaus und auch im Gipfelbereich der Nocke (besonders eindrucksvoll auf der Maßlhöhe) liegen.

Die glazialen Geschiebeblöcke erreichen bis 3 m Ø und bestehen hauptsächlich aus Kristallin der Ostalpinen Decke, selten aus Serpentin, Amphibolit und Karbonatgesteinen, die aus dem Tauernfenster stammen können. Zum Problem der Karbon-Erratica bei der Bonnerhütte (EXNER, 1989, p. 93) bringt die Geologie des Schwarzenberges keinen verbindlichen Hinweis. Es fand sich wohl ein einziger solcher Block, aber da er neben einem Güterweg liegt und einen Durchmesser von 0,3 m besitzt, könnte er eventuell künstlich aus dem Murtal mit Schotter für den Wegebau herangeschafft worden sein. Er befindet sich in SH. 1430 m auf Moräne 700 m NW P. 1604 Fingerlingnock.

Terrassensediment unter Würm-Moräne ist als geschichteter Sand und Ton 15 m mächtig in der Sandgrube 1,1 km SSW Kirche Unternberg aufgeschlossen. Darüber lagern Kiese und Geschiebelehm (Würm-Grundmoräne). Das Terrassensediment bildet die Fortsetzung jenes von Flatschach (geologische Karte des mittleren Lungaus, EXNER, 1989, p. 93 und 99).

Ein jüngerer, auf Moräne auflagerndes Terrassensediment befindet sich nahe der Mündung des Thomabaches in die Mur.

Der Talstrecke der Mur zwischen Tamsweg und Mündung des Thomabaches fehlen Reste miozäner Schichten. Sie dürfte zumindest im tieferen Erosionsbereich post-miozäner Entstehung sein. Interglaziale Gleitmassen mit auflagernder Moräne kennzeichnen die E-Seite des Tales am Lasaberg. Die W-Seite zeigt ein Gesimse aus Moräne über Gneis an (Feichtinger bis Keusching). Die Talsohle S Tamsweg besteht nur aus Lockergestein (Gleitmassen, Moräne, Gehängeschutt, Alluvionen). Erst bei Madling strömt die Mur auf anstehendem Fels. Außerdem gibt es nördlich dieser Ortschaft 25 m über dem heutigen Fluß ein Trockental im Gneisfels als Rest eines alten Mur-Flußlaufes.

Die aus Granatglimmerschiefer bestehende interglaziale Gleitmasse des Lasaberges hat eine vertikale Höhe von über 400 m. Sie folgt als synthetische Gleitung und teilweise Bergsturz den W-fallenden s-Flächen des Granatglimmerschiefers. In der Bachschlucht zwischen Franzbauer und Reiter befinden sich vertikal gestaffelte, bis 30 m hohe Abrißnischen, gekippte Felsschollen und Bergsturzblockwerk.

Ansonsten wurde in der geologischen Karte (Abb. 2) die Signatur für abgerutschte Gesteinsmassen unter Wahrung des Schichtverbandes nur wenig verwendet, weil am Schwarzenberg die Grenzen zum anstehenden Fels kaum aufgeschlossen sind. Tatsächlich gibt es aber hier viele Bereiche verrutschter Gesteinsmassen.

Eine Bergzerreißungsspalte befindet sich NNE Bahnhof Ramingstein.

Das Blockwerk des postglazialen Bergsturzes N Ortschaft Thomatal besteht aus Gneis und Granatglimmerschiefer. Vegetationsarme Blockhalden weisen auf rezent andauernde Murgänge hin. Ein kleiner solcher Bergsturz erfüllt das Wildbachtal E Schmalzer.

Die ausgedehnten Hochmoor-Flächen in SH. 1550 bis 1750 m am Plateau des Schwarzenberges (Sattel-, See-, Saumoos etc.) befinden sich in naturbelassenem Zustand. Ihr Umweltschutz wird von den Österreichischen Bundesforsten betreut. Kein Güterweg berührt sie. Die Grenzen der einzelnen Moore und Sumpfgebiete sind in der topographischen Karte (157 Tamsweg ÖK 25 V) zutreffend eingetragen.

## 5. Steinbrüche, Kiesgrube, alter Bergbau

Steinbruch in Betrieb am Schwarzenberg, 250 m SW P. 1588 Kohlstatthütte, am rechten Ufer des Burgbaches. Abgebaut wird ein recht gleichmäßig beschaffener, mittelkörniger, ebenflächig parallelschiefriger Biotit-Plagioklas-Gneis. Raumlage des s: 110 bis 135/15 bis 45 NE. Der Gneis wird zu Splitt verarbeitet und dient zur Schotterung der Güterwege.

### □ Se 3391

Mikroskopisch zeigt das Gestein als Hauptgemengteile: Granat (Skelettförmig, kein Zonenbau, Einschlußzüge von oblongem Quarz und Opazit), Hellglimmer (in Vormacht), Biotit (hellgelb bis rotbraun), Quarz und Plagioklas (Plag III, besonders in den glimmerreichen Lagen angereichert). Accessoria: Opazit, Rutil, Chlorit (sekundär nach Granat) und Turmalin.

Probeschurf in Phyllonit nach Granatglimmerschiefer für eventuelle zukünftige Anlage eines Steinbruches am Güterweg 1 km WSW der vorgenannten Lokalität. SH. 1470 m. Raumlage des s: 130/35 NE.

Alte verlassene Steinbrüche befinden sich in Biotit-Plagioklas-Gneis:

- 1) An der Straße 350 m WSW Kapelle Moos bei Tamsweg. Dieser Steinbruch ist 10 m lang und 3 m hoch. Lineation: 78/18 E; s: 108/32 N.
- 2) Knapp NW Josefinenquelle bei Tamsweg. Raumlage des s: 45/70 NW.
- 3) 650 m NW Kirche Thomatal am Karrenweg in SH. 1120 m. Raumlage des s: 130/35 NE.

Kiesgrube in Betrieb 1,1 km SSW Kirche Unternberg. Die Grube ist ca. 35 m hoch und befindet sich am Bergfuß des Schwarzenberges knapp über der Alluvialebene des Murtales. Abgebaut wird Sand und Kies des Terrassensedimentes unter der Würm-Moräne. Eine Detailbeschreibung der Grube gab GRUM (1989, p. 590–591).

Alter Bergbau im Retzentäl am rechten Ufer des Baches in der Felswand 1,5 km SW Kirche St. Leonhard. Mehrere verbrochene (bis 3 m Länge zugängliche) Stollen und Pingin folgen quarzreichen Lagen in mittelkörnigem, ebenflächig parallelschiefrigem Biotit-Plagioklas-Gneis. SH. 1180 bis 1240 m. Raumlage des s: 10 bis 20/42 bis 28 E. Erzführende Bergbauhalde am Fuße der Felswand. Verzerrung auch in den anstehenden quarzreichen Lagen sichtbar.

### □ Se 3409

#### Erzführender Biotit-Plagioklas-Gneis

Er zeigt mikroskopisch als Hauptgemengteile: Granat (1,3 mm Ø). Opakes Erz (kleinkörnige s-parallele Lagen, auch unverlegte Einschlußzüge in Biotit, Hellglimmer und Chlorit). Biotit (hellgelb bis rotbraun; auch Querbiotit führt die unverlegten Ein-

schlußzüge des opaken Erzes). Hellglimmer, Quarz. Plagioklas (bis 3,5 mm großer Rollo-Oligoklas mit Vorherrschen polysynthetischer Zwillinglamellen nach dem Periklingesetz und mit unverlegten Einschlußzügen von Biotit, Hellglimmer und opakem Erz; klares Korn ohne Alteration). Accessoria: Chlorit (sekundär nach Biotit), Rutil, Zirkon und Hämatit.

Ob die Frauenhöhle bei Tamsweg auf Bergbau-Aktivität zurückgeht, entzieht sich meiner Kenntnis. Auch hier gibt es quarzreichen Biotit-Plagioklas-Gneis. Erzspuren konnte ich nicht beobachten.

## 6. Zur Interpretation der Beobachtungen

### 6.1. Morphotektonik

Die sonderbare, annähernd ballonförmige Umgrenzung des Schwarzenberges durch den Murbogen im N und den Bogen des Thomabaches im S ist tektonisch bedingt.

Das Lungauer Becken verläuft W-E-streichend annähernd in Längsrichtung der Alpen als Teil der Norischen Senke (Längstalfurche). Im Lungauer Becken fließt die Mur von Schellgaden bei St. Michael bis Tamsweg. Hier biegt sie mit rechtem Winkel nach S und verläuft als alpines Quertal 5 km lange in N-S-Richtung bis zur Einmündung des Thomabaches, um dann wieder die alpine Längsrichtung einzuschlagen. Man hatte bisher keinen plausiblen Grund für die Entstehung des Mur-Quertales der Strecke von Tamsweg bis Madling bei Ramingstein. Die Tektonik des nunmehr erforschten kristallinen Untergrundes bietet eine sehr einfache Erklärung an: Das Quertal folgt subsequest dem annähernd meridionalen Streichen von Biotit-Plagioklas-Gneis und Granatglimmerschiefer.

Der SW-Rand des Schwarzenberges zwischen Pichlern und Fegendorf könnte durch die hypothetische Thomatal-Störung (Abb. 3) morphotektonisch erklärt werden. Auch der sonderbare Knick des Flusses bei Gruben würde dazu passen. Der Oberlauf des Flusses heißt Bundschuhbach und biegt mit rechtem Winkel nach SE, wo er dann Thomabach heißt. Natürlich spielt die quartäre Talgeschichte dabei eine Rolle. Aber der Einfluß der Strukturen des kristallinen Grundgebirges auf die Morphologie ist auch hier unverkennbar.

### 6.2. Bemerkungen zu den miozänen Schichten

Innerhalb des Miozäns dürfte das Grundkonglomerat des Lungauer (Tamsweger) Beckens in die karpatische Stufe zu stellen sein (STEININGER et al., 1988, p. 316 und 324). Zeitlich vorausgegangen ist anscheinend eine rote Bodenbildung auf dem Kristallin, deren Spuren nur in tiefen Teilen des Beckens erhalten sind: Basale Rotfärbung des Grundkonglomerates auf dem Kristallin im Schacht bei St. Andrä im Lungau; und rotbraune Färbung der Basisbreccie bei Sauerfeld. In den höheren Teilen des Beckens war die rote Bodenbildung bereits vor Ablagerung des hier anscheinend etwas jüngeren Grundkonglomerates (Auffüllung eines limnischen Beckens) schon erodiert, so daß dieses dem kaum alterierten Kristallin auflagert (HEINRICH, 1977, p. 311 bis 313). Vergeblich suchte ich an den frischen Böschungen zahlreicher Güterwege im Plateaugebiet des Schwarzenberges nach lateritischen tertiären Bodenresten. Selbst bräunlicher Lehm auf dem Kristallin enthält glaziale Geschiebe und erweist sich als Moräne.

Die auffallend regelmäßige W-fallende Schichtung des Grundkonglomerates ist nicht nur auf den Schwarzenberg

beschränkt, sondern tritt analog in den prächtig aufgeschlossenen, 20 m hohen Grundkonglomerat-Kliffen des S-Ufers der Taurach zwischen St. Andrä und Wölting auf (geologische Karte von HEINRICH, 1977, Taf. 1).

Das Grundkonglomerat steigt aus der Tiefe des Tamsweger Beckens in 1030 m Seehöhe zum Schwarzenberg (1440 m Seehöhe) und bis zum Mitterberg in Seehöhe 1560 m an. Das zuletzt genannte Vorkommen fand ich im Sommer 1983 an einem Güterweg am Mitterberg anstehend auf und erkannte es als Tertiärkonglomerat vom Typus Tamsweg (EXNER, 1985, p. 351). Nur die Schotterfläche am begleitenden Plateau des Mitterberges bereitete mir genetischen Interpretationskummer und führte zu einem Fragezeichen in der Legende zur geologischen Karte des mittleren Lungaus (EXNER, 1989, p. 92). Nach den Erfahrungen am Schwarzenberg möchte ich nun die Schotterfläche am Mitterberg auch als Komponentenfeld interpretieren und das Fragezeichen löschen.

Das Kärtchen der Abb. 3 zeigt recht instruktiv, daß die Miozänvorkommen am Schwarzenberg zum Miozän des Mitterberges hinzielen und dieses also nichtmehr ganz isoliert und alleine ist. Über die Art der sekundären tektonischen Verstellungen dieses Kranzes einzelner, jedenfalls primär zusammenhängender Konglomeratvorkommen miozänen Alters wissen wir zwar noch nichts. Vom N-Teil des Tamsweger Beckens im Raume zwischen Lintsching und Sauerfeld kennt man bereits beträchtliche sekundäre tektonische Verstellungen mit steiler Kippung der Schichtflächen und mit tektonischer Grabenbildung (HEINRICH, 1977, p. 327-328).

Die Kohle im Hochtal des Laußnitzbaches in SH. 1675 m, in der Nähe der Bonnerhütte (SE Aineck) wurde von STABER (1933, p. 110) teils als Glanzkohle mit verhältnismäßig hohem Heizwert (gemessen im Laboratorium des Magnesitwerkes Radenthein), teils aber auch als kohlige Probe mit deutlicher Holzstruktur angesprochen. Die neue Untersuchung der Inkohlungsdaten dieser verrutschten Schichten in SH. 1620 und 1700 m (Rutschung südlich des Laußnitzbaches) ergab Mattbraunkohle (SACHSENHOFER, 1989, p. 494 und Tab. 1). Es ist unsicher, ob es sich im Gebiet des Laußnitzbaches tatsächlich um ein Vorkommen miozäner Schichten handelt. Es fehlt derzeit ein exakter feldgeologischer Beweis (EXNER, 1989, p. 92). Unsichere Fundortangaben untersuchter Proben sowie das Vorhandensein der Reste von Köhlereien des vergangenen Jahrhunderts zur Belieferung der Hochöfen der damaligen Eisenindustrie dieser Gegend (Bundschuh, Eisenstratten) sind zu beachten!

### 6.3. Zum Kristallin des Schwarzenberges

Die Beobachtungen haben ergeben, daß sich das Kristallin des Schwarzenberges an das von mir beschriebene Nock-Kristallin südlich des Thomabaches und südlich St. Margarethen (EXNER, 1989, p. 80-91; 1991, p. 15-25) prinzipiell anschließt.

Petrographische Details des Biotit-Plagioklas-Gneises und der Granatglimmerschiefer sind analog: Monotonie und mitunter recht massige Typen des Gneises, seine Oligoklas-Poikiloblasten mit Ausbildung von Knoten- und Augengneisen, der rotbraune Biotit mit den zahlreichen pleochroitischen Höfen um radioaktive Einschlüsse, das Vorherrschen des Rutils unter den Ti-reichen Mineralen sowie die schlanken unverletzten Turmalinsäulchen etc., vor allem aber das Fehlen von Migmatiten (im Gegensatz zu Tauernfenster und Schladminger Gneisdecke).

Die Granatglimmerschiefer des Schwarzenberges gleichen denen des südlich anschließenden Nockgebietes und zeigen deren Charakteristika: Pseudomorphosen nach Staurolith, Granat ohne mikroskopischen Zonenbau, rotbraunen Biotit, mitunter Zurücktreten des Hellglimmers, häufiges Vorkommen von Oligoklas, Vorherrschen des Rutils als Ti-Mineral, postkinematische Turmalinblasten etc.

Die feldgeologische und petrographische Abgrenzung von Biotit-Plagioklas-Gneis zu Granatglimmerschiefer ist am Schwarzenberg teilweise deutlich (Gebiet Ramingstein-Bahnhof, Maißlhöhe, Saudorf, Goldbrunnock, Fingerlingnock, oberes Spitzingtal, Tontal und Tamsweg), mitunter aber undeutlich und problematisch (Gebiet N Gruben, S Unternberg, S Neggerndorf und bei Frauenhöhle). Keinen Fortschritt konnte ich am Schwarzenberg bezüglich der schon für das Nockgebiet diskutierten Genese des Biotit-Plagioklas-Gneises (EXNER, 1991, p. 24) erzielen. Eventuell handelt es sich um Arkosen präkambrischen Alters.

Erhärtet wurde durch die Beobachtungen am Schwarzenberg die Auffassung (GEYER, 1893), daß der Biotit-Plagioklas-Gneis auf Kartenblatt Tamsweg dem Granatglimmerschiefer von Laußnitz und Ramingstein lagenförmig aufliegt:

Eindeutig ist die Zuspitzung des 10 km breiten Biotit-Plagioklas-Gneises der Bundschuhtäler (EXNER, 1991, Abb. 1) zu 1,5 bis 1,0 km Breite bei Tamsweg. Damit kommen sich südlich Tamsweg die unter den Biotit-Plagioklas-Gneis einfallenden Granatglimmerschiefer (LT und L der Abb. 3) so nahe, daß kaum daran gezweifelt werden kann, daß diese Granatglimmerschiefer auch in unaufgeschlossener Tiefe (unter dem Leonhardsberg, bzw. Schwarzenberg) miteinander zusammenhängen und somit der Biotit-Plagioklas-Gneis eine Lage über dem Granatglimmerschiefer bildet. Da nun die s-Flächen des Biotit-Plagioklas-Gneises Synklinialstruktur anzeigen und die annähernd meridional verlaufende Synklinialachse vom Schwarzenberg ins Nockgebiet S Thomabach streicht, kann man wohl auch für den 10 km breiten Gneiskörper dieses Gebietes mit sehr großer Wahrscheinlichkeit analoge Auflage auf Granatglimmerschiefer in unerschlossener Tiefe annehmen, wie dies schon GEYER (1893) tat. Die internen Granatglimmerschieferzüge im Gneis des Schwarzenberges (Maißlhöhe- und Goldbrunnock-Granatglimmerschieferzug) setzen südlich der Thomatal-Störung fort (Abb. 3: G zu BT; M zu WF und EF). Ob sie von oben eingefaltet sind, oder wahrscheinlicher von unten hinauf durchspießen, konnte nicht geklärt werden.

Hingegen ist eindeutig, daß diesem Bauplan ein B-tektonischer Stil zukommt. Das ist durch die Identität annähernd meridionaler Lineationen mit Faltenachsen im Gestein sowohl im Nockgebiet südlich Thomabach und St. Margarethen als auch am Schwarzenberg feldgeologisch belegt. Spät- bis postkinematische Kataklastite zwischen Gneis und Granatglimmerschiefer können am schlecht aufgeschlossenen Schwarzenberg seltener als im südlich angrenzenden Nockgebiet aufgefunden werden. Phyllonite sind häufig. Stratifizierbare paläo- oder mesozoische Deckenscheider fehlen.

Für großtektonische Überlegungen ist zu berücksichtigen, daß südlich des Kartenblattes Tamsweg mächtige Granatglimmerschiefer dem Biotit-Plagioklas-Gneis auflagern. SCHWINNER's (1927, p. 346) Vorstellung, daß dieser Gneis nur eine klastische Schüttung innerhalb tonreicherer Sedimente (Granatglimmerschiefer) darstellt, muß

nicht unbedingt falsch sein. Ein präkambrisches vulkanisches Ereignis könnte abrupte andesitische Arkoseschüttung auf tonreicherem Sediment (Granatglimmerschiefer Laußnitz-Ramingstein) verständlich machen.

Ich neige der Auffassung THIELE's, (1961, p. A 79) zu, daß der NNE streichende B-tektonische Bauplan des Nock-Kristallins auf Kartenblatt Tamsweg prä-mesozoisches Alter hat. Faßt man die Auflagerung des Biotit-Plagioklas-Gneises als überschobene tektonische Decke über dem Granatglimmerschiefer von Laußnitz-Tamsweg (LT der Abb. 3) und Ramingstein-Lasaberg (R, L) auf, so dürfte die Überschiebung prä-mesozoisch erfolgt sein (TOLLMANN, 1977, p. 310-311). Als alpidische oberostalpine Decke (KOBER, 1922, p. 380) möchte ich den Biotit-Plagioklas-Gneis nicht ansprechen, da mesozoische Deckenscheider fehlen. Petrographische und tektonische Ähnlichkeiten des Biotit-Plagioklas-Gneises auf Kartenblatt Tamsweg bestehen zum Amering-Gneis und Gneis der Koralpe (KOBER, 1938, p. 53; FRISCH et al., 1990, Fig. 3).

Die Thomatal-Störung und mit ihr eventuell genetisch verbundene lokale Albitisation im Nock-Kristallin des Schwarzenberges dürfte alpidisches Alter haben. Auch im Nockgebiet südlich Thomabach gibt es SE-streichende Lineationen und junge Störungen. Diesbezüglich bleiben Fragen offen, die in Zukunft durch genauere geologische Kartierung mit Abgrenzung der SE-streichenden, anscheinend alpidisch geprägten Lineationen und der jungen Massenbewegungen (Klippungen, Bergstürze etc.) im Bereich von Pichlern, Gruben und Thomatal zu lösen wären.

#### Dank

Vorstand und Kollegen des Wiener geologischen Universitätsinstitutes ermöglichten freundlicher Weise die wissenschaftliche Ausarbeitung an diesem Institut. Direktion und Kollegen der Geologischen Bundesanstalt ließen mich als auswärtigen Mitarbeiter im Gelände weiter beobachten. Mit Herrn Kollegen Dr. J. PISTOTNIK verbinden mich Ideenaustausch und gemeinsame Exkursionen. Ihnen allen sei herzlich gedankt!

#### Literatur

- AIGNER, A.: Über tertiäre und diluviale Ablagerungen am Südfuß der Niederen Tauern. – Jb. Geol. B.-A., **74**, 179–196, Wien 1925.
- BECK-MANNAGETTA, P.: Geologische Übersichtskarte der Republik Österreich mit tektonischer Gliederung, Maßstab 1 : 1.000.000. Mit unveränderten Nachdrucken. – Wien (Geol. B.-A.) 1964.
- BECK-MANNAGETTA, P.: Tektonische Karte der Steiermark, Maßstab 1 : 300.000. – Atlas der Steiermark, Graz 1968.
- BISTRITSCHAN, K.: Geologische Übersichtskarte des Bundeslandes Salzburg, Maßstab 1 : 200.000. – Salzburger Heimatatlas, Salzburg 1952.
- EXNER, Ch.: Bericht 1983 über geologische Aufnahmen auf Blatt 157 Tamsweg. – Jb. Geol. B.-A., **128**, 351–352, Wien 1985.
- EXNER, Ch.: Bericht 1985 über geologische Aufnahmen auf Blatt 157 Tamsweg. – Jb. Geol. B.-A., **129**, 441–442, Wien 1986.
- EXNER, Ch.: Bericht 1987 über geologische Aufnahmen auf Blatt 157 Tamsweg. – Jb. Geol. B.-A., **131**, 456–458, Wien 1988.
- EXNER, Ch.: Geologie des mittleren Lungaus. – Jb. Geol. B.-A., **132**, 7–103, Wien 1989.
- EXNER, Ch.: Geologische Karte des mittleren Lungaus und Erläuterungen. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **36**, 1–38, Wien 1990a.

- EXNER, Ch.: Geologische Manuskript- und Strukturkarte, Maßstab 1 : 25.000, des Nockgebietes südlich vom Thomatal und von Ramingstein (Österr. Karte 157 Tamsweg). – Archiv Geol. B.-A., Wien 1990b.
- EXNER, Ch.: Bundschuhgneis und Granatglimmerschiefer bei Ramingstein (Lungau, Salzburg). – Jb. Geol. B.-A., **134**, 15–25, Wien 1991.
- EXNER, Ch.: Bericht 1991 über geologische Aufnahmen im Quertal der Mur auf Blatt 157 Tamsweg. – Jb. Geol. B.-A., **135**, 751–753, Wien 1992.
- EXNER, Ch.: Bericht 1992 über geologische Aufnahmen im Kristallin des Schwarzenberges auf Blatt 157 Tamsweg. – Jb. Geol. B.-A., **136**, 621–622, Wien 1993.
- FRISCH, W. et al.: Correlation and evolution of the Alpine basement. – SMPM, **70**, 265–285, Zürich 1990.
- GEYER, G.: Vorlage des Blattes „St. Michael“, Zone 17, Col. IX. – Verh. Geol. R.-A., **1893**, 49–60, Wien 1893.
- GRUM, W.: Bericht 1988 über geologische Aufnahmen im Gebiet des Schwarzenberges auf Blatt 157 Tamsweg. – Jb. Geol. B.-A., **132**, 589–591, Wien 1989.
- HEINRICH, M.: Zur Geologie des Jungtertiärbeckens von Tamsweg mit kristalliner Umrahmung. – Jb. Geol. B.-A., **120**, 295–341, Wien 1977.
- KOBER, L.: Regionaltektonische Gliederung des mittleren Teiles der ostalpinen Zentralzone. – Sitzber. Akad. Wiss. Wien, math.-naturwiss. Kl., Abt. I, **130**, 375–381, Wien 1922.
- KOBER, L.: Der geologische Aufbau Österreichs. – 204 S., Wien (Springer) 1938.
- PREY, S.: Aufnahmsbericht für 1938 über geologische Aufnahmen für eine Entwässerung des oberen Murtales im Lungau auf Blatt 5151. – Verh. Zweigst. Wien der Reichsstelle für Bodenfor-schung (Geol. B.-A.), **1939**, 59–61, Wien 1939.
- SACHSENHOFER, R.F.: Das Inkohlungs-bild im Jungtertiär der Norischen Senke (Östliche Zentralalpen, Österreich) und seine paläogeothermische Deutung. – Jb. Geol. B.-A., **132**, 489–505, Wien 1989.
- SCHWINNER, R.: Der Bau des Gebirges östlich von der Lieser (Kärnten). Vorläufige Mitteilung. – Sitzber. Akad. Wiss. Wien, math.-naturwiss. Kl., Abt. I, **136**, 333–382, Wien 1927.
- STABER, R.: Tertiärkohlen in Oberkärnten. – Verh. Geol. B.-A., **1933**, 108–112, Wien 1933.
- STEININGER, E.F. et al.: Lignite deposition and marine cycles. The Austrian Tertiary lignite deposits. A case history. – Sitzber. Österr. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl., Abt. I, **197**, 309–332, Wien 1988.
- THIELE, O.: Bericht 1960 über geologische Aufnahmen auf Blatt Tamsweg (157). – Verh. Geol. B.-A., **1961**, A 78–79, Wien 1961.
- THURNER, A.: Geologische Karte Stadl-Murau im Maßstabe 1 : 50.000 (Zusammendruck aus den Blättern 158 Stadl und 159 Murau). – Wien (Geol. B.-A.) 1958.
- TOLLMANN, A.: Geologie von Österreich, Band I. Die Zentralalpen. – 766 S., Verlag Deuticke, Wien 1977.
- VETTERS, H.: Geologische Übersichtskarte der Republik Österreich. Maßstab 1 : 500.000. Unveränderte Nachdrucke. – Wien (Geol. B.-A.) 1937.

Manuskript bei der Schriftleitung eingelangt am 19. April 1994