

# Geologische und petrographische Untersuchungen im Ober-Mölltal in Kärnten.

Von **Bartl Granigg** in Leoben.

Mit einer Lichtdrucktafel (Nr. X) und 10 Zinkotypen im Text.

## Einleitung.

Der Umstand, daß eine genauere Untersuchung der geologischen und petrographischen Verhältnisse in jenem Teil der Hohen Tauern, die sich an der kärntnerisch-salzburgischen Grenze östlich vom Großglockner erstrecken, fehlt, veranlaßte die Herren Hofrat Hans Hofer, Professor an der montanistischen Hochschule in Leoben, und Oberbergrat Dr. Richard Canaval, mich zu einer Arbeit in diesem Gebiete anzuregen. Die interessanten Aufschlüsse, die durch die Anlage der Straße von Heiligenblut zum Glocknerhaus in der Kontaktregion des dort auftretenden Serpentin gemacht wurden, machten nach der Anschauung des Herrn Oberbergrates Dr. R. Canaval ein zusammenhängendes Studium des Serpentin dieser Region besonders wünschenswert.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, den beiden genannten Herren, die meine Arbeit mit regem Interesse verfolgten und mich mit wertvollen Ratschlägen unterstützten, hier öffentlich meinen innigsten Dank auszusprechen.

Die Feldaufnahme wurde von mir in der Zeit vom 17. Juli bis zum 10. Oktober 1904 ausgeführt. Die chemische und mikroskopische Untersuchung des gesammelten Materials fand in den Räumlichkeiten der „École de Chimie“ der Genfer Universität statt und danke ich den Herren Prof. Dr. L. Duparc und seinem Assistenten Dr. F. Pearce für die liebenswürdige Aufnahme, die ich in ihren Laboratorien fand.

Die Ergebnisse der ausgeführten Arbeiten sollen im Nachstehenden in folgender Weise behandelt werden:

1. Teil. Topographische Übersicht des aufgenommenen Gebietes.
2. „ Geologische und petrographische Übersicht.
3. „ Der Serpentin.
4. „ Die Kontakthöfe des Serpentin.

## I. Topographische Übersicht<sup>1)</sup>.

Die Höhenzüge, die sich östlich vom Pasterzengletscher erstrecken, werden durch zahlreiche Täler in geographisch wohlgeordnete Gruppen geteilt.

Der tiefste und bedeutendste Einschnitt ist das Mölltal, dessen beide Ufer genauer untersucht wurden, wobei besonders den Gehängen des linken Ufers eine größere Aufmerksamkeit zugewendet wurde.

Die Möll ist der Abfluß des Pasterzengletschers; sie folgt vom Fuße der Pasterze bis zum Möllfall unterhalb Heiligenblut einer Richtung nach SO und ihr Tal ist demnach in bezug auf die nach Stunde 9 streichenden Schichten ein Isoklinaltal. Dasselbe zeigt besonders im Oberlauf, das ist zwischen dem Fuße der Pasterze und der Einmündung der Gößnitz (rechtes Ufer), deutlich den Unterschied zwischen der Erosion des Eises und des Wassers. Während der Talboden noch die breite U-Form des alten Gletscherbettes bewahrt hat, fließt die Möll in einer tiefen, cañonartigen Schlucht.

Ungefähr an der Einmündungsstelle der Gößnitz durchbricht die Möll die Kalkglimmerschiefer, um in das erste übertiefte Tal, an dessen linkem Gehänge Heiligenblut liegt, zu treten. Bei Zlapp, unterhalb Heiligenblut, gräbt sich die Möll abermals schluchtartig in den breiten Talgrund ein und sie stürzt sich, durch den Möllfall diese zweite Talstufe durchbrechend, in ein übertiefes Tal, dessen Boden sie bei Pockhorn, an der Einmündungsstelle der Fleiß, erreicht.

Von hier aus erleidet das Mölltal eine südliche Ablenkung, so daß es die immer noch nach Stunde 9 streichenden Schichten unter sehr spitzem Winkel anschneidet. In der Talform selbst tritt bis nach Döllach, bis wohin wir dem Lauf der Möll folgen wollen, keine wesentliche Veränderung mehr ein.

Eine große Zahl von Seitentälern, die in die Möll fast unter rechtem Winkel einmünden und demnach in bezug auf den Gebirgsbau Quertäler sind, schneiden tief in das Gebirge ein. Auch in ihnen läßt sich an zahlreichen Stellen der Wechsel von Wasser- und Glazialerosion erkennen. Außerdem liefert fast jedes dieser Täler ein natürliches geologisches Profil, das nur selten durch gewaltige Schuttalagerungen auf größere Strecken unterbrochen wird<sup>2)</sup>. Vom Ursprung der Möll abwärts gehend, münden in dieselbe am linken Ufer:

Der Guttalbach, der von den Gletschern am Südhänge des „Kloben“ und „Brennkogel“, also von den Abflüssen des Höhenzuges, der die kärntnerisch-salzburgische Grenze bildet, gespeist wird. Ungefähr in der Höhenkote 1540 *m* vereinigt er sich mit dem vom „Hochtor“ kommenden Tauernbach und mündet bei Winkelheiligenblut in die Möll.

<sup>1)</sup> Siehe Übersichtsskizze auf pag. 384 oder österr. Spezialkarte 1:75.000, Zone 17, Kol. VII, VIII, und Zone 18, Kol. VIII.

<sup>2)</sup> In Anbetracht des petrographischen Charakters dieser Arbeit wurden sämtliche Details bezüglich der Glazialerscheinungen, als: Moränen, alte Talböden, Terrassen etc., weggelassen.

Von kleineren Wasserrinnen abgesehen, mündet bei Pockhorn die „Fleiß“ in die Möll. Die Fleiß, aus der Großen und der Kleinen Fleiß bestehend, ist der Abfluß eines Teiles der Gletscher des Sonnblickstockes. Speziell die kleine Fleiß liefert ein schönes natürliches Profil des SW-Gehänges des Sonnblicks. Es folgt dann noch der Apriacher Bach, der ganz der „Schieferhülle“ angehört und dessen junges Bett nur im obersten Lauf das anstehende Gestein anschneidet. Der übrige Teil des Bachbettes ist vollständig im Gehängeschutt eingegraben, welcher Umstand den Bach bei Hochwässern äußerst gefährlich und gefürchtet werden läßt.

Das letzte, genauer untersuchte Seitental am linken Ufer ist das Zirknitztal. Die Zirknitz besteht aus der Großen und der Kleinen Zirknitz, welche erstere ebenfalls den Gletschern des Sonnblickstockes entfließt. Das natürliche Profil der „Groß-Zirknitz“, die das Gebirge vom tiefsten Liegend (Granit) bis zu den Kalkglimmerschiefern von Döllach anschneidet, soll in der Folge noch genauer studiert werden.

Am rechten Möllufer folgen in analoger Reihenfolge die: „Leiter“, „Göbnitz“, „Redschitz“, der „Zopenitzenbach“ und die „Graden“. Der Umstand, daß sämtliche Täler fast unter rechtem Winkel in die Möll, die meist nur ein geringes Gefälle hat, einmünden und dadurch die Transportfähigkeit letzterer bedeutend vermindern, hat häufig eine Versandung der Talsohle zur Folge, so daß die Möll oft aus ihren Ufern tritt und Straßen, Gebäude etc. beschädigt.

## II. Geologische Übersicht<sup>1)</sup>.

### a) Granit und Gneis.

Der Aufbau des Gebirgsrückens zwischen dem Sonnblick und dem Mölltal kann am besten durch ein Studium des Großzirknitztales mit seinen reichen Aufschlüssen überblickt werden. Folgen wir dem Lauf der Großzirknitz von ihrem Ursprung bis zur Einmündung in die Möll bei Döllach, so können wir hierbei nachstehend beschriebenes Profil aufnehmen<sup>2)</sup>.

Die steilen Felswände, die im hintersten Teil des Großzirknitztales die Gehänge bilden, bestehen aus einem fein bis mittelkörnigen, massigen Granit von grauer oder rötlicher Farbe. Es ist dies der Granit des Sonnblickkerns. Er bildet das tiefste Liegend, und überall, wo die Erosion das Gebirge tief genug entblöst hat, tritt er zutage, so daß wir ihn auch als tiefstes Liegend des kleinen Fleißtales antreffen.

Seine mineralogische Zusammensetzung ist folgende:

<sup>1)</sup> Siehe geolog. Übersichtsskizze auf pag. 384 und Profil A, B., pag. 387.

<sup>2)</sup> Zweck dieser geologischen Übersicht ist, die räumliche Lage des Serpentin stratigraphisch festzulegen, ohne auf eine Detailstudie und auf die genetischen Beziehungen der beschriebenen Gesteinstypen einzugehen. Dies sowie die Berücksichtigung der meist älteren Literatur wird Aufgabe einer folgenden Arbeit sein.

Der Biotit (optisch einachsig, negativ, mit hoher Doppelbrechung und deutlichem Polychroismus  $N_g =$  dunkelbraun und parallel zur Spaltrichtung  $p$  (001),  $N_p =$  blaßgelb) bildet den einzigen dunklen Hauptgemengteil des Gesteins. Er tritt nur in geringen Mengen zu kleinen Häufchen vereinigt auf und bildet unter dem Mikroskop verlängerte Blättchen, die nahe der maximalen Doppelbrechung sind, oder rundliche Häutchen mit meist verschwommenen Umrissen, die senkrecht zur optischen Achse geschnitten sind. Mit dem Biotit vergesellschaftet, jedoch seltener als dieser, nimmt der weiße Glimmer am Aufbau des Gesteins teil.

Weitaus den größten Teil des Granits bilden die weißen Elemente Quarz und Feldspat.

Der Quarz (einachsig, positiv  $N_g - N_p = 0.009$ ) zeigt deutliche Druckwirkung; er besitzt entweder Kataklasstruktur, oder dort wo es nicht zu seiner Zermahlung gekommen ist, verraten die undulösen Auslöschungen und die Zerberstung des Randes die mechanische Einwirkung.

Das weitaus vorherrschende Element bildet der Feldspat. Es tritt der Mikroklin in außerordentlich großen Platten auf, die mit Albit mikropertitisch verwachsen sind. Außerdem sind die feinen, sich unter rechtem Winkel kreuzenden Zwillingslamellen des Mikroklin sehr häufig. (Der Schnitt senkrecht zur Bissectrix  $N_g$  zeigt eine Auslöschung von  $+74^\circ$  und eine Doppelbrechung  $N_m - N_p = 0.0028$ ; die Maximaldoppelbrechung  $N_g - N_p = 0.007$ <sup>1)</sup>). Seltener ist der Andesin; er bildet kleine Zwillingslamellen, die in Mikroklin eingebettet sind. (Schnitt  $\perp N_p$ : beide Lamellen zeigen dieselbe Bissectrix und symmetrische Auslöschungen zwischen  $13$  und  $16^\circ$ ;  $N_g - N_m = 0.002$  bis  $0.003$ .) Die teilweise zersetzten Feldspate sind oft voll von kleinen Einschlüssen.

Außer diesen Hauptbestandteilen nehmen noch Zoisit, Epidot, Orthit, Sphen und Apatit am Aufbau des Gesteins teil.

Chlorit und Kalzit treten als sekundäre Bildungen auf.

Die Struktur des Granits ist hypidiomorph-körnig und es erscheint stets der Glimmer älter als der Feldspat, dem dann der Quarz in der Ausscheidung folgt.

Wie so häufig in den Zentralalpen, so wird auch hier der Granit von einem Gestein überlagert, das sich von ersterem nur durch die Parallelstruktur unterscheidet. Jedoch ist der Übergang des Zentralgranits zum Gneis ein so allmählicher, daß es auf dem Terrain sowohl, als auch beim Studium der Dünnschliffe unmöglich ist, eine scharfe Grenze zwischen beiden Gesteinen zu ziehen, die in einem innigen genetischen Zusammenhang stehen.

Geht man im Großzirknitztal abwärts, so sieht man in der Tat den Granit in Bänken abgeschieden, die nach Stunde 14 bis 16 mit sehr flachem Winkel ( $14^\circ$  ungefähr) einfallen, und das Gestein, das etwa in der Höhenkote von  $2000\text{ m}$  in der Talsohle ansteht, ist ein in

<sup>1)</sup> Bei den Bestimmungen der Doppelbrechungen wurde die Dicke der zu messenden Platte mit Hilfe der Stäubchen und die Verspätung durch den Kompensator von Babinet gemessen.

dicken Bänken abgediegener Flasergneis, in dem sich die Glimmerblättchen um die zu Daumengröße anwachsenden Feldspatkristalle anschmiegen.

Die Mächtigkeit des Gneises ist eine außerordentlich große, und im allgemeinen kann man beobachten, daß bei konstantem Einfallen nach Stunde 14 bis 16 der Fallwinkel zunimmt, je mehr man sich dem Hangend nähert. Gleichzeitig mit dem Zunehmen des Fallwinkels, der in den Hangendpartien auf  $25^{\circ}$  steigt, nimmt die Mächtigkeit der Schichten und die Größe der Feldspatkristalle ab, so daß der Gneis dünner gebankt und feiner geschiefert erscheint.

Seine Ausbisse sind am Terrain leicht zu verfolgen, da der Gneis infolge des größeren Widerstandes, den er der Verwitterung entgegensetzt, stets in steil aufsteigenden Wänden das Talgehänge bildet. Er setzt den größten Teil der Gehänge des Zirknitztales zusammen und findet in den Erlerwänden seinen Abschluß. Seine Hangendgrenze erreicht die Zirknitztalsohle in der Höhenkote von 1500 *m*, das ist 2 *km* talabwärts von der Vereinigung der Großen und der Kleinen Zirknitz. Von hier aus streicht der Gneis nach Stunde 9 durch das Gebirge, und wir treffen seine Ausbisse in den steilen Gehängen der Richardswand im kleinen Fleißtal wieder.

Wenn man von der Parallelstruktur absieht, so läßt auch unter dem Mikroskop der Gneis von dem weiter oben beschriebenen Granit keinen wesentlichen Unterschied erkennen.

Die mineralogische Zusammensetzung desselben stimmt völlig mit jener des Granits überein.

Der Biotit tritt quantitativ stets zurück und sein tiefster Farbenton variiert zwischen dunkelbraun und dunkelgrün; er ist manchmal am Rande oder auf den Spaltrissen in Chlorit umgewandelt.

Letzterer ist wohl in den meisten Fällen dem Clinochlor zuzurechnen; er bildet negativ verlängerte Blättchen mit meist spherolithischer Auslöschung und sehr kleinem Auslöschungswinkel, ist optisch positiv mit sehr kleinem Achsenwinkel, niederer Doppelbrechung und dem Polychroismus  $N_g$  = blaßgelb,  $N_p$  = bläulichgrün. Der weiße Glimmer (zweiachsig, negativ, Achsenwinkel sehr klein,  $N_g - N_p = 0.040$ ) kommt mit dem Biotit zusammen in annähernd parallelen und gewundenen Schnüren vor, die um so weiter voneinander abstehen, je näher man sich dem Granit befindet.

Der Quarz, der stets den Einfluß mechanischer Einwirkung zeigt, nimmt gegen das Hangende hin an Menge zu.

Der Feldspat hingegen nimmt in den höheren Horizonten quantitativ ab. Während in den tieferen Schichten der Mikroklin in großen Platten ausgebildet vorherrscht, treffen wir weiter im Hangend die Feldspate überhaupt seltener und durch Albit und Andesin vertreten. (Ersterer zeigt auf  $g$  [010] eine Bissectrix  $N_g$  mit einer Auslöschungsschiefe von  $+19^{\circ}$ ; die nach dem Albitgesetz verzwilligten Lamellen von symmetrischen Auslöschungen, deren Werte zwischen  $13$  und  $16^{\circ}$  schwanken, sind nahe der Bissectrix  $N_p$ , mit  $N_g - N_m = 0.006$ . Der Andesin wurde vom Albit durch seine geringere Auslöschungsschiefe auf  $g$  und durch den Wert  $N_g - N_m = 0.003$  getrennt.)

Als steten Begleiter finden wir ferner noch den Epidot. Er

bildet Körner, die selten eine gute geometrische Begrenzung zeigen, ist farblos oder schwach gelb gefärbt, hat ein starkes Relief, große Dispersion und ist durch die weiter unten genauer erwähnten Eigenschaften seines optischen Ellipsoids charakterisiert.

Ferner findet man stets in geringer Menge Orthit, der immer von einem Epidotrand umgeben ist.

Immer vorhanden ist Sphen in rundlichen Körnern oder häufiger in kleinen Rhomben. (Starkes Relief, positiv, Achsenwinkel sehr klein, polarisiert im Weiß höherer Ordnung.)

Apatit ist selten und in kleinen Körnern. (Farblos, starkes Relief, einachsig, negativ, Verlängerung negativ, geringe Doppelbrechung, oft schwer bestimmbar.)

Pyrit tritt ab und zu in wohlgeformten Kristallen oder in ausgelappten Platten auf, die im reflektierten Lichte metallisch glänzend, messinggelb erscheinen; häufig ist der Pyrit von einem Rande von Eisenoxyd umgeben.

Außerdem finden wir stets noch geringe Mengen von Kalzit in ausgelappten Blättchen oder in Form von feinen Gängen die Feldspatlamellen durchsetzend.

In den höheren Horizonten dieses Schichtenkomplexes finden wir ferner noch einige dünne Bänke eines biotitreichen Amphibolits von tiefschwarzer Farbe eingeschaltet, die in ihrer Zusammensetzung wesentlich von den bisher beschriebenen Gesteinen abweichen und aus Biotit, Actinot, Albit, Epidot, Sphen, Kalzit und Pyrit bestehen.

Bevor wir weiter in der den zentralen Kern überlagernden Schieferhülle vorgehen, verdienen noch die zahlreichen Gänge, die die Gesteine des zentralen Kerns durchsetzen, erwähnt zu werden.

Der Ausfüllungsmasse nach lassen sich diese Gänge, respektive Lagergänge in zwei Abteilungen gruppieren.

1. Die Quarzgänge.

2. Die aplitischen Gänge.

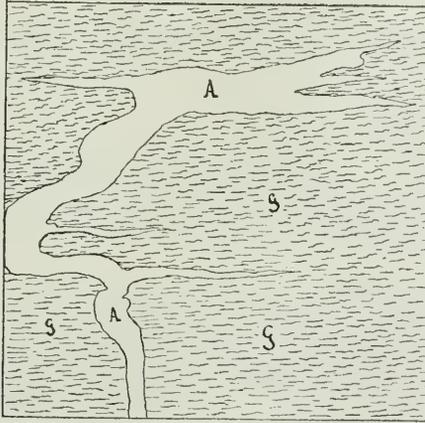
Die Quarzgänge, deren Goldgehalt schon die bergbaulustigen Kelten anlockte und die mit wechselndem Erfolge in der Folge der Zeit von Römern, von bayrischen und österreichischen Herzogen sowie von Privaten bis in die jüngste Zeit abgebaut wurden, sollen an anderer Stelle zusammenhängend behandelt werden.

Was die Aplitgänge betrifft, so setzen dieselben sowohl durch den eigentlichen Granit, als auch durch den Gneis hindurch, sie sind demnach als später erfolgte Nachschübe des Magmas zu betrachten.

Besonders schön sind diese Gänge im Großzirknitztal zwischen der Rupetsch-Halt und der Hochkaser entwickelt, wo man bereits im Gehängeschutt große, graue Blöcke von Flasergneis wahrnimmt, die von einem äußerst feinkörnigen blendend weißen Aplit durchbrochen werden. Ein besonders schönes Beispiel eines solchen Ganges befindet sich am linken Gehänge der Großen Zirknitz auf der Rupetschalm. Dort, wo der Aplit den Gneis  $\perp$  zur Schieferung, also nach der Richtung des größten Widerstandes durchbricht, ist der Gang eng und gewunden, während er sich in den Lagen parallel zum Hauptbruch (also in der Richtung des geringsten Widerstandes) weit ausbreitet und auslappt (Fig. 1).

Die Mächtigkeit dieser Gänge schwankt und sinkt oft auf wenige Zentimeter herab. In der geschichteten Ausbildung des Zentralgranits brechen diese Gänge das Gestein unter wechselndem Winkel auf und nicht selten werden die Aplitgänge echte Lagergänge, welche dann manchmal sogar eine Parallelstruktur erkennen lassen.

Fig. 1.



Aplitgang (A) den Flasergneis (G) durchbrechend.  
Rupetschalm.

Die mineralogische Zusammensetzung dieser Aplitgänge unterscheidet sich von jener des Granits nur insofern, als die Glimmer quantitativ zurücktreten und dann die Struktur teils panidiomorph-körnig, teils hypidiomorph-körnig entwickelt ist, während sie im Granit stets hypidiomorph ist. Auch finden wir in diesen Gängen nicht selten Bleiglanz und Schwefelkies in kleinen Kriställchen eingesprengt.

### Beschreibung einiger Gesteinstypen.

Nr. 143. Granit, hinteres Großzirknitztal: Mittelkörniges, massiges Gestein von rötlicher Farbe, sehr hart.

Unter dem Mikroskop: Biotit und weißer Glimmer zu Häufchen vereinigt, beide in geringer Menge; große Platten von Mikroklin mit Einschlüssen von Andesinlamellen; ersterer mit Albit perthitisch verwachsen, letzterer von zahlreichen Einschlüssen erfüllt und häufig zersetzt. Körner von Sphen und Apatit sehr selten. Quarz in ausgelappten Platten seltener als Feldspat. Epidot selten; desgleichen Orthit. Kalzit selten und sekundär.

Nr. 142. Gneis gegenüber der Brettwand. Graues, massiges Gestein, das nur sehr undeutlich eine Parallelstruktur angedeutet hat.

Unter dem Mikroskop: Biotit, Chlorit, weißer Glimmer, Quarz, Feldspäte, Epidot, Orthit, Apatit, Sphen wie in Nr. 143, nur ist der Quarz häufiger und der Glimmer zeigt eine Anordnung nach parallelen Schnüren.

Nr. 104. Gneis. linkes Zirknitzufer unterhalb der Unteren Kaser. Deutlich geschichtetes Gestein mit grün seidenglänzendem Hauptbruch.

Unter dem Mikroskop: weißer und schwarzer Glimmer in parallelen Zügen. Quarz herrscht in Menge über dem Feldspat vor. Letzterer ist teils Albit, teils Andesin, teils Oligoklas. Epidot häufiger, Chlorit und Sphen selten; desgleichen Orthit. Pyrit in schönen Kristallen, Kalzit in ausgelappten Platten.

Nr. 106. Amphibolit linkes Zirknitzufer zwischen der Unteren Kaser und der Zirknitzsäge.

Geschichtetes, körniges Gestein von schwarzgrüner Farbe, am Hauptbruch fett glänzend.

Unter dem Mikroskop: Biotit bildet die Grundmasse, Aktinot sehr häufig, beide in parallelen Zügen; Albit häufig in runden, mit Einschlüssen erfüllten Platten. Epidot, Sphen verhältnismäßig häufig, Pyrit und Kalzit seltener.

Nr. 140. Aplit unter der Hochkaser.

Blendend weißes, äußerst feinkörniges und sehr hartes Gestein.

Unter dem Mikroskop. Biotit, weißer Glimmer und Chlorit äußerst selten; Quarz idiomorph in sehr kleinen rundlichen Körnern sehr häufig, Feldspat (Mikroklin und Andesin), ziemlich häufig. Sphen, Epidot und Kalzit sehr selten.

Fassen wir das bisher Gesagte kurz zusammen, so sehen wir, daß das Südwestgehänge des Sonnblicks in seinem zentralen Teile aus einem Granit besteht. Dieser wird von einem Gestein, das dieselbe mineralogische Zusammensetzung, jedoch die Struktur eines Flasergneises hat, überlagert.

Das vorliegende Material erlaubt es noch nicht, die Frage zu entscheiden, inwieweit der Gneis als die Randfazies des unter Druck erstarrten Magmas aufzufassen ist, (Piezokristallisation Weinschenks) und inwieweit in diesen Gneisen ursprüngliche Glieder der kristallinen Schieferreihe vorliegen, die durch die Metamorphose des Granitmagmas umgewandelt worden sind.

Zahlreiche Aplitgänge durchsetzen als intrusive Nachschübe sowohl den Granit als auch den Gneis und, wie wir in der Folge sehen werden, lassen sich die vulkanischen Wirkungen auf mehrere Kilometer weit ins Hangende verfolgen.

## b) Unteres Glimmerschiefer- und Kalkglimmerschieferniveau.

Verfolgen wir unser Profil weiter gegen das Hangende zu, so gelangen wir zu einem Komplex von geschieferten Gesteinen von etwas wechselnder Beschaffenheit, die wir vorläufig unter dem Namen „Unterer Glimmerschiefer- und Kalkglimmerschieferzug“ zusammenfassen wollen.

Schon an den Bodenformen drückt sich die Grenze zwischen diesem Komplex und den Gneisen deutlich aus. Während, wie erwähnt, der Gneis steile Talgehänge bestimmt, nimmt der Glimmerschiefer,

respektive Kalkglimmerschieferboden stets mildere Formen an; in der Tat folgt die Waldgrenze auf den Lehnen des Zirknitztales, soweit dieselbe nicht durch den Gehängeschutt und die Höhenlage bestimmt wird, ungefähr der Grenze zwischen Gneis und dem unteren Glimmerschieferkomplex. Dieser Gesteinskomplex steigt die Gehänge des Zirknitztales an und setzt einen großen Teil des Bodens zwischen Zirknitz und Fleiß zusammen. Er streicht unter dem Stanzwurten, der dem nächst höheren Niveau angehört, hindurch, zieht unter dem Trogereck zum Sandkopf und bildet endlich den ganzen Rand der Richardswand; das Gehänge des Mönchsberges von der Fleiß bis nach Apriach gehört diesem Schichtenkomplex an.

Der unterste Horizont dieses Komplexes besteht aus einem Glimmerschiefer, der stellenweise teils reich an Granat, teils außerordentlich reich an Epidot ist.

Diese Schiefer haben einen meist welligen Hauptbruch mit lebhaftem Seidenglanz. An ihrer mineralogischen Zusammensetzung nehmen folgende Mineralien teil:

Der weiße Glimmer bildet breite Schnüre nahe der maximalen Doppelbrechung oder große Platten mit verschwommenen Umrissen, die senkrecht zur negativen, spitzen Bissectrix mit sehr kleinem Achsenwinkel sind, je nachdem man parallel zum Quer- oder zum Hauptschnitt des Gesteins ist.

Grüner Chlorit mit schwachem Polykroismus  $N_g = \text{grün}$ ,  $N_p = \text{gelblich}$ , mit bald positiver, halb negativer Verlängerung bildet dünne Schnüre. Seine Doppelbrechung ist kleiner als 0.003 und nur durch Dispersion erscheint er bei gekreuzten Nikols manchmal bläulich. Er ist seinen Eigenschaften nach der Gruppe des Pennins zuzurechnen. Sehr selten findet man auch ein Häutchen von Biotit.

Der Quarz bildet ausgelappte Lamellen mit undulösen Auslöschungen.

Der Granat, schwach rosa gefärbt, mit einem außerordentlich starken Relief, vollkommen durchsichtig und isotrop, mit zahlreichen Rissen, auf denen sich Chlorit und Kalzit, hie und da auch Glimmer absetzen, ist in gewissen Schichten ziemlich häufig. Die großen Platten des Granats verzweigen sich oft in dünne Schnüre, die den Rand von Zellen bilden, deren Inneres oft mit Quarz, Glimmer oder Kalzit ausgefüllt ist. Die Glimmerblättchen erscheinen oft um die Ecken der großen Granatkristalle gebogen.

Der Epidot gelangt in einzelnen Bänken dieser Schiefer zu ganz bedeutender Entwiklung und herrscht hie und da über alle anderen Elemente vor.

Als steten Begleiter finden wir ferner noch den Rutil in Form von Körnern, von verlängerten und an einem Ende pyramidal begrenzten Nadeln, sowie in typischen Knie- und Herzzwillingen.

Feldspat (Albit) ist außerordentlich selten und fehlt meist ganz.

Kalzit gehört in den tieferen Horizonten ebenfalls zu den Seltenheiten.

Pyritkriställchen findet man ziemlich häufig.

In den höheren Horizonten dieses Komplexes nimmt die Menge des Kalzits zu, und wir gehen so zu echten Kalkglimmerschiefern über, die aus Kalzit, weißem Glimmer, Quarz, Chinochlor, Chloritoid (sehr selten) Zoisit, Turmalin, Sphen und Rutil bestehen. In einzelnen Bänken herrschen ferner Granaten, in anderen Pyritkristalle und in anderen wieder Kohlenstoffhäutchen vor.

### Beschreibung einiger Gesteinstypen.

Nr. 112. Glimmerschiefer mit Granaten, Zirknitztal, linkes Ufer hinter der obersten Säge.

Fein geschiefertes Gestein, von grünseidenglänzendem Hauptbruch, mit zahlreichen Granaten.

Unter dem Mikroskop: Weißer Glimmer in breiten Bändern, in großer Menge vorhanden; Granat in oft zersetzten Platten von großen Dimensionen; Kalzit in verlängerten Platten, ziemlich selten, Chlorit und Epitot seltener, häufig Quarz nebst einigen Pyritkristallen.

Nr. 130 aus demselben Komplex, aber einer höheren Schicht als Nr. 112.

Unter dem Mikroskop: Weißer Glimmer wie gewöhnlich; Biotit selten; Epidot in außergewöhnlich guter Entwicklung und in sehr großen Mengen, zu annähernd parallelen Zügen angeordnet. Quarz ziemlich selten; Rutil in Kniezwillingen, Kalzit, Chlorit und Pyrit selten; sehr selten ist endlich auch der Feldspat (Albit).

Nr. 128, 124 und 123 Kalkglimmerschiefer hinter der obersten Zirknitzsäge.

Das mikroskopische Aussehen ändert sich nach dem Mengenverhältnis des Kalzits und nach dem Vorhandensein oder Fehlen von Granat oder Kieskriställchen.

Unter dem Mikroskop sieht man im allgemeinen: Kalzit in großen Platten ist das Vorherrschende Element; weißer Glimmer stets in größeren Mengen; Quarz in runden Körnern schwankt je nach der Schicht; Zoisit fehlt fast nie, ist aber immer nur in geringen Mengen vorhanden; Turmalin selten, in kleinen Hexagonen oder in verlängerten Stäbchen; Rutil und Sphen sind selten, Chlorit (Chinochlor) schwankt im Mengenverhältnis; ausnahmsweise findet man auch den Chloritoid.

Granat und Pyrit schwanken in ihren Mengenverhältnissen je nach der Schicht.

### c) Die Quarzschiefer.

Weiter gegen das Hangende vorgehend, stoßen wir auf einen wohlcharakterisierten Komplex von Quarzschiefern. Sie sind in schönen, regelmäßigen Bänken abgesondert, deren Mächtigkeit selten  $\frac{1}{2}$  m übersteigt, haben einen glatten grünlichseidenglänzenden Hauptbruch und brechen leicht zu tischgroßen Platten ab. In der Tat verwendet nicht selten die bauerliche Bevölkerung diese Platten sowie jene dünngebankter Flasergneise als Tischplatten. Der Querbruch er-

scheint je nach den Varietäten entweder feinkörnig, oder wenn der Glimmer besser hervortritt, fein geschichtet. In letzterem Falle wird der Quarzschiefer von der Bevölkerung „grauer Buchstein“ genannt.

Die räumliche Ausdehnung dieser Quarzschiefer ist folgende:

Sie erreichen die Zirknitztalsolehle am linken Ufer etwa 200 *m* von der obersten Brettersäge aufwärts (Höhenkote 1450 *m* ungefähr) und können in der Wasserrinne, die, von der Kluidalm ausgehend, in die Zirknitz mündet, in ihrer ganzen Mächtigkeit fast bis zur Kluid-Halt verfolgt werden. Sie fallen nach Stunde 15 bis 16 mit einem Winkel von 32° ein. In ihrer streichenden Fortsetzung treffen wir sie am rechten Zirknitzufer wieder, wo sie den größten Teil des Gehänges zwischen der Rieger-Halt und dem Stanziwurten zusammensetzen; die Basis des Stanziwurten besteht ebenfalls aus diesen Quarzschiefern, die über den Gemeindeberg gegen Prahädl bis nahe zur Mitte hinabziehen und beim Judenbinder das Mölltal erreichen. Sie setzen durch das Mölltal hindurch und gegenüber Rojach finden wir sie am rechten Möllufer wieder, wo wir sie, soweit nicht Gehängeschutt die Ausbisse verdeckt, stets am rechten Talgehänge bis Heiligenblut verfolgen können.

Die mineralogische Zusammensetzung dieses Schichtkomplexes ist verhältnismäßig außerordentlich beständig.

Gewöhnlich bildet am Querschnitt der weiße Glimmer feine Nadeln, die genau nach parallelen Geraden von regelmäßigen Abständen angeordnet sind.

Zwischen diese Lagen bettet sich der Quarz in elliptisch verlängerten Scheiben ein.

Außer diesen Hauptbestandteilen finden wir, aber stets in geringen Mengen, noch vereinzelt in verschiedenen Schichten Sphen, Rutil, Epidot, Zoisit, Albit und Magnetit.

Der Quarzschiefer bildet bald weiße mehr kompakte, bald gut geschieferte grünliche Varietäten, je nachdem der Quarz oder der Glimmer, der manchmal auch Fuchsit ist, vorherrscht.

Außerordentlich charakteristisch ist für dieses Niveau das Auftreten von zahlreichen kleinen Gängen, die aus wenig Quarz, viel Orthos und Turmalin bestehen. Letzterer bildet tiefschwarze, hexagonale Nadeln, die sich oft wirr durchkreuzen und eine deutliche Spaltbarkeit nach  $p = (001)$  besitzen; sie bilden optisch einachsige, negative Kristalle mit negativer Verlängerung und deutlichem Polykroismus.  $N_g =$  dunkelbraun und parallel zur Spaltrichtung,  $N_p =$  lichtgelb bis farblos und parallel zur Verlängerung.

Außer diesen Gängen und Nestern von Turmalinpegmatit können in den Quarzschiefern noch zwei Kalkniveaus ausgeschieden werden. Das untere Niveau ist wenig mächtig und wird von einem weißen, körnigen Kalk gebildet, der außer aus Kalzit noch aus geringen Mengen von Glimmer, Quarz und Pyrit besteht.

Von weit größerer Wichtigkeit ist das obere Kalkniveau. Seine Mächtigkeit schwankt außerordentlich, fällt aber kaum unter 25 *m* herab. Wir können dieses Niveau, das stets dem höchsten Horizont der Quarzschiefer angehört, in derselben Weise verfolgen, wie dies bei ersterem geschehen ist. Am rechten Zirknitzufer ansteigend,

nimmt dieser Kalk die Spitze des Stanziwurten ein und bildet die Tagesoberfläche zwischen dem Stanziwurten und der nach ihm benannten „Weißen Wand“. Seine Ausbisse zwischen der Weißen Wand und der Möll lassen sich wegen der großen Gehängeschuttmassen nur mit Unterbrechungen verfolgen; jedoch treffen wir den Kalk gegenüber Rojach am rechten Möllufer wieder <sup>1)</sup>.

Dieser Kalk hat sowohl die metamorphosierende Einwirkung des zentralen Granits, als auch (stellenweise) jene des Serpentin erlitten.

Er ist blendend weiß und nur in den Hangendpartien lassen sich die Kalzitkriställchen makroskopisch erkennen. Weiter im Liegenden ist der Kalk außerordentlich feinkörnig und zerfällt beim Schlagen in ein feines, kieseliges Pulver; dort, wo er auf eine größere Erstreckung hin die Tagesoberfläche bildet, wie zum Beispiel bei der Weißen Wand, zeigt er deutliche Neigung zur Dolinenbildung, indem er sich klüftet und dann in großen abgesonderten Schollen versinkt. Er verwittert außerordentlich leicht und bedeckt im Mittener Berg weite Strecken mit seinem Schutt.

Unter dem Mikroskop erkennt man, daß dieser Kalk aus zwei Generationen von Kalzit besteht. (Fig. 1, Tafel X.) Die eine wird von großen Platten gebildet, während die zweite Generation aus kleinen, eckig begrenzten Kalzitindividuen besteht.

Außerdem finden wir noch als stete Begleiter des Kalzits weißen Glimmer in feinen, an den Enden dachförmig begrenzten Nadeln und endlich Quarz in wechselnden, meist aber geringen Mengen in Form von runden Körnern. Sphen, Zoisit und opake Erze gehören ebenfalls zu den seltenen Gemengteilen dieses Kalkes.

Endlich sei noch erwähnt, daß in einigen Kalkbänken der Weißen Wand der Tremolit ziemlich häufig ist, worauf wir später noch zurückkommen wollen.

Wie bereits erwähnt, gehört dieses Kalkniveau dem höchsten Horizont der Quarzschiefer an und, wir finden ersteres nur von einer wenige Meter mächtigen Schicht von Quarzschiefern, zu der sich eine Bank von Glimmerschiefern mit Granaten gesellt, überlagert. Damit erreicht dieser Komplex seinen Hangendabschluß.

### Beschreibung einiger Gesteinstypen.

Nr. 94 Quarzschiefer vom Kluidbach.

Feinkörniges Gestein mit grauem Querbruch und grünglänzendem Hauptbruch.

Unter dem Mikroskop: Weißer Glimmer in großen Platten mit verschwommenen Umrissen (Schnitt  $\perp$  zum Hauptbruch) in großer Menge vorhanden; Quarz ziemlich reichlich; Albit voll von Einschlüssen seltener, Magnetit und Sphen selten, Kalzit sehr selten.

Nr. 96. Quarzschiefer unter der Kluidalm. Hauptbruch kompakt, Querbruch matt.

Unter dem Mikroskop: Weißer Glimmer in parallelen Schnüren; Quarz ebenfalls in Schnüren  $\perp$  zum Glimmer; Feldspat (Albit)

<sup>1)</sup> Siehe Profil C, D.

[13] Geologische und petrographische Untersuchungen im Ober-Mölltal. 379

häufiger als gewöhnlich; Epidot, Sphen, Magnetit und Kalzit sind selten.

Nr. 175. Quarzschiefer (unter dem Bauer „Malik“ bei Apriach). Feingeschieferes Gestein, mit grünlichglänzendem Hauptbruch und grauem Querbruch.

Unter dem Mikroskop: Weißer Glimmer wie gewöhnlich in Schnüren; Quarz in elliptischen Körnern, parallel zum Glimmer angeordnet. Albit ziemlich häufig. Sphen und Magnetit selten.

Nr. 100. Turmalinpegmatit im Quarzschiefer unter der Kluidalm. Turmalin in schwarzen Nadeln, die mit dem weißen Element innig verwachsen sind.

Unter dem Mikroskop: Turmalinnadeln häufig und unter verschiedenen Winkeln sich kreuzend.

Orthos in großen Platten mit undulösen Auslöschungen. Quarz und weißer Glimmer sehr selten.

Nr. 97. Körniger Kalk unter der Kluidalm.

Weißes mittelkörniges Gestein.

Unter dem Mikroskop: Kalzit in großen Platten die Grundmasse des Schliffes bildend. Weißer Glimmer in annähernd parallelen Stäbchen; Quarz und Pyrit in runden Körnern, beide selten.

Nr. 154 a. Metamorpher Kalk, Weiße Wand.

Weißes Gestein, sich erdig anfühlend, und, wenn etwas angewittert, in ein feines Pulver zerfallend.

Unter dem Mikroskop: Kalzit bildet zwei Entwicklungsstadien, und zwar große, mehr oder weniger ausgelappte Platten und kleine, eckig begrenzte Körner. Quarz ist sehr selten und in runden Körnern. Tremolit sehr gut entwickelt, besonders in schönen Rhomben.

Zoisit, weißer Glimmer, Sphen, Chlorit und Magnetit sind seltener.

Nr. 155. Kalk, Weiße Wand.

Unter dem Mikroskop: Kalzit wieder in zwei Entwicklungsstadien; die Spaltrisse der großen Platten sind hie und da verbogen. Quarz mit undulösen Auslöschungen etwas häufiger. Nadeln weißen Glimmers und an den Ecken abgerundete Kristalle opaker Erze sind seltener.

#### d) Der Serpentin.

Es folgt nun als nächst höheres Niveau der Serpentin, den wir vorläufig übergehen wollen, um ihn im nachfolgenden Abschnitt ausführlicher und zusammenhängend zu behandeln.

#### e) Der obere Kalkglimmerschieferzug.

Den Abschluß des Profils gegen die Möll hin bilden die Kalkglimmerschiefer von Döllach.

Sie bilden direkt das Hangende des Serpentin und ziehen von der Göritzer Wiese in die Zirknitz herab. Die Zirknitz hat sich tief, schluchtartig in diese wenig widerstandsfähigen Kalkglimmerschiefer

eingegraben, die sie in der „Zirknitz-Klamm“ bei Döllach durchbricht. Die Fallrichtung dieser Schiefer ist konkordant jener des ganzen Komplexes, das ist nach Stunde 14 bis 16, doch wird der Winkel größer; er überschreitet meist  $40^{\circ}$  und steigt hie und da auf  $60^{\circ}$  an. Meist sind für den Kalkglimmerschiefer steile Gebirgslehnen mit geringer Mächtigkeit der Humusdecke charakteristisch; bei fortschreitender Verwitterung tritt ferner nicht selten ein Gleiten größerer Schollen längs der Schichtflächen ein. Sie bilden graue Bänke von wechselnder, meist aber geringer Mächtigkeit; durch Verwitterung erscheinen sie oft rötlich gefärbt. Ihr Hauptbruch ist glatt und mattglänzend, der Querbruch fein geschiefert bis körnig; mit  $HCl$  übergossen, brausen sie lebhaft auf und lösen sich teilweise. Sehr häufig setzt sich an freistehenden Kalkglimmerschieferwänden am Querbruch Kalktuff an. (Zirknitzklamm.)

Die Kalkglimmerschiefer bilden einen mehrere hundert Meter mächtigen Komplex und setzen das Südwestgehänge des Kulmerkogels zusammen, streichen dann durch die „Mitte“ und erreichen die Möll am Südrande des Steinerwaldes, von wo aus sie in der Nähe der Judenbrücke auf das rechte Möllufer übersetzen und über das Ostgehänge des Kreuzkopfes in die Redschtitz ziehen.

Ihre Zusammensetzung ist ziemlich konstant, nur wechseln quarzreiche mit quarzarmen Schichten ab.

Unter dem Mikroskop sieht man, daß dieselben aus folgenden Mineralien bestehen:

Der Kalzit bildet große, meist etwas verlängerte Platten mit deutlichen rhomboedrischen Spaltrissen, er ist einachsige, negativ und polarisiert im Weiß höherer Ordnung; sein Relief variiert außerordentlich stark, wenn man die Platte dreht. Er bildet meist die Grundmasse des Dünnschliffes.

Der weiße Glimmer bildet im Querschnitt feine Nadeln, die streng parallel geordnet sind. Im Hauptschnitt findet man ihn in schuppigen Platten mit verschwommenen Umrissen und stets undulösen Auslöschungen, welche erstere  $\perp$  zur negativen, spitzen Bissectrix mit sehr kleinem Achsenwinkel geschnitten sind.

Der Quarz schwankt im Mengenverhältnis und bildet immer rundliche Körner.

Stets finden wir den Turmalin (selten in Gesellschaft von Feldspat) in den Kalkglimmerschiefern vertreten. Er ist immer durch feine opake Körner getrübt.

In wechselnden, meist aber geringen Mengen finden wir noch Sphen, äußerst selten Rutil und Albit.

Nie fehlende Bestandteile sind endlich noch kleine Zoisit- und Pyritkristalle sowie Kohlenstoffhäutchen.

Auch in diesem Schichtkomplex können wir zwei fremde Einlagerungen feststellen, und zwar:

1. Die Quarzeinlagerungen.
2. Die Amphiboliteinlagerungen.

Die Quarzeinlagerungen sind in diesem Horizont außerordentlich häufig. Der Quarz bildet entweder feine Schüüre, die parallel zur

Schichtung sind, und die, da sie der Verwitterung besser widerstehen als der Kalkglimmerschiefer, oft als feine Rippen aus dem Gestein hervorragen.

Außerdem tritt der Quarz in den Kalkglimmerschiefern noch in Form von langgestreckten Linsen und in Bänken auf, deren Mächtigkeit zwischen 20 und 50 *cm* schwankt. Auch auf diesen Quarz, der hie und da Kiese führt, wurden Bergbauversuche gemacht und ist einer der alten Einbaue in der „Tabergrube“, die sich am rechten Zirknitzgehänge über dem Zirknitzfall etwa 300 *m* südsüdöstlich vom Bauer Aßam befindet, noch gut erhalten.

Auch die Gruben im „Knappenwald“ am linken Zirknitzufer, in der Nähe der „Neun Brunn“, gehören diesem Horizont an. Stollenanfänge kann man an mehreren Orten in den verschiedenen Quarzeinlagerungen feststellen<sup>1)</sup>.

Ferner tritt in den Kalkglimmerschiefern noch ein Amphibolit in Bänken von mehreren Metern Mächtigkeit auf. Dieser Amphibolit gehört den Liegendpartien des Kalkglimmerschiefers an und er ist nur wenige Meter vom Serpentin entfernt. Seine Ausbildung ist nicht beständig; er ist bald grobkörnig und massig, bald schiefrig entwickelt und bildet Bänke, die mit dünnen Zwischenlagen von Kalkglimmerschiefer hie und da wechsellagern.

In seiner körnigen Varietät treffen wir ihn unter den „Neun Brunn“ im Zirknitztal gut entwickelt. Er bildet daselbst ein grobkörniges Gestein von schwarzgrüner Farbe, das aus Epidot, Amphibol, der teilweise in Clinochlor umgewandelt ist, Sphen, Apatit und wenig Kalzit besteht.

In beträchtlichen Mengen nimmt noch der Albit an seiner Zusammensetzung teil, während der Granat sehr selten erscheint.

Besonders aber fällt die enorme Entwicklung der schönen Magnetitoktaeder in diesem Gestein auf.

In der schiefrigen Ausbildung ist der Amphibolit in den Felswänden am Nordwestgehänge des Kulmerkogels gut entwickelt.

Es fallen hier besonders die zahlreichen Quarzgänge und Lagergänge, die in ihm auftreten, auf. Sie verzweigen sich durch zahlreiche Gabelungen, um sich wieder zu scharen, sie zertrümmern sich und keilen aus, um sich wieder aufzutun, sie werden durch kleine Verwerfer mit schönen Harnischen und Rutschstreifen abgeschnitten und bilden so eine seltene Mannigfaltigkeit. Sehr häufig führen diese Gänge Schwefelkies, seltener Bleiglanz und noch seltener *Cu*-Erze.

Der Amphibolit selbst ist ebenfalls erzführend und gab Anlaß zu bergmännischen Untersuchungsarbeiten. Die „Grube First“, deren zwei Einbaue sich im Palfen, der vom Pflanzgarten zur Kulmerkogelspitze hinzieht, befinden, gehört diesem Amphibolit an, der hier gut geschichtet ist und folgende mineralogische Zusammensetzung hat:

Grüne Hornblende, monoklin, optisch negativ, mit großem Achsenwinkel und geraden Auslöschungen der Schnitte  $\perp$  zu *N<sub>g</sub>* und zu *N<sub>p</sub>*.

<sup>1)</sup> Die Bergbaue und die Erzführung dieser Region sollen Gegenstand einer nachfolgenden Arbeit werden.

$N_p$  ist die spitze Bissectrix des Winkels der optischen Achsen und zugleich die Symmetrielinie des stumpfen Winkels ( $125^\circ$ ) der prismatischen Spaltrisse. Die optische Achsenebene ist  $\perp$  zu  $g$  (010) und  $N_g$  ist unter  $15^\circ$  zur Richtung  $gh$  geneigt.  $N_g$  = dunkelblaugrün,  $N_m$  = bläulichgrün,  $N_p$  = farblos bis schwachgelb.

Dunkelgrüner Glimmer mit den Eigenschaften des Biotit ist ziemlich häufig. Lichter Glimmer, Chlorit, Albit und Quarz sind seltenere, aber nie fehlende Gemengteile. Epidot und Pyrit sind ziemlich häufig, Apatit sehr selten.

Der Kalzit tritt in wechselnden Mengen auf und kann alle anderen Gemengteile zurückdrängen, was besonders bei den Übergängen zwischen Amphibolit und Kalkglimmerschiefer der Fall ist.

### Beschreibung einiger Gesteinstypen.

Nr. 67. Kalkglimmerschiefer, Zirknitzklamm.

Graues, ziemlich weiches Gestein, am frischen Hauptbruch lebhaft glänzend, am verwitterten Bruch rötlich schimmernd.

Unter dem Mikroskop: Kalzit in sehr großen Platten. Quarz in runden Körnern, ziemlich zahlreich. Weißer Glimmer ziemlich häufig. Sphen selten, Turmalin sehr selten; Eisenoxyd und Häutchen eisenhaltiger Zersetzungsprodukte.

Nr. 165. Kalkglimmerschiefer vom Steinerwald.

Unter dem Mikroskop: Dunkelgrüner Glimmer von den Eigenschaften des Biotit, in Schnüren ziemlich häufig; Kalzit in sehr großen Platten. Sphen, Apatit, Chlorit und Magnetit sehr selten.

Nr. 143 a. Quarzgang im Amphibolit I. Palfen, Kulmerkogel.

Quarz glasig, mit mattem Glauz.

Unter dem Mikroskop: Zu den großen Quarzplatten, die fast den ganzen Dünnschliff zusammensetzen, gesellen sich einige Kalzitblättchen und einige seltene Nadeln weißen Glimmers. Der Quarz zeigt intensive Druckwirkung.

Nr. 143 b. Quarzgang im Amphibolit nächst dem Pflanzgarten, Kulmerkogel.

Unter dem Mikroskop: Quarz bildet einen Gang, der aus großen Platten mit undulösen Auslöschungen besteht. Chlorit mit spherolithischen Auslöschungen. Epidot und Kalzit unregelmäßig im Dünnschliff verteilt; Sphen und weißer Glimmer seltener; Albit von Einschlüssen durchschwärmt.

Nr. 70. Amphibolit unter den „Neun Brunn“, Zirknitztal.

Schwarzgrünes, körniges Gestein, in dem die Magnetitkristalle deutlich hervortreten.

Unter dem Mikroskop: Amphibolit sehr häufig, teilweise in Clinoclhor übergehend. Magnetit in regelmäßigen, schönen Kristallen ziemlich häufig; Albit in abgerundeten Platten; Epidot in Körnern seltener. Sphen in Körnern; Apatit, Granat und Kalzit sehr selten.

Wenn wir die bisher angeführten Beobachtungen kurz zusammenfassen, so können wir sagen:

Das Südwestgehänge des Sonnblickstockes besteht in seinem Kern aus einem intrusiven Gestein, dem Granit, der allmählich in einen Gneis übergeht; wie weit dieser Gneis als Eruptivgestein oder als ein Gestein der Reihe der kristallinen Schiefer aufgefaßt werden muß, kann vorläufig noch nicht mit Bestimmtheit gesagt werden. Als vulkanische Nachwirkungen treten im Granit und im Gneis zahlreiche Aplitgänge auf. Durch das Vorhandensein von Turmalinpegmatit in den Quarzschiefern und durch das Auftreten von Turmalin in den Kalkglimmerschiefern von Döllach macht sich der Einfluß des zentralen Eruptivgesteins auf mehrere Kilometer hin in der Decke fühlbar.

Über diesen zentralen Kern lagert sich eine Reihe von Gesteinen, die den kristallinen Schiefern angehören. Es folgt zunächst ein Komplex von Glimmer- und Kalkglimmerschiefern, die größtenteils die Ursache der verhältnismäßig milden Bodenformen des Gebirgsrückens zwischen Zirknitz und Fleiß sind.

Für das nächsthöhere Niveau, die Quarzschiefer, sind besonders die Turmalinpegmatite und die Einlagerungen von kristallinen Kalken charakteristisch.

Darüber lagert sich ein Serpentinzug, der im folgenden Abschnitte genauer behandelt werden soll.

Den Abschluß gegen das Mölltal bilden endlich die Kalkglimmerschiefer von Döllach mit Einlagerungen von Quarz und von Amphibolitbänken. Während im zentralen Teile des Gebirges die Schichten fast horizontal gelagert sind, richten sie sich gegen den Rand hin immer mehr auf<sup>1)</sup>. Endlich sei noch die Erzführung des betrachteten Komplexes erwähnt, die in einer späteren Arbeit genauer behandelt werden soll.

### III. Der Serpentin<sup>2)</sup>.

#### a) Geologisches Auftreten und makroskopische Beschreibung des Gesteins.

Wie bereits im vorhergehenden Abschnitte erwähnt wurde, bildet der Serpentin im Zirknitztale einen etwa 300 m mächtigen Komplex, der in Form eines Lagerganges, also konkordant zwischen den Quarz-

<sup>1)</sup> Einen lohnenden Überblick über die im vorhergehenden geschilderte Gegend hat man vom Balkon der Glaslaube des „Alten Schobergasthauses“ in Heiligenblut.

<sup>2)</sup> Vgl. über den Serpentin von Heiligenblut und von den wichtigsten Vorkommen in Tirol: R. v. Drasche, „Über Serpentin und serpentinähnliche Gesteine“, Tschermaks Min. Mittlg. Jahrg. 1871, pag. 1 u. ff. — Dr. E. Hussak, Über einige alpine Serpentine, ebenda Bd. V, pag. 61 u. ff. — F. Becke, Olivinfels und Antigoritserpentin aus dem Stubachtal, ebenda Bd. 14, pag. 271 u. ff. — Dr. E. Weinschenk, Über die Peridotite und die aus ihnen hervorgegangenen Serpentinegesteine. Genetischer Zusammenhang derselben mit den sie begleitenden Minerallagerstätten. Abhandl. d. kgl. bayr. Akad. d. Wiss. II Kl., XVIII. Bd., III. Abtlg. — Derselbe, Die Minerallagerstätten des Groß-Venediger Stockes in den Hohen Tauern, Groth, Zeitschr. f. Krist. u. Min. Bd. XXVI, pag. 337 u. ff.



schiefern als Liegend und den Kalkglimmerschiefern als Hangend eingebettet ist<sup>1)</sup>.

In der Folge sollen zunächst die Tagesausbisse des Serpentin genau beschrieben werden, daran soll sich die makroskopische und mikroskopische Beschreibung des Gesteins und seiner chemischen Zusammensetzung schließen und schließlich sollen einige Kontakthöfe des Hangend, sodann des Liegend studiert werden, soweit die Ausbisse es gestatteten, ein vollständiges, zusammenhängendes Material zu sammeln.

Wegen seiner schweren Zersetzbarkeit bildet der Serpentin fast überall steile Felswände, die wegen ihrer Farbe von der Bevölkerung an verschiedenen Orten mit den Namen „Blauer Ofen“<sup>2)</sup>, „Blaue Zähr“<sup>3)</sup>, „Schöne Wand“, „Federweißpalfen“<sup>4)</sup> etc. belegt worden sind. In der Tat sind die Serpentinausbisse am Terrain leicht zu verfolgen, da sie, abgesehen von ihrer Farbe, stets mit einer plötzlichen Veränderung der Bodenform verbunden sind.

Am linken Zirknitzufer ist der Serpentin teilweise durch Gehängeschutt verdeckt und nur die von der Göritzer Wiese und von der Kluidalm herabfließenden Bäche legen denselben auf größere Entfernungen bloß. Einen weithin sichtbaren Ausbiß bildet hier ferner noch der „Federweißpalfen“.

Der Serpentin streicht dann durch die Zirknitzalsohle hindurch (wieder größtenteils durch Gehängeschutt verdeckt), und beißt am Südostgehänge des Kulmer Kogel aus. Sein nächstes Tagesausstreichen wird dann hinter den Kasern der Mittener Alm sichtbar, von wo aus man den Serpentin bis zum Pflanzgarten ober der Mitten verfolgen kann. Nach einer Unterbrechung von mehreren hundert Metern treffen wir ihn, immer nach der Hauptstreichungsrichtung der Gebirgsschichten vorgehend, beim Lamprechtbauer in der Mitten wieder. Von hier aus kann man ihn ohne Unterbrechung bis zum Mölltal verfolgen, das er im Steinerwald erreicht, wo er in steilen Wänden gegen die Möll abfällt, das Tal etwas verengt sowie die Möll zu einer schwachen Richtungsänderung nach Südwesten zwingt.

Nach einer längeren Unterbrechung der Ausbisse, die unter den Alluvionen und unter Gehängeschutt verschwinden, finden wir den Serpentin, immer im selben Streichen (Stunde 9 ungefähr) vorgehend, am rechten Möllufer vor dem Jungfernsprung wieder. Er bildet hier die steilen und schwer zugänglichen Wände, die das rechte Möllufer zwischen dem Jungfernsprung und der Ortschaft Pockhorn zusammensetzen. In der Wasserrinne, die sich zwischen Pockhorn und dem Möllfall bei Heiligenblut am rechten Ufer in die Wände eingensagt

<sup>1)</sup> In der vorliegenden Arbeit sollen zunächst die ohne Rücksichtnahme auf die vorhandene Literatur durchgeführten Beobachtungen angeführt werden; bei Besprechung der Struktur des Serpentin soll zu den in der Literatur geäußerten Anschauungen Stellung genommen werden.

<sup>2)</sup> Unter „Ofen“ versteht man im Volksmunde einen aus seiner Umgebung hervorragenden großen Felsen.

<sup>3)</sup> Mit „Zähr“ bezeichnet man eine meist aus eckigen Blöcken zusammengesetzte Gehängeschutthalde.

<sup>4)</sup> „Palfen“ ist synonym für Wand.

hat, und von der später noch die Rede sein soll, sieht man den Serpentin sich in das Mölltal herabsenken, das er unweit Zlapp erreicht.

Da, wie aus dem Erwähnten hervorgeht, der Serpentin zwischen dem Zirknitztal und Zlapp bei Heiligenblut, also auf einer Längserstreckung von über 8 *km* sowohl das Hauptstreichen des ganzen Schichtkomplexes als auch das gleiche Hangend [Kalkglimmerschiefer] und Liegend [Quarzschiefer] beibehält, haben wir es hier mit einem 300 bis 400 *m* mächtigen Lagergang zu tun, dessen streichende Länge 8 *km* übersteigt.

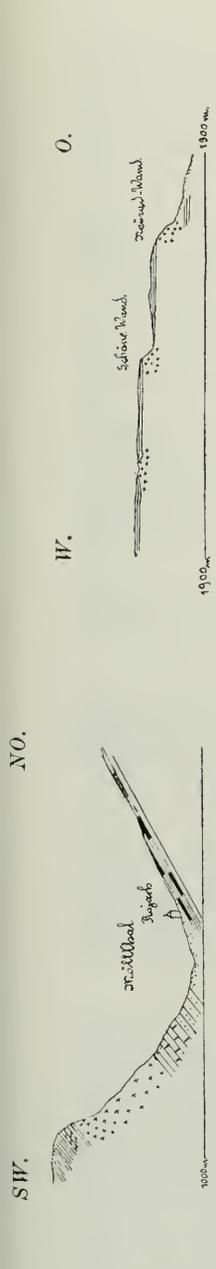
Gleichzeitig muß aber noch erwähnt werden, daß an mehreren Stellen (zum Beispiel beim Pflanzgarten ober der Mitten und vor dem Junfernsprung) beobachtet werden kann, daß dünne Apophysen des Serpentins sowohl im Hangend, als seltener jedoch, auch im Liegend konstatiert werden konnten.

Weitaus komplizierter gestalten sich die Verhältnisse am linken Möllufer zwischen Heiligenblut und dem Pasterzengletscher.

Folgt man dem Haritzersteig, das ist dem Weg, der von Heiligenblut zum Glocknerhaus führt, so sieht man zunächst einen keilförmig nach oben zugespitzten Serpentinausbiß dort, wo der Weg den Guttalbach übersetzt. Dieselbe Erscheinung, jedoch wegen der gewaltigen Schuttmassen weniger deutlich sichtbar, trifft man im „Bruchwald“ wieder. Endlich begegnet man auf der Sattellalm wieder gewaltigen Serpentinausbissen, die sich bis über die Bricciuskapelle hinaus verfolgen lassen. Untersucht man das vollständig aus Kalkglimmerschiefer bestehende Gehänge in einem höheren Horizonte, so sieht man [zum Beispiel auf der Albitzen], daß die Kalkglimmerschiefer verhältnismäßig nur gering mächtig sind und überall, wo die Bäche, die zwischen der Albitzenhöhe und dem Wasserradkopf herabfließen, das Gelände tiefer angeschnitten haben, bilden die Kalkglimmerschiefer schwach gewölbte Antiklinalen, deren Kern aus Serpentin besteht. Außerdem kann man feststellen, daß die im Talgrund breiten Serpentinmassen der Bricciukapelle sich nach oben zuspitzen und in der „Schönen Wand“ keilförmig ausbeißen. Dasselbe Phänomen beobachtet man in umgekehrter Lage an der Neuradwand, wo der Serpentin sich nach unten, gegen den Palik zu, keilförmig zuspitzt, während er sich nach oben breit auf tut und mit großer Mächtigkeit gegen die blaue Zähr und den Wasserradkopf ansteigt. Das Profil *EF* und die geologische Übersichtsskizze mögen diese Verhältnisse besser erläutern.

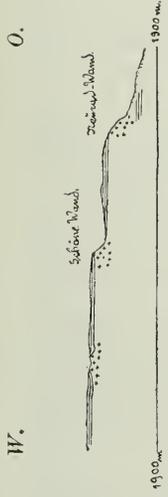
In ähnlicher Weise verhalten sich auch die Ausbisse hinter der Himmlerschleife an der neuen Glocknerhausstraße, und der Ausbiß nahe der Golmitzerschleife, wo Serpentine auftreten, die einen mächtigen Stock bilden, der sich mit wenigen Unterbrechungen bis nach Heiligenblut erstreckt und durch den Hoferbach angeschnitten wird.

Das Ganze scheint den Eindruck zu erregen, als hätten wir es hier mit einem Serpentinstock zu tun, der nur einen verhältnismäßig dünnen Mantel von Kalkglimmerschiefern besitzt. Jedoch erscheint die Tektonik der Gebirgszüge zwischen der Möll und der kärntnerisch-salzburgischen Grenze in diesem Teile derart kompliziert, daß wir uns



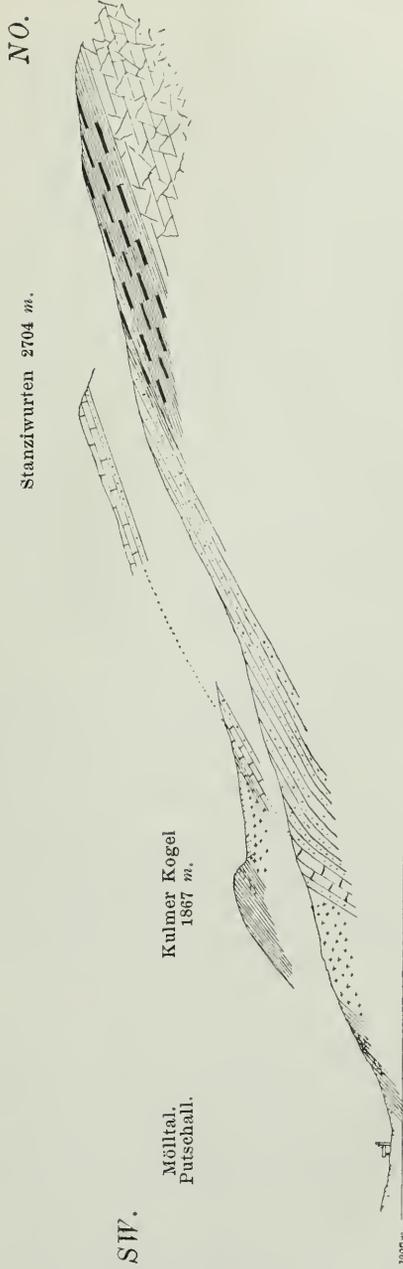
Profild nach der Linie CD. 1:35.000.

Fig. 4.



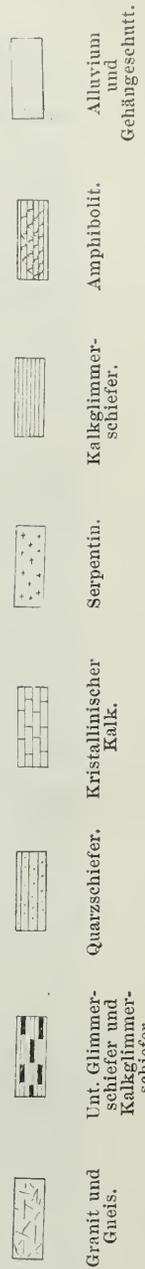
Streichendes Profil nach der Linie EF. 1:35.000.

Fig. 5.



Profil nach der Linie AB der Kartenskizze. 1:35.000.

Fig. 3.



diesbezüglich jede Reserve vorbehalten, bis die bereits begonnenen Detailstudien ihren Abschluß gefunden haben werden.

Vorläufig beschränken wir uns auf eine kurze Andeutung der Serpentinausbisse in dieser Gegend.

Vom Palik aus zieht der Serpentin dem rechten Guttalufer folgend, unter den Wasserradkopf hinauf, der eine schöne, weithin sichtbare liegende Falte bildet, der er jedenfalls seinen Namen verdankt, da die Bevölkerung den Scheitel der Falte mit dem Namen „die Radeln“ belegt hat. Weiter finden wir am rechten Guttalgehänge noch zwei gewaltige Serpentinlinsen eingebettet.

Ein sehr ausgedehntes Serpentinvorkommen erstreckt sich ferner oberhalb des Brettersees. Der Serpentin, der hier nach einem großen Verwerfer die Schichten senkrecht abschneidet, zieht unter dem Brennkogl hindurch und bildet die Gebirgskante, die sich vom Brennkogl über die Knappenstube zum Kloben hinzieht, wo er in sehr steilen Felswänden unter dem Brennkogel verschwindet. Mehrere isolierte Serpentinlinsen begleiten diesen Hauptzug.

Auch die Gebirgsrippe, die das Guttal vom Tauerntal trennt, und die vom Verwerfer des Hochtors über den Margaretenkopf nach Süden zieht, besteht zum großen Teil aus Serpentin, der mit wenigen Unterbrechungen bis zur Kramserkaser ins Guttal einerseits und über die Wernischkaser ins Tauerntal anderseits herabzieht.

Endlich sei noch der Serpentin der Melitzenwand und des Lacknerberges erwähnt und dabei besonders hervorgehoben, daß am Lacknerberg der Serpentin nicht selten den Kern der zahlreichen und verknütteten Falten bildet.

Der Vollständigkeit halber sei endlich noch ein kleines Serpentinvorkommen an der Weißen Wand angeführt. Es bildet hier der Serpentin kleine elliptische Ausbisse, in denen man jedoch nirgends anstehendes Gestein finden kann, da der Serpentin in scharfkantige Stücke zerfällt, die das Anstehende überdecken.

Es erscheint jedoch mehr als wahrscheinlich, daß wir es auch hier mit einem Durchbruch des Serpentin durch die Kalkschichten zu tun haben, was noch durch die Tatsache erhärtet wird, daß der kristalline Kalk hier außer den gewöhnlichen Bestandmineralien noch Tremolit führt. (Taf. X, Fig. 1.)

Das makroskopische Aussehen des Serpentin ändert sich in der ausgedehnten Region, in der er auftritt, äußerst wenig. Er bildet überall ein massiges Gestein, das nur äußerst selten am Rande eine Bankung erkennen läßt. Absonderung in ebenen, öfter aber in gewundenen Platten (letzteres besonders in der Wasserrinne bei Pockhorn am rechten Möllufer) ist nicht selten. Besonders charakteristisch ist die Form, in die der Serpentin durch die Verwitterung zerfällt. Er bildet überall dort, wo die Tagesoberfläche wenig geneigt ist, wie zum Beispiel bei der Weißen Wand oder ober dem Brettersee im Guttal, kegelförmig zugespitzte Ausbisse, an denen man jedoch nirgends anstehende Blöcke, sondern nur pyramidenförmige faust- bis kopfgroße Stücke findet, in die der Serpentin durch die Verwitterung zerfällt.

Wird er von einem anderen Gestein teilweise überdeckt und vor der Verwitterung teilweise bewahrt, so bildet er stets äußerst steile und wegen ihrer glatten Oberfläche und des geringen Haltes, schwer zu besteigende Wände, mit mächtigen Schutthalden.

Der Serpentin ist sehr zähe, hat geringe Härte und ist am frischen Bruch homogen und kompakt und von tief blaugrüner Farbe. In etwas angewitterten Stücken treten apfelgrüne Schnürchen, besonders aber auch Talkschüppchen auf. An den verwitterten Oberflächen variiert seine Farbe zwischen lichtgrün bis blaugrün oder rot, je nach dem Oxydationszustand seines Eisens. Oft überzieht er sich mit dünnen Talkschüppchen und erscheint dann grau und matt seidenglänzend. Diopsidkristalle sowie Magnetit treten oft makroskopisch hervor.

Besonders erwähnenswert scheint mir noch der stellenweise äußerst stark entwickelte Magnetismus des Serpentin zu sein. Man wird dieser Eigenschaft schon bei einer Wanderung über den Serpentin des Brettersees und Hornkopfs gegen den Kloben hin gewahr, da die Kompaßnadel hier eine derartige Ablenkung erleidet, daß ein Orientieren der Karte nicht mehr immer gut möglich ist.

Noch deutlicher ist die magnetische Wirkung des Serpentin der vom Hochtor über den Margaretenkopf nach Süden ziehenden Gebirgsrippe. Es will den Eindruck machen, als wäre diese ganze, nordsüd gerichtete Kette ein langer, natürlicher Magnet, denn die Serpentinstücke zeigen am geographischen Südpole der Kette überall einen deutlichen Südpol.

Die abgeschlagenen Handstücke behalten den Magnetismus bei, ohne daß er nachweisbar schwächer würde, und verlieren ihn auch durch mäßiges Schütteln und Schlagen nicht. Zerschlägt man ein solches Handstück, so ist jeder Splitter wieder ein natürlicher Magnet mit zwei wohlentwickelten Polen.

Was besonders auffällt, ist der Umstand, daß der Magnetismus auf einzelne Serpentinregionen beschränkt erscheint und daß zum Beispiel im Serpentinlagergange Zirknitz—Zlapp jede magnetische Wirkung fehlt. Auch kann ein Unterschied in der chemischen oder mineralogischen Zusammensetzung bisher zwischen einem magnetischen und einem nicht magnetischen Serpentin nicht gemacht werden.

Im übrigen ist das Verhalten des Serpentin in einem homogenen magnetischen Felde ähnlich jenem des Stahles. Serpentinpulver in ein Glasröhrchen gegeben und zwischen den Polen eines Elektromagneten frei aufgehängt, stellt mit großer Richtkraft die Glasröhre parallel zur Kraftlinienrichtung, wird magnetisch und verliert den Magnetismus beim Umschütteln. Größere, nicht magnetische Serpentinstücke stellen sich ebenfalls mit ihrer Längsachse parallel zu den Kraftlinien und bewahren aber einen starken remanenten Magnetismus.

### b) Mikroskopische Beschreibung des Serpentin.

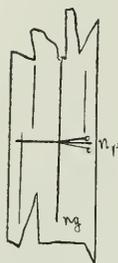
Bei der nun folgenden Beschreibung der mineralogischen Zusammensetzung des Serpentin wollten wir zunächst die einzelnen Bestandminerale mit ihren optischen Eigenschaften anführen, um

dann auf die genetischen Beziehungen der Mineralien zueinander und auf die Strukturverhältnisse überzugehen.

Den an Menge weitaus vorherrschenden Bestandteil des Gesteins bildet der Antigorit.

Er ist unter dem Mikroskop meist farblos, selten schwach gelblich-grün gefärbt und von einem äußerst geringen Relief. Er bildet positiv verlängerte Nadeln mit gerader Auslöschung und besitzt eine der Verlängerung parallele Spaltrichtung, die übrigens nicht immer sichtbar

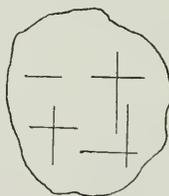
Fig. 6.



ist. Alle diese Nadeln sind nahe der maximalen Doppelbrechung, die an verschiedenen Platten gemessen wurde und Werte von  $N_g - N_p = 0.004 - 0.006$  ergab (Fig. 6). Außerdem tritt der Antigorit noch in kleinen, runden Blättchen auf, die bei + Nic. fast isotrop erscheinen und immer senkrecht zur negativen ( $N_p$ ) spitzen Bissectrix geschnitten sind.

In gut entwickelten Platten kann man dann zwei aufeinander senkrecht stehende Spaltrichtungen, die parallel zu den Pinakoiden (010) und (100) sind, wahrnehmen (Fig. 7)<sup>1)</sup>.

Fig. 7.



Der optische Achsenwinkel ist äußerst klein und oft kann man eine Veränderung des verschwommenen schwarzen Kreuzes bei der Drehung des Objektisches überhaupt nicht wahrnehmen.

Diopsid bildet je nach dem Fortschritte der Umwandlung desselben in Antigorit entweder große, gut erhaltene Platten oder kleine,

<sup>1)</sup> Dieselben konnten nur an einem Exemplar mit Hilfe des Immersionsobjektivs beobachtet werden.

kaum mehr bestimmbare Körner. Er ist farblos, von ziemlich starkem Relief; seine an verschiedenen Platten gemessenen Hauptdoppelbrechungen ergaben die Werte:

$$N_g - N_p = 0.028 - 0.029$$

$$N_g - N_m = 0.021 - 0.022$$

$$N_m - N_p = 0.007.$$

$N_g$  ist die spitze Bissectrix des ziemlich großen Winkels der optischen Achsen und schließt mit der Spaltrichtung (110) einen Winkel von  $37^\circ$  ein. Undulöse Auslöschungen und verschwommene Umrisse der Diopsidplatten sind teils der Umwandlung des Pyroxens in Antigorit, teils der mechanischen Einwirkung zuzuschreiben.

Besonders mögen noch die stabförmigen Einschlüsse im Diopsid erwähnt werden, die sich oft unter rechtem Winkel kreuzen und von den Spaltrissen unter annähernd  $45^\circ$  geschnitten werden. Sie scheinen die Bildung des Antigorits in diesen Richtungen zu begünstigen.

Besonders in der Nähe des Serpentinkontakts finden wir im Serpentin den Tremolit häufig vertreten. Er ist im allgemeinen im Serpentin selbst weniger gut entwickelt als der Diopsid, hat ein schwächeres Relief und ist durch folgende Hauptdoppelbrechungen charakterisiert:

$$N_g - N_p = 0.028$$

$$N_m - N_p = 0.014 - 0.015$$

$$N_g - N_m = 0.013.$$

Er ist farblos;  $N_g$  schließt mit der Spaltrichtung (110) einen Winkel von  $15-16^\circ$  ein;  $N_p$  ist die spitze Bissectrix des nahezu  $90^\circ$  erreichenden optischen Achsenwinkels und gleichzeitig auch die Bissectrix des  $124^\circ$  betragenden Winkels der beiden prismatischen Spaltrichtungen.

Der Tremolit bildet meist kleine Anhäufungen, die unregelmäßig im Dünnschliff verteilt sind, und ist fast immer in rhomboedrische Karbonate (einachsige, negativ, im Weiß höherer Ordnung polarisierend) umgewandelt.

Was diese rhomboedrischen Karbonate betrifft, so finden wir sie häufig makroskopisch in schönen, regelmäßigen Kristallen von schwachgelber Farbe in Form von Nestern im Serpentin abgeschieden (Breunerit). Im Dünnschliffe sieht man, daß dieselben teils durch Zersetzung des Tremolit entstanden sind, teils umgeben sie die großen Platten von Magnetit, teils finden wir sie in schön begrenzten, selbständigen Kristallen.

Von anderen sekundären Bildungen gehören noch Magnetit, Talk, Chlorit und Asbest dem Serpentin an.

Was den Magnetit betrifft, so fällt zunächst auf, daß opake Erze, als primäre Mineralien entwickelt, im Gestein nicht angetroffen wurden. Der Magnetit bildet niemals Kristalle von geometrischen Umrisen, sondern erscheint immer in Form von feinen Körnern, die bei der sekundären Antigoritbildung entstehen und sich oft zu Erzschnüren aneinanderreihen, die hie und da noch deutlich die Form des ur-

spröden Pyroxenminerals erkennen lassen, oder aber er bildet große, ebenfalls sekundäre Platten, die sich um die Antigoritnadeln anschmiegen (Fig. 5, Taf. X).

Der Talk findet sich als Zersetzungsprodukt des Serpentin hier und da makroskopisch in Nestern und an Klüften abgeschieden und bildet feine, sich fettig anfühlende Schüppchen mit lebhaftem Seidenglanz. Unter dem Mikroskop sind die Kristalle selten scharf begrenzt und sie besitzen stets eine tiefer polarisierende Aureole; übrigens stimmen die optischen Eigenschaften mit jenen des weißen Glimmers überein, nur ist die maximale Doppelbrechung etwas größer. Endlich wird ein Mineral, das fast vollständig isotrop und farblos ist, zum Chlorit von der Gruppe des Pennin gerechnet. Dieses Mineral bildet große elliptische Platten, die häufig die opaken Erze umranden. Sein Relief ist sehr schwach und bei + Nic. schimmert es blauviolett. Zu den sekundären Bildungen des Serpentin gehört noch die schwefelgelbe Abart „der Edelserpentin“, der besonders an den Blöcken zwischen dem Brettersee und Brennkogl häufiger auftritt.

Zuletzt sei noch angeführt, daß die Bildung des Serpentinbestes am rechten Guttalfer an einigen Stellen Stufe für Stufe verfolgt werden kann.

### c) Die chemische Zusammensetzung des Serpentin.

Sie schwankt verhältnismäßig wenig. Nachstehend folgen einige von mir ausgeführte Analysen<sup>1)</sup>; Nr. I stammt vom magnetischen Serpentin des Lacknerberges (Tauerntal), Nr. II vom Federweißpalfen im Zirknitztale und Nr. III ist das Mittel der beiden übereinstimmenden Analysen des Serpentin vom Palik an der neuen Glocknerhausstraße.

|  | Nr. I<br>Prozent | Nr. II<br>Prozent | Nr. III<br>Prozent |
|--|------------------|-------------------|--------------------|
| <i>SiO</i> <sub>2</sub> . . . . .                      | 38·0             | 39·35             | 40·31              |
| <i>Al</i> <sub>2</sub> <i>O</i> <sub>3</sub> . . . . . | 2·20             | 2·79              | 1·60               |
| <i>Cr</i> <sub>2</sub> <i>O</i> <sub>3</sub> . . . . . | 0·89             | 1·00              | Spur               |
| <i>Fe</i> <sub>2</sub> <i>O</i> <sub>3</sub> . . . . . | 7·11             | 6·58              | 4·24               |
| <i>FeO</i> . . . . .                                   | 4·07             | 3·60              | 3·94               |
| <i>MnO</i> . . . . .                                   | Spur             | Spur              | Spur               |
| <i>MgO</i> . . . . .                                   | 35·31            | 34·46             | 31·89              |
| <i>CaO</i> . . . . .                                   | 0·96             | 2·43              | 6·75               |
| Glühverlust . . .                                      | 11·14            | 9·87              | 11·43              |
|  | 99·68            | 100·08            | 100·16             |

Drei weitere *SiO*<sub>2</sub> und Glühverlustbestimmungen des Serpentin vom „Blauen Ofen“ (rechtes Möllufer gegenüber Rojach) ergaben die Werte:

|                                   | Prozent | Prozent | Prozent |
|-----------------------------------|---------|---------|---------|
| <i>SiO</i> <sub>2</sub> . . . . . | 40·93   | 41·08   | 40·53   |
| Glühverlust . . .                 | 11·21   | 11·22   | 11·21   |

<sup>1)</sup> Vgl. auch Drasche, Tscherm. Min. Mitt. 1871, pag. 9.

Der hohe Gehalt von  $CaO$  im Serpentin vom Palik ist wohl jedenfalls dem Umstande zuzuschreiben, daß die Probe in unmittelbarer Nähe des Kontakts der Kalkglimmerschiefer entnommen wurde.

### Beschreibung einiger Gesteinstypen.

Nr. 39. Serpentin von der Neuradwand oberm Palik.

Unter dem Mikroskop: Antigorit, in schönen Individuen, durchsetzt unregelmäßig die teilweise großen und gut erhaltenen Diopsidplatten. An anderen Stellen sind vom Diopsid nur mehr Körner erhalten, und schlechter entwickelter Antigorit herrscht vor. Magnetitkörner herrschen dort vor, wo die Umwandlung des Pyroxens nahezu vollendet ist.

Nr. 148. Serpentin von der Weißen Wand.

Dieser Schliff zeigt besonders schön die stabförmigen Einschlüsse in den großen Diopsidplatten; jene sind zur Spaltrichtung geneigt und begünstigen die Antigoritbildung. Antigorit in wirt sich kreuzenden, feinen Nadeln und in feinkörnigen Aggregaten herrscht vor. Magnetit in Körnern, nach Zügen geordnet und in Platten.

Nr. 85. Serpentin vom Federweißpalfen, Zirknitztal (Analyse II [Fig. 3, Taf. X]). Der Schliff zeigt besonders die Gitterstruktur des Antigorits in einer noch gut erhaltenen Pyroxenplatte. An anderen Stellen bildet er feinkörnige Aggregate. Pyroxen weniger häufig; Magnetit wie gewöhnlich. Pennin und Dolomit sehr selten.

Nr. 209 *a*. Serpentin am Kontakt ober der Golmitzerschleife an der neuen Glocknerhausstraße.

Unter dem Mikroskop sieht man hier besonders den Tremolit, dessen rhombische Sektionen vorherrschen und der sich in ein rhomboedrisches Karbonat umwandelt. Ferner sieht man an einigen Stellen den Antigorit in der Gitterstruktur; Pyroxen fehlt; Magnetit wie gewöhnlich.

Nr. 145 *b*. Serpentin vom Pflanzgarten.

Dolomit bildet hier schöne, regelmäßige Rhomboeder; Talk ziemlich häufig; Antigorit in feinen Nadeln und Körnern, Magnetit in großen, von Dolomit und Talk umgebenen Platten.

Nr. *E*. Serpentin vom Jungfernsprung.

Unter dem Mikroskop: Pyroxenplatten ziemlich zahlreich und stark zersetzt; Antigorit in einem wirren Nadelgewebe und Platten von Magnetit.

### d) Die Struktur der Serpentine.

Über die genetischen Beziehungen der einzelnen Mineralien, welche die Serpentine der Hohen Tauern zusammensetzen, und über ihre gegenseitige räumliche Entwicklung wurden bisher so verschiedene Anschauungen ausgesprochen, daß es zweckmäßig erscheint, darauf hier kurz einzugehen.

v. Drasche, der zuerst die alpinen Serpentine genetisch studierte, stellt darin zunächst zwei Gruppen, nämlich die „eigentlichen Serpentine“ und die „serpentinähnlichen Gesteine“ auf. Diese beiden Gruppen unterscheiden sich weniger chemisch voneinander als vielmehr durch die Mikrostruktur und durch den Bestand des Muttergesteines. Die „eigentlichen Serpentine“ sind umgewandelte Olivingesteine und ihre Struktur ist die bei der Umwandlung des Olivin so oft beobachtete „Maschenstruktur“. Sie bestehen im wesentlichen aus Olivin, Bastit und Magnetit. Die „serpentinähnlichen Gesteine“ sind hingegen umgewandelte Bronzitfelse, welche außer Magnetit, Diallag, Bronzit noch aus einem rhombischen Serpentinmineral bestehen. Von den beiden Handstücken aus Heiligenblut, welche Drasche untersuchte, gehört eines zu den „serpentinähnlichen Gesteinen“, während er das andere den eigentlichen Serpentin zuzählt.

Diese von v. Drasche ausgeführten Beobachtungen über einige alpine Serpentine wurden von Hussak teilweise wiederholt, weiter ausgeführt und ergänzt. Hussak gelangt zu ähnlichen Resultaten wie v. Drasche, auch er unterscheidet zwischen echtem Olivinserpentin mit Maschenstruktur und einem aus „Augitgestein“ hervorgegangenen Serpentin. Hussak macht besonders auf die oft regelmäßige Anordnung der Antigoritblättchen, als für die serpentinähnlichen Gesteine charakteristisch aufmerksam. Die aus Augitgesteinen hervorgegangenen Serpentine unterscheiden sich von den Olivinserpentin nach Hussak ferner noch durch das Fehlen von Picotit und Chromit.

Ferner ist noch bemerkenswert, daß Hussak die serpentinähnlichen Gesteine, also auch jene von Heiligenblut, als zu den kristallinen Schiefen gehörend ansieht, indem er sagt (l. c. pag. 18): „Eine Reihe alpiner Serpentine, so die von Sprechenstein, Sattelspitz und Wurmtaler Jöckl östlich von Sterzing, vom Rotenkopf im Zillertal, vom Mittersberg bei Bischofshofen in Salzburg, endlich die von Windisch-Matrey und Heiligenblut im Großglocknergebiet, sind entstanden durch Zersetzung augitreicher Schiefergesteine und nicht etwa eines Augit-, Olivin- oder Diallag-Bronzitfelses.“

Bisher wurde die Maschenstruktur als charakteristisch für jene Serpentine angesehen, welche aus Olivingesteinen hervorgegangen sind. Wo Maschenstruktur fehlte und besonders wo man noch Pyroxenreste im Gestein nachweisen konnte, glaubte man mit einem Serpentin zu tun zu haben, der sich aus Pyroxengesteinen gebildet hat. Becke hat nun nachgewiesen (l. c. pag. 271 ff.), daß sich auch aus Olivinfels Antigoritserpentin ohne Maschenstruktur bilden kann. Der Antigorit tritt hierbei stets als sekundäre Neubildung auf, und Becke hält es nicht für ausgeschlossen, daß selbst zernagte Pyroxensäulchen in sternförmigen Gruppierungen als „Neubildungen von Pyroxen auf Kosten des Ca im Olivin“ betrachtet werden könnten.

Die Frage, wann sich aus Olivinfels gewöhnlicher und wann sich Antigoritserpentin bildet, läßt Becke offen, er hebt nur hervor, daß es zur Bildung von Antigoritserpentin stets im gefalteten Gebirge gelangt, ferner sieht er die Bildung gemeinen Serpentin mit Maschenstruktur in dem von ihm, l. c., beschriebenen Vorkommen als moderne Verwitterungserscheinung an.

Ausgedehnte Untersuchungen ostalpiner Serpentine besonders jener des „Groß-Venediger Stockes“, wurden von E Weinschenk gemacht. Weinschenk gelangt hierbei zu Resultaten, die sich kurz in folgender Weise zusammenstellen lassen:

1. Die Serpentine sind nicht der Reihe der kristallinen Schiefer zuzurechnen; sie sind Intrusivgesteine. Dafür sprechen: *a)* die Form ihres geologischen Auftretens, *b)* die massige Textur, die nur lokal von einer Schichtung des sonst massigen Gesteins unterbrochen wird, *c)* die Mikrostruktur und *d)* die Erscheinungen der Kontaktmetamorphose, welche die Serpentine im Gestein, in dem sie auftreten, erzeugen.

2. Der Antigorit kann im Serpentin auch als primäres Mineral auftreten. Einen Beweis für diese Anschauung sieht Weinschenk in der regelmäßigen Verwachsung zwischen schön entwickelten Antigoritindividuen und vollkommenem frischen, unzersetzten Olivin. Diese Verwachsung erzeugt dann die „Gitterstruktur.“ Weinschenk gelangt so zu einem Gestein, das aus Olivin und Antigorit in regelmäßiger Verwachsung und aus Chromit als wesentlichen Bestandmineralien zusammengesetzt ist. Dieses Gestein bezeichnet er mit dem Namen „Stubachit“.

3. Sowohl der Olivin als auch der primäre Antigorit können einer weiteren Umwandlung, respektive Umlagerung unterworfen werden und sekundären Antigorit bilden. Letzterer ist dem „Primären“ ident, bildet aber nicht schön entwickelte Individuen, sondern wirrschuppige Aggregate, welche die primäre Gitterstruktur ganz oder teilweise verwischen können.

Die „Stubachite“ und die aus ihnen gebildeten Serpentine sind nach Weinschenk in folgender Weise entstanden: Bei der Gebirgsfaltung sind infolge verschiedenen Widerstandes der verschiedenen zusammengesetzten Schichten Hohlräume entstanden, in welche ein, die Elemente des Wassers führendes, viskoses Magnesiumsilikatmagma eingepreßt wurde und daselbst unter sehr hohem Druck erstarrte. Dieser hohe Druck ist die Ursache, daß das  $H_2O$  nicht entweichen konnte, sondern an der Konstitution der Hauptbestandteile teilnahm und so ein hydratisiertes Silikat, das ist primären Antigorit bildete <sup>1)</sup>.

Der Prozeß der Gebirgsfaltung dauert fort und „zermalmt“ wieder teilweise das bereits erstarrte Gestein, während die aus der Tiefe aufsteigenden Dämpfe und Gase die teilweise Umwandlung desselben in Serpentin herbeiführen.

Heiße Lösungen, welche als letzte Nachwirkungen des eruptiven Vorganges im Serpentin zirkulieren, setzen auf Gängen und Klüften, welche den Serpentin durchsetzen, Mineralneubildungen ab.

Diese Prozesse vollzogen sich vor Abschluß der Faltung, so daß die atmosphärischen Infiltrationswässer die Peridotite und Serpentine bereits so angetroffen haben, wie wir sie heute noch finden.

<sup>1)</sup> Weinschenk nennt die Erstarrung eines Magma, wo die Spannung noch durch den Faltungsdruck erhöht wird, „Piezokristallisation“. Vgl. hierüber: Weinschenk: Beitr. z. Petrogr. d. östl. Zentralalpen, spez. d. Groß-Venediger Stockes. II. Über d. granit. Zentralmassiv u. d. Beziehg. zw. Granit u. Gneis. Abhandl. d. II. Kl. d. kais. Akad. d. Wiss. XVIII. Bd., III. Abtlg.

Es folgt ferner aus dem Angeführten, daß die Gitterstruktur für Olivinserpentine ebenso charakteristisch sein kann, wie es vor den Ausführungen Beckes von der Maschenstruktur gehalten wurde. (Vgl. Weinschenk in Groths Zeitschr., Bd 26.)

Gehen wir nun nach dieser auszugsweisen Anführung der wichtigsten einschlägigen Literatur zu den Beobachtungen zurück, die wir über die Mikrostruktur jener Serpentine anstellen können, deren geologisches Auftreten im vorangehenden gegeben wurde.

Hierbei müssen wir zunächst bemerken, daß auch v. Drasche nicht in der Lage war, Olivin in den Serpentine von Heiligenblut sicher nachzuweisen, sondern daß jener nur nach der Form der Magnetitreste auf Olivin geschlossen hat. Eine ähnliche Beobachtung konnte auch der Verfasser machen. In keinem der zahlreichen Schiffe konnte Olivin sicher nachgewiesen werden, nur die vom Magnetit beschriebenen Konturen ähneln in einigen Schiffen den Umrissen, welche Olivin oft im Dünnschliffe zeigt. Im Zentrum der so umschriebenen Figur liegt dann meist eine Magnetitanhäufung. Deshalb erscheint er aber noch nicht zulässig, auf vollständige Abwesenheit des Olivins im Gestein schließen zu dürfen.

Was nun das Pyroxenmineral, den Diopsid betrifft, so zeigt derselbe eine Entwicklung, für die man nur eine primäre Bildung dieses Minerals annehmen kann. Um die Beziehungen zwischen Diopsid und Antigorit darzulegen, wollen wir die Verhältnisse besprechen, wie sie zunächst Fig. 2, Taf. X, zeigt: Dort sehen wir eine große, wohl entwickelte Diopsidplatte mit deutlichen Spaltrissen; sie wird von gut ausgebildeten Antigoritindividuen durchquert. Wäre dieser Antigorit eine sekundäre Bildung, so müßte es auffallen, warum die Antigoritentwicklung nicht an den leichtesten Angriffspunkten einer Umbildung des Pyroxens, das ist an den Spaltrissen zur Ausbildung gelangt ist. Im Gegenteil; die Antigoritindividuen setzen durch die Spaltrisse des Diopsid quer durch, ohne längs dieser Risse ausgelappt zu sein. Eine solche Bildung, in der sich auch nicht die Bevorzugung einer anderen Orientierungsrichtung erkennen läßt, kann wohl nicht gut als sekundäres Umwandlungsprodukt des Diopsid angesehen werden. Wir gelangen somit insofern zur selben Anschauung wie Weinschenk, daß der Antigorit auch als primärer Bestandteil des Gesteins auftreten kann. In Fig. 3, Taf. X, sehen wir die auf Auslöschung gestellte, daher dunkle Diopsidplatte, mit Antigorit regelmäßig verwachsen. Weinschenk hält es für unmöglich, daß bei der sekundären Bildung des Antigorits aus einem Pyroxen „Gitterstruktur“ entstehen könne. „Die Möglichkeit einer primären Verwachsung von Pyroxen und Antigorit, welche zu ganz ähnlichen Produkten (nämlich zur Gitterstruktur) führen müßte“, sagt Weinschenk (Über die Perid. etc., pag. 52) weiter, „kann ich natürlich nicht leugnen, beobachtet aber habe ich derartiges nicht.“

Wir glauben aber nur auf die Figuren 2 und 3 hinweisen zu brauchen, um Weinschenk dahin zu ergänzen, daß auch ein Pyroxenmineral mit Antigorit primär verwachsen sein kann, und daß es auch in Pyroxenen zur Ausbildung der Gitterstruktur kommen kann.

Die weitere, sekundäre Umwandlung des Pyroxens in Antigorit,

ist mit denselben Vorgängen und Strukturveränderungen verbunden, wie sie bereits von anderen Autoren beschrieben worden sind und ist dabei nichts wesentlich Neues hinzuzufügen. Die großen Pyroxenplatten lösen sich zu kleinen Körnern und länglichen Schnüren auf, die nur durch gleiche optische Orientierung die Zugehörigkeit zu einem einzigen Individuum verraten, die gute Ausbildung der Antigoritafeln tritt immer mehr zurück, bis sich schließlich das Ganze in ein äußerst feinschuppiges Aggregat auflöst.

Fassen wir kurz die Resultate zusammen, zu denen wir bei der Untersuchung des Serpentin gelangt sind, so können wir sagen:

Der Serpentin bildet im oberen Teil des Mölltales einerseits einen 300—400 *m* mächtigen Lagergang, der von der Zirknitz bis nahezu nach Heiligenblut, also auf einer Längserstreckung von über 8 *km* verfolgt wurde; andererseits durchbricht der Serpentin die Gebirgsschichten gang- und stockförmig. Der eruptive Charakter des Serpentin wird sowohl durch die Art des Auftretens in Gangform als auch durch die massige Textur und Struktur und endlich durch die im folgenden Abschnitte genauer zu besprechende Kontaktmetamorphose, die er erzeugt, genügend bewiesen.

Die mikroskopische Untersuchung des Gesteins lehrt, daß dasselbe ein Antigoritserpentin ist, in dem der Antigorit einerseits als primäres Mineral mit Diopsid verwachsen auftritt, andererseits aber aus dem Diopsid durch Umwandlung desselben sekundär gebildet wurde, was in der Mikrostruktur seinen Ausdruck findet.

Tremolit, Talk, Asbest, Pennin, rhomboedrische Karbonate und Magnetit treten nebst Antigorit als sekundäre Bildungen auf.

#### IV. Die Kontakthöfe des Serpentin.

Die Metamorphose, die der Serpentin an seinem Kontakt mit dem Nebengesteine, das im Hangend stets der Kalkglimmerschiefer, im Liegend der Quarzschiefer ist, erzeugt, ist keineswegs konstant. Oft erscheint das Nebengestein kaum verändert, oder aber eine an einer Stelle intensive Metamorphose wird kaum mehr nachweisbar, wenn man den Kontakt in seinem Tagesausstreichen auf eine längere Strecke hin verfolgt. Die bisher studierte intensivste Metamorphose erstreckt sich nur auf wenige Meter in das Nebengestein und nirgends konnten räumlich so weitgreifende Umwandlungen festgestellt werden, wie sie Weinschenk im benachbarten Groß-Venediger Gebiete beschreibt.

Im nachfolgenden sollen zunächst einige Kontakthöfe im Hangend des Serpentin beschrieben werden, und zwar soll mit dem Studium des am Palik an der neuen Glocknerhausstraße gesammelten Materials begonnen werden.

Dort, wo die neue Glocknerhausstraße den Südausläufer der aus Serpentin bestehenden Neuradwand anschneidet (was etwa in der Höhenkote von 1950 *m* geschieht), hat die Entblößung des Gesteins

einen reichen Serpentinkontakthof aufgedeckt. Es ist dies der Kontakthof am Palik. (Fig. 8.)

Eine genauere Untersuchung desselben liefert uns folgende Resultate:



Fig. 8.

Der in der Analyse Nr. III seiner Zusammensetzung nach gegebene Serpentin (Fig. 8, rechts) wird von einer äußerst wechselnden Gesteinsserie überlagert.

Es folgt unmittelbar über dem Serpentin ein fast ausschließlich aus Epidot bestehendes, massiges, körniges Gestein von graugrüner Farbe und ziemlich großer Härte. Der Epidot ist farblos bis weingelb (in letzterem Falle  $Nq$  = goldgelb;  $Np$  = lichtgelb;  $Nm$  = farblos), optisch negativ mit großem Achsenwinkel, starkem Relief und äußerst

starker Dispersion; seine Maximaldoppelbrechung schwankt zwischen 0·038 und 0·048. Häufig bildet er konzentrisch umwachsene Zonen von geometrischen Umrissen. In geringen Mengen finden wir im Epidotfels noch Zoisit (orthorhombisch, optisch positiv mit kleinem Achsenwinkel, geringer Doppelbrechung,  $N_g - N_p = 0·006$ , starkem Relief und starker Dispersion), Sphen (zweiachsig, negativ, kleiner Achsenwinkel, starkes Relief und äußerst starke Doppelbrechung), sowie Pyritkristalle. Tremolit und Chlorit gehören zu den seltenen Ausnahmen.

Der Epidotfels läßt absolut keine Schichtung erkennen und seine Mächtigkeit scheint in der Tiefe zuzunehmen, wie dies aus den Ergebnissen des in diesem Kontakt angelegten Schurfbaues (Fig. 8) hervorgeht.

Er geht dem Hangend zu in eine Schichte von äußerst wechselnder Zusammensetzung über, die wir als die „Erze führende Schicht“ oder kurz als „Erzschicht“ (*c*) bezeichnen wollen.

Die Erzschicht ist zunächst dadurch charakterisiert, daß die Pyrite, die in den anderen Kontaktschichten kleine, regelmäßige Kriställchen bilden, hier zu faustgroßen Nestern anwachsen. Die Verteilung der Kiese ist nicht regelmäßig; die Nester reihen sich in oft unterbrochenen Schnüren aneinander und sind innig mit dem Nebengestein verwachsen. Meist sind die Pyrite kristallographisch schön entwickelt und nach einer mir von Herrn Dr. R. Canaval gütigst gemachten Mitteilung enthalten dieselben

6 Gramm Gold pr. T. }  
26 „ Silber „ „ } (nach Analysen von L. St. Rainer)

0·108% Ni (nach Dr. O. Bernheiner und Dr. J. Schiff).

Ferner nehmen an der mineralogischen Zusammensetzung der Erzschicht noch Tremolit, Actinot, Epidot, Zoisit, Diopsid, Albit, Anorthos, Kalzit und Sphen teil.

Diese Mineralien sind aber keineswegs gleichmäßig in der Schichte verteilt. Der Tremolit bildet den weitaus vorherrschenden Bestandteil; die anderen Mineralien finden sich in lokalen Anhäufungen unregelmäßig entwickelt, so daß bald der eine, bald der andere Bestandteil vorherrscht.

Meist besitzt die Erzschicht eine geringe Härte; in ihr ist die Verwitterung am weitesten vorgeschritten und durch die rote Farbe ihres Ausbisses kann man sie über Tag leicht verfolgen. Ihre Mächtigkeit betrug am Ausbisse des Palik 1·2 m.

Über dieser Schicht folgt zunächst eine 3 m mächtige Schicht eines dunkelgrünen, körnigen und ziemlich widerstandsfähigen Gesteins (*d*), in dem der Kalzit das vorherrschende Element bildet. Der Biotit bildet feine, annähernd parallel gelagerte Schüppchen, die fast immer von Actinot begleitet werden. Der Quarz ist selten und in runden Körnern; noch seltener treten Sphen und Epidot sowie Pyritkörner auf.

Darüber lagert sich eine 2 m mächtige Bank eines lichterem, grünen, geschiefertem Gesteins, das durch seinen Reichtum an Feldspat einerseits und durch die große Zahl schön entwickelter Pyritkristalle, die dasselbe regelmäßig durchsetzen, charakterisiert ist.

Der Feldspat, der ausschließlich Albit ist, bildet weitaus den vorherrschenden Bestandteil dieser Schicht. Der Albit zeigt, wie in allen studierten Schliften der Schiefer, die Eigentümlichkeit, daß Zwillingslamellen sowie Lamellen von geometrischen Umrissen fehlen oder zu den seltenen Ausnahmen gehören. Er bildet fast immer ausgelappte Platten, die voll von Einschlüssen sind, und zu seiner Bestimmung ist man fast ausschließlich auf die Seite  $g_1$  (010) angewiesen.

Klinochor, Biotit, weißer Glimmer und Kalzit treten an Menge sehr zurück. Ferner kann man hie und da beobachten, daß in den rhombischen Körnern von Sphen Rutilstäbchen eingebettet liegen.

Eine 1 m mächtige Bank von grünen Schiefen, deren makroskopische und mikroskopische Beschreibung vollständig mit jener Schicht (d) übereinstimmt, die die „Erzschicht“ überlagert, bildet den Abschluß der metamorphen Serie nach oben hin.

Diese Schichtserie wird von den Kalkglimmerschiefern überlagert, deren mineralogische Zusammensetzung (Kalzit, weißer Glimmer, Quarz, Sphen, Zoisit und opake Erze) und Struktur vollständig analog den bereits angeführten Typen dieses Gesteins ist. Die chemische Zusammensetzung dieser Kalkglimmerschiefer, die ab und zu auch Turmalin führen, ergibt sich aus nachstehenden Ziffern, die das Mittel zweier übereinstimmender Analysen sind, die vom Verfasser ausgeführt wurden.

|                     | Prozent |
|---------------------|---------|
| $SiO_2$ . . . . .   | 22·50   |
| $Al_2O_3$ . . . . . | 6·74    |
| $Fe_2O_3$ . . . . . | 2·21    |
| $FeO$ . . . . .     | 1·76    |
| $MgO$ . . . . .     | 1·96    |
| $CaO$ . . . . .     | 9·38    |
| $CaCO_3$ . . . . .  | 47·28   |
| $K_2O$ . . . . .    | 0·53    |
| $Na_2O$ . . . . .   | 1·62    |
| $H_2O$ . . . . .    | 6·80    |
|                     | 100·78  |

Schließlich sei noch erwähnt, daß wir in den Kalkglimmerschiefern weiter im Hangend des besprochenen Kontakts noch eine Bank von metamorphen Kalkglimmerschiefern eingeschaltet finden, die jedenfalls einer Serpentinapophyse entspricht.

Eine tabellarische Übersicht der Gesteine dieses Kontakthofes ergibt demnach:

1. Serpentin (Analyse Nr. III rechts auf der Fig. 8; massig, bildet den rechten Ulm des Stollens).

Antigorit vorherrschend.

Diopsid seltener.

Magnetit sekundär.

Dolomit selten.

## 2. Epidotfels.

Epidot, fast das einzige Element.  
Tremolit selten.  
Sphen selten.  
Pyrit selten.

3. Erzführende Schicht (*c*). (In ihr und teilweise in Nr. 2 ist der Stollen angesteckt.)

Schwefelkies lokal in größeren Mengen.  
Tremolit gleichmäßiger verteilt.  
Diopsid ungleichmäßig verteilt und seltener.  
Actinot ungleichmäßig verteilt und seltener.  
Epidot seltener.  
Zoisit seltener.  
Albit und Anorthos lokal in größeren Mengen.  
Sphen seltener.  
Kalzit seltener.

4. Unmittelbares Hangend der Erzschieht (*d*). (Bildet den linken Ulm des Stollens.)

Kalzit sehr häufig.  
Biotit ziemlich häufig.  
Actinot ziemlich häufig.  
Quarz selten.  
Sphen.  
Epidot.  
Pyrit.

## 5. Metamorphe Schiefer.

Albit sehr häufig.  
Pyrit sehr häufig.  
Chlinochlor ziemlich häufig.  
Sphen ziemlich häufig.  
Rutil selten.  
Biotit seltener.  
Weißer Glimmer seltener.  
Kalzit selten.  
Zoisit sehr selten.

## 6. Schicht von analoger Zusammensetzung wie Nr. 4.

## 7. Kalkglimmerschiefer (Analyse pag. 400).

Kalzit häufig.  
Weißer Glimmer häufig.  
Quarz weniger häufig.  
Sphen selten.  
Zoisit sehr selten.  
Turmalin sehr selten.  
Opake Erze selten.

Einen ähnlichen Kontakthof, von viel geringerer Mächtigkeit jedoch, treffen wir einige Meter von der Golmitzer Schleife aufwärts,

an der neuen Glocknerhausstraße. Wir können hierbei nachstehende Gesteinsfolge feststellen:

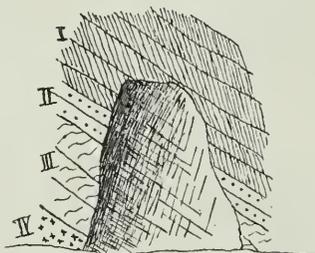
a) Serpentin, bestehend aus: Antigorit, Tremolit, Dolomit und Magnetit;

b) Kontaktschiefer, bestehend aus: Tremolit (in großer Menge), Kalzit (ziemlich häufig), Chlinochlor, Talk und Pyrit;

c) Kalkglimmerschiefer, fast keinen Einfluß der Metamorphose mehr zeigend: Kalzit (vorherrschend), weißer Glimmer, Quarz (ziemlich reichlich), Zoisit und Sphen, selten Pyrit.

Weiter im Mölltale abwärts gehend, stoßen wir noch in der ober Pockhorn in die Möll mündenden Wasserrinne, von der bereits öfters die Rede war, auf einen ziemlich ausgedehnten Serpentinkontakthof, der dadurch noch interessanter wird, daß sich hier mit dem Kontakthof ein Quarzgang scharf, was eine Anreicherung der Kiese im Quarze zur Folge hat. Im übrigen treffen wir hier dieselben Mineralien als am Palik, weshalb wir von einer genaueren Beschreibung absehen wollen.

Fig. 9.



Skizze des Stollenmundloches im Steinerwald.

Kurz mögen nur noch die Serpentinapophysen erwähnt werden, die in der Nähe der Hangendkontakte sich oft in Schnüren und elliptischen Säulen zwischen die Schichtlagen des Kalkglimmerschiefers eindrängen.

Jedenfalls in Verbindung mit dem Serpentin steht auch das Schwefelkiesvorkommen im Steinerwalde (linkes Möllufer, nahe der Judenbrücke, etwa 150 m über der Talsohle), das durch einen etwa 10 m langen Stollen streichend verfolgt wurde. Wie man aus der obenstehenden Figur (9) und aus deren Erklärung ersieht, fällt hier vor allem die Abwesenheit der sonst typischen Kontaktmineralien auf

I = Kalkglimmerschiefer, sich fettig anführend, gut gebankt.

Unter dem Mikroskop: Grüner Glimmer,  $N_g$  = braungrün,  $N_p$  = gelb; häufig und in parallelen Schnüren. Kalzit in großen Platten, den Grund des Schliffes bildend. Sphen, Apatit, Chlorit und Magnetit selten.

II = Kalkglimmerschieferbank, 25 cm mächtig, mit zahlreichen, bis zu Daumengröße anwachsenden Kieskristallen.

Unter dem Mikroskop: Zusammensetzung vollständig analog Nr. I.

III = Kalkglimmerschiefer, sich fett anführend und ohne Kiese.  
 Unter dem Mikroskop: Zusammensetzung vollständig ident Nr. I.

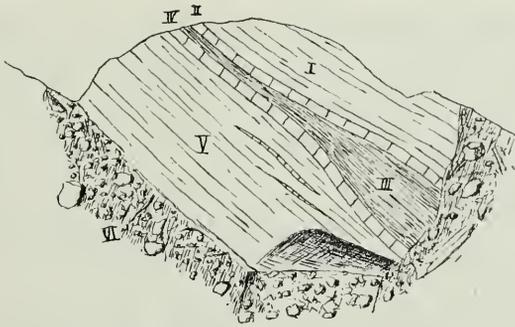
IV = Serpentin, in den Hangendpartien noch Kalzit und Talk führend.

Was die Liegendkontakthöfe betrifft, so sind sie im allgemeinen von sehr geringer Mächtigkeit und besonders dadurch charakterisiert, daß der Quarzschiefer stets einen Amphibol (meist Tremolit) führt, der an Menge um so mehr zunimmt, je mehr man sich dem Serpentin nähert.

Ein solcher Liegendkontakt ist besonders am Fuße der bei Pockhorn öfters erwähnten Wasserrinne schön aufgeschlossen.

Bevor wir die Kontaktbildungen verlassen, wollen wir noch kurz ein Vorkommen von *Cu*-Karbonaten in den metamorphen Kalken der Weißen Wand erwähnen, das mit dem dort auftretenden und pag. 388 genauer beschriebenen Serpentin in Zusammenhang zu bringen ist.

Fig. 10.



Skizze des verbrochenen Stollens 120 m südlich der Weißen Wand.

Die Bildung dieses im beigegebenen Croquis (Fig. 10) skizzierten Vorkommens, das ebenfalls bergmännisch untersucht wurde, scheint dem thermalen Nachspiele der Serpentin eruption zuzuschreiben zu sein.

I = Metamorpher Kalk mit Quarzit in den Liegendpartien.

Unter dem Mikroskop: Kalzit in zwei, im II. Abschnitte angegebenen Generationen. Weißer Glimmer in feinen Nadeln; Quarz in runden Körnern (selten); Pyrit selten.

II = 20 cm mächtiges Lager von Baryt mit wenig Quarzit.

III = Quarzit und Baryt innig durchdrungen.

IV = analog II.

V = Quarzit mit „Gefährten“ der Barytbank, ferner Kalk.

Die *Cu*-Karbonate kommen stets im Baryt vor. Letzterer bildet oft kleine mikroskopische Gänge im Quarzit. Der Baryt ist grobkörnig und unter dem Mikroskop durch folgende Eigenschaften charakterisiert:

Farblos, mittleres Relief, orthorhombisch und meist große Platten bildend.

$$Ng = a, Nm = b, Np = c$$

$$Ng - Np = 0.009 - 0.012$$

$$Ng - Nm = 0.007 - 0.01$$

Die prismatischen Spaltrisse, die sich auf der Basis (001) unter  $105^\circ$  schneiden, sind nicht immer sichtbar; auch die Spaltrisse  $\perp$  zu (001) sind oft schwer zu erkennen.

Ein anderes *Cu*-Erzvorkommen (Bornit) tritt nach einer freundlichen Mitteilung des Herrn Oberbergerates Dr. R. Canaval in der Nähe des Jungfernsprung gegenüber Rojach beim „Blauen Ofen“ auf. Es soll sich um ein gangförmiges, einst abgebautes Vorkommen handeln, das jedoch trotz wiederholten Nachsuchens mit ortskundigen Einwohnern bisher nicht aufgefunden werden konnte.

### Überblick über die Serpentinkontakthöfe.

Die bisher über die Kontaktmetamorphose des Serpentin ausgeführten zahlreichen Untersuchungen, von denen wegen ihrer Gleichförmigkeit nicht alle hier eingehender behandelt wurden, führen uns zu folgenden Resultaten:

1. Der Serpentinkontakt folgt den Schichten oder jenen Flächen, nach denen der Durchbruch des Gesteins erfolgte; es treten aber auch kleinere Lagen und gangförmige Apophysen des Serpentin im Nebengestein auf.

2. Die mineralogische und chemische Umwandlung des Nebengesteins durch den Serpentin erstreckt sich auf verhältnismäßig geringe Entfernungen und ist nicht auf mehr als 8 m hin fühlbar; oft ist der Kontakthof nur wenige Zentimeter mächtig, oft kaum nachweisbar.

3. Außerdem ist besonders für die Hangendkontakte eine stete Erzführung (Schwefelkies) charakteristisch, während im Serpentin selbst Erze als primäre Mineralien nicht mehr vorhanden sind. Diese Erze imprägnieren das Kontaktgestein, ohne daß es zu einer Anhäufung derselben gelangt wäre, was eine von den Ursachen ist, daß die darauf angelegten Bergbaue über das Untersuchungsstadium nicht hinaus kamen.

4. Durch den Serpentin wurde dem ursprünglichen Nebengestein neue Substanz zugeführt und es fanden chemische Reaktionen zwischen beiden Massen statt, die zur Mineralumbildung und Neubildung führten. Zu diesen Um- und Neubildungen gehören: Epidot, Zoisit, Diopsid, Tremolit, Actinot, Talk, Feldspat, Biotit, Granat, Chlorit und Erze.

**Tafel X.**

**Geologische und petrographische Untersuchungen im  
Ober-Mölltal in Kärnten.**

---

### Erklärung zu Tafel X.

Fig. 1 (Dünnschliff Nr. 154 a). Kalk von der Weißen Wand.

Man sieht deutlich die beiden Kalzitgenerationen, von denen eine grob., die andere feinkörnig ist. Links unten ein Teil eines Tremolitkristalls. Nic. + (T = Tremolit, c, C = Kalzit).

Fig. 2 (Dünnschliff Nr. 39). Serpentin von der Neuradwand, ober dem Palik.

Die graue Masse, welche den Grund des Schliffs bildet, ist Diopsid = D, dessen Spaltrisse von links oben nach rechts unten verlaufen.

Der Antigorit = A (teils fast ausgelöscht und dunkel, teils fast bei Maximalintensität und daher hell) bildet prismatische Kristalle.

Fig. 3 (Dünnschliff Nr. 85). Serpentin vom „Federweißpalfen“ im Zirknitztal.

Die Diopsidplatte im Hintergrund ist ausgelöscht und erscheint schwarz; die Antigoritnadeln = A sind regelmäßig mit dem Diopsid verwachsen.

Fig. 4 (Dünnschliff Nr. 148 a). Serpentin von der Weißen Wand.

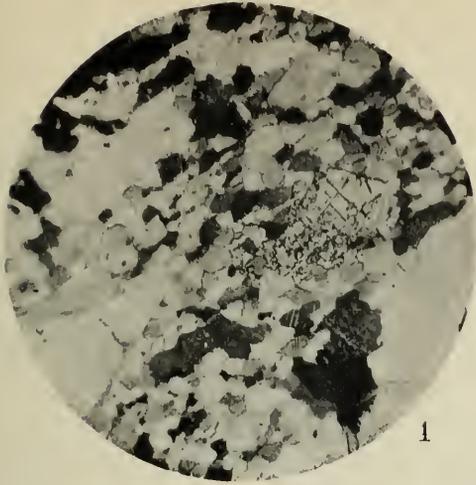
Eine große Diopsidplatte = D bildet den Grund, in dieser sieht man nahezu horizontal liegende Spaltrisse, und fast  $\perp$  hierzu die Reihen opaker Einschlüsse sowie den Anfang der Antigoritbildung.

Fig. 5 (Dünnschliff Nr. 54). Serpentin vom Südwestausläufer des Lacknerberges.

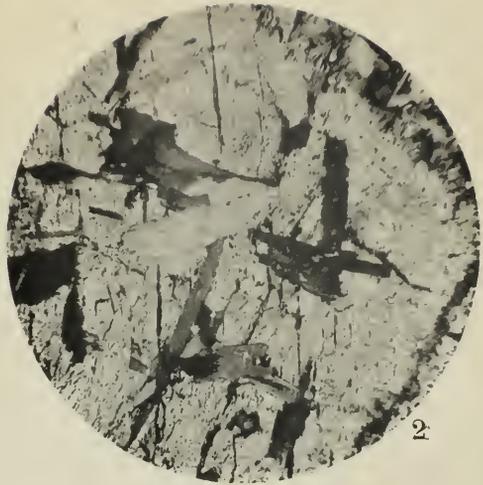
Von einem primären Mineral ist nichts mehr zu sehen; Antigorit (grau) bildet den Hintergrund; Magnetit tritt als sekundäre Bildung in Schnüren und Flecken auf.

Fig. 6 (Dünnschliff Nr. 42). Serpentin aus dem Guttal, rechtes Ufer über der Kramser Kaser.

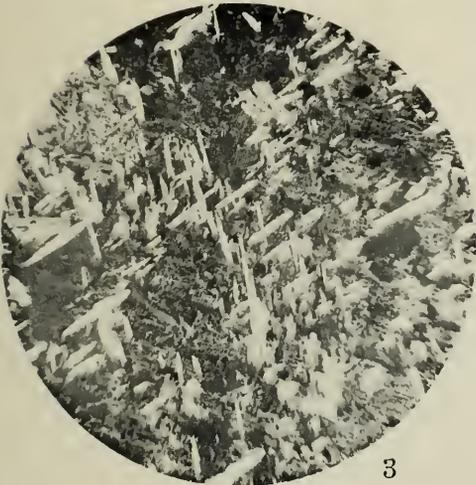
Der Schliff zeigt Serpentin in eng verfilzten Fasern.



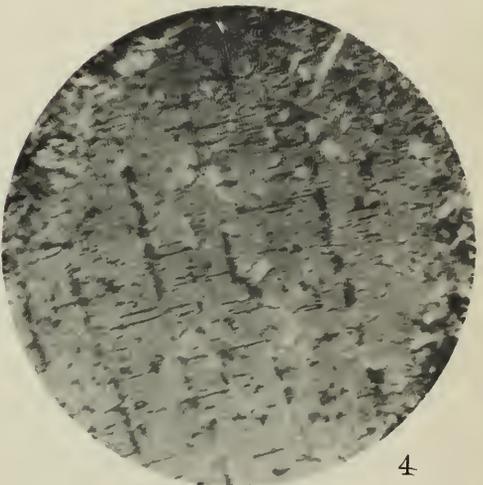
1



2



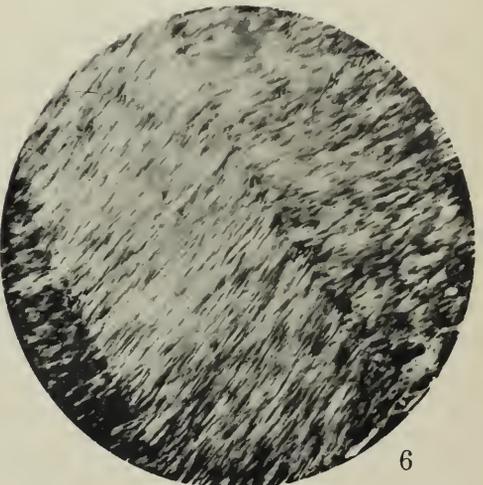
3



4



5



6

Phot. d. Aut.

Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt](#)

Jahr/Year: 1906

Band/Volume: [056](#)

Autor(en)/Author(s): Granigg Bartel

Artikel/Article: [Geologische und petrographische Untersuchungen im Ober-Mölltal in Kärnten. 367-404](#)