

# Der körnige Kalk des Kalkberges bei Raspenau in Böhmen.

Von K. Richter,

Mit drei Zinkotypien im Text.

## Einleitung.

Der 418 m hohe bewaldete sogenannte Kalkberg, dessen Kalksteinlager in der vorliegenden Arbeit besprochen werden soll, liegt an der böhmischen Nordseite des Isergebirges bei dem Dorfe Raspenau, am linken Ufer der hier in nordwestlicher Hauptrichtung fließenden Wittig. Bisher hat der Raspenauer Kalkstein, obwohl er nicht selten in der Literatur angeführt wird, weder eine eingehendere geologische noch mineralogische Bearbeitung erfahren. Da die geologischen Verhältnisse, besonders was das Liegende und Hangende betrifft, infolge des weit vorgeschrittenen Abbaues im einzelnen schon jetzt nur noch mit Schwierigkeit zu erkennen sind, so scheint es angebracht, das Gebiet einer genauen Untersuchung zu unterziehen, ehe noch die Lagerungsverhältnisse durch die Materialgewinnung ganz unkenntlich gemacht werden. Um nur eins zu erwähnen, sei hier angeführt, daß zum Beispiel die hangenden Gesteine schon jetzt nur noch in einer ganz geringen Erstreckung annähernd deutlich erkennbar erhalten sind und daß der weitere Abbau sie vielleicht schon in wenig Jahren beseitigt haben kann.

Bevor näher auf das Geologische eingegangen wird, soll zunächst eine Zusammenstellung derjenigen kurzen Angaben — soweit sie dem Verfasser bekannt geworden sind — angeführt werden, die bis jetzt über das zu behandelnde Gebiet vorliegen.

1822. D l a s k, Versuch einer Naturgeschichte Böhmens. Prag. Hier wird Seite 810 bloß erwähnt, daß „Urkalk, durch den gänzlichen Mangel an Versteinerungen wesentlich von dem Flötzkalk unterschieden“, außer an anderen Orten auch „bei Raspenau im Isergebirge“ vorkommt.
1859. Joh. J o k é l y, Jahrb. d. k. k. geolog. R.-A. X. 382.
1866. A. F r i t s c h, Sitzungsbericht der böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften 86.
1866. A. F r i t s c h, N. Jahrb. f. Min. u. s. w. 352.
1867. J. R o t h, Erläuterungen zur geognostischen Karte vom niederschlesischen Gebiete und den umliegenden Gegenden. 27. Berlin.
1868. G. M e n z e l, Physiographie des Isergebirges und seiner nächsten Umgebung, mit Rücksicht auf Land- und Forstwirtschaft. 37. Reichenberg und Friedland.

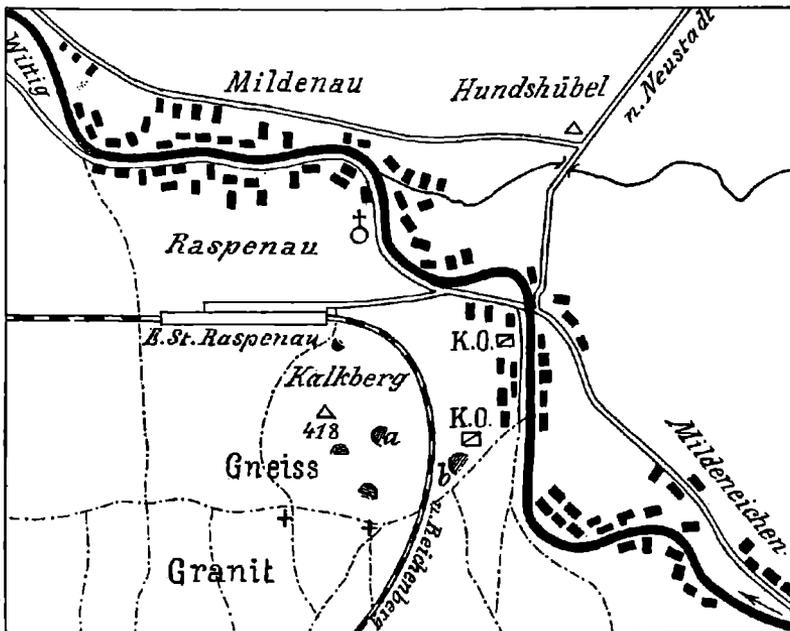
1869. Krejčí, Archiv der naturwissenschaftlichen Landesdurchforschung von Böhmen. 1. Bd., 2. Abteilg. 19. Prag. Hier finden sich ferner Angaben über das Eozoon von A. Fritsch (247) und die mineralogisch - chemische Untersuchung desselben von Hoffmann (252).
1875. Kalkowsky, Über den Salit als Gesteinsgemengteil. Min. Mitteilgn. 50.
1892. Blumrich, Einige Mineralien vom Kalkberge bei Raspenau (Nordböhmen). Tscherma's min. u. petr. Mitteilgn. 13. Bd. 257.
1892. Katzer, Geologie von Böhmen. 42: 465, 476, 481, 482. Originalangaben bringt Katzer allerdings nicht.

## Geologische Übersicht.

Am Anfange dieses kurzen geologischen Teiles sei zunächst bemerkt, daß es nicht Zweck der nachfolgenden Ausführungen ist, eine spezielle geologische Beschreibung der Gegend um Raspenau zu liefern, sondern daß die geologischen Verhältnisse nur so weit berücksichtigt werden sollen, als für die richtige Auffassung des Kalksteinlagers nötig erscheint.

Fig. 1.

Maßstab: 1:25.000.



a = Oberer oder Wildner'scher Bruch.

b = Unterer oder Ressel'scher Bruch.

Wo keine nähere Bezeichnung angegeben ist (West-, Nord- und Ostseite des Kalkberges), findet sich weder anstehendes Gestein, noch gestatten Lesestücke eine absolut sichere Angabe.

Es muß zunächst auf die verschiedenen Anschauungen betreffs der Einlagerung des Kalksteines eingegangen werden, die einerseits Jokély, dem sich Katzer anschließt, andererseits Roth und Krejčí vertreten haben. Nach Jokély liegt der Kalkstein in Phyllit, nach den letzteren beiden Autoren aber in Glimmerschiefer, den Krejčí als „quarzigen Glimmerschiefer“ bezeichnet hat. Auf Grund der mikroskopischen Untersuchung hat sich nun ergeben, daß die Ansicht von Roth und Krejčí die richtige ist. Der Glimmerschiefer, der später noch beschrieben werden wird, ist gegenwärtig nur noch in geringem Umfange auf der Ostseite des Kalkberges anstehend erhalten. Er hat ein Streichen von NO—SW bei einem mittleren Einfallen von  $40^{\circ}$  nach NW. Auf der Höhe des Berges tritt in seinem Hangenden ein heller Gneisglimmerschiefer zutage, der mit dem eigentlichen Glimmerschiefer Streichen und Fallen gemeinsam hat. Er steht allerdings nur noch in einigen unbedeutenden Resten an. Eigentümlicherweise erwähnen weder Jokély, Roth und Krejčí das Vorkommen desselben, noch ist er auf der österreichischen und auf Roths geologischer Karte angegeben. Auf der Südseite des Kalkberges schiebt sich quer zur Streichrichtung des Glimmerschiefers zwischen den Berg und den südlich von ihm erscheinenden Granit eine schmale Zunge eines gestreiften Gneises ein, die auch Jokély erwähnt. Ihre Begrenzung einerseits durch den Berg, andererseits durch den Granit kann allerdings nicht scharf bestimmt werden, da der Gneis anstehend nirgends zutage tritt und man nur auf Lesestücke angewiesen ist. (Fig. 1.) Nach Westen zu scheint sich dieser Gneisstreifen zu verbreitern und sogar noch auf den Nordabhang des Berges überzugreifen.

Der petrographisch-mineralogischen Beschreibung soll folgende Anordnung zugrunde gelegt werden:

- A) Der Kalkkomplex nebst seinem Hangenden und Liegenden.
- B) Der Glimmerschiefer.
- C) Der Gneisglimmerschiefer.
- D) Der gestreifte Gneis.

### A. Der Kalkkomplex nebst seinem Hangenden und Liegenden.

Der dem Glimmerschiefer untergeordnete Kalkstein ist auf der Ost- und Südseite des Kalkberges in einer Reihe von Brüchen gut aufgeschlossen, von denen allerdings gegenwärtig nur drei in Betrieb sind<sup>1)</sup>. Die beiden größten derselben, die auch das meiste zu dieser Arbeit verwendete Material geliefert haben, sind der obere oder Wildner'sche und der untere oder Ressel'sche Bruch. Der erstere liegt am oberen Ostabhange des Berges, der letztere weit unten an demselben, noch jenseits der Friedland-Reichenberger Bahnlinie.

Als Mittel vieler Messungen kann für den Kalkstein ein NO—SW-Streichen und ein Einfallen von  $40^{\circ}$  nach NW an-

<sup>1)</sup> Die Angaben beziehen sich auf den Sommer 1903.

gegeben werden. Es wiederholt sich also hier das Streichen und Fallen des Glimmerschiefers, in welchem der Kalkstein sonach eine konkordante Einlagerung bildet. — In ihrer Meinung über die Natur derselben stimmen Jokély und Krejčí darin überein, daß sie beide den Kalkstein des Kalkberges für ein lagerförmiges Vorkommnis halten. Aber während er nach Krejčí als „ein in einige Bänke abgesondertes Lager“ auftritt, glaubt Jokély, daß er drei durch Phyllit getrennte Lager bildet. Letzterer Ansicht entsprechend ist der Kalkstein auch auf der nicht publizierten österreichischen geologischen Karte im Maßstabe von 1:75.000 in drei parallelen Zügen angegeben. — Von den unteren am Fuße des Berges liegenden Kalkpartien nimmt Jokély an, daß sie „wahrscheinlich bloß verworfene Teile“ der weiter oben befindlichen Kalkmasse seien. Es würde also da besonders der Ressel'sche Bruch in Betracht kommen. Und in der Tat zeigt der Kalkstein hier ganz unregelmäßige Lagerungsverhältnisse, die sich am einfachsten und natürlichsten durch die Annahme erklären lassen, daß er nur eine abgesunkene Partie des höher liegenden Kalksteinkomplexes ist. Zur Begründung sei angeführt, daß hier weder Streichen noch Fallen mit den oben für den Glimmerschiefer und Kalkstein angegebenen Messungen übereinstimmen, ferner, daß nur hier Schichtenwindungen in größerem Maßstabe und kleine Verwerfungen mit einer Sprunghöhe von 2 cm beobachtet wurden, die infolge einer schwarzen Bänderung des Kalksteines gut zu erkennen waren.

Während also Krejčí und Jokély diesen Kalkstein für ein oder einige Lager halten, ist der Verfasser der vorliegenden Arbeit zu der Ansicht gelangt, daß er wahrscheinlich eine dem dortigen Glimmerschiefer konkordant untergeordnete einheitliche linsenförmige Einlagerung bildet, deren Längsdurchmesser mit der angeführten Streichrichtung zusammenfällt. Abgesehen von den verworrenen Lagerungsverhältnissen im unteren Bruche schwankt nämlich auch in den anderen Brüchen die Streichrichtung immer um kleine Differenzen, die aber doch so gering sind, daß die Aufstellung eines mittleren Wertes keine Schwierigkeiten macht. Diese Schwankungen lassen sich am einfachsten durch die Annahme erklären, daß der Kalkstein in Form einer Linse auftritt, die infolge ihrer Gestalt fortwährende kleine Abweichungen vom mittleren Streichen sogar nötig macht. — Die mutmaßliche Linse ist allerdings gegenwärtig nur noch in ihrem südwestlichen Teile vorhanden, während die nordöstliche Fortsetzung — wohl hauptsächlich durch die denudierende Wirkung der Wittig — abgetragen ist und höchstens noch in Resten unter den Alluvien des Wittigtales erhalten sein dürfte.

Außer dem auf der Ost- und Südseite des Kalkberges aufgeschlossenen Kalkstein tritt noch auf dem unteren Nordabhange in der Nähe des Raspenauer Bahnhofes eine kleine Partie Kalkstein zutage. Soweit sich an diesem geringen Vorkommnis feststellen läßt, stimmen Streichen und Fallen mit den für die Hauptkalkmasse angeführten Angaben überein. Doch können die auf so engem Raume vorgenommenen Messungen nicht auf unbedingte Richtigkeit Anspruch machen. — Es wäre nun zu entscheiden, ob dieser Kalk-

stein am Bahnhofe noch mit der großen Kalklinse in Beziehung zu bringen ist oder ob er vielleicht einer kleineren Nebenlinse angehört, die parallel der vorigen eingelagert ist. Daß die Hauptlinse sich bis zum Bahnhofe erstrecken sollte, ist trotz ihres nordwestlichen Einfallens nicht sehr wahrscheinlich, und es fehlen auch andere Aufschlüsse, die Klarheit verschaffen könnten, auf dieser Seite des Berges vollständig. So muß vorläufig jene zweite Möglichkeit als die wahrscheinlichere gelten und es läßt sich ferner vermuten, daß der Kalkstein, der nach Roth einst im Wittigbett bei der Raspenauer Kirche zutage trat, ebenfalls mit dieser Nebenlinse in Verbindung zu bringen ist. G. Rose hat, wie Roth in seinen „Erläuterungen“ angibt (Seite 7), an dem in der Wittig anstehenden Kalkstein ein Streichen h 5 bei nordwestlichem Einfallen bestimmt, und diese Angabe steht mit der an dem Kalksteine beim Bahnhof gemachten Messung in Einklang, so daß ein Zusammenhang beider Vorkommnisse wohl nicht zu bezweifeln ist. Auch Krejčí erwähnt diesen in der Wittig hervortretenden Kalk noch, der aber jetzt nicht mehr aufgefunden werden kann. Wahrscheinlich ist er beim Bau der dortigen Ufermauer beseitigt worden. Dieser kleineren Nebenlinse gehört natürlich auch der Kalkstein an, der bei der Anlage eines Brunnens beim Bahnhofe angebohrt wurde. Nähere Angaben über die Nebenlinse können infolge des gänzlichen Fehlens anderer Aufschlüsse nicht gemacht werden.

Katzer bringt eine von Jokély übernommene Notiz, daß auch einst bei Mildeneichen Kalkstein vorgekommen sei. Er schreibt nämlich Seite 481 bei Erwähnung der Hornblendegesteine, daß solche gefunden würden auf dem Raspenauer Kalkberge, „sowie wahrscheinlich in der nordöstlichen Fortsetzung dieses letzteren auf einem kleinen Hügel bei Mildeneichen, wo sie ebenfalls mit Kalkstein in Verbindung standen“. Diese Ortsangabe beruht aber auf einer Verwechslung von Mildeneichen mit Mildenau, und der „kleine von Lehm begrenzte Hügel“ Jokély's ist der hinter Mildenau links von der nach Neustadt führenden Straße liegende sogenannte Hundshübel<sup>1)</sup>. Jetzt ist von dem einst hier gebrochenen Kalksteine nichts mehr zu sehen, und so ist man in betreff seines Verhältnisses zu den übrigen Kalkaufschlüssen nur auf Vermutungen angewiesen. Es ist nicht unmöglich, daß der Kalkstein des Hundshübels die Fortsetzung und nordöstliche Spitze der vorhin angenommenen Nebenlinse gewesen ist. Doch könnte man ebensogut auch annehmen, daß er einer zweiten noch kleineren Nebenlinse angehört habe; denn daß es sich hier nur um ein unbedeutendes Vorkommnis gehandelt hat, folgt daraus, daß der Abbau schon vor vielen Jahren aufgegeben worden ist und daß sich nicht einmal mehr Spuren des hier gewonnenen Kalksteines auffinden lassen. — Jetzt stehen am Hundshübel nur noch geringe Reste eines dunkelgrünen schiefrigen Gesteines an, das sich durch die mikroskopische Untersuchung als ein Hornblendeschiefer erwiesen hat, der ein mit dem Glimmerschiefer und dem Kalksteine der Haupt- und

<sup>1)</sup> Mildeneichen liegt nämlich nicht nordöstlich, sondern fast südöstlich vom Kalkberge; für Mildenau aber stimmt die von Jokély und Katzer angegebene Richtung.

Nebenlinse übereinstimmendes Streichen und Fallen besitzt. Er ist aller Wahrscheinlichkeit nach im Hangenden des hier einst vorgekommenen Kalksteines aufgetreten. Da nun als sicher gelten kann, daß letzterer dasselbe Streichen und Fallen wie sein Hangendes gehabt hat, so läßt sich mit Hilfe des Amphibolschiefers der Schluß ziehen, daß der Kalkstein des Hundshübels eine dem übrigen Kalksteine konkordante Lagerung besessen hat.

Im direkten Hangenden der Hauptlinse am Kalkberge erscheint ein dunkelgrünes Gestein von massigem Habitus, das keinerlei Andeutungen einer Schichtung erkennen läßt. Es ist, wie schon am Eingange hervorgehoben wurde, nur noch in einer ganz geringen Erstreckung anstehend erhalten, und zwar im Wildner'schen Bruche. Jokély, auf dessen Angabe sich Katzer stützt, hat es seinerzeit als ein „Amphibolgestein“ bezeichnet. Nach Roth soll ein „Hornblendeschiefer“ das Hangende sein, und auch noch Blumrich, von dem die letzte auf das vorliegende Gebiet bezügliche Notiz stammt, spricht von einem „Hornblendeschiefer“ als Hangendem. Nun besitzt dieses hangende Gestein aber, wie schon erwähnt, einen durchaus massigen Habitus, so daß man es auf keinen Fall als einen Schiefer ansprechen kann. Es ist aber überhaupt kein Amphibolgestein, sondern wie die mikroskopische Untersuchung gezeigt hat, ein Pyroxengestein. Dasselbe geht allerdings nach oben in einen deutlich geschichteten Hornblendeschiefer über, der wohl die Veranlassung gewesen ist, daß Jokély, Roth und Blumrich auch das unter ihm liegende dichte Gestein für ein Amphibolgestein gehalten haben. Die Angabe von Krejčí, der sonderbarerweise „rote streifige Gneise“ als Hangendes bezeichnet, bedarf nach den vorangegangenen Erörterungen erst keiner besonderen Zurückweisung mehr.

Im Liegenden des Kalksteines sollen sich nach Jokély „bereits unter diluvialem Lehm angeblich ebenfalls Amphibolgesteine“ befinden, und auch Roth gibt „Hornblendeschiefer“ als Liegendes an. Es ist jedoch zur Zeit nur noch in einer äußerst geringfügigen Partie am Eingange eines Stollens anstehend zu sehen, der vor einigen Jahren durch Verrollen plötzlich sichtbar wurde und den man mit dem einst unter Wallenstein besonders stark betriebenen Eisenbergbau in Zusammenhang gebracht hat<sup>1)</sup>. Durch die mikroskopische Untersuchung wurde aber festgestellt, daß dies liegende dunkelgrüne Gestein ebenfalls kein Amphibolit, sondern ein mit dem unmittelbaren Hangenden identisches Pyroxengestein ist.

Für das Kalksteinvorkommen beim Bahnhofe können gegenwärtig weder die liegenden noch hangenden Gesteine anstehend gefunden werden. Doch soll nach glaubwürdiger mündlicher Angabe hier einst ein grünes schiefriges Gestein angestanden haben, das außerordentlich granatreich war. Es läßt sich sonach vermuten, daß dasselbe ein granatführender Hornblendeschiefer gewesen ist.

Am Schlusse der vorangegangenen Ausführungen sollen die Hauptergebnisse zusammengestellt werden.

<sup>1)</sup> Siehe die geschichtlichen Angaben am Schlusse der Arbeit.

1. Der Raspenauer Kalkstein ist wahrscheinlich eine dem dortigen Glimmerschiefer konkordante linsenförmige Einlagerung, mit welchem er ein NO—SW-Streichen und das Einfallen von  $40^{\circ}$  nach NW gemeinsam hat.

2. Die Hauptlinse wird vermutlich von zwei kleineren parallel gelagerten Nebenlinsen begleitet.

3. Die untersten an der Ostseite des Kalkberges befindlichen Kalkpartien sind wahrscheinlich bloß verworfene Teile der höher liegenden Hauptmasse des Kalksteines, wie die unregelmäßige Lagerung, die Schichtenwindungen und Verwerfungen schließen lassen.

4. Im Liegenden und Hangenden der Hauptlinse erscheinen dunkelgrüne Pyroxengesteine, die im Hangenden nach oben in Hornblendeschiefer übergehen.

Die näheren Erörterungen über den Kalkkomplex gliedern sich naturgemäß in die Besprechung

- I. des körnigen Kalkes,
- II. der hangenden und liegenden Gesteine.

### I. Der körnige Kalk.

Die Hauptmasse des gegenwärtig anstehenden körnigen Kalkes ist von einer weißen Farbe, die nach den Angaben von Krejčí, der ihn als „grauweiß“, von Hoffmann, der ihn als „graulichweiß“, und von Roth, der ihn sogar als „blendend weiß“ bezeichnet, auch in früheren Abbauperioden vorgeherrscht hat. Damit stimmt die Beobachtung der ältesten Arbeiter überein, die sich nicht besinnen können, bedeutendere Massen eines anders gefärbten Kalksteines gebrochen zu haben. Kleinere Partien von dunkel bis schwarzem Kalkstein sind allerdings schon mehrfach vorgekommen, und ich selbst sah im März 1903 eine solche an der Südostecke des Wildnerschen Bruches und im August desselben Jahres etwa in der Mitte dieses Bruches eine 2 m mächtige, der Hauptmasse des Kalkes konkordant eingelagerte Bank eines dunklen Kalksteines. Ebenfalls im oberen Bruche wurden Blöcke eines gelblichen Kalksteines gefunden, dessen Färbung, wie die mikroskopische Untersuchung gelehrt hat, von einem reichlich vorhandenen blonden Glimmer herrührt. Diese gelbe Varietät, die in der nachfolgenden speziellen Besprechung als Glimmerkalkstein bezeichnet werden soll, hat jedenfalls wie das zuletzt erwähnte dunkle Gestein eine bankförmige Einlagerung in der weißen Hauptmasse des Kalkes gebildet. Im Ressel'schen Bruche wurde eine Schicht einer grün gefärbten Kalkvarietät von 20 cm größter Mächtigkeit beobachtet, welche ihre Färbung einem massenhaft eingelagerten mikroskopischen Pyroxen verdankt und deshalb bei der späteren Betrachtung als Pyroxenkalkstein angeführt werden wird. Roter Kalkstein fehlte gänzlich<sup>1)</sup>.

Sämtliche Aufschlüsse zeigen, daß der körnige Kalk in seiner ganzen Ausdehnung eine deutliche Schichtung besitzt, die in-

<sup>1)</sup> Derselbe ist nach Aussage der Arbeiter auch früher nicht vorgekommen.

folge des Wechsels von gröber- und feinerkörnigen Lagen von sehr verschiedener Mächtigkeit und infolge einer der Streichrichtung parallel verlaufenden Bänderung stets gut erkennbar ist. Letztere Erscheinung war besonders schön bei den an der Nordost-ecke des Wildner'schen Bruches anstehenden Kalkmassen zu sehen, die von schwarzen und grünen Streifen in ziemlicher Anzahl durchzogen wurden, während die übrigen Gesteinspartien dieses Bruches und der Kalk im unteren Bruche nur schwarze Bänderung, aber viel vereinzelter, zeigten. Nach dem Hangenden zu hört die Streifung allmählich auf, wie wenigstens im oberen Bruche konstatiert werden konnte.

Vertikale Absonderung und Klüftung wurden nicht beobachtet.

Abgesehen von den in einem früheren Zusammenhange bereits erwähnten Lagerungsstörungen ließ auch der Kalkstein des Wildner'schen Bruches, besonders an der Nordostecke desselben, sehr deutliche Zeichen mechanischer Beeinflussung erkennen. Es ist an dieser Stelle zu einer Steilaufrichtung der Schichten gekommen, und diese Erscheinung war infolge der hier vorhandenen Bänderung besonders auffällig. Außerdem aber haben die betreffenden Schichten noch eine mehrfache und sehr steile Faltung erfahren, die ebenfalls durch die Streifung wieder recht deutlich sichtbar wurde. In der Nähe dieses Ortes waren die Bänder anderer, gleichfalls steil aufgerichteter Schichten in der Vertikalen S-förmig gebogen worden, und eine hier beobachtete krummschalige Ablösung großer Blöcke des Kalksteines kann auch nur als eine Folge hohen Druckes aufgefaßt werden. — An einigen Stellen traten in einer grauweißen und feinkörnigen Kalkschicht ganze Schwärme von kürzeren Linsen und lang ausgezogenen Schmitzen eines gröberkörnigen und reinweißen Kalksteines auf, die mit ihren Längsachsen alle parallel eingestellt waren. Die breiteren Linsen hatten eine Durchschnittslänge von 15 cm, die sehr schlanken Schmitzen eine solche von etwa 30 cm. Man wird auch diese Gebilde auf eine Pressung zurückführen müssen, und zwar sind zwei Fälle ihrer Entstehung denkbar. Entweder wurde eine vorhandene Schicht eines reinweißen Kalksteines in die genannten isolierten Gebilde zerdrückt, oder der Kalkstein wurde durch starken Druck gewissermaßen aufgeblättert, worauf die entstandenen länglichen Hohlräume mit neu kristallisierendem Kalkspat ausgefüllt wurden. Die durch den Gebirgsdruck entstandenen Risse und Spalten sind mit einem oft sehr grobspätigen Calcit wieder erfüllt worden, dessen Spaltflächen bis 6 cm breit gefunden wurden. Aus dem Umstande, daß letztere oft gebogen sind und außerdem eine dichte, schon makroskopisch deutlich sichtbare, mitunter sogar doppelte Zwillingslamellierung besitzen, die nur sekundär sein kann, muß geschlossen werden, daß noch einmal eine dynamische Beeinflussung erfolgte, als sich dieser großspätige Calcit schon gebildet hatte. Die Druckeinwirkungen im großen zeigen sich also in einer Aufrichtung, Faltung und Biegung der Schichten, in der Entstehung von Schmitzen und Linsen grobkörnigen Kalkes innerhalb einer feinkörnigen Gesteinsmasse, in krummschaliger Ablösung und in Spalten-

bildung. Endlich muß am Schlusse dieser Ausführungen erwähnt werden, daß im Kalksteine auch fremde silikatische Einlagerungen gefunden wurden.

Die nun vorzunehmenden speziellen petrographisch-mineralogischen Untersuchungen über den körnigen Kalk sollen nach folgenden Gesichtspunkten angeordnet werden:

1. Die weißē Hauptmasse des Kalksteines;
2. der dunkle und gebänderte Kalkstein;
3. der Pyroxen- und Glimmerkalkstein;
4. silikatische Einlagerungen im Kalkstein.

### 1. Die weisse Hauptmasse des Kalksteines.

Der Kalkstein gibt sich unter dem Mikroskop als ein Mosaik meist unregelmäßig eckig oder rundlich aneinanderstoßender Calcitkörner zu erkennen, die in grobkörnigen Lagen bis 4 mm breit werden. Doch wurden auch — freilich selten und nur in grobspätigen Varietäten — kristallographisch begrenzte Kalkspate gefunden.

Die weitverbreitete Zwillingsbildung nach  $-\frac{1}{2}R$  (01 $\bar{1}$ 2) ist entweder einfach oder findet nach zwei und — wie Horizontal-schnitte zeigen — auch nach allen drei Flächen dieses Rhomboeders statt. Die Lamellen sind oft sehr ungleich entwickelt, und während die einen das ganze Calcitkorn durchsetzen, brechen andere im Innern desselben plötzlich ab. Es scheint ein Zusammenhang einerseits zwischen der Dichte der Zwillingsstreifung oder der Zahl der Lamellen auf derselben Schnittfläche und andererseits der Zahl der ausgebildeten Zwillingsysteme zu bestehen, und zwar derart, daß sich meist nur ein System entwickelt hat, wenn die Lamellierung sehr dicht ist<sup>1)</sup>, während bei einer Verzwilligung nach zwei oder gar nach den drei Flächen von  $-\frac{1}{2}R$  die einzelnen Systeme meist viel weniger Lamellen aufweisen als im ersteren Falle. Ein einfach verzwilligter Calcit von 0·8 mm Breite zeigte zum Beispiel 60—70, ein anderer, doppelt gestreift und 1·2 mm breit, dagegen in der einen Richtung nur 14, in der anderen gar bloß drei Lamellen, und die drei Systeme eines horizontal geschnittenen und 1·3 mm breiten Kornes waren mit 45, 29 und 18 Lamellen vertreten. Einige Male wurde beobachtet, daß breitere Zwillingsbänder in ihrem Innern noch einmal dicht verzwilligt waren. Diese Zwillingsstreifung zweiter Ordnung kann, da sie bloß in Präparaten gefunden wurde, die auch sonst Pressungserscheinungen zeigten, jedenfalls nur als eine Folge hohen Druckes aufgefaßt werden. Damit stimmt die Tatsache überein, daß F. Rinne derartige Zwillingsbildung zweiter Ordnung künstlich durch Anwendung starken Druckes erzeugt hat<sup>2)</sup>. Während aber nach Rinne

<sup>1)</sup> Damit soll aber nicht gesagt werden, daß das Vorhandensein nur eines Systems von Zwillingsbändern immer mit so dichter Lamellierung verbunden sein muß.

<sup>2)</sup> F. Rinne, Beitrag zur Kenntnis der Umformung von Kalkspatkristallen und von Marmor unter allseitigem Druck. Neues Jahrb. f. Min. usw. 1903, Bd. 1. 169.

diese Erscheinung nur bei starker Vergrößerung sichtbar wird, konnte ich sie in den noch einmal lamellierten Zwillingbändern, deren breitetes einen Durchmesser von 0·08 mm hatte, schon bei gewöhnlicher 70facher Vergrößerung erkennen. — Doch gibt es auch Calcite ohne Zwillinglamellierung, die dann aber von Spaltrissen durchsetzt werden. Oft zeigt dasselbe Individuum jedoch Spaltbarkeit neben der Zwillingbildung, und zwischen beiden Erscheinungen ist dann eine Beziehung insofern zu erkennen, als bei sehr großer Zahl der Spaltrisse in der Regel nur wenig oder gar keine Zwillingstreifen ausgebildet sind. Es sei noch bemerkt, daß bei solchen Schnittlagen, bei denen man zwei ausgebildete Spaltsysteme erwarten sollte, vielfach nur eines derselben entwickelt ist.

Die infolge der hellen Färbung vermutete Homogenität der Hauptmasse des Kalkes ist, wie der in Säuren unlösliche Rückstand und die mikroskopische Untersuchung zeigen, in Wirklichkeit nicht vorhanden. Vielmehr ist auch in reinweißem Marmor dem Kalkspat immer eine Menge Mineralien untergeordnet.

An erster Stelle unter ihnen steht, was Häufigkeit des Vorkommens betrifft, ein aus Olivin hervorgegangener grüner bis gelblicher Serpentin. Der früher bedeutendere Serpentinreichtum hat im Laufe der Zeit, je mehr der Abbau in das Innere des Kalkkomplexes vordrang, immer mehr abgenommen, und schon Jókély bemerkt 1859: „Ophiolartige Lager finden sich gegenwärtig seltener als sonst im Kalkstein“. (Soll wohl heißen „ophicalcitartige“ Lager.) — Im oberen Bruche (Ostseite des Kalkberges) werden gelegentlich noch bis kopfgroße Serpentinpartien angebrochen. Sonst aber findet sich Serpentin nur noch in kleinen Nestern bis Faustgröße und in breiteren Bändern, schmalen Streifen und Adern, die mitunter der Streichrichtung des Kalkes parallel verlaufen, ihn aber auch ganz unregelmäßig durchziehen. — Noch serpentinarmer ist zur Zeit der untere Bruch (Ostseite des Berges), und es scheint, als ob die unteren Kalkpartien an und für sich weniger Ophicalcit enthielten; denn Roth erwähnt schon 1867 das Vorkommen von Serpentin überhaupt nur für den oberen Bruch. Die Umrisse der abgerundeten, bis 3 mm großen Olivine, deren Umwandlung den Serpentin geliefert hat, sind unter dem Mikroskop oft noch zu erkennen. Eisenerzausscheidung hat nicht stattgefunden. Als einziges Accessorium enthält der Serpentin grünlichen, schwach, aber deutlich pleochroitischen Muscovit. In Zusammenhang mit dem Serpentin müssen die Bänder und Adern von grünem, seidenartig schimmerndem Chrysotil erwähnt werden, die sowohl den Ophicalcit durchziehen, als auch unabhängig von ihm in serpentinfreien Kalkpartien gefunden werden. Die meisten durchsetzen ihr Nebengestein in allen möglichen Richtungen, nur wenige verlaufen parallel der Streichrichtung des Kalksteines. Die größte Breite der Chrysotilschnüre, deren parallele, optisch positive Fasern senkrecht auf der Längserstreckung des Bandes stehen, betrug 2 cm. Mitunter besteht ein Chrysotilstrang aus mehreren Lagen; zum Beispiel wurde ein 1·5 cm breites, aus drei Faserschichten zusammengesetztes Vorkommnis gefunden.

Früher ist, entsprechend dem größeren Serpentinreichtum, nach Aussage der Arbeiter auch der Chrysotil, von ihnen als „Faserstein“

bezeichnet, häufiger vorgekommen als jetzt. Damit stimmt folgende Angabe Menzels überein: „Dieser Ophicalcit ist oft von Schnüren des gemeinen Asbest durchzogen.“ Krejčí berichtet, daß der Chrysotil einzelne Kalksteinbänke voneinander getrennt habe.

Abgesehen von den Olivinanhäufungen, welche zur Entstehung von kompaktem Serpentin geführt haben, kommen auch kleine Schwärme von vereinzelt Olivinen vor, die in grobkörnigem Kalk bis 3 mm groß werden<sup>1)</sup>. Die größeren sind immer länglich oval gestaltet, die kleineren aber auch automorph ausgebildet; zum Beispiel wurden regelmäßige Schnitte nach dem Makropinakoid (100) beobachtet. Man trifft in demselben Schiffe die Olivine in allen Stadien der Serpentinbildung an, von ganz frischen und solchen, die eben erst mit Eisenerzausscheidung begonnen haben, bis zu vollständig umgewandelten, welche die für die Olivinserpentinisierung charakteristische Maschenstruktur sehr schön zeigen. Wie ungleich die Olivine selbst auf so engem Raume zusammengesetzt sein können, beweist der Umstand, daß, während die meisten bei ihrer Umwandlung am Rande und im Innern sehr viel Eisenverbindungen ausgeschieden haben, andere Serpentinchnitte in demselben Präparat nicht eine Spur davon aufweisen. Mancher Olivinschnitt zeigt außer Serpentin, Eisenerz und frischen Olivinkernen noch Calcit. In feinerkörnigem Kalkstein werden bisweilen runde und wasserhelle, stets frische Olivine von 0.15 mm Maximalgröße gefunden.

Mit dem aus vereinzelt Olivinen entstandenen Serpentin ist nicht selten eine unregelmäßig gestaltete farblose Hornblende mit Spaltbarkeit und Querabsonderung, Tremolit, verwachsen. Es würde nahe liegen, sie als Neubildungsprodukt bei der Serpentinisierung aufzufassen, wenn sie nicht auch neben Olivin und Serpentin noch isoliert vorkäme. Deshalb ist wohl nur an eine primäre Verwachsung mit Olivin zu denken. Der Tremolit zeigt seinerseits an den Rändern und den Rissen der Querabsonderung ebenfalls Serpentinbildung, die aber nie so weit wie beim Olivin vorgeschritten ist. — Außer in olivinführendem Kalkstein ist Tremolit, dessen Maximalauslöschung 17° beträgt, auch sonst ein verbreiteter accessorischer Gemengteil. Er bildet dann jedoch zum Unterschiede von den eben besprochenen unregelmäßig begrenzten Vorkommnissen immer in der Prismenzone gut entwickelte Säulen ohne terminale Flächen, die oft parallel gelagert sind, mitunter auch nesterartige Anhäufungen bilden und fast immer Querabsonderung und prismatische Spaltrisse aufweisen. Diese Tremolitsäulen schließen vielfach hellgrünliche, gerundete Körnchen, wahrscheinlich Pyroxen, ein. — In diesem Zusammenhange soll ein anderes gleichfalls vielfach serpentinisiert vorliegendes Mineral erwähnt werden, der Chondroit. Die gelbe Farbe und der Pleochroismus (Wechsel von gelb und farblos) charakterisieren seine runden, lebhaft polarisierenden Körner gegenüber dem ebenfalls lebhaft polarisierenden Olivin sehr gut. Der Chondroit, der bei seiner Umwandlung in Ser-

<sup>1)</sup> Derartige Olivinschwärme sind wohl für A. Fritsch die Veranlassung gewesen, hier das Vorkommen eines Eozoon zu konstatieren, das sich vom kanadischen durch eine größere Ungleichheit in der Kammerung unterscheiden sollte und das er als *Eozoon bohemicum* bezeichnet hat. Fritsch trat mit Krejčí für die organische Natur des Eozoon ein, während Roth sich für seine anorganische Natur entschied.

pentin Eisenerz ausgeschieden hat, wurde nur in feinkörnigem Kalkstein beobachtet, in dem er zusammen mit farblosen Granatkörnern und feinstrahligen Glimmeraggregaten kleine nesterartige Anhäufungen bildete.

Nicht selten kommt in breiten Schuppen und radiaifaserigen Aggregaten ein farbloser Glimmer vor. Bei der optischen Untersuchung ergab sich die auffallende Tatsache, daß, während bei den bisher geprüften Glimmern  $c$  spitze negative Bisektrix ist, bei diesem sich  $c$  als spitze positive Bisektrix erwies. (Das heißt also  $c$  sehr angenähert  $= c$ .) Dieselbe weicht in einigen Fällen von der Vertikalachse bis  $30^\circ$  ab. Der Achsenwinkel des nach  $oP$  oft dicht zwillingslamellierten Glimmers beträgt  $40-42^\circ$ .

Quarz sitzt, doch nur in seltenen Fällen, im Kalkstein in kleinen Knollen bis über Nußgröße und mitunter als mikroskopische Füllmasse. Er ist aber kein häufiges Accessorium. Die Angabe von Menzel, nach welcher der Kalkstein unterhalb des Hangenden, das er als einen „Schiefer“ bezeichnet, „Quarzkörner bis zur Größe einer Erbse“ enthält, konnte nicht geprüft werden, da der Kontakt zwischen dem Kalksteine und dem geringen noch erhaltenen Reste der hangenden Gesteine nicht mehr zugänglich war. — Noch seltener erscheinen ein makroskopisch grüner, mikroskopisch aber nur äußerst schwach grünlicher und nicht pleochroitischer Chlorit, kleine eckige Körnchen von grünem Spinell, runde gelbliche Titanite und lavendelblau polarisierende Zoisitkörner. — Von Erzen sind vertreten: Magnetkies, Pyrit und Magnetit, die sich gelegentlich alle drei in demselben Schlicke vorfinden, von denen aber nur der Magnetit kristallographische Ausbildung besitzt. In bezug auf Häufigkeit steht Magnetkies an erster Stelle. Er bildet mit Pyrit nicht selten Verwachsungen, und zwar sind beide entweder randlich aneinandergelagert, oder der Pyrit wird allseitig von Magnetkies eingeschlossen. Der letztere ist, entweder eingesprengt oder als Spaltenmineral, vielfach schon makroskopisch zu erkennen. Nach Menzel, der — freilich selten erscheinende — Kalkpartien „mit eingesprengtem Schwefelkies“ erwähnt, gehört auch der Pyrit zu den makroskopischen Accessorien des Kalksteines.

Endlich muß — zugleich in Beziehung auf die chemischen Verhältnisse des Kalksteines — noch auf den Dolomit eingegangen werden, der besonders, allerdings in sehr wechselnden Mengenverhältnissen, den feinkörnigen Schichten eigen ist, so daß also in diesen Fällen dolomitischer Kalkstein vorliegt, dessen Dolomit in vereinzelt Individuen und in Aggregaten erscheint. Bei der mikroskopischen Untersuchung dieses feinkörnigen dolomitischen Kalksteines ließen sich vier Unterschiede zwischen Dolomit und Calcit konstatieren.

a) Den Dolomitindividuen fehlen meist Spaltrisse und fast regelmäßig Zwillingslamellen. Sind Spaltrisse — dann aber immer nur in ganz geringer Zahl — vorhanden, so ist gewöhnlich nur ein System derselben entwickelt. Dasselbe gilt von den sehr viel seltener zu beobachtenden Zwillingsstreifen. Der Kalkspat dagegen besitzt stets bedeutend mehr Spaltrisse und Zwillingsbänder.

b) Die Dolomitindividuen lassen mehr oder weniger deutlich die Tendenz erkennen, ihre äußere kristallographische Gestalt zur Aus-

bildung zu bringen, während die Calcite stets ganz regellose Umriss haben und nie die geringste Andeutung einer gesetzmäßigen Begrenzung aufweisen. Es kommt also hier der zuerst von Renard<sup>1)</sup> betonte, dann auch von Vogt<sup>2)</sup> erwähnte Gegensatz, daß die Dolomite im allgemeinen besser rhomboedrisch konturiert seien als die Calcite, sehr deutlich zur Geltung.

c) Die Dolomite sind — in demselben Schlicke — meist annähernd von gleicher Größe, und so veranlassen sie im Verein mit ihrem Bestreben nach kristallographischer Umgrenzung eine deutliche zucker-körnige Struktur in solchen Partien des dolomitischen Kalksteines, in denen sie gegenüber den Kalkspaten vorwiegen. Letztere wechseln dagegen, — auch in demselben Präparat — in ihrer Größe viel mehr und sind gewöhnlich viel größer als die Dolomite, welche nie die Größe der Calcitkörner erreichen.

d) Der Kalkspat des dolomitischen Kalksteines ist meist durch massenhaft eingelagerte staubartige Interpositionen grau getrübt; der Dolomit aber, im Vergleich zu ersterem immer nur äußerst schwach verunreinigt, erscheint ganz hell. Dieser Farbengegensatz erleichtert sehr die Unterscheidung beider Mineralien. Daß die hellen, ungetrübten Schnitte tatsächlich Dolomit waren, ergab die bekannte Lemberg'sche Reaktion, nämlich die Behandlung eines Präparates mit  $Fe_2Cl_6$  und die nachfolgende Färbung mit  $(NH_4)_2S$ ; denn während sich die grauen Calcite mit einer dichten Schicht von schwarzem Eisensulfid bedeckt hatten, waren die farblosen Stellen völlig unangegriffen geblieben und erwiesen sich eben durch dieses Verhalten als Dolomit. Die in dieser Weise behandelten Schlicke geben zugleich eine sehr gute Vorstellung von der ungleichen Beteiligung des Dolomites und Kalkspates an der Zusammensetzung verschiedener Schichten des dolomitischen Kalkes. Vielfach bildet der Dolomit in größeren Kalkspatkörnern Einschlüsse, mitunter oval bis fast kreisrund gestaltet, und auch in diesem Falle kommt der vorhin erwähnte Farbengegensatz zum Ausdruck, der auf den ersten Blick eine Unterscheidung beider Mineralien ermöglicht.

Wurden Schlicke von grobkörnigem Gesteine der Lemberg'schen Reaktion unterworfen, so blieben entweder gar keine oder nur wenige und geringfügige Stellen ungefärbt, woraus folgt, daß der grobspätige Kalk ein fast reines Calciumkarbonatgestein ist. Da grobkörnige Kalkschichten unmittelbar mit feinkörnigen Lagen von dolomitischem Kalkstein wechsellagern, so ist die Annahme, letztere könnten etwa aus ersteren ihre Entstehung genommen haben, hier wohl ausgeschlossen.

Diese abwechselnde Beteiligung des Dolomites in den fein- und grobkörnigen Schichten bedingt eine große Verschiedenheit des Kalksteines in chemischer Hinsicht, um so mehr, als natürlich der Dolomitgehalt in den verschiedenen feinkörnigen Lagen selbst wieder Schwankungen zeigt. Daraus folgt, daß sich allgemein gültige Angaben über die Beteiligung des kohlensauren Kalkes und der kohlensauren

<sup>1)</sup> Renard, Bull. de l'acad. r. de Belgique. 1879. 541.

<sup>2)</sup> Vogt, Salten vog Banen. Kristiania. 1891. 211.

Magnesia gar nicht machen lassen. Als Beweis für die große Verschiedenartigkeit der chemischen Zusammensetzung des Kalksteines seien aber wenigstens einige der älteren vorliegenden Analysen angegeben. Analyse I, von Rammelsberg, findet sich in Roth's „Erläuterungen“. Die Analysen II und III, von Hoffmann, finden sich mit noch anderen in dem in der Literaturangabe angeführten Bande des Archivs der naturwissenschaftlichen Landesdurchforschung von Böhmen. II bezieht sich nach Hoffmann auf einen „graulich-weißen und schwarz geäderten Kalkstein“, III auf einen „graulich-weißen feinkörnigen, durchscheinenden Dolomit“.

I		II		III	
$CaCO_3$	75·87	$CaCO_3$	93·092	$CaCO_3$	53·815
$MgCO_3$	24·52	$MgCO_3$	4·708	$MgCO_3$	40·420
$Fe_2O_3$	0·24	Rückstand	2·332	$Fe_2O_3 + Al_2O_3$	4·291
	<hr style="width: 50%; margin-left: auto; margin-right: 0;"/>		<hr style="width: 50%; margin-left: auto; margin-right: 0;"/>	Rückstand	1·261
	100·63		100·132	$H_2O$	0·083
					<hr style="width: 50%; margin-left: auto; margin-right: 0;"/>
					99·870

Wechselagernd mit den Kalkschichten treten auch Schichten von reinem Normaldolomit auf (vgl. Analyse III), in welchem den Dolomitindividuen verschwindend wenige Calcitkörner beigemischt sind, die in manchen Schlifften sogar ganz fehlen. Ehemalige Spalten im Dolomit sind immer mit einem gröberkörnigen Aggregat von Kalkspatindividuen ausgefüllt, die sich von den kleineren Dolomitkörnern ohne weiteres durch ihre zahlreicheren Spaltrisse und besonders durch ihre Zwillingslamellen unterscheiden lassen.

Außer den besprochenen Mineralien enthalten die Calcite oft einen dunklen Staub, mit dessen winzigen, nicht näher bestimm- baren Körnchen sie mitunter so vollgestopft sind, daß ihre Polarisations- farben verdeckt werden. Derartige Calcite haben meist weder Zwillings- lamellen noch Spaltrisse entwickelt. Wenn aber, wie vielfach beob- achtet wurde, am Rande die fremden Substanzen fehlen, so sind hier Spaltrisse entstanden, die jedoch vor der Verunreinigung plötzlich abbrechen. In anderen Fällen besitzt nur das Innere eines Kalkspates mit dunklem Staub erfüllte Partien, die ebenfalls nicht von den Spaltrissen durchsetzt werden. Doch kommen auch anderseits Fälle vor, wo in einem sonst schwach durchstäubten und von Spaltrissen durchzogenen Calcitkorn sich die staubartigen Interpositionen parallel den Spaltrissen besonders dicht eingelagert finden. Vielfach enthält der Kalkspat außerordentlich zahlreiche Flüssigkeitseinschlüsse, in denen nicht selten bewegliche Libellen beobachtet werden.

Mechanische Deformationen zeigen sich in Verbiegungen der Zwillingslamellen der Kalkspate, die auch oft undulös auslöschten. Ebenfalls sind die Tremolitsäulen und Glimmerleisten vielfach gebogen. An besonders dynamisch beeinflussten Stellen sind die Kalkspate mit- unter zu einem feinpulverigen Grus zermalmt worden.

Hauptergebnisse: 1. Die weiße Hauptmasse des Kalk- steines besteht aus wechselagernden Schichten eines grobkörnigen, ent-

weder dolomitfreien oder sehr dolomitarmen Kalkes und eines feinkörnigen dolomitischen Kalksteines mit sehr wechselndem Dolomitgehalt. Untergeordnet treten auch Lagen von Normaldolomit auf.

2. In diesen Gesteinsschichten wurden außer Kalkspat und Dolomit folgende Mineralien gefunden: Olivin, daraus entstandener Serpentin, Muscovit, Chrysotil, Tremolit, Chondrodit, farbloser Granat, optisch positiver und farbloser Glimmer, Quarz, Chlorit, Spinell, Titanit, Zoisit, Magnetkies, Pyrit, Magnetit.

3. Von diesen Accessorien sind Serpentin, Chrysotil, Olivin, Quarz, Chlorit, Magnetkies und Pyrit schon makroskopisch erkennbar.

4. Vollständig automorphe Ausbildung besitzen unter den Accessorien nur bisweilen Olivin und Magnetit.

5. Dolomit und Kalkspat des dolomitischen Kalksteines unterscheiden sich in bezug auf Zwillingstreifung und Spaltbarkeit, kristallographische Ausbildung, Größe und Färbung.

## 2. Der dunkle und gebänderte Kalkstein.

Der dunkle Kalkstein von der Südostecke des oberen Bruches verdankt seine Färbung einem reichlich eingelagerten Eisenerz, das in größeren Körnern und feinen Stäubchen in ihm erscheint. Er ist ein feinkörniger, dolomitischer Kalkstein und enthält außer Serpentin und dem optisch positiven Glimmer keine Accessorien. Der Serpentin ist hier das Umwandlungsprodukt einer Hornblende, deren Querabsonderung manchmal gut erkennbar ist, und vielleicht ist das diese Kalkvarietät färbende Eisenerz als sekundäres Produkt der Hornblendeserpentinisierung aufzufassen. Der dunkle Kalkstein ist von einem dichten Netz weißer Adern durchzogen, die aus gröberkörnigem Calcit bestehen und die natürlich als durch Pressung entstandene und wieder ausgefüllte Risse aufzufassen sind. Der Umstand, daß die länglichen Serpentinpartien und die Glimmerleisten alle parallel eingestellt sind, ist hier jedenfalls auch auf dynamische Einwirkung zurückzuführen. Ebenfalls feinkörnig ist der dunkle, in sehr hohem Grade dolomitische Kalkstein (beinahe reiner Normaldolomit), der in der Mitte des oberen Bruches die erwähnte 2 m mächtige Bank bildete. Da das schwarze, ihn färbende Pigment, wahrscheinlich eine kohlige Substanz — da das Gestein sich schon nach kürzerem Glühen entfärbte — aber hier nur spärlich in staubfeiner Verteilung auftritt, so erscheint er etwas heller als die vorige dunkle Varietät. Auch er kennzeichnet sich durch Accessorienarmut, indem er nur spärlich verbreitete Quarzkörnchen und Glimmerschüppchen besitzt. Druckerscheinungen zeigt er nicht.

Von den nun zu besprechenden gebänderten Varietäten wurden die schwarz gestreiften häufiger als die grün gestreiften gefunden. In ihrer mineralogischen Zusammensetzung zeigen die schwarzen und grünen Bänder eine Reihe von Verschiedenheiten. Nur das Vorkommen von Olivin, respektive von daraus entstandenem Serpentin ist allen gemeinsam.

Die bis 3 cm breiten schwarzen Streifen erhalten in der Hauptsache durch die bei der Serpentinisierung des Olivins ausge-

schiedenen Eisenverbindungen ihre Farbe, an der sich in geringem Maße auch kohliges Pigment beteiligt. Sie sind entweder pyroxenhaltig oder pyroxenfrei. Der Hauptbestandteil der Bänder der letzteren Gruppe ist Olivin-Serpentin, und die Menge der Olivine, respektive der Serpentinvorkommnisse ist oft erstaunlich. Es wurden zum Beispiel in einem Gesichtsfelde von 0·8 mm Durchmesser gegen 30 Olivine von 0·08 mm mittlerer Größe gezählt. Vollständig frische Olivine liegen vielfach neben gänzlich serpentinisierten. Meist erscheinen sie in abgerundeten, mitunter ovalen und fast kreisrunden Durchschnitten; doch wurden auch automorphe gefunden. Auffallend ist es, daß nicht wenige der Olivine bei ihrer Serpentinisierung keine Spur von Eisenerz ausgeschieden haben, während die meisten Serpentinpartien entweder einen dunklen eisenhaltigen Rand besitzen oder im Innern eine Anhäufung solcher Substanz zeigen. Nächst Olivinserpentin ist der Glimmer mit der abweichenden optischen Orientierung der zweithäufigste Gemengteil der pyroxenfreien dunklen Bänder, an deren Zusammensetzung dann noch untergeordnet Magnetkies, Pyrit, Zirkon und farblose Granatkörner teilnehmen.

In den pyroxenführenden Bändern treten Olivin und Serpentin weit zurück gegen einen vorherrschenden farblosen Pyroxen, der immer nur unregelmäßige Körner und längere spindelförmige Individuen bildet. An letzteren, die Querabsonderung und Spaltbarkeit besitzen, wurde eine Auslöschung von 36—43° gemessen. Dieses Verhalten, sowie die Farblosigkeit gestatten wohl, den Pyroxen als Glied der Diopsid-Malakolithgruppe zu deuten. Auch hier ist der optisch abweichend orientierte Glimmer der zweithäufigste Bestandteil. Daneben kommt aber noch zweifelloser Muscovit vor, der sich durch die ihm eigene optische Orientierung ( $c=a$ ) von jenem Glimmer sicher unterscheiden läßt. Die naheliegende Vermutung, daß die Pyroxenspindeln und Glimmersäulen mit ihrer Längserstreckung parallel der Streichrichtung der Bänderung eingestellt seien, trifft nicht zu; sie sind vielmehr ganz regellos angeordnet. Granat fehlte den pyroxenhaltigen Streifen, wohl aber fanden sich in geringer Verbreitung Magnetkies, Apatit und Titanitkörnchen vor.

Die seltener vorkommenden schmutziggrünen Bänder, bis 4 cm breit, enthalten als Hauptgemengteil ebenfalls Olivin, der gelegentlich noch frisch, meist aber völlig serpentinisiert ist. Der Serpentin zeigt zum Unterschiede von demjenigen der schwarzen Bänder weder am Rande noch im Innern Eisengehalt. Die grünen Bänder gliedern sich in eine glimmerführende und eine glimmerfreie Gruppe. Zum Olivinserpentin und Glimmer gesellen sich in den Bändern der ersteren Gruppe noch farbloser Granat und Magnetkies, während die glimmerfreien Bänder noch Granat, Magnetit und sechsseitige Täfelchen und Körner von Eisenglanz besitzen.

Es scheint geboten, die Bänder nach ihrem Mineralgehalt noch einmal übersichtlich zu gruppieren, wobei die Reihenfolge der Mineralien zugleich ihr Mengenverhältnis bezeichnen soll.

### 1. Schwarze Bänder.

a) Pyroxenfrei: Olivin-Serpentin, optisch positiver Glimmer, Magnetkies, Granat, Pyrit, Zirkon, kohlige Substanz.

b) Pyroxenhaltig: Pyroxen, optisch positiver Glimmer, Olivin-Serpentin, Magnetkies, Muscovit, Apatit, Titanit, kohlige Substanz.

### 2. Grüne Bänder.

a) Glimmerfrei: Olivin-Serpentin, Magneteisen, Eisenglanz, Granat.

b) Glimmerhaltig: Olivin-Serpentin, positiver Glimmer, Magnetkies, Granat.

### 3. Der Pyroxen- und Glimmerkalkstein.

Der Pyroxen, dem der nur im unteren Bruche<sup>1)</sup> gefundene grüne Pyroxenkalk seine Färbung verdankt, erscheint unter dem Mikroskop meist noch blaßgrünlich und ist dann bisweilen schwach pleochroitisch, oder er ist fast farblos. Kristallographische Begrenzung zeigt er nicht einmal andeutungsweise. Vorherrschend sind kleine abgerundete und eckige Körner, die in und zwischen den Calciten liegen; nur untergeordnet treten auch größere Individuen mit Querabsonderung und einer allerdings meist schlecht ausgebildeten Spaltbarkeit auf, weshalb auch in Querschnitten die charakteristische Pyroxenspaltbarkeit nicht häufig gefunden wird. Wie es scheint, kommt außer der vorwaltenden prismatischen Spaltbarkeit auch eine solche nach den vertikalen Pinakoiden vor, welche die Tatsache erklären würde, daß einige Horizontalschnitte parallel ihren rechtwinkligen Spaltrissen auslöschten. Durch die zwischen 36° und 45° schwankende Auslöschung, sowie durch sein schwach grünliches bis farbloses Aussehen beweist dieser Pyroxen seine Zugehörigkeit zur Diopsid-Malakolithreihe.

Während der Pyroxenkalk im Handstück ganz homogen erscheint, erkennt man in manchen Präparaten desselben schon makroskopisch parallel verlaufende, bis 2 mm breite graue Streifen und bis 3 mm große graue Partien, die beide ebenfalls aus einer Anhäufung von vorwiegendem Pyroxen bestehen, der zwar mit dem vorhin beschriebenen identisch ist, sich aber von ihm durch seine Verunreinigung mit einer nicht näher bestimmbareren staubähnlichen Substanz unterscheidet. Ein ungestreifter Feldspat, der hier zum erstenmal zu erwähnen ist, bildet die Füllmasse zwischen dem Pyroxen dieser grauen Partien und Streifen, an deren Zusammensetzung dann noch Zirkonkörnchen und abgerundete gelblich-graue Titanite teilnehmen. Letzteres Mineral erscheint — aber selten — auch in schwach pleochroitischen rhombischen Schnitten. Zweimal wurden im Pyroxenkalk dunkle Mineralanhäufungen

<sup>1)</sup> Zur Zeit ist allerdings infolge des Abbaues von dieser Varietät nichts mehr ersichtlich. Daß sie aber auch schon in früheren Abbauperioden vorgekommen ist, beweist ein an einer jetzt verlassenem Stelle des Bruches gefundener Block von Pyroxenkalk:

von 3—5 *cm* Durchmesser gefunden. Bei der Untersuchung zeigte sich, daß große Lappen und kleine Körnchen von Magnetkies, der sonst dieser Varietät fehlt, sowie kräftig pleochroitischer Biotit, der in den bisher besprochenen Kalkvarietäten überhaupt nicht vorhanden ist, die Ursachen für die Färbung dieser Vorkommnisse sind, als deren weitere Hauptbestandteile sich der schon erwähnte Pyroxen und Feldspat vorfinden. Auch Titanit ist wieder beteiligt. Ferner ist ein ziemlich häufiger Gemengteil dieser dunklen Mineralkombinationen ein farbloses, stets nur unregelmäßig begrenztes Mineral, das sich durch seine anomalen Interferenzfarben (Wechsel von „zitronengelb und preußischblau“), sowie durch seine schiefe Auslöschung gegen die Spaltrisse als der Klinozoisit Weinschenk's zu erkennen gibt<sup>1)</sup>. Derselbe bildet in Calcit und Pyroxen auch Einschlüsse. Endlich treten hier noch kleine farblose Epidotkörner auf, durch ihre lebhaften Polarisationsfarben von den weniger lebhaft polarisierenden farblosen Pyroxenen gut zu unterscheiden.

Im Gegensatz zu dem eben behandelten grünen Pyroxenkalk wurde der gelbliche Glimmerkalk nur im oberen Bruche beobachtet. Der reichlich verbreitete Glimmer, dem er sein Aussehen verdankt, ist bisweilen auch zu 1—2 *cm* breiten Lagen angehäuft. Ferner zeigt diese Kalkvarietät schmale schmutzigrüne Lagen, die aus einem vorherrschenden Pyroxen bestehen. Der Glimmer ist jedenfalls der für körnige Kalksteine typische Phlogopit. Er besitzt auch unter dem Mikroskop eine gelbliche Farbe, die in Horizontalschnitten etwas dunkler ist als in Vertikalschnitten. Letztere, mit feinen Spaltrissen versehen und immer gerade auslöschend, sind schwach, aber doch deutlich pleochroitisch. Durch diesen Pleochroismus, sowie durch seine makroskopisch und mikroskopisch gelbe Farbe ist der Phlogopit mit aller Bestimmtheit sowohl von dem stets bedeutend dunkleren und viel kräftiger pleochroitischen Biotit als auch von Muscovit zu unterscheiden. Nur selten ist er fast farblos. Von den lagenweisen Anhäufungen abgesehen bildet dieser Glimmer meist eine strähnige Zwischenklemmungsmasse zwischen den Kalkspatkörnern, doch auch Einschlüsse in ihnen. Um eingelagerte Pyroxene und Zirkone erscheinen in seinen Horizontalschnitten sehr häufig zitronengelbe pleochroitische Höfe. Der Phlogopit enthält zahlreiche sechsseitige isotrope Querschnitte und niedrig polarisierende, optisch negative, gerade auslöschende und mit Querabsonderung versehene Vertikalschnitte eines farblosen Minerals, das nur als Apatit gedeutet werden kann. Daß derselbe hier nicht so grell hervortritt wie in anderen Vorkommnissen, beruht auf der ziemlich geringen Differenz zwischen seinem mittleren Brechungsexponenten und demjenigen des Phlogopits.

Der mikroskopisch stets farblose Pyroxen stimmt in bezug auf Ausbildung, Spaltbarkeit, Querabsonderung und Auslöschung mit dem des Pyroxenkalkes überein, von dem er sich nur dadurch unter-

<sup>1)</sup> Weinschenk, Die gesteinsbildenden Mineralien, pag. 83. Freiburg im Breisgau 1901. Ferner von demselben Verfasser die Abhandlung: „Über Epidot und Zoisit“ in der Zeitschrift für Kristallographie, 26. Bd., 1896. 161, 166.

scheidet, daß er auch oft parallel angeordnete, längere spindelförmige Individuen bildet. Er ist, vergesellschaftet mit Glimmer und ungestreiftem Feldspat, der Hauptbestandteil der schmutzigrünen Lagen, fehlt aber auch den Glimmerlagen und den übrigen Partien nicht. Nicht selten finden sich kleinere und größere Quarzpartien, die stets aus einer großen Zahl außerordentlich kleiner Quarzindividuen zusammengesetzt sind, welche immer geradlinig-polygonal, sehr oft vollkommen sechsseitig, aneinander stoßen und so eine vorzüglich ausgeprägte Pflasterstruktur bedingen. Lokal erscheinen mitunter förmliche Schwärme von gelblichgrauen Titanitkörnchen, denen gegenüber die verstreut vorkommenden hellen, mit bestimmteren hohen Farben polarisierenden Zirkone sehr zurücktreten. Von Erzen sind Pyrit und vorwiegender Magnetkies vorhanden. Wie schon in der Hauptmasse des Kalksteines lassen sich auch hier randliche Verwachsungen beider und allseitige Umwachsungen des ersteren durch letzteren konstatieren. Der Magnetkies verdient deshalb noch besonders hervorgehoben zu werden, weil er nicht nur wie Pyrit lappige Vorkommnisse bildet, sondern auch in Individuen mit einigen Kristallflächen und sogar, wie sechsseitige Umrisse beweisen, in rundum entwickelten Kristallen zu finden ist. Bevor Dathe nachgewiesen hatte, daß der Magnetkies des sächsischen Pyroxengranulits einzelne Kristallflächen ausgebildet habe, glaubte man dagegen, er käme gesteinsbildend überhaupt nur derb vor<sup>1)</sup>. — Die in der grünen und gelben Kalkvarietät dem Calcit untergeordneten Mineralien sollen nun noch in einer ihr Mengenverhältnis bezeichnenden Reihenfolge gruppiert werden.

1. Pyroxenkalk: Blaßgrüner Pyroxen, Feldspat, Magnetkies, Biotit, Klinozoisit, Epidot, Titanit, Zirkon.

2. Glimmerkalk: Phlogopit, farbloser Pyroxen, Apatit, Magnetkies, Pyrit, Quarz, Feldspat, Titanit, Zirkon.

#### 4. Silikatische Einlagerungen im Kalkstein.

Es wurde je eine Einlagerung im oberen und im unteren Bruche gefunden. Diejenige des oberen Bruches, an dessen Nordostausgang auftretend, besitzt, wenigstens gegenwärtig, von beiden die größere Mächtigkeit (3—4 m). Da sie nur zum Teil erhalten und außerdem von den dynamischen Einwirkungen, welche ja gerade an der Nordostecke des oberen Bruches besonders bemerklich sind, stark betroffen worden ist, so läßt sich jetzt nicht mehr feststellen, ob sie eine dem Kalkstein konkordant untergeordnete Linse oder eine derartige Bank gebildet hat. Diese Einlagerung besitzt keine einheitliche Zusammensetzung, besteht vielmehr aus miteinander wechsellagernden, bis 4 cm mächtigen rotbraunen und bis 3 cm mächtigen grünen Lagen. Erstere erhalter ihr Aussehen durch sehr reichlich eingelagerten Biotit (glimmerreiche Lagen oder kurz Glimmerlagen), letztere durch Pyroxen und einen grünen Amphibol (pyroxenreiche Lagen oder kurz Pyroxenlagen).

<sup>1)</sup> Zeitschr. d. Deutsch. geol. Ges. 1877, Bd. XXIX. 294.

Die Glimmerlagen zeichnen sich durch großen Mineralreichtum aus. Ihre Hauptbestandteile sind eine durch Pressung meist außerordentlich beeinflusste Quarzmasse mit ganz fleckiger Auslöschung, ein in einem Gewirr kleiner Schüppchen und feiner Flitterchen auftretender Biotit und strähnige Sericitpartien mit parallel angeordneten Schüppchen. Außerdem ist auch noch, gegenüber dem Biotit und Sericit allerdings zurücktretend, eigentlicher Muscovit vorhanden. Recht häufig erscheint in fast quadratischen Querschnitten und gedrungenen Vertikalschnitten ein farbloses, ziemlich stark lichtbrechendes Mineral, das sich als optisch negativ erwies und von Säuren (auch *HF*) nicht angegriffen wurde: Andalusit. Außer den kurzen und dicken Längsschnitten, deren Länge sich zur Breite ungefähr wie 2:1 verhält, kommen — aber sehr vereinzelt — auch solche vor, deren Länge die Breite etwa um das Vierfache übertrifft. Sie sehen auf den ersten Blick Turmalinsäulen, die in geringer Verbreitung übrigens auch vorhanden sind, täuschend ähnlich, unterscheiden sich aber von ihnen durch feine Längsspaltrisse und durch den fehlenden Absorptionsgegensatz. Der Andalusit enthält zahlreiche Interpositionen: schwarze Körnchen (wahrscheinlich Magnetkies), runde Glimmerschüppchen, Zirkonkriställchen und viele Flüssigkeitseinschlüsse. Letztere sind manchmal in geradlinigen Zügen parallel *c* eingelagert. — Von den bedeutenden dynamischen Einwirkungen, denen diese Einlagerung unterworfen gewesen ist, zeugt auch der Umstand, daß die Andalusitsäulen bisweilen zerbrochen sind. Zwischen den Bruchstücken hat sich dann entweder Calcit oder Plagioklas angesiedelt. Beide, auch sonst noch auftretend, haben sich in Spalten und Löchern abgesetzt und sind deshalb als sekundäre Produkte aufzufassen.

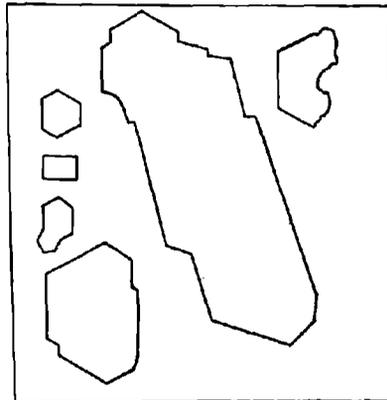
Unter den reichlich vertretenen Erzen steht Magnetkies an erster Stelle. Er bildet hier, wie auch schon im Glimmerkalkstein, unregelmäßige Körner, Individuen mit einzelnen Kristallflächen und vollständig begrenzte Kristalle, welche senkrecht auf die Basis sechsseitigen, parallel derselben vierseitigen Anblick darbieten. Dann aber zeigt er manchmal noch recht zusammengesetzte Wachstumsformen. (Fig. 2.) Isoliert und in Verbindung mit Magnetkies findet sich ferner ein metallglänzendes Erz von grauer Farbe, wahrscheinlich Arsenkies. Auch Kupferkies ist mit Magnetkies verwachsen. Er zeigt bei abgeblendetem Lichte einen deutlichen Stich in das Grünliche, der ihn von Pyrit unterscheidet. Auch Zinkblende kommt vor. Nach ihrem Mengenverhältnis sind die vier Erze in folgender Reihe anzuordnen: Magnetkies, Arsenkies, Kupferkies, Zinkblende.

Außer den bisher angeführten Mineralien enthalten die Glimmerlagen noch einen gelblichgrünen, offenbar aus Biotit entstandenen, fast gar nicht doppelbrechenden Chlorit, Aggregate einer feinstrahligen farblosen Hornblende mit einer Auslöschung von  $16^{\circ}$ , Schwärme von Titanitkörnern, Zirkon, Korund, eckige Körnchen von grünem Spinell und vereinzelt Rutil. Manche Glimmerlagen aber führen sehr reichlich Rutil, der in längeren haarfeinen Nadelchen, kürzeren lichtgelben Säulchen, dunkelgelben bis braunroten Körnern und spindelförmigen Individuen, ferner in Individuen mit gegabelten Enden auftritt. Auch vereinzelt Kniezwillinge wurden beobachtet. Alle

die genannten Ausbildungsformen des Rutilis erscheinen in demselben Präparat.

Die Pyroxenlagen sind im Vergleich zu den Glimmerlagen mineralarm. Zunächst führen sie weder Biotit noch Muscovit, sind also gänzlich glimmerfrei; ferner fehlen ihnen die farblose Hornblende, Spinell, Chlorit und Turmalin. Von den vier Erzen der dunklen Lagen enthalten sie nur wenig Magnetkies, und auch Andalusit tritt sehr zurück. Dagegen besitzen sie außer Quarz Pyroxen, einen grünen Amphibol und spärlichen Klinozoisit. — Der weitaus vorwiegende Pyroxen, unter dem Mikroskop farblos und stets äußerst verunreinigt, ist ein Glied der Diopsid-Malakolithgruppe mit der dieser zukommenden Auslöschung. Kristallographische Ausbildung fehlt ihm völlig. Die schmalen Amphibolsäulen müssen infolge ihrer blaßgrünen Farbe und ihres im Vergleich zur gemeinen grünen Hornblende schwachen

Fig. 2.



Kristalle und Wachstumsformen von Magnetkies.

Vergrößerung: 100.

Pleochroismus als eine dem Aktinolith nahe stehende Hornblende gedeutet werden. — Zusammenfassend läßt sich die in ihren mineralogischen Verhältnissen eben charakterisierte Einlagerung des oberen Bruches vielleicht bezeichnen als ein Gesteinskomplex, der aus wechsellagernden Schichten eines erzreichen und andalusitführenden glimmerschieferähnlichen Gesteines und eines Hornblende-Pyroxengesteines besteht.

Auch die Einlagerung des unteren Bruches ist nur teilweise erhalten. Aus diesem Grunde und infolge des Umstandes, daß bekanntlich die Lagerungsverhältnisse in diesem Bruche infolge der vermutlichen Abrutschung große Störungen erfahren haben, von denen die Einlagerung in besonders hohem Grade betroffen worden ist, läßt sich nicht mehr entscheiden, ob sie dem Kalksteine in Form einer Linse oder Bank eingeschaltet gewesen ist. Ihr dunkelschmutziggrünes, deutlich geschichtetes Material ist an den am meisten beeinflußten

Stellen so gepreßt, daß es fast erdig geworden ist und sich mit den Fingern zerreiben läßt. Andere Teile sind krummschalig gebogen und besitzen glatte und glänzende Harnische mit zahlreichen Friktionslinien. Verglichen mit der vorhin besprochenen Einlagerung des oberen Bruches fällt die jetzt in Rede stehende durch Mineralarmut auf. Unter dem Mikroskop charakterisiert sie sich als ein parallel struiertes Gemenge von vorherrschendem Amphibol und Biotit. Ersterer ist auch hier eine feinstrahlige, nur in der Prismenzone entwickelte, dem Aktinolith verwandte Hornblende mit feinen Spaltrissen, die infolge einer reichlicheren Beimischung von  $Ca Fe_8 Si_8 O_{12}$  auch im Schriff noch ein deutliches Bläßgrün, verbunden mit gut erkennbarem Pleochroismus, besitzt. Der lagenweise angehäufte, makroskopisch tiefschwarz glänzende Biotit erscheint unter dem Mikroskop mit dunkelbrauner, manchmal fast roter Farbe. Mit ihm zusammen tritt auf den Spaltflächen sehr reichlich Magnetkies auf, der zum Unterschied von seinem Vorkommen in der Einlagerung des oberen Bruches nie kristallographische Begrenzung hat und das einzige hier eingesprengte Erz ist. Auffallend ist der ganz außergewöhnliche Reichtum dieses Gesteines an Titanit, mit dessen bis 0.15 mm großen Körnchen und spitzrhombschen Schnitten die Präparate förmlich übersät sind. Ferner sind noch untergeordnet vorhanden ein Plagioklas (vielleicht Albit) und Quarz.

Es scheint geboten, diese Einlagerung, die nach ihren Hauptgemengteilen als Biotit-Hornblendeschiefer zu bezeichnen ist, in bezug auf ihren Mineralgehalt mit derjenigen des oberen Bruches zu vergleichen.

#### 1. Einlagerung des oberen Bruches.

a) Glimmerlagen: Quarz, Biotit, Sericit, Muscovit, Magnetkies, Arsenkies, Kupferkies, Zinkblende, Andalusit, Chlorit, farblose Hornblende, Turmalin, Titanit, Zirkon, Spinell, Calcit, Plagioklas, Korund, Rutil.

b) Pyroxenlagen: Pyroxen, Quarz, grüne Hornblende, Magnetkies, Andalusit, Titanit, Klinozoisit, Zirkon, Calcit, Plagioklas.

#### 2. Einlagerung des unteren Bruches: Grüne Hornblende, Biotit, Magnetkies, Titanit, Plagioklas, Quarz.

Krejčí erwähnt „Übergänge von Amphibolit in Serpentin“, die einzelne Kalksteinbänke voneinander trennen sollen, die aber zur Zeit nicht mehr beobachtet werden können. Auf sie verweisen jedoch aller Vermutung nach mehrfach gefundene Stücke eines schwarzen Serpentin, der sich bei mikroskopischer Untersuchung vorwiegend aus ungefähr parallel gelagerten, serpentinierten Hornblendesäulchen zusammengesetzt erweist. Daß diese Säulchen tatsächlich einem ehemaligen Amphibol angehören, beweisen die ebenfalls vorhandenen spitzrhombschen Querschnitte. Die bei der Serpentinisierung massenhaft ausgeschiedenen Eisenverbindungen, die in staubfeiner Verteilung die Ränder der Hornblendeleisten umgeben, wodurch sich dieselben deutlich voneinander abgrenzen, die aber auch in größeren Körnern vorkommen, verleihen dem Gesteine seine schwarze Farbe. Außerdem enthält der Serpentin den schon mehrfach erwähnten optisch positiven Glimmer, Calcit, überraschend viel Apatit, dessen bis 0.2 mm lange Säulen eine sehr ausgesprochene Querabsonderung aufweisen, endlich zahlreiche

unregelmäßige, stets isotrope Partien, die aller Wahrscheinlichkeit nach Opal sind. Es ist also ein glimmer- und apatitführender Hornblendeschiefer erst serpentiniert und dann teilweise opalisiert worden.

Ferner wurden Bruchstücke eines dunkelflaschgrünen Serpentin gefunden, der weder Apatit noch Eisenverbindungen enthält. Er ist aus dicht aggregierten großen Individuen einer farblosen Hornblende, Tremolit, entstanden, wie durch erst teilweise umgewandelte Vorkommnisse, die noch die amphibolische Auslöschung besitzen, mit aller Sicherheit bewiesen wird. Solcher eben in der Umwandlung begriffener Tremolit zeigt, daß die Serpentinisierung von den Sprüngen der Querabsonderung und den Spaltrissen aus gleichzeitig vorschreitet, an den ersteren aber energischer ist. Da nun Spaltbarkeit und Querabsonderung ungefähr rechtwinklig aufeinanderstoßen, muß der Serpentin bei vollendeter Umwandlung der ehemaligen Vertikalschnitte zwei Systeme sich rechtwinklig kreuzender Linien zeigen. Es entsteht also dieselbe Erscheinung, die man einst bloß für die Pyroxenserpentinisierung in Anspruch genommen und als Balkenstruktur bezeichnet hat.

Die Entstehung von kompaktem Serpentin aus einem Amphibolgestein sei hier deshalb noch ganz besonders betont, weil Weinschenk dieselbe leugnet und weil nach ihm scheinbar „Pyroxene und Amphibole nur dort von der Serpentinisierung mitergriffen worden, wo sie untergeordnete Gemengteile von ursprünglichen Peridotiten waren, die der Umwandlung in Serpentin anheimgefallen sind<sup>1)</sup>. Bei den im vorhergehenden besprochenen Fällen von schwarzem und grünem Serpentin ist aber an ehemalige Peridotite absolut nicht zu denken, und Olivine, respektive deren Umwandlungsprodukte, sind nicht einmal accessorisch darin enthalten. Vielmehr verdanken sie ihre Entstehung zweifellosen Amphibolgesteinen, und so muß für diese Raspenauer Serpentinorkommnisse die Richtigkeit der folgenden Angabe Weinschinks entschieden in Abrede gestellt werden: „Jedenfalls dürfte sicher sein, daß ehemalige Pyroxen- oder Amphibolgesteine nicht zur Serpentinbildung Anlaß geben —“ usw.

Außer den Übergängen von Amphibolit in Serpentin sollen nach Krejčí auch „Streifen von rotem chloritischen Gneis und Phyllit“ Kalksteinbänke voneinander trennen. Nach den jetzt vorliegenden Abbauverhältnissen kann diese Angabe, die auch Katzer zitiert, ebenfalls nicht mehr bestätigt werden. Es ist aber wohl anzunehmen, daß zur Zeit, als Krejčí das Gebiet untersuchte, derartige Gesteine tatsächlich die angegebene Rolle gespielt haben; und da kommt jedenfalls der Teil des Ostabhanges des Kalkberges zwischen dem oberen und unteren Bruche in Betracht, auf dem einst eine Menge gegenwärtig fast sämtlich zugeschütteter Brüche in Betrieb gewesen sind<sup>2)</sup>.

<sup>1)</sup> Weinschenk. Die gesteinsbildenden Mineralien, 121. Freiburg im Breisgau, 1901.

<sup>2)</sup> Wohl werden auch jetzt noch, aber nur auf den höheren Abhängen des Kalkberges, besonders in der Nähe des oberen Bruches, Stücke eines roten gneisähnlichen Gesteines gefunden; sie deuten aber auf einen ganz andern als den von Krejčí angeführten Zusammenhang und werden erst an späterer Stelle mit zu besprechen sein (Seite 209 [41]).

## II. Die hangenden und liegenden Gesteine.

Da, wie schon erwähnt, das Liegende des Kalksteines entweder nicht zugänglich oder abgebaut ist, hat sich dieser Teil der Arbeit in der Hauptsache auf die Betrachtung des besser, aber auch nur teilweise erhaltenen und ebenfalls nur unvollkommen zugänglichen Hangenden zu beschränken.

Der ganze Komplex der hangenden Gesteine zerfällt in einige Gruppen. Seine unterste Partie, welche dem Kalksteine direkt auflagert, ist ein bereits in einem früheren Zusammenhange erwähntes dichtes, dunkelgrünes Pyroxengestein, das aus weitaus vorwiegendem Malakolith besteht und deshalb Malakolithfels genannt werden wird. Derselbe geht nach oben in einen dunkelgrünen Hornblendeschiefer über, welcher mehrfach mit Feldspatamphibolit wechsellagert. Wievielmals diese Wechsellagerung stattfindet, kann nicht festgestellt werden. Endlich ist an der Zusammensetzung dieses hangenden Gesteinskomplexes ein Chloritschiefer beteiligt, von dem aber nur eine einzige Schicht gefunden wurde.

Es sind also nun zu betrachten:

1. Der Malakolithfels,
2. der Hornblendeschiefer,
3. der Feldspatamphibolit,
4. der Chloritschiefer.

### I. Der Malakolithfels.

Der Malakolithfels bildet ein richtungslos struiertes Gemenge von Malakolithindividuen, die auch im Präparat noch ein deutliches Grün zeigen<sup>1)</sup>. Sie sind meist in der Prismenzone entwickelt und besitzen zahlreiche prismatische Spaltrisse, wogegen Querabsonderung gewöhnlich fehlt. Mitunter ist der Malakolith auch sehr feinkörnig und läßt dann weder prismatische Ausbildung noch Spaltbarkeit erkennen. Andernteils wurden auch divergentstrahlige Aggregate gefunden, die aus längeren Malakolithstengeln zusammengesetzt waren. Zwillingsbildung war nicht zu beobachten. Querschnitte und klinopinakoidale Schnitte des sehr lebhaft polarisierenden Pyroxens zeigen Pleochroismus, und zwar ist *a* gelb, *b* und *c* grün. Daraus folgt, daß Schnitte nach  $\infty P \infty$  keinen Farbenwechsel haben können. Die maximale Auslöschungsschiefe erreicht 45°, die mittlere bewegt sich zwischen 38° und 40°. Mitunter ragen Malakolithe in Calcitpartien hinein, und dann haben sie vielfach terminale Flächen entwickelt. Diese Tatsache und die außerordentlich zahlreichen, oft mit beweglichen Libellen versehenen Flüssigkeitseinschlüsse des Calcites berechtigen vielleicht zu der Annahme, daß letzterer hier ein sekundäres Ausfüllungsprodukt ursprünglicher kleiner Hohlräume im Malakolithfels ist. Außerdem enthalten die Präparate aber noch andere, stets kleinere Calcitpartien,

<sup>1)</sup> Dieser Malakolith ist offenbar der von Kalkowsky als „Salit“ bezeichnete Pyroxen.

die, weil sie im Verhältnis zu den vorigen sehr wenig Flüssigkeitseinschlüsse aufweisen und weil die an sie angrenzenden Malakolithkörner keine terminalen Flächen besitzen, wohl als primäre Bestandteile gelten müssen.

Abgesehen von den eben erwähnten sekundären und primären kleineren Kalkspatvorkommnissen werden im Malakolithfels auch über faustgroße Nester eines sehr grobspätigen Calcites gefunden, dessen 1—2 cm breite Spaltflächen eine schon makroskopisch erkennbare Zwillingslamellierung zeigen. Es muß wohl angenommen werden, daß diese Calcitester größere Hohlräumausfüllungen im Malakolithfels sind.

Außer Calcit finden sich im Schiffe nicht selten wasserhelle Plagioklaspartien, pleochroitische und manchmal mit feinen Spaltrissen versehene Epidotkörnchen und Schwärme von saftiggrünen Chloritschüppchen, deren lebhafter Pleochroismus sich in einem Wechsel von dunkelgrün und gelbgrün ausspricht. Außerdem aber ist noch ein offenbar von jenem abweichender Chlorit vorhanden, dessen vereinzelt auftretende Schüppchen, ebenfalls lebhaft pleochroitisch, bei der Drehung zwischen grün und bräunlichgelb wechseln. Blumrich berichtet, daß der „Hornblendeschiefer“, den er auch „Amphibolit“ nennt, — das ist aber ganz wahrscheinlich der von ihm nicht mikroskopisch untersuchte Malakolithfels — „stellenweise sehr dicht und durch Anreicherung an Epidot gelblichgrün gefärbt“ sei.

Vielfach zeigen die Malakolithfelspräparate schon makroskopisch auffallende, hellglänzende kleine Partien, die sich bei mikroskopischer Betrachtung als nesterartige Anhäufungen einer grünlichen Hornblende erweisen. Dieselbe bildet nur in der Prismenzone begrenzte, ungefähr gleichlange und auch gleichbreite Säulchen, die feine Spaltrisse besitzen. Querabsonderung dagegen wird nur an Individuen beobachtet, welche die Durchschnittsgröße überschreiten<sup>1)</sup>. Die Hornblende besitzt einen deutlichen Pleochroismus, und zwar ist *a* farblos bis ganz schwach gelblich, *b* gelb (mit einem kaum erkennbaren Schein in das Grünliche) und *c* bläulichgrün. Das ihren Horizontalschnitten also fehlende deutliche Grün, ferner ihr blaßgrünes Aussehen unterscheiden sie von der stets bedeutend dunkler gefärbten gemeinen grünen Hornblende. Jedenfalls haben wir es hier mit einem Amphibol zu tun, der zwischen dem Strahlsteine und der gemeinen grünen Hornblende steht, ersterem aber näher kommt als letzterer. Die mittlere Auslöschung beträgt im Maximum 16—18°; doch wurden auch Auslöschungsschiefen von 19—22° gemessen. Manchmal besitzt diese Hornblende um nicht sicher bestimmbare Interpositionen dunkelgrüne pleochroitische Höfe, die jedoch bei keiner Stellung ganz verschwinden. — Eigentümlich ist vielen Hornblendeleisten eine fleckige Beschaffenheit, die wahrscheinlich auf ungleichmäßiger Verteilung des Eisengehaltes beruht und sich in zweifacher Weise zeigt. Entweder treten in ihrem Innern unregelmäßige farblose oder nur schwach gelblich gefärbte und wenig pleochroitische

<sup>1)</sup> Es handelt sich hier jedenfalls um die „maigrüne, stark dichroitische Hornblende“, deren Vorkommen bei Raspenau schon Kalkowsky erwähnt hat.

Partien auf, oder sie enthalten dunkelgrüne, ebenfalls unregelmäßig gestaltete, aber kräftig pleochroitische Flecken, die in Schnitten nach  $\infty P \infty$  einen Farbenwechsel von blaugrün-gelb (manchmal fast farblos), in Schnitten nach  $\infty P \infty$  einen solchen von blaugrün-gelbgrün zeigen. Der Pleochroismus der letzteren dunkelgrünen Flecken weicht also von demjenigen der sie einschließenden Hornblendesaülen ab. — Es sei besonders noch darauf hingewiesen, daß die eben beschriebene Hornblende nicht etwa ein uralitisches Umwandlungsprodukt des Malakoliths ist, sondern daß sie als primärer Gemengteil gelten muß.

Vielfach enthalten die Präparate des Malakolithfels ein rotbraunes bis gelblichbraunes Mineral, das man auf den ersten Blick vielleicht für Rutil halten könnte, wenn nicht sein isotroper Charakter dagegen spräche. Da vermutet wurde, daß es sich um Zinkblende handeln könnte, die Blumrich, aber bloß als Saum um größere Calcitnester in seinem „Amphibolit“ schon nachgewiesen hat, so wurde eine gepulverte Portion des Gesteines in Salpetersäure gekocht und das Filtrat hierauf mit  $H_2S$  behandelt. Das auf diese Weise erhaltene Zinksulfid bestätigte jene Vermutung. Zugleich wurde durch dieses Verfahren der Nachweis geliefert, daß der Blende ziemlich viel  $FeS$  beigemischt ist, was übrigens schon ihr dunkles Aussehen unter dem Mikroskop erwarten ließ und ebenfalls schon von Blumrich angegeben wird. Die nur an den dünnsten Rändern in höherem Grade durchscheinende Zinkblende bildet fast immer unregelmäßige Individuen; nur selten sind einige Kristallflächen entwickelt. Größere Individuen lassen nicht selten zahlreiche parallele Spaltrisse erkennen, die den kleineren meist fehlen. In einigen Fällen wurde eine Verwachsung der Blende mit Pyrit, seltener mit Magneteisen beobachtet, die beide ihr randlich ansitzen. Der Umstand, daß die Zinkblende Malakolith und Plagioklas in sich einschließt, daß sie umgekehrt aber auch zusammen mit Malakolith Einschlüsse in Plagioklas bildet, spricht für ihre Gleichaltrigkeit mit Malakolith und Plagioklas. Damit stimmt die Tatsache überein, daß sie auch sonst durchaus den Eindruck primärer Entstehung macht, nicht etwa zum Beispiel reihenweise Anordnung ihrer Individuen zeigt, die auf das Vorhandensein ehemaliger Spalten deuten könnte, in welche sie sekundär eingedrungen wäre. In Einklang hiermit steht ihr Auftreten in kleinen und dichten nesterartigen Anhäufungen, die infolge ihrer dunkelroten Farbe in dem grünen Muttergesteine schon makroskopisch erkennbar sind und ganz den Eindruck eingesprengter Vorkommnisse machen. Freilich kommt die Zinkblende andererseits auch — aber seltener — unter Verhältnissen vor, unter denen ihre primäre Natur unwahrscheinlich ist. Sie bildet nämlich, wie zuerst Blumrich angegeben hat, auch um die im Malakolithfels mitunter zu findenden Nester von grobspätigem Calcit, die jedenfalls nur als Hohlräumeausfüllungen gedeutet werden können, einen — freilich nicht kontinuierlichen — Saum, der aus bis 2 mm großen rotbraunen und metallisch glänzenden Plättchen besteht. So muß also wohl angenommen werden, daß die Zinkblende, welche die kleinen dichten Anhäufungen im Malakolithfels bildet, primär, der aus größeren Plättchen bestehende Zinkblendesaum um die Calcitnester aber sekundärer Natur ist; denn an einem Orte, an dem Zinkblende primär entstehen konnte,

muß auch schließlich die Möglichkeit einer nochmaligen nachträglichen Bildung zugestanden werden <sup>1)</sup>.

Außer Zinkblende enthält der Malakolithfels von Erzen noch Magneteisen, Magnetkies und Pyrit. Das erstere, am reichlichsten vertreten, bildet meist derbe Partien, und ich verdanke Herrn Oberlehrer Weber in Voigtsbach (bei Reichenberg in Böhmen) ein Handstück von Malakolithfels, welches so magnetitreich ist, daß es die Magnetnadel sehr stark beeinflußt. Außerdem findet sich das Magneteisen gelegentlich in kristallinischer Ausbildung, durchzogen von Strähnen von Malakolith oder Hornblende, und derartige Vorkommnisse zeigen mikroskopisch kristallographische Begrenzung durch einzelne Flächen. Blumrich hat sogar makroskopische Magnetitkristalle gefunden, von denen er sagt, daß sie sich „nach den Oktaederflächen gut spalten lassen und dabei stark glänzende Spaltflächen liefern“ <sup>2)</sup>. Magnetkieshaltiger Malakolithfels steht mir nicht zur Verfügung, weshalb auch über das Auftreten und die Ausbildung des Magnetkieses nichts Näheres gesagt werden kann. Daß er aber in dem beschriebenen Gesteine vorkommt, folgt mit Sicherheit aus der Angabe von Blumrich, nach welchem in dem Material, das 1890 aus einem auf der Südostseite des Kalkberges eingetriebenen Stollen herausbefördert wurde, „in reichlicher Menge Magnetkies eingesprengt“ war <sup>3)</sup>. Der Pyrit, dessen Verwachsung mit der Zinkblende schon erwähnt ist, wird auch in voll ausgebildeten Kristallen gefunden; zum Beispiel wurden Würfel von 0·6 cm und 0·8 cm Kantenlänge gemessen <sup>4)</sup>.

In der Nähe des vorhin erwähnten Stollens hat Blumrich ziemlich dicke „schwefelgelbe Krusten“ eines Minerals gefunden, das in seinen hauptsächlichsten Eigenschaften mit denen des Metavoltins übereinstimmte.

Blumrich erklärt die Krusten dieses Minerals, „die durch ihre knospige Gestaltung den Eindruck von stalaktitischer Bildung“ machen, als einen Absatz aus Wasser, welches das magnetkieshaltige Nebengestein ausgelaugt habe.

Herr Oberlehrer Weber hat mir ein Handstück von Malakolithfels zur Verfügung gestellt, das größere rötliche Flecken zeigt, die scharfe Grenzen besitzen. Sie bestehen, wie durch das Mikroskop klar wird, aus einem dichten Gemenge von vorwiegendem Granat, einem Zoisitmineral, Epidot und Malakolith. Der auch im Präparat noch blaßrötlich gefärbte Granat, von unregelmäßigen Sprüngen durchzogen, ist meist nicht kristallographisch begrenzt, doch

<sup>1)</sup> Für eine technische Ausbeutung würde der Gehalt des Gesteines an Blende bei weitem nicht ausreichend sein, weshalb auch eine solche hier nie versucht worden ist.

<sup>2)</sup> Vermutlich handelt es sich hier aber nicht um Spaltbarkeit, sondern um Schalenbau nach dem Oktaeder; denn „eigentliche Spaltbarkeit fehlt“ nach Zirkel dem Magnetit. Zirkel, Elemente der Mineralogie. 14. Aufl. 1901. 518.

<sup>3)</sup> Dieses Material ist eben von Blumrich als „Hornblendeschiefer“ oder „Amphibolit“ bezeichneter Malakolithfels.

<sup>4)</sup> Zum ersten Male findet sich bei Jokély, aber nur vermutungsweise, die Angabe, daß das Hangende des Kalksteines „Magneteisenerz, Blenden und Kiese“ enthalte, bis dann Blumrich zuerst das tatsächliche Vorhandensein von Magnetkies, Magnetit und Zinkblende nachgewiesen hat.

wurden gelegentlich einige Kristallflächen beobachtet, die auf das Rhombendodekaeder zu verweisen schienen. Der farblose Epidot ist durch seine stärkere Lichtbrechung und durch seine lebhaften Polarisationsfarben von dem ebenfalls farblosen Zoisitmineral gut zu unterscheiden. Ob letzteres, das wie Epidot immer nur in unregelmäßigen Körnchen auftritt, rhombisch oder monoklin ist, läßt sich, da infolge des Fehlens von Spaltrissen die Auslöschung nicht bestimmt werden kann, nicht mit Sicherheit feststellen. Der Granat ist in allen Fällen förmlich vollgestopft von kleinsten Zoisit- und Epidotpartikelchen, die bei der Drehung des Präparates bei gekreuzten Nicols lebhaft aufblitzen.

In meist kleinen runden Körnchen, aber auch in größeren Schnitten mit Längsspaltrissen erscheint ein wasserhelles, im Querschnitt isotropes Mineral, dessen zahlreiche Flüssigkeitseinschlüsse bewegliche Libellen zeigen: Skapolith. Derselbe bildet auch Einschlüsse in größeren Granatkörnern. Neben Malakolith tritt recht häufig eine feinstrahlige grüne Hornblende auf. Sie ist wie die schon beschriebene offenbar auch ein Glied in der Reihe vom Strahlstein bis zur gemeinen grünen Hornblende, steht aber infolge ihrer dunkleren Färbung letzterer, mit welcher auch ihr Pleochroismus übereinstimmt, näher als ersterem. Zwischen den Leisten dieses Amphiboles liegen auffallend viele abgerundete Körnchen, aber auch Kristalle von Zirkon, und einer der letzteren, 0.15 mm lang, zeigte quer zur Vertikalachse Sprünge, die ganz den Eindruck einer Querabsonderung machten. Um kleinere eingeschlossene Körnchen und Kriställchen von Zirkon erscheinen in den Hornblendesäulen dunkelgrüne pleochroitische Höfe. Weitere untergeordnete Bestandteile dieser rot gefärbten Mineralkombinationen sind ein ungestreifter Feldspat, Calcit, Magnetkies und Pyrit.

Nach Blumrich ist im „Amphibolit“ auch ein brauner Granat „in kleinen Nestern und feinen Lagen“ vorgekommen, der, wenn ihm genügend Raum zur Verfügung stand, ein bis mehrere Millimeter große Kristalle von der Kombination (110) (211) entwickelte. Ich habe derartige Vorkommnisse von braunem Granat nicht gefunden.

Im Malakolithfels werden also außer dem Hauptbestandteile Malakolith noch folgende Mineralien gefunden: Calcit, Plagioklas, Epidot, dem Strahlstein nahestehende grüne Hornblende, Chlorit, brauner Granat, Zinkblende, Magneteisen, Magnetkies, Pyrit. — Lokal treten noch auf: roter Granat, Klinozoisit, Skapolith, ungestreifter Feldspat, der gemeinen grünen Hornblende nahestehende Hornblende, Zirkon. Quarz fehlt <sup>1)</sup>.

## 2. Der Hornblendeschiefer.

Nach dem höheren Hängenden zu stellt sich im Malakolithfels eine Hornblendevarietät, welche der schon besprochenen, dem Strahlsteine nahestehenden Hornblende verwandt ist, immer reichlicher ein. Der Malakolith dagegen tritt allmählich zurück, verliert gleichzeitig seine prismatische Ausbildung und erscheint endlich nur noch in

<sup>1)</sup> Das Fehlen von Quarz erwähnt auch schon Kalkowsky.

kleinen abgerundeten Körnchen, die zuletzt auch noch verschwinden. Der richtungslos struierte Malakolithfels geht so in einen Hornblendeschiefer über, dessen Hornblendesäulen eine so ausgesprochene Parallelstruktur bedingen, daß in genau nach der Schieferungsebene geschliffenen Präparaten auch nicht ein Querschnitt zu finden ist. In einem der Übergangsglieder, das infolge des Überwiegens der Hornblende schon deutliche Parallelstruktur besitzt, haben sich braune Biotitschüppchen eingestellt, so daß also ein biotitführender Pyroxen-Hornblendeschiefer entstanden ist. Ein anderes dieser Übergangsgesteine kann infolge des Auftretens von Chlorit als chloritischer Pyroxen-Hornblendeschiefer bezeichnet werden.

Die verschiedenen Schichten des reinen, pyroxenfreien Hornblendeschiefers sind durchaus nicht einheitlich beschaffen, wie man wohl vermuten möchte; vielmehr bestehen in bezug auf die Art und Größe der Hornblende und in bezug auf Accessorienführung Unterschiede. Das Fehlen von Quarz ist dagegen allen gemeinsam.

Es gibt Lagen des Hornblendeschiefers, die aus einer außerordentlich feinstrahligen Hornblende zusammengesetzt sind, deren Säulchen weder Spaltbarkeit noch Querabsonderung erkennen lassen und — nach dem blaßgrünen Aussehen und dem nur schwachen Pleochroismus zu schließen — jedenfalls dem Strahlsteine ziemlich nahe kommen. Nur untergeordnet erscheinen in einem solchen feinfizigen Gemenge auch größere, mitunter nesterartig angehäufte, dunkler grüne und kräftiger pleochroitische Hornblendeindividuen, die entweder lang und sehr schmal oder kürzer, dafür aber breiter sind; und diese zeigen Querabsonderung, aber keine Spaltbarkeit. Sie sind offenbar der gemeinen grünen Hornblende mehr genähert. In ihnen finden sich gelegentlich farblose, tropfenförmige Körnchen, vielleicht Pyroxen. An accessorischen Bestandteilen ist dieser Hornblendeschiefer sehr arm. Nur ganz vereinzelt erscheinen farblose, an ihren hohen Polarisationsfarben erkennbare Epidotkörnchen, lavendelblau polarisierende und mit Querabsonderung versehene Zoisitleisten, sowie grünliche pleochroitische Chloritschüppchen.

Andere Schichten des Hornblendeschiefers sind zusammengesetzt aus Individuen einer größeren Hornblende, welche der in den eben besprochenen Lagen nur untergeordnet vorkommenden in bezug auf Farbe und Pleochroismus entspricht. Sie zeigt häufig die früher erwähnte fleckige Beschaffenheit. In diesen Schichten nun stellt sich mitunter eine noch größer ausgebildete Hornblende ein, die für eigentliche gemeine grüne Hornblende gehalten werden muß. Charakteristisch ist für sie das Auftreten eines oft sehr breiten Orthopinakoides, das die Prismenflächen weit überwiegt und immer vorhanden zu sein scheint, während andererseits das den Hornblenden eigene Klinopinakoid niemals beobachtet wurde. So entstehen nach der Orthodiagonale langgestreckte Horizontalschnitte, die in der Richtung von  $\beta$  oft 3—4mal länger sind als in derjenigen von  $\alpha$ . Nicht selten findet nach diesem Orthopinakoid eine Parallelverwachsung statt. Neben den für die gemeine grüne Hornblende üblichen Auslöschungsschiefen wurden auch solche von 19—24° gemessen. Auch dieser Hornblende-

schiefer ist durch Accessorienarmut gekennzeichnet, und außer zerstreut vorkommendem Pyrit und Zirkon wurde nur in einem Falle Skapolith etwas reichlicher in ihm gefunden, so daß man also von einem Skapolith-Hornblendeschiefer sprechen könnte. Wie schon in den roten granatführenden Flecken des Malakolithfels bildet der Skapolith auch hier keine Kristalle. Seine rundlichen, manchmal sogar elliptischen Körner enthalten Flüssigkeitseinschlüsse und äußerst feine Hornblendenädelchen. — Auf einen 0·12 mm langen abgerundeten, aber nach einer Richtung gestreckten Zirkon sei noch hingewiesen. Derselbe besitzt parallele Risse, welche, da ihnen parallel die Auslöschung erfolgt, als prismatische Spaltrisse zu deuten sind, die bekanntlich an mikroskopischen Zirkonschnitten nicht allzuhäufig beobachtet werden.

Der Hornblendeschiefer zeigt manchmal die Spuren starker Druckwirkungen, und man findet ganz krummschalig gebogene und mit glatten und glänzenden Rutschflächen versehene Vorkommnisse, die durchaus nicht mehr an ein früher ebenflächig schiefriges Gestein erinnern. Präparate von solch gepreßtem Material lassen schon makroskopisch hervortretende Windungen erkennen, die sich unter dem Mikroskop in ein Gewirr schmaler Hornblendesälchen auflösen. Von letzteren löschen viele undulös aus; andere aber werden überhaupt bei keiner Stellung völlig dunkel, sondern besitzen auch im Maximum der Auslöschung noch ein deutliches Grün; wieder andere löschen fleckig aus, d. h. sie haben nur einzelne Stellen, die nie ganz dunkel werden. Größere Hornblendeindividuen derartig beeinflussten Gesteines besitzen oft einen großen Reichtum an Flüssigkeitseinschlüssen. Diese sind entweder regellos verteilt oder bilden ungefähr parallele, quer zur Längsachse der Hornblende verlaufende gerade Züge, die oft in großer Zahl auftreten. In einer 0·4 mm langen Amphibolsäule wurden zum Beispiel 14 solche Reihen gezählt. — Da der normale, nicht dynamisch beeinflusste Hornblendeschiefer nur wenig Flüssigkeitseinschlüsse besitzt, ist vielleicht der Schluß berechtigt, daß ihr reichliches Vorhandensein in dem gepreßten Gesteine mit Druckwirkungen in Beziehung zu bringen ist.

Bei der Verwitterung liefert die dem Strahlsteine verwandte Hornblende als Endprodukt Calcit, und in günstigen Präparaten lassen sich alle Stadien dieses Prozesses verfolgen, dessen Anfang die Wegschaffung des Eisengehaltes ist. Je nachdem letzterer ganz oder erst teilweise verschwunden ist, sehen die Hornblenden farblos oder gelblich aus und sind unpleochroitisch geworden. Nun setzt die Ausscheidung von Calcit ein. Dadurch werden die Amphibole in schmale Fasern oder zackige Streifen zerlegt, die noch durch gleichzeitige Auslöschung und gleichartiges Polarisieren ihre Zugehörigkeit zu einem Individuum beweisen. Gelegentlich befindet sich innerhalb einer Calcitpartie ein noch nicht ganz umgewandelter Hornblenderest, der mitunter sogar noch grün gefärbt ist und der beweist, eine wie verschiedene Empfänglichkeit selbst auf so engen Raume gegenüber den Verwitterungseinflüssen besteht, jedenfalls veranlaßt durch kleine Schwankungen in der chemischen Zusammensetzung.

In stark zersetztem und weitgehend dynamisch beeinflusstem

Hornblendeschiefer treten auffallend viel pleochroitische Höfe auf, von denen in einem Gesichtsfelde von 0·8 mm Durchmesser zum Beispiel gegen 20 gezählt wurden, und ein Amphibolsäulchen von 0·15 mm Länge zeigte drei pleochroitische Höfe. Die größten haben einen Durchmesser von 0·08 mm, die kleinsten einen solchen von etwa 0·02 mm. Die meist vollkommen kreisrund, um längliche Einschlüsse auch oval gestalteten pleochroitischen Höfe sind dunkel- bis schwarzgrün gefärbt, und sie verschwinden bei keiner Stellung vollständig, sondern besitzen auch im Minimum der Absorption noch ein lebhaftes Grün. Manche Höfe haben einen fast unmerklichen Pleochroismus. Die sichere Entscheidung über die Natur ihrer zentralen Interpositionen wird durch ihre dunkle Färbung erschwert, besonders wenn diese noch dazu mit einer kaum wahrnehmbaren Aufhellung verbunden ist. In einigen Fällen aber sind Zirkonkriställchen als Einschlüsse wohl erkennbar. Ob jedoch die winzigen abgerundeten Körnchen, die in anderen auftreten, Zirkon- oder Epidotpartikelchen sind, läßt sich nicht entscheiden. Meist ist nur eine zentral gelegene Interposition vorhanden, mitunter aber zwei, sogar drei. In einigen Fällen beobachtet man zwei exzentrische Einschlüsse, die so liegen, daß ihre Verbindungslinie einem Durchmesser des pleochroitischen Hofes entsprechen würde. Wenn, wie bisweilen zu beobachten ist, sich ein Einschluß gerade am Rande einer Hornblendesäule befindet, so ist nur ein halbkreisförmiger Hof entstanden. Ziemlich häufig aber ist überhaupt kein Einschluß zu sehen. Zur Erklärung hierfür ist bekanntlich angenommen worden, der Einschluß liege entweder dennoch versteckt darunter, oder der Schliß sei so geführt, das er entfernt wurde<sup>1)</sup>.

Da der normale Hornblendeschiefer wenig pleochroitische Höfe enthält, das gepreßte und verwitterte Gestein aber auffallend reich an ihnen ist, erscheint vielleicht der Schluß berechtigt, daß ihre Entstehung durch Druckwirkungen und Verwitterungseinflüsse begünstigt wird.

Durch den Reichtum zersetzten Hornblendeschiefers an pleochroitischen Höfen erfährt also die Annahme Romberg's, nach der sie auf ein Verwitterungsprodukt oder eine chemische Verbindung des Einschlusses zurückzuführen sind, eine Bestätigung<sup>2)</sup>. Die Erscheinungen, daß manche Höfe überhaupt keine Interposition erkennen lassen, daß ferner um größere und scharfflächig umgrenzte Einschlüsse Höfe mit einem verhältnismäßig geringen, um kleine abgerundete Körnchen aber solche mit einem relativ viel größeren Durchmesser liegen, würden dann nur verschiedene Stadien des Prozesses sein, den Romberg annimmt. Seine Erklärung würde zugleich verständlich machen, warum in der Regel nur in größeren Höfen kein Einschluß sichtbar wird, der sich in kleinen fast immer vorfindet.

Am Schlusse dieses Abschnittes mag noch hervorgehoben werden, daß auf keinen Fall an eine Entstehung des Hornblendeschiefers aus

<sup>1)</sup> Zirkel, Lehrbuch der Petrographie. 2. Aufl. 1898, I. 92.

<sup>2)</sup> Neues Jahrb. f. Min., Beilageband VIII. 354.

Malakolithfels gedacht werden kann, wogegen übrigens auch die mehrfache Wechsellagerung mit dem gleich zu besprechenden Feldspatamphibolit sprechen würde.

### 3. Der Feldspatamphibolit.

Nach der Art des Amphibols, der entweder ein Zwischenglied zwischen der gemeinen grünen Hornblende und dem Aktinolith oder eigentliche gemeine grüne Hornblende ist, lassen sich hier zwei Varietäten von Feldspatamphibolit unterscheiden.

Derjenige mit der gemeinen grünen Hornblende tritt in einer größeren Anzahl von mit den Hornblendeschiefern wechsellagernden Schichten auf, deren Mächtigkeit zwischen 2 cm und 20 cm schwankt. Sein Material sieht im Handstück ziemlich kompakt aus; unter dem Mikroskop aber besitzt es infolge der parallelen Anordnung der Hornblendesäulen eine deutliche Parallelstruktur. Die Hornblende ist an ihren Enden und Rändern oft wie angefressen, so daß förmlich ausgehöhlte und eingebuchtete Querschnitte entstehen, deren Löcher immer mit ungestreiftem Feldspat ausgefüllt sind. Manchmal zeigt sie Zonenbau, der infolge des Farbenunterschiedes einer inneren dunklen und äußeren helleren Schicht schon in gewöhnlichem Lichte zu erkennen ist. In einigen Fällen gelang es, zwischen Kern und Rand Auslöschungsdifferenzen von 4° zu messen. Die Neigung  $c:c$  überschreitet nicht selten 20° und erreichte in einem Falle sogar 26°. Wie die zahlreichen einfach-spitzrhombischen Querschnitte zeigen, tritt an der Hornblende weder das Ortho- noch Klinopinakoid auf. Kleinen Horizontalschnitten fehlen vielfach die charakteristischen Spalt-  
risse. Um Zirkon erscheinen dunkelgrüne pleochroitische Höfe.

Isoliert und in Verwachsungen mit der Hornblende ist sehr reichlich Biotit vorhanden, dessen größere Lappen von Hornblendeleisten oft förmlich durchschnitten werden; und es wurde beobachtet, daß dann die pleochroitischen Höfe des Glimmers mitunter auf eine solche nahe gelegene Amphibolsäule übergreifen. — Der ungestreifte Feldspat, dessen Körner eigentümlich verzahnt ineinandergreifen, ist geradezu übersät mit einer Fülle längerer und kleinster Hornblendemikrolithen und feiner Apatitsäulchen, die alle unter sich und den größeren Hornblenden parallel eingestellt sind. Ihnen gesellen sich zahlreiche runde Apatitkörnerchen, Biotitschüppchen, Quarzkörnerchen und Zirkone bei. Im Gegensatz zu diesem ungestreiften, mit Interpositionen förmlich vollgestopften Feldspat sind die kleinen, ganz untergeordnet erscheinenden Körner eines fein lamellierten Feldspates einschlußfrei. — Das eben besprochene Gestein ist infolge seines reichlichen Biotitgehaltes als Biotit-Feldspatamphibolit zu bezeichnen. In einem Falle ließ sich mikroskopisch ein Übergang desselben in reinen Hornblendeschiefer beobachten, indem Feldspat und Biotit allmählich zurücktraten, Hornblende sich aber immer reichlicher einstellte.

Der Feldspatamphibolit, dessen Hornblende zwischen dem Strahlstein und der gemeinen grünen Hornblende steht, wurde nur einmal gefunden. Außer Amphibol und ungestreiftem Feldspat, welcher die

Füllmasse zwischen ersterem bildet, enthält er noch Chlorit, so daß er ein Chlorit-Feldspatamphibolit genannt werden kann.

Nicht anstehend, sondern nur in Bruchstücken fand ich ein Gestein, dessen Fundstelle mit Sicherheit auf einen Zusammenhang mit den Amphibolgesteinen und speziell mit dem Feldspatamphibolit verweist und das deshalb hier noch besprochen werden muß. — Sein Hauptbestandteil ist eine im Handstück glänzend schwarzgrüne Hornblende, deren Säulen über 1 cm lang werden. Sie ist mit der gemeinen grünen Hornblende identisch. Die Lücken zwischen den Hornblendeleisten sind von Calcit, Orthoklas und Plagioklas

Fig. 8.



Vierfach geknickte Hornblendesäule.

Die im Text angegebene Zerbrechung und Auffaserung ist hier nicht mehr zu sehen.

Zwillingslamellierter Calcit (hell) und darin dunkle Hornblendepartikelchen.

Vergrößerung: 50.

ausgefüllt. Der erstere, am reichlichsten vertreten, enthält isometrisch viereckige, unregelmäßig scharfeckige, auch abgerundete Körnchen eines schwach rötlich-violett gefärbten, wahrscheinlich regulären Minerals, das infolge seiner hohen Lichtbrechung mit deutlichem Relief hervortritt. Seine nähere Diagnose ist nicht möglich. — Der Orthoklas ist immer mit einer solchen Menge kleinster Interpositionen, wohl zumeist Flüssigkeitseinschlüssen, erfüllt, daß er gelblichgrau erscheint und seine Polarisationsfarben mitunter verdeckt werden. Es wurde hier an ihm der ziemlich seltene Fall einer Durchkreuzung zweier Bavenoer Zwillinge beobachtet. Im Gegensatz

zu ihm ist der Plagioklas, von beiden der häufigere, meist vollkommen wasserhell und einschlußfrei. Untergeordnete Bestandteile sind Skapolith, Magnetkies und bis 2 *mm* große Zinkblendeplättchen. Ersterer bildet meist Körner bis fast 1 *mm* Durchmesser, aber auch Individuen mit einigen Kristallflächen. Seine Querschnitte zeigen mitunter eine undeutlich ausgeprägte rechtwinklige Spaltbarkeit, seine Vertikalschnitte Quersprünge nach *oP*. Wie Calcit und Orthoklas enthält er viele, oft geradlinig angeordnete Flüssigkeitseinschlüsse mit Libellen, die in Vertikalschnitten gelegentlich in der Form negativer Kristalle, nämlich in Rechtecken mit deutlichem Überwiegen einer Längsachse, gefunden wurden. Merkwürdigerweise aber sind diese rechteckigen Flüssigkeitseinschlüsse mit ihrer Längsrichtung quer zur Vertikalachse des Skapoliths, also parallel den Sprüngen der Querabsonderung, eingestellt.

Starke Druckwirkungen haben die Hornblende außerordentlich deformiert, sie in schmale Leisten auseinandergestoßen, gebogen, zerbrochen, an den Enden besenartig divergierend aufgefasert. Eine einzige Hornblendesäule hat zum Beispiel eine vierfache Knickung, außerdem eine Zerbrechung und seitliche Auseinanderpressung in schmale Leisten erfahren. (Fig. 3.) Calcit und Feldspate, die infolge des Druckes undulös auslöschten, sind oft übersät von einem dichten Gewirr feiner Mikrolithen und unregelmäßiger Fetzen von Hornblende, die hier nur durch Zermalmung größerer Individuen entstanden sein können, wobei dann allerdings wohl auch Feldspat und Calcit als sekundär gelten müssen. Außerdem beobachtet man kleine rhombisch gestaltete grüne Partikel. Sie liegen immer in direkter Nähe zerquetschter grüner Partien, die sich durch die im Innern noch erhaltene charakteristische Spaltbarkeit als Hornblendequerschnitte zu erkennen geben. Es sind also infolge des Druckes Amphibole in die durch die Spaltbarkeit gleichsam vorgezeichneten Teilstücke zerpreßt worden, deren Querschnitte dann die erwähnten rhombischen Partikel geliefert haben. In den aufgefaserten Hornblenden haben sich Calcit, Plagioklas und Orthoklas angesiedelt, welche auch die durch Pressung entstandenen Spalten mit einem dichten Aggregat ausfüllen.

#### 4. Der Chloritschiefer.

Der nur in einer einzigen 3—4 *cm* mächtigen Schicht gefundene schuppig-schieferige, weiche Chloritschiefer besteht aus einer kleinschuppigen und aus einer großschuppigen Lage, deren Individuen schon makroskopisch unterscheidbar sind. Übergänge bestehen nicht zwischen beiden Lagen. Abgesehen vom Größenunterschiede ist der grüne Chlorit in beiden Varietäten identisch. Seine dicht lamellierten Vertikalschnitte sind gut pleochroitisch (*a* und *b* grün, *c* gelblich bis fast farblos) und zeigen die üblichen blauen Polarisationsfarben, wogegen die Horizontalschnitte unpleochroitisch sind und fast keine Farbenercheinungen erkennen lassen. Immer ist der Chlorit optisch negativ. Dieses Verhalten sowie die lavendelblauen Polarisationsfarben würden gegen seine Natur als Klinochlor sprechen. Gemeinsam ist

beiden Varietäten des Chloritschiefers das massenhafte Auftreten von farblosem Epidot, welcher den ebenfalls vorhandenen Zoisit weit überwiegt, so daß also ein Epidot-Chloritschiefer vorliegt. Aber die Ausbildung der genannten Mineralien ist in den beiden Lagen verschieden; denn während sie in dem großschuppigen Gesteine nur in kleinen Körnern auftreten, die nie Spaltbarkeit erkennen lassen, erscheint in der kleinschuppigen Varietät der Epidot sowohl in Körnern als auch in leistenförmigen Schnitten mit feinen Spaltrissen nach  $oP$ , der Zoisit in längeren Leisten mit Spaltrissen und Querabsonderung. Um kleine Epidotpartikelchen zeigen sich im Chlorit sehr häufig pleochroitische Höfe, die sich aber nur in Vertikalschnitten aufhellen. Der kleinschuppige Chloritschiefer enthält außerdem noch vereinzelt größere Zirkonkörner, verstreute Säulchen einer ganz blaßgrünen, kaum merklich pleochroitischen und einer dunkelgrünen und kräftig pleochroitischen Hornblende, welche in der anderen Varietät nicht gefunden wurden.

Oberhalb des Wildner'schen oder oberen Bruches wurde — aber nur in Bruchstücken auf einer kleinen Halde — ein Gestein gefunden, das als

#### Tremolitschiefer

bezeichnet werden soll. Da es nach seiner Fundstelle nur in eine Beziehung zum Komplex der hangenden Gesteine gebracht werden kann, soll es hier anhangsweise noch besprochen werden.

Unter den Bestandteilen dieses Tremolitschiefers wiegen Tremolit, ein farbloser Glimmer und Graphit vor. Außerdem enthält es — die Reihenfolge soll das ungefähre geschätzte Mengenverhältnis angeben — Magnetkies, Korund, Spinell, Apatit, eine serpentinöse Masse, Karbonat, Sillimanit. — Das ausgezeichnet schiefrige Gestein zeigt einen Wechsel von etwa 1 cm dicken hellen oder Tremolitlagen und von dunklen graphitischen Lagen. Die ersteren lassen makroskopisch außer dem hell seidenartig glänzenden Tremolit, dessen Individuen bis 1 cm lang werden, noch reichlichen Magnetkies erkennen; an den letzteren sieht man makroskopisch ebenfalls Magnetkies, aber nur einzelne kleinere Tremolitsäulen.

Der Tremolit, der weitaus überwiegende Bestandteil der hellen Lagen, erscheint unter dem Mikroskop in langen farblosen Säulen, die nie Endflächen besitzen und meist in paralleler Erstreckung nebeneinander liegen. Sie zeigen stets zahlreiche prismatische Spaltrisse und Querabsonderung. Die Neigung  $c:c$  beträgt im Durchschnitt 15—18°, doch wurden auch Auslöschungsschiefen von 19° und 20° gemessen. Die meisten Tremolitsäulen sind reich an Einschlüssen: Korundkörnchen, Apatite, Magnetkieskörnchen, Graphitblättchen und Karbonat; außerdem sind sie noch mit einer grauen, staubfeinen Verunreinigung manchmal dicht erfüllt. Die Lücken zwischen den Tremolitleisten sind in den hellen Lagen von Glimmer, Magnetkies und Graphit ausgefüllt, zu denen sich stellenweise die Serpentinmasse, ein Aggregat feiner Karbonatpartikel, wohl Calcit, und Sillimanit hinzugesellen. Der Glimmer, der mit dem schon mehrfach angeführten

farblosen, optisch positiven Glimmer identisch ist, tritt in diesen Zwischenräumen in großen Blättern auf, während er in den graphitischen Lagen, in denen er den Hauptbestandteil ausmacht, ein dichtes Gemenge von kleinen Schüppchen bildet, die schmale leistenförmige Vertikalschnitte geliefert haben.

Der Graphit ist nächst dem Glimmer der zweithäufigste Gemengteil der dunklen Lagen, die ihm ihre Farbe verdanken. Bekanntlich erscheint der gesteinsbildende Graphit meist in ganz unregelmäßigen Formen, zeigt aber nicht selten in quarzreichen Gesteinen und auch körnigen Kalken kristallographische Umgrenzung. Im vorliegenden Falle hingegen entwickelt er gut begrenzte Individuen, nämlich sechsseitige Tafelchen, in einem Gesteine, das keine Spur von Quarz enthält. Mitunter sind freilich nur einige Flächen voll entwickelt. Auch leistenförmige Vertikalschnitte lassen sich beobachten. Die Hauptmasse des Graphits allerdings besteht auch hier aus runden Blättchen und regellos begrenzten Schüppchen und Flitterchen. Die Angabe von Weinschenk, daß Rutil das „charakteristischste Begleitmineral“ des Graphits sei, kann für dieses Graphitvorkommen nicht bestätigt werden<sup>1)</sup>. Vielmehr fehlt Rutil hier vollkommen.

Der Magnetkies besitzt im Tremolitschiefer im Gegensatz zu seinem Auftreten in der Einlagerung des oberen Bruches und im Glimmerkalkstein nie eine Andeutung kristallographischer Begrenzung, erscheint vielmehr immer nur in Körnern und zerfetzten Lappen. Er schließt Glimmer, zahlreiche Graphitblättchen und manchmal Tremolit ein. — Ein reichlich vorhandenes, stark lichtbrechendes, aber schwach doppelbrechendes und stets wasserhelles Mineral erwies sich bei einer speziellen Untersuchung als Korund; denn es wurde von Säuren, auch von  $HF$ , nicht angegriffen, färbte sich beim Glühen mit Kobaltsolution blau und ritzte den Topas ganz deutlich. Der Korund kommt meist in einzelnen Körnchen vor, die aber auch gelegentlich kleine Anhäufungen bilden. Nur selten läßt sich eine Andeutung gesetzmäßiger Ausbildung konstatieren, die sich dann in annähernd prismatischen Formen ausspricht, welche eine Art Querabsonderung zeigen. Die Körner dagegen besitzen nur ganz unregelmäßig verlaufende Sprünge. Der Dünnschliff ließ gar nicht ahnen, in wie reichlicher Menge Korund in dem vorliegenden Gesteine auftritt; erst die Isolierung mit  $HF$  gab davon einen deutlichen Begriff.

In annähernd demselben Mengenverhältnis wie Korund tritt ein grüner Spinell in Körnern auf. Er kommt wie dieser, mit dem er übrigens öfters in Verwachsungen erscheint, in einzelnen Individuen und kleinen Anhäufungen vor. Der reichlich vorhandene Apatit bildet bis 0.15 mm lange, meist gedrungene, entweder gut begrenzte oder mangelhaft entwickelte Säulen mit basischer Absonderung, die bisweilen Magnetkieskörnchen einschließen. — Über die Natur des Mutterminerals des gelblich oder grünlich gefärbten, seltener farblosen Serpentin, der in kleinen Aggregaten und größeren Partien vorkommt, ist kein Aufschluß zu erlangen. Eine an und für sich mögliche Entstehung aus

<sup>1)</sup> Weinschenk, Die gesteinsbildenden Mineralien. 58. Freiburg im Breisgau 1901.

Tremolit, die für den früher beschriebenen flaschengrünen Serpentin mit Sicherheit nachgewiesen ist, erscheint hier wohl deshalb ausgeschlossen, weil der Serpentin oft direkt neben und zwischen ganz frischen Tremolitsäulen liegt. — Der Sillimanit tritt als Haufwerk und Büschel feiner Nadelchen auf, die sich auch durch ihren optisch positiven Charakter als Sillimanit zu erkennen geben.

Es soll nun noch eine Vergleichung der zweierlei Lagen dieses Gesteines in bezug auf ihren Mineralgehalt vorgenommen werden. Daß Tremolit der Hauptbestandteil der hellen Lagen ist, Glimmer und Graphit in den dunklen Lagen vorwiegen, ist bereits hervorgehoben worden. Ferner wurde schon auf die verschiedene Ausbildung des Glimmers in den wechselnden Lagen hingewiesen. Der Tremolit, der in den hellen Schichten als lange Säulen ausgebildet ist, erscheint in den dunklen nur vereinzelt in kurzen schmalen Leisten, die aber ebenfalls sehr einschlußreich sind. Magnetkies, Serpentin und Sillimanit sind in ungefähr gleichen Mengen verteilt. Dagegen fehlt den graphitischen Lagen das Karbonat, während Apatit umgekehrt fast auf sie beschränkt ist und sich in den hellen Lagen nur hin und wieder an den Einschlüssen im Tremolit beteiligt. Das vom Apatit Gesagte gilt auch vom Korund. Die grünen Spinelle sind zwar in den graphitischen und Tremolitlagen vorhanden, aber in verschiedener Größenausbildung; denn während sie in ersteren nur kleine Körnchen bilden, erscheinen sie in letzteren in Individuen, die bis 0.31 mm groß werden.

### Das Liegende des Kalksteines.

Aus den schon am Anfange dieses Teiles angeführten Gründen läßt sich gegenwärtig nicht mehr bestimmen, ob der liegende Malakolithfels ebenfalls in Hornblendeschiefer übergeht. Die Angaben von Jokély, welcher allgemein „Amphibolgesteine“, und von Roth, der „Hornblendeschiefer“ als Liegendes bezeichnet, machen es aber wahrscheinlich. So kann jetzt auch nicht mehr mit Sicherheit festgestellt werden, ob es der Malakolithfels oder Hornblendeschiefer war, dessen Gehalt an Magneteisen einst ausgebeutet wurde<sup>1)</sup>. Höchstens darf nach Analogie des Hangenden vermutet werden, daß auch hier ersterer die erzführende Partie gewesen ist. Außer Magneteisen sind nach Jokély im Liegenden „angeblich ebenfalls Blenden und Kiese“ vorgekommen.

Endlich soll noch auf den am

Hundshübel anstehenden Hornblendeschiefer kurz eingegangen werden. Auch er ist aus einer zwischen der gemeinen grünen Hornblende und dem Strahlsteine stehenden, meist ebenfalls sehr feinstrahligen Hornblende zusammengesetzt. Vom Hornblendeschiefer des Kalkberges unterscheidet er sich durch seinen Epidot- und Granatreichtum. Epidot, der im Hornblendeschiefer des Kalkberges nur in einzelnen farblosen Körnchen auftritt, erscheint

<sup>1)</sup> Siehe die geschichtlichen Bemerkungen am Schlusse der Arbeit.

hier außerordentlich zahlreich in gelben und deutlich pleochroitischen Individuen, denen sich untergeordnet Zoisit und vereinzelt Zirkone beigesellen. Mitunter ist der Epidot sogar zu 2—3 cm mächtigen gelben Lagen angehäuft, in denen die Hornblende vollständig zurückgedrängt ist. Es entsteht also der sogenannte gebänderte Epidot-Amphibolschiefer.

Ein nur mikroskopischer roter Granat, der im Hornblendeschiefer des Kalkberges überhaupt nicht gefunden wurde, erscheint hier stellenweise so häufig, daß es lokal zur Bildung eines Granat-Hornblendeschiefers kommt. Seine Körner und Kristalle (Rhombendodekaeder) sind gewöhnlich nach einer Richtung etwas gestreckt und alle parallel dieser Streckung, welche mit der Längsrichtung der Hornblendesäulchen zusammenfällt, angeordnet. Die höchstens 0.09 mm großen Granatindividuen, die meist keine Sprünge besitzen, sind vielfach lagenweise angehäuft, und zwar in solchen Mengen, daß zum Beispiel in einem Gesichtsfelde von 0.8 mm Durchmesser gegen 200 gezählt wurden. Außer Epidot, der aber im Vergleich zur vorigen Varietät hier sehr zurücktritt, enthält der Granat-Hornblendeschiefer noch etwas Calcit und ebenfalls vereinzelt Zirkone.

## B. Der Glimmerschiefer.

Der Glimmerschiefer ist nur auf der Ostseite des Kalkberges in beschränktem Maße anstehend zu beobachten. Seine Mächtigkeit kann nicht festgestellt werden. Er enthält schmale Quarzgänge. Schon die makroskopische Betrachtung läßt ihn als Lagenglimmerschiefer erkennen, indem er aus dunklen Glimmerlagen und hellen Quarzlagen besteht, die, mitunter außerordentlich dünn, regelmäßig miteinander abwechseln. Auf dem Querbruche zeigt er gelegentlich eine zarte parallele Fältelung seiner Lagen. Unter dem Mikroskop erweisen sich die dunklen Lagen fast immer als eine Anhäufung von Biotit und Muscovit (also Zweiglimmerschiefer).

Der Biotit bildet meist kleinere Schüppchen, seltener auch größere Lappen. Er ist vielfach gänzlich in einen grünen pleochroitischen Chlorit mit lavendelblauen Polarisationsfarben umgewandelt. Es lassen sich ferner die auch sonst beobachteten Erscheinungen wahrnehmen, daß innerhalb einer Chloritpartie eine noch ganz frische Biotitlamelle liegt oder daß eine Biotitleiste nur in ihrem Innern chloritisiert ist, ihre Ränder aber völlig unangegriffen geblieben sind. Die Horizontalschnitte dieses sekundären Chlorites zeigen vielfach feine und mitunter recht lange, aber auch kürzere und breitere Rutilnadelchen, die oft büschelförmig angeordnet und so eingelagert sind, daß sie sich unter einem Winkel von 60° schneiden. Da dieser sogenannte Sagenit in den Biotittäfelchen möglichst frischen Glimmerschiefers nicht beobachtet wurde, muß er hier wohl als sekundäres Produkt bei der Chloritisierung des Biotites aufgefaßt werden, dessen Gehalt an  $TiO_2$  seine Entstehung veranlaßte.

Im Gegensatz zum Biotit kommt Muscovit, ungefähr in

gleicher Menge wie dieser vorhanden, fast immer in größeren Blättern vor, deren oft breite leistenförmige Vertikalschnitte die Glimmerlagen vielfach quer durchsetzen. Mit Biotit ist in manchen Präparaten ein im Querschnitt zitronengelbes, im Vertikalschnitt gelblichgrünes Chlorit- oder Glimmermineral verwachsen, das als primär gelten muß.

Die rundlich einander stoßenden Quarzkörner enthalten zahlreiche Interpositionen: Flüssigkeitseinschlüsse, Biotit-, Muscovit- und Chloritschüppchen, Apatitnadelchen und Zirkonkriställchen. Feldspat fehlt dem Glimmerschiefer gänzlich; dagegen erscheinen accessorisch Turmalin, Andalusit, Zirkon (meist Körner) und sechsseitige Täfelchen von Eisenglanz, die manchmal unter Erhaltung ihrer Form in Eisenocker umgewandelt sind. Der grünliche Turmalin kommt außer in schlanken, bis 0.14 mm langen Säulchen, die gelegentlich durch verschiedene Entwicklung an ihren Enden ihre hemimorphe Natur verraten, auch in sehr gedrunghenen Säulchen vor, die 2—3 mal breiter als die vorigen, aber nur wenig länger als breit sind. Er schließt schwarze Körnchen und Glimmerschüppchen ein. Der etwas reichlicher als Turmalin auftretende Andalusit bildet auch hier wie in der Einlagerung des oberen Bruches kurze und dicke Säulchen, die aber vielfach recht unvollkommen entwickelt sind und deshalb dann nur unregelmäßig begrenzte Querschnitte liefern. Er ist stets farblos und enthält wie Turmalin Einschlüsse von runden Glimmerschüppchen und dunklen Körnchen, die gewöhnlich zentral angehäuft sind.

Wie es scheint, kommen außer den aus Biotit, respektive Chlorit, Muscovit und dem gelben Chlorit- oder Glimmermineral zusammengesetzten Lagen auch solche vor, die nur aus Biotit bestehen.

### C. Der Gneisglimmerschiefer.

Der Glimmerschiefer geht nach oben in ein Gestein über, in dem Biotit und das gelbe Chlorit- oder Glimmermineral allmählich verschwinden; dafür aber stellen sich kleine runde Körner und Linsen von Orthoklas, ein und es entsteht also der Gesteinstypus, den man als Gneisglimmerschiefer bezeichnet (Feldspatglimmerschiefer). Im Anstehenden sind diese Übergänge allerdings auf keiner Seite des Kalkberges zu verfolgen, aber die zahlreich vorhandenen Bruchstücke ergeben mit aller Bestimmtheit, daß sie existieren. Die untersten Partien des Gneisglimmerschiefers sind, wie Bruchstücke beweisen, ausgezeichnet schiefrig. Nach dem höheren Hangenden zu aber, in dem die erst nur vereinzelt auftretenden kleinen Orthoklase größer werden und sich immer zahlreicher einstellen, wird das Gefüge allmählich minder vollkommen parallel, und der helle Gneisglimmerschiefer, der auf der Höhe des Berges in einigen kleinen Kuppen noch ansteht, zeigt dieses Verhalten in noch höherem Grade. Das eben erwähnte Gestein wird sowohl parallel als auch quer zu seiner Streichrichtung von 20—30 cm mächtigen Quarzgängen durchzogen, die das Auftreten von kopfgroßen und noch größere Dimensionen erreichenden Quarzblöcken auf den Abhängen des Kalkberges erklären. Außer den Quarzbruchstücken finden sich auf den Bergabhängen und

den anstoßenden bebauten Feldern zahlreiche Bruchstücke des hellen Gneisglimmerschiefers selbst.

Unter dem Mikroskop gibt sich der eigentliche Gneisglimmerschiefer — von den Übergangsgliedern soll abgesehen werden — als ein Gemenge von vorwiegendem Quarz und Orthoklas zu erkennen, zu denen Muscovit und grüner Chlorit als weitere Bestandteile treten. Plagioklas fehlt vollständig. Außer dem Biotit des eigentlichen Glimmerschiefers werden hier auch dessen accessorische Gemengteile Andalusit und Turmalin gänzlich vermißt; dafür aber erscheinen Korund und zahlreiche größere Zirkone.

Die meist runden bis linsenförmigen, selten eckigen Orthoklas-körner, vielfach von Spaltrissen durchsetzt, werden allseitig von einem Saume von Chlorit- und Muscovitschüppchen umschmiegt, in dem bald das eine, bald das andere Mineral vorwiegt. Dadurch, daß der Saum sich meist nach zwei entgegengesetzten Seiten auskeilt, entsteht eine deutlich ausgeprägte mikroskopische Augenstruktur. Die bis 3 mm großen Feldspate sind in allen Fällen förmlich vollgestopft von einem gelblichen Staube, dem sich Muscovitschüppchen, Zirkonkriställchen und Apatitnadelchen beigesellen; und sie sind infolge ihrer dichten Bestäubung, welche meist die Polarisationsfarben völlig verdeckt, im Präparat schon mikroskopisch als hellgraue Stellen deutlich zu unterscheiden. Nur in einem einzigen Falle wurde eine Verzwilligung des Feldspates, und zwar nach dem Bavenoer Gesetz ( $2P\infty$ ) beobachtet. Der Quarz zeichnet sich ebenfalls durch großen Reichtum an Einschlüssen aus, unter denen Chlorit- und Muscovitschüppchen, feine Apatitsäulchen, Zirkonkriställchen, dunkle Mikrolithen, Gasporon und Flüssigkeitseinschlüsse zu erkennen sind. Die beiden letzteren Arten von Interpositionen, besonders die runden, ovalen oder schlauchförmig ausgezogenen und mannigfach verästelten Flüssigkeitseinschlüsse, sind oft so gehäuft, daß der Quarz stellenweise getrübt wird. Die um die Orthoklase den Saum bildenden Mineralien Muscovit und Chlorit kommen auch sonst regellos verstreut in den Schliften vor. Der grüne Chlorit ist hier im Gegensatze zu seinem Auftreten im Glimmerschiefer ein primärer Gemengteil.

Der accessorische Korund bildet meist bis 0.2 mm große, gewöhnlich von unregelmäßigen Sprüngen durchzogene Körner, erscheint aber auch in kleinen sechsseitigen Tafelchen. In biotithaltigen Übergangsgliedern vom Glimmerschiefer zum Gneisglimmerschiefer wurden kleine Biotitschüppchen als Einschlüsse in ihm gefunden. Der Zirkon tritt in abgerundeten Formen, aber auch in scharf entwickelten Kristallen mit Prisma und Pyramide auf. Seine Größe ist eine für ein derartiges Gestein manchmal recht bedeutende. So wurde zum Beispiel ein 0.21 mm langer und 0.09 mm breiter Kristall gemessen, an dem im Gegensatze zu den ebenfalls vorhandenen schlankeren Individuen die im Verhältnis zur Breite recht geringe Länge auffällt. Der Zirkon beherbergt mancherlei infolge seiner hohen Lichtrechung aber nicht näher bestimmbare Einschlüsse. In schiefrigen Vorkommnissen des hellen Gneisglimmerschiefers wurden nicht selten sechsseitige Tafelchen von Eisenglanz, manchmal recht groß, gefunden.

In direkter Nähe des auf der Berghöhe anstehenden Gesteines

fanden sich Blöcke, die eine Verbindung von hellem und rotem Gneisglimmerschiefer zeigten und es wahrscheinlich machen, daß letzterer, ebenfalls von minder vollkommener Parallelstruktur, untergeordnete Einlagerungen in ersterem bildet. Nach Analogie dieses Vorkommens kann geschlossen werden, daß die in tieferen Horizonten vielfach gefundenen roten, deutlicher schiefrigen Bruchstücke gleichfalls auf untergeordnete Einlagerungen in tiefer gelegenen ausgeprägter schiefriger Schichten von hellem Gneisglimmerschiefer verweisen.

Die Farbe dieses roten Gneisglimmerschiefers rührt von massenhaft eingelagertem Eisenglanz her, der in großen unregelmäßigen Lappen, sechsseitigen Tafelchen, kleinen Schüppchen und zusammenhängenden Häuten, welche die Quarzkörner voneinander abgrenzen, vorkommt. Dieses rote Gestein hat mit der hellen Varietät das Auftreten von dichtbestäubtem Orthoklas, von Muscovit, Zirkon, Korund und den großen Einschlußreichtum der Quarze gemeinsam, ferner das Fehlen von Biotit, Andalusit, Turmalin und Plagioklas. Auch er besitzt die mikroskopische Augenstruktur. Aber die Feldspate werden in ihm nicht von einem Chlorit-Muscovitsaum, sondern von einem Hämatit-Muscovitsaum umschmiegt. Durch den fast gänzlichen Mangel an Chlorit und durch die große Menge seines Eisenglanzes unterscheidet sich dieser rote Gneisglimmerschiefer von dem hellen. Die schiefrige rote Varietät besitzt infolge der lagenweisen Anhäufungen von vorwiegendem Eisenglanz und untergeordnetem Muscovit, die regelmäßig mit quarzreichen Lagen abwechseln, eine deutliche Parallelfstruktur, welche die ausgezeichnete Schieferung veranlaßt.

#### D. Der gestreifte Gneis.

Die Bruchstücke des gestreiften Gneises, der sich auf der Südseite zwischen den Kalkberg und den südlicher angrenzenden Granit in einer schmalen Zunge einschiebt, befinden sich meist in einem sehr zersetzten Zustande, der sich schon makroskopisch durch die zahlreichen Muscovitblättchen verrät, mit denen sie überstreut sind. Auf dem Querbruche erscheinen oft bis  $\frac{1}{2}$  cm große Orthoklaskörner. Sie sind unter dem Mikroskope ebenso wie der spärlicher vorhandene Plagioklas stets sehr unfrisch und enthalten filzige Aggregate kleiner sekundärer Muscovitschüppchen. Außerdem treten aber auch größere, offenbar primäre Muscovitblätter auf, die meist mit einem grünen, lavendelblau polarisierenden Chlorit verwachsen sind, der, wie Übergänge und die eingelagerten Rutilnadelchen beweisen, das Umwandlungsprodukt von Biotit ist. Es handelt sich also um einen Zweiglimmergneis.

In etwas weniger verwitterten Bruchstücken ist der Biotit mitunter noch frisch und besitzt außerordentlich kräftigen Pleochroismus, der zwischen völlig dunkel und hellgelblich wechselt. Er tritt vielfach, und dann immer in Verbindung mit feinkörnigem Quarz, der sehr schön die sogenannte Pflasterstruktur zeigt, in einem dichten Gewirr kleiner Schüppchen auf. Außerdem kommen aber, sogar in demselben Schiffe, auch größere Quarzkörner mit rundlicher Begrenzung vor, die

sehr einschlußreich sind. Accessorisch erscheinen Korund, Zirkon, Eisenglanz und andere opake Eisenerzkörnchen. Der Korund bildet bis 0·42 mm große, von unregelmäßigen Sprüngen durchzogene Körner, die Flüssigkeitseinschlüsse und Biotitschüppchen beherbergen.

### Genetische Auffassung.

Wenn nun noch etwas über die Entstehung des Kalkkomplexes und der zugehörigen kristallinen Silikatgesteine ermittelt werden soll, so ist zunächst der Gedanke, es könnte sich um umgewandelte ursprüngliche Eruptivmassen handeln, gänzlich ausgeschlossen. So bleibt nur übrig, an ehemalige Sedimente zu denken, die entweder durch Regional- oder Kontaktmetamorphose umgewandelt worden sind. Da sich nun südlich vom Kalkberge, nur durch die schmale Zunge des zuletzt besprochenen gestreiften Gneises von ihm getrennt, eine gewaltige Granitmasse <sup>1)</sup> erstreckt, liegt es nahe, der letzteren Annahme den Vorzug zu geben und die Entstehung des Kalkkomplexes und seiner Nebengesteine auf eine von diesem Granit ausgehende Kontaktmetamorphose zurückzuführen.

Es wäre nun zu erwarten, daß in erster Linie der gestreifte Gneis Kontaktwirkungen zeigen müßte, und als solche sind wohl auch die deutliche Pflasterstruktur seines kleinkörnigen Quarzes und die damit verbundene eigentümlich kleinschuppige Ausbildung des Biotites, welche beide ganz den Anblick gewähren wie im kontaktmetamorphen sogenannten Quarzglimmerfels, aufzufassen. Ferner kann vielleicht auch das Auftreten der bis 0·42 mm großen Korundkörner im Gneis als eine Folge der granitischen Einwirkung gedeutet werden, um so mehr, als ja bekanntlich der Korund nicht zu den gewöhnlichen Accessorien eines Gneises, besonders nicht in dieser Größe, gehört. Daß der Gneiß nicht noch mehr Merkmale einer Kontaktmetamorphose besitzt, rührt wohl auch mit daher, daß er überhaupt nicht besonders empfänglich für ihre Einflüsse ist. Außerdem ist zu bedenken, daß das gesamte für die Untersuchung zugängliche Gneismaterial nur in Lesestücken besteht.

Wichtiger ist es, den Kalkkomplex selbst und seine hangenden Gesteine zu prüfen, ob und was für Merkmale sie besitzen, die für Kontaktmetamorphose sprechen könnten. Die Struktur des Kalksteines kann dabei außer acht gelassen werden, da sie kein entscheidendes Kriterium mehr sein kann, seit Weinschenk <sup>2)</sup> für den kontaktmetamorphen Tiroler Marmor die sogenannte verzahnte Struktur nachgewiesen hat, die Vogt <sup>3)</sup> nur für regionalmetamorphen Kalkstein in Anspruch nahm, während in kontaktmetamorphem die Kalkspat-

<sup>1)</sup> J o k é l y beschreibt diesen Granit im Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. X, pag. 375 und scheidet ihn infolge seines weißen Orthoklases von dem sogenannten „Granitit“, der durch die Führung von fleischrotem Orthoklas charakterisiert ist. (Siehe darüber denselben Band des angegebenen Jahrbuches, Seite 370.)

<sup>2)</sup> Weinschenk, „Die Tiroler Marmorlager“. Zeitschrift für praktische Geologie, 1903, Heft 4.

<sup>3)</sup> Vogt, „Der Marmor in bezug auf seine Geologie, Struktur und seine mechanischen Eigenschaften“. Zeitschrift für praktische Geologie, 1896, 4 und 43.

körner (nach Vogt) mit verhältnismäßig ebenen Konturen aneinanderstoßen sollten. Dagegen kann wohl der stellenweise sehr bedeutende Accessorienreichtum des Kalksteines im Sinne von Kontaktmetamorphose gedeutet werden. Es ist hierbei zum Beispiel die reichliche Olivinführung und der Granatgehalt der schwarzen und grünen Bänder und der Pyroxengehalt eines Teiles der ersteren zu erwähnen; und vielleicht kann angenommen werden, daß es sich bei den Olivinen der dunklen Bänder, die bei ihrer Serpentinisierung im Gegensatz zu anderen kein Eisenerz ausgeschieden haben, um Forsterit handelt, der bekanntlich in kontaktmetamorphem Kalkstein auftritt. Ferner kommen der bedeutende Pyroxenreichtum des Pyroxenkalksteines und dessen Pyroxen, Biotit, Klinozoisit und Epidot führende dunkle Mineralkombinationen in Betracht. Auch ist an den reichlichen Pyroxen und Apatit des Glimmerkalksteines, besonders aber an dessen Plagopit zu denken, den Weinschenk als ein „typisches Mineral kontaktmetamorpher Kalke“ bezeichnet<sup>1)</sup>. Endlich muß auch der in der weißen Hauptmasse des Kalksteines gefundene farblose Granat, grüne Spinell, Olivin und Chondroit erwähnt werden, und besonders ist die mineralreiche Einlagerung des oberen Bruches (zum Beispiel Andalusit, Pyroxen, Rutil, Turmalin, grüner Spinell, Korund) nicht zu vergessen.

Auch die hangenden Gesteine bieten manche Erscheinungen dar, die mit Kontaktmetamorphose zusammenhängen dürften. Es sei erinnert an die roten granatreichen Flecken des Malakolithfels, an die von Blumrich in demselben Gesteine gefundenen braunen Granaten, an den Epidotreichtum des Chloritschiefers und den graphitreichen Tremolitschiefer mit seinem beträchtlichen Gehalt an grünem Spinell, Korund und Apatit.

Es ist nicht unwahrscheinlich, daß der farblose, optisch positive Glimmer, der in der weißen Hauptmasse des Kalksteines, in schwarzen und grünen Bändern, in dem schwarzen Hornblendeserpentin und im Tremolitschiefer gefunden wurde, als Kontaktprodukt aufzufassen ist. Schließlich soll auch noch auf den Turmalin und Andalusit des Glimmerschiefers, auf den Korund des Gneisglimmerschiefers und den außergewöhnlichen Epidot- und Granatreichtum des Hornblendeschiefers am Hundshübel hingewiesen werden.

Es gibt also eine ganze Reihe von Argumenten, die sicher mehr für Kontakt- als für Regionalmetamorphose sprechen und die mit viel Wahrscheinlichkeit gestatten, die Entstehung des Kalkkomplexes und der zugehörigen Gesteine auf eine Kontaktmetamorphose des Granites zurückzuführen, trotzdem ein direkter Kontakt desselben mit den in Betracht kommenden Gesteinen nicht konstatiert werden kann und einige typische Kontaktminerale, zum Beispiel Wollastonit und Vesuvian, nicht gefunden wurden<sup>2)</sup>.

<sup>1)</sup> Weinschenk, „Die gesteinsbildenden Mineralien“. 116. Freiburg im Breisgau 1901.

<sup>2)</sup> Nach Weinschenk fehlen in den „unzweifelhaft kontaktmetamorphen Marmorlagerstätten“ Tirols die „gewöhnlichen Mineralien der Kontaktmetamorphose“. Siehe die schon zitierte Abhandlung.

Den Schluß der Arbeit sollen einige kurze  
**geschichtliche Angaben**

bilden. Wie weit die Gewinnung des Kalksteines zurückreicht, wird sich jedenfalls nicht mehr genau ermitteln lassen. Zippe bringt die unbestimmte Angabe, daß in den Raspenauer Kalksteinbrüchen „seit Jahrhunderten“ schöner, weißer, grüngefleckter Marmor gewonnen und verarbeitet werde<sup>1)</sup>. Die älteste mir bekannt gewordene Nachricht bezieht sich auf das Jahr 1610, in welchem ein bei Raspenau gebrochener „Marmor von weißer Farbe“ für das Mausoleum teilweise verwendet wurde, das Katharina von Rädern ihrem Gemahl in der Friedländer Stadtkirche bauen ließ<sup>2)</sup>. Im Urbarium der Stadt Friedland vom Jahre 1631 wird unter der Rubrik „Kalkofen“ erwähnt, daß sich in Raspenau ein Kalksteinbruch und daneben ein Kalkofen befände<sup>3)</sup>. 1834 sollen nach Zippe „zwei herrschaftliche und fünf den Untertanen gehörige Kalköfen“ in Betrieb gewesen sein<sup>4)</sup>. Sie wurden später durch solche neuer Konstruktion ersetzt, deren es jetzt zwei gibt. Der erste derselben wurde 1851 gebaut. Von den beiden größten gegenwärtig noch betriebenen Brüchen ist der untere oder Ressel'sche (am unteren Ostabhange des Kalkberges gelegen) älter als der obere oder Wildner'sche (am oberen Ostabhange des Kalkberges gelegen), welcher letzterer nach mündlicher Angabe 1865 angelegt worden ist. Jetzt findet der Kalkstein nur noch als Mauer- und Ackerkalk Verwendung.

Die liegenden und vielleicht auch die hangenden Gesteine wurden einst auf Eisenerz ausgebeutet. Zu diesem Zwecke bestand in Raspenau ein sogenannter „Eisenhammer“, dessen Gründung in das Jahr 1521 fällt. Nach verschiedenem Besitzerwechsel fiel das Eisenbergwerk mit der ganzen Herrschaft Friedland an Wallenstein, und es war besonders stark in Betrieb etwa von 1627—1634. Nach Wallensteins Tode ging es in den Besitz des Grafen Matthias Gallas über. 1699 wurde, wie es heißt infolge des Eindringens von Wasser, jedenfalls aber, weil der Ertrag nicht mehr lohnte, die Gewinnung von Eisen aufgegeben. Nachdem allerdings in Friedland ein Eisenhammer errichtet worden war, wurde auch — und zwar bis 1709 — im Raspenauer Eisenbergwerk der Betrieb wieder aufgenommen, der nach einer freilich unverbürgten Nachricht sogar bis 1720 gedauert haben soll<sup>5)</sup>.

<sup>1)</sup> Das Königreich Böhmen. Statistisch-topographisch dargestellt von J. G. Sommer. Prag. 2. Bd. 1884. 319.

<sup>2)</sup> Ressel, „Geschichte des Friedländer Bezirkes“. Friedland 1902. 91.

<sup>3)</sup> Helbig, „Der Eisenhammer in Raspenau“. Erschienen in der „Reichenberger Zeitung“ 1898 in den Nummern vom 6. und 7. Januar.

<sup>4)</sup> Diese Angabe, welche sich in dem erwähnten Bande von Sommer's „Böhmen“ findet, soll, wie in Raspenau eingezogene Erkundigungen ergeben haben, allerdings nicht auf Wahrheit beruhen.

<sup>5)</sup> Speziellere Angaben über den Betrieb und über die Schicksale dieses Raspenauer Eisenbergwerkes finden sich in der schon angeführten Abhandlung von Helbig.

Erst nach langer Pause, nämlich 1890, machte man wieder einen und bis jetzt den letzten Versuch, das Eisenerz des Kalkberges auszubeuten, indem man in den hangenden Malakolithfels auf der Südostseite des Berges einen Stollen eintrieb<sup>1)</sup>. Aber da der Befund den Erwartungen nicht entsprach, stellte man die Arbeiten wieder ein.

Die Untersuchungen zu vorliegender Arbeit wurden im Mineralogischen Institut der Universität Leipzig ausgeführt. Es sei mir an dieser Stelle gestattet, dem Direktor desselben, Herrn Geheimen Rat Prof. Dr. Zirkel, für die Einführung in das Studium der Mineralogie und für seine vielfachen Unterstützungen herzlich zu danken. Ebenfalls spreche ich dem Assistenten des Institutes, Herrn Privatdozent Dr. Reinisch, für seine Unterstützung meinen Dank aus.

---

<sup>1)</sup> Infolge des seitdem weiter vorgeschrittenen Abbaues des Kalksteines ist dieser Stollen, dem das von Blumrich als „Hornblendeschiefer“ oder „Amphibolit“ bezeichnete Material entstammt, gegenwärtig nicht mehr zugänglich.

## Inhaltsübersicht.

	Seite
<b>Einleitung</b> . . . . .	. 169 [1]
Literaturangabe . . . . .	169 [1]
Geologische Übersicht . . . . .	. 170 [2]
<b>A. Der Kalkkomplex nebst seinem Hangenden und Liegenden</b>	171 [3]
I. Der körnige Kalk . . . . .	. 175 [7]
1. Die weiße Hauptmasse des Kalksteines . . . . .	. 177 [9]
2. Der dunkle und gebänderte Kalkstein . . . . .	188 [15]
3. Der Pyroxen- und Glimmerkalkstein . . . . .	185 [17]
4. Silikatische Einlagerungen im Kalkstein . . . . .	187 [19]
II. Die hangenden und liegenden Gesteine . . . . .	. 192 [24]
Das Hangende:	
1. Der Malakolithfels . . . . .	192 [24]
2. Der Hornblendeschiefer . . . . .	196 [28]
3. Der Feldspatamphibolit . . . . .	200 [32]
4. Der Chloritschiefer . . . . .	. 202 [34]
In den Zusammenhang der hangenden Gesteine gehörig: Der Tremolitschiefer . . . . .	. 208 [35]
Das Liegende des Kalksteines und der Hornblendeschiefer des Hundshübels . . . . .	. 205 [37]
<b>B. Der Glimmerschiefer</b> . . . . .	. 206 [38]
<b>C. Der Gneisglimmerschiefer</b> . . . . .	. 207 [39]
<b>D. Der gestreifte Gneis</b> . . . . .	. 209 [41]
Genetische Auffassung . . . . .	. 210 [42]
Geschichtliche Angaben . . . . .	. 212 [44]