

Olivingesteine

aus dem

Nonsberg, Sulzberg und Ultenthal

von

W. Hammer.

Mit einer Karte und 6 Figuren im Text.

Sonderabdruck a. d. „Zeitschrift für Naturwissenschaften“, Bd. 72.

Stuttgart

E. Schweizerbart'sche Verlagshandlung

(E. Naegele)

1899.

Olivingesteine aus dem Nonsberg, Sulzberg und Ultenthal

von

W. Hammer in Innsbruck.

Mit einer Karte (Tafel I) und 6 Figuren im Text.

(Mittheilung aus dem mineralogisch-petrographischen Institut der
Universität Innsbruck.)

Schon seit langer Zeit ist das Vorkommen von Olivin-
gesteinen im Ultenthale bekannt. Bei LIEBENER und VOR-
HAUSER,¹⁾ sowie bei DOBLICKA²⁾ sind Findlinge des Ultenthales
als Lagerstätte von Chrysolith, Bronzit und Anthophyllit be-
schrieben; TRINKER³⁾ giebt an, dass „Gabbrofelstrümmer“
auf der Seefelderalpe die Lagerstätte der oben genannten
Mineralien seien, dass es aber der Commission des monta-
nistischen Vereines für Tirol und Vorarlberg nicht gelungen
sei, das Anstehende dieser Trümmer aufzufinden. Dass Gerölle
von Olivingesteinen auch im Noce und selbst in der Etsch
noch gefunden werden, ist bereits LIEBENER und VORHAUSER
bekannt. Dieser Beobachtung gegenüber fällt es auf, dass
nach ARTINI⁴⁾ die Sande des Noce und der Etsch keinen
Olivin enthalten; es mag dies vielleicht daher kommen,

¹⁾ LIEBENER und VORHAUSER, Die Mineralien Tirols. Innsbruck 1852,
61, 69.

²⁾ K. DOBLICKA, Tirols Mineralien, Innsbruck 1852, 27, 51.

³⁾ Erläuterungen zur geognostischen Karte Tirols und Schluss-
berichte etc. Innsbruck 1853, 38.

⁴⁾ ARTINI, Intorno alla composizione mineralogica delle sabbie
di alcuni fiumi del Veneto ec. Riv. d. Mineralog. e Cristallogr. italiana,
Padova 1898. Vol. XIX. Fasc. III—VI, 33.

dass bei diesen Gesteinen, wenn sie in ihre Bestandtheile zerfallen, der Olivin zu Serpentin umgewandelt wird, welch' letzterer auch von ARTINI in den Sanden gefunden wurde.

Genauer petrographisch untersucht wurden diese damals nur in Findlingen bekannten Gesteine des Ultenthales von SANDBERGER¹⁾ im Jahre 1866, der sie vollständig dem eruptiven Lherzolithe der Pyrenäen und dem Dunit Neuseelands gleichstellte.

Als STACHE²⁾ 1880 die Gebirge zwischen Nonsberg und Ultenthal für die geologische Reichsanstalt aufnahm, fand er zuerst Blöcke von Olivinfels bei Ceresi im Rabbithale, bei Malghetto im Bresimothale und im „Camperthal“ bei Proveis. Später³⁾ gelang es ihm dann am Sass dell' Anel bei Malè kleine Partien ähnlicher Gesteine anstehend zu finden und Blöcke zu treffen, die auf ein bedeutend grösseres Vorkommen höher oben an demselben Berge deuteten. Ferner wurden von STACHE Blöcke des Olivinfelses im Rivo della Valle (bei Rumo) entdeckt, die Herkunft der Trümmer von Olivinfels im Gamperthal bei Proveis näher fixirt, und endlich das Anstehende auf der Seefelderalpe gefunden. Die Frage der Genesis dieser Gesteine bleibt in den Darstellungen STACHE's unberührt. Die von STACHE angekündigte nähere Bearbeitung dieser Funde ist bis heute nicht erschienen. TARAMELLI,⁴⁾ der nach STACHE noch geologisch-petrographische Untersuchungen in der Gegend von Rabbi machte, sind die dortigen Olivingesteine entgangen, obgleich er die Gegenwart von Serpentin erwartete.

Die späteren Sammelwerke und Handbücher, von

¹⁾ F. SANDBERGER, Ueber Olivinfels und die in demselben vorkommenden Mineralien. N. Jahrb. f. M. u. G. etc. 1866, 385 u. ff.

²⁾ STACHE, Ueber das Vorkommen von Olivingesteinen in Südtirol. Verh. d. geol. Reichsanstalt, 1880, 259 u. ff.

³⁾ STACHE, Neue Daten über das Vorkommen von Olivingesteinen im Sulzberg-Ultenthaler Gebirgszug. Verh. d. geol. Reichsanstalt, 1881, 296.

⁴⁾ TARAMELLI, Osservazioni geologiche nei dintorni di Rabbi nel Trentino. Rendic. d. R. Istituto Lombard. 1891, S. II, Vol. XXIV, fasc. IX, 1.

ZEPHAROVICH,¹⁾ ROTH,²⁾ ZIRKEL,³⁾ LANG,⁴⁾ ROSENBUSCH,⁵⁾ KALKOWSKY⁶⁾ und HINTZE⁷⁾ citiren alle nur die von den oben angeführten Autoren gemachten Beobachtungen und stellen es als fraglich hin, ob die Gesteine eruptiven oder sedimentären Ursprunges sind. Nur einzelne Mineralien aus diesen Gesteinen wurden noch Gegenstand eigener Untersuchung, so der Pyroxen in „Ueber Pyroxen und Amphibol“ von TSCHERMAK⁸⁾ und der „Bronzit vom Ultenthal“ durch BRÜCKNER.⁹⁾

Schon im Jahre 1889 hat Herr Professor CATHREIN diese Gebirgsgegenden durchforscht und dabei im Rabbithal ausser verschiedenen Gneissen auch Serpentin mit und ohne Bronzit, Olivinfels, theils mit Bronzit, theils ohne solchen, und Serpentin mit Asbest (Anthophyllit?) beobachtet. Eben solche Serpentine und Olivingesteine sah derselbe dann auch im Val Bresimo und Val Pescara. Durch Herrn Professor CATHREIN darauf hingewiesen unternahm ich es, diese so lang vernachlässigten Gesteine einer näheren Untersuchung zu unterziehen und ich ergreife hier die Gelegenheit, um Herrn Professor CATHREIN für seine freundliche Unterstützung durch Rath und That bei Ausführung dieser Arbeit meinen wärmsten Dank auszusprechen.

Es wurden zu diesen Untersuchungen nicht sämmtliche Olivingesteine des südwestlichen Tirols herbeigezogen, sondern nur die des im Titel angegebenen Gebietes. Die engere Umgrenzung dieser Gegend ist gegeben: durch die Sohle des Ultenthalles von der Einmündung des Maraurerbaches (der vom Hofmahd kommt) bis St. Gertraud, im Norden; durch das Kirchbergthal, Rabbijoch und Rabbithal vom

1) V. v. ZEPHAROVICH, Mineralogisches Lexikon 1859, 75, 293; 1863, 72, 222 u. 1893, 50, 176.

2) J. ROTH, Allgemeine u. chemische Geologie II. B. 1883, 509 u. ff.

3) ZIRKEL, Lehrbuch der Petrographie 2. Aufl. III. B. 1894, 134.

4) LANG, Grundriss der Gesteinskunde 1877, 221.

5) ROSENBUSCH, Mikroskopische Physiographie der massigen Gesteine III. Auflage. 1896, 359 u. ff.

6) KALKOWSKY, Elemente der Lithologie 1886, 236.

7) HINTZE, Handbuch der Mineralogie II. B. 1897, 14.

8) TSCHERMAK, Mineral. Mittheil. 1871, 43.

9) GROTH, Zeitschrift f. Krystallogr. VII, 602–504.

Bade abwärts, im Westen; durch den Noce bis zur Mündung der Pescara, im Süden, und durch letztere, das Hofmahd und den oben genannten Maraunerbach, im Osten. Ausserdem wurde aber auch noch das so nahe sich anschliessende Vorkommen am Sass dell' Anel bei Malè in die Untersuchung mit einbezogen. In diesem ganzen Gebiete wurden mit Ausnahme einiger kleiner Seitenthälchen des Ultenthales alle Thäler auf das Vorkommen von Olivinfels hin abgesucht, sowohl durch Untersuchung der Gerölle als auch in der Mehrzahl der Fälle durch Aufsuchung des Anstehenden selbst. Es wurden dabei ausser den von STACHE angeführten Fundorten noch eine Anzahl neuer entdeckt und auch die Angaben STACHE's in einigen Punkten richtig gestellt.

Zur Uebersicht sowohl als zur genaueren Festlegung der einzelnen Lagerstätten wurde eine Kartenskizze beigelegt. Da eine genaue petrographische Aufnahme der ganzen Gegend nicht gemacht wurde, und andererseits auch die von der k. k. geol. Reichsanstalt herausgegebene Karte nicht überall mit den Beobachtungen bei der Aufnahme der Olivingesteine übereinstimmt, wurde auf alle weiteren petrographischen Einzeichnungen verzichtet und nur der Olivinfels eingetragen. Die eingetragenen Fall- und Streichrichtungen geben eine locale Orientirung für die Lagerung des Olivinfelses und der zunächstliegenden Gneisse. Zur Vervollständigung des Bildes wurden auch die Lagerplätze von Blöcken aufgenommen, um dadurch in Fällen, wo das Anstehende derselben selbst nicht beobachtet wurde, auf dieses hinzuweisen. Das Nähere ergibt die Zeichenerklärung.

I. Geologischer Theil.

Verzeichniss der beobachteten Vorkommnisse
von Olivinfels (beziehungweise von Geschieben desselben).

1. Thal des Mayerbaches bei Proveis im Nonsberg¹⁾:
 - a) Cloznerloch (oberhalb der Alpe Cloz, nördl. v. Proveis):

¹⁾ Ortsnamen und Höhenangaben sind der Specialkarte der österr.-ung. Monarchie (1 : 75 000) entnommen.

Zwei Linsen von Olivinfels liegen an der westlichen Umrandung und Blöcke deuten auf das Vorhandensein solcher auch an der Ostumrandung dieses Kares, am Kornigl.

b) Mayerbachthal i. eng. Sinne: Vereinzelte Blöcke am Ausgang des westlichen Theiles der Schöngrube und im innersten Thalgrund; Linsen in den Nordwänden der Mandlspitze (2399 m).

2. Gampenthal bei Proveis: Eine Reihe von Linsen an der Südseite der Mandlspitze; Blöcke in den Gruben des nordwestlichen Thalwinkels.

3. Val Mariole bei Rumo, Nonsberg: Linse bei P. 2227 m des Bergkammes zwischen Gampenthal und diesem Thal; Blöcke am Fuss des SO.-Grates der Ilmenspitze (2656 m).

4. Val di Lavace bei Rumo: Blöcke im Bach des Val Cemiglio; (Blöcke bei der Alpe im Thalgrund, also vom SO.-Kamm der Seefelderspitze 2525 m); Blöcke am Fuss des SO.-Grates der Schrummspitze (2576 m); Linse am Wege von der Alphütte zur Schäferhütte von Masamurat; Linse östlich von dieser Schäferhütte.

5. Seefelderalpe im Auerbachthal (Ultenthal): fünf (3) Linsen am Bach am Fuss des Büchelbergs (2572 m), zwei Linsen am Ostgehänge des Büchelbergs (etwa 80 m unter dem Gipfel) und eine Linse am Ostgehänge des Kammes zwischen Büchelbergspitze und der südlich davon gelegenen Karspitze.

6. Val Bresimo (Brisenthal) im Nonsberg: Linse zwischen den Alpen Binazia und Campibell; Blöcke im Bache, der von der Alpe Malgazza kommend beim Ramon val di campo in den Wildbach Barnes einmündet.

7. Rabbithal im Sulzberg: Linse im Val Zambuga bei Ceresi (nahe bei S. Bernardo di Rabbi).

8. Sass dell' Anel bei Malè im Sulzbergthal: Linse am oberen Gehänge dieses Berges (auf den Monti alti seccativi).

Beschreibung

der im Anstehenden beobachteten Olivinfelslager.

1. a) Cloznerloch. An dem westlichen Begrenzungskamme dieser Grube steht als erstes Anstehendes Muscovitgneiss an, der durchschnittlich N. 40° O. streicht und 45° berglein

fällt. — Eine eingehendere petrographische Beschreibung der krystallinen Schiefergesteine in der Umgebung der Olivinfelse folgt im II., petrographischen Theile dieser Arbeit. — Oberhalb diesem Gneiss folgt in concordanter Lagerung ein schieferig struierter Granulit in einer Mächtigkeit von ungetähr 10 m, und über ihm eine sehr wenig mächtige Lage von fein gefälteltem, phyllitischem Gneiss, der auch vorwiegend muscovithaltig ist. An diesen anstossend liegt, ohne Uebergänge, dünnplattig struierter Olivinfels, in gleichsinniger Lagerung. Die Farbe des Olivinfelses ist hellgrün. Nach oben geht er in massigere Lagen über. In den unteren Schichten ist theilweise Serpentinisirung parallel der Schieferung bemerkbar. Während der Contact mit dem Liegenden deutlich zu sehen ist, wird der Hangendcontact durch Schutt verdeckt. Die Mächtigkeit der ganzen Linse ist eine geringe, etwa 5 m. Die Erstreckung gegen NO. und SW. ist beiderseits zunächst durch Schutt und Pflanzenwuchs verdeckt und nur in zwei nebeneinander liegenden Rinnen ist das Profil zu sehen. Gegen SW. lässt sich das Vorhandensein des Olivinfelses noch am Scheitel des Umgrenzungskammes des Cloznerloches erkennen, dann verschwindet er unter dem Gebirgsschutt; gegen Osten ist kein weiterer Aufschluss zu finden. — Das unmittelbare Hangende ist durch Schutt verdeckt, wie schon oben angeführt wurde. Etwa 5 m über dem obersten Anstehenden des Olivinfelses steht dann ein Gneiss an, der vorwiegend Biotit neben Muscovit führt und in dem schieferige quarzitishe und massige pegmatitische Linsen von geringer Ausdehnung eingelagert sind.

Verlängert man die Streichrichtung dieser Gesteine auf die östliche Begrenzung des Cloznerloches, auf die steilen Hänge des Kornigl, so trifft man dort wieder auf Linsen von Olivingestein, die ich im Anstehenden aber nicht gesehen, sondern aus den am Fuss jener Hänge liegenden Geröllen constatirt habe.

Steigt man längs der Westseite des Kares thaleinwärts und aufwärts, so trifft man auf ein weiteres Vorkommen von Olivinfels. In dem Profil von dem unteren, früher beschriebenen Olivingesteinslager zu diesem oberen finden sich zunächst noch zweiglimmerige Pegmatite und Hornblende-

gneisse, stets noch in gleicher Lagerung wie anfangs. Weiter thalein tritt dann Granulit auf, und gleichzeitig bemerkt man hier Störungen der bisherigen Schichtstellung, wenn auch mehr nur im Kleinen. Auf den Granulit folgen granatführende Gneisse von sehr bedeutender Mächtigkeit, so dass einzelne nicht granatführende Schichten wie Einlagerungen im Granatgneiss erscheinen. An die Granatgneisse grenzt dann direct der Olivinfels. Hier ist aber sehr bemerkenswerth, dass bereits in den allerletzten Bänken des Liegenden kleine Linsen von Olivinfels auftreten: es sind dies Knauern von Olivinfels von 3—10 cm Länge, die augenförmig zwischen den Schichtflächen des Schiefers und mit ihrer Längserstreckung parallel diesen Schichtflächen liegen. Sie sind scharf vom umgebenden Gestein abgegrenzt und gehören dem Typus der dunkelgrünen Pyroxenolivinfelse an (siehe petrogr. Theil). Ihre Zahl ist im Verhältniss zur Fläche des umgebenden Gesteines ziemlich gross; die Breite der Zone, in der sie auftreten, beträgt 1 m. — Ueber dieser Zone beginnt dann die zusammenhängende Masse des Olivingesteines, in der besonders eine Zone durch starken Gehalt an Bronzit auffällt.

Was die Lagerung des Olivingesteines anbetrifft, so haben wir allem Anscheine nach nur einen Theil einer Linse vor uns: dieselbe ist gegen SW. durch eine Verwerfung abgeschnitten und zwar so, dass der eine verworfene Theil nicht mehr zum Vorscheine kommt. Zeugen einer solchen Störung sind vor allem die gewaltigen Rutschflächen des angrenzenden Gesteines an der Grenze gegen den Olivinfels, welcher an einer breiten Schnittfläche gegen den Gneiss endet. Auch die über dem Olivinfels liegenden Gneisse sind von der Verwerfung durchsetzt worden, deren Verlauf hier durch eine Trümmerzone gekennzeichnet ist. Dass dieses breite „Ende“ des Olivingesteines nicht ein ursprüngliches ist, dafür spricht auch die Beschaffenheit des entgegengesetzten Endes des Olivinfelses: es keilt hier das Olivingestein nämlich spitz, linsenförmig abnehmend zwischen den einschliessenden Gneisslagen aus, die sich in schöner Biegung hinter ihm zusammenschliessen. Die beigegebene schematische Skizze der Ansicht des Aufschlusses möge dies verdeutlichen.

Im Hangenden lagern gewöhnliche Gneisse und Pegmatite, während an die Verwerfung granatführender Gneiss anstösst. Die gebogenen Schichten am auskeilenden Ende sind ebenfalls granatführend, in der Fortsetzung gleichsam des Olivingesteines liegt ein Granulit, wie der oben angeführte. Der Olivinfels selbst ist hier dickbankig.

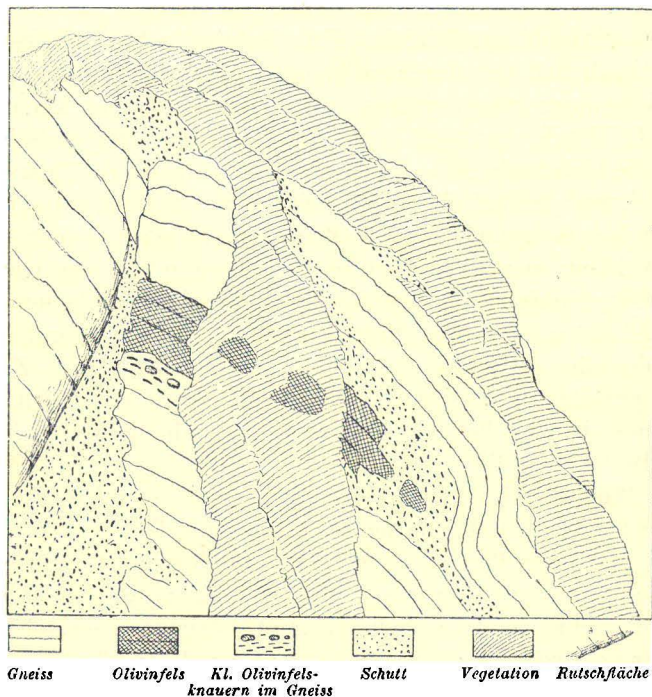


Fig. 1. Olivinfelslinse im Cloznerloch.

b) Im eigentlichen Mayerbachthale finden sich wenige vereinzelte Blöcke am Ausfluss der Schöngrube und am unteren Ende des Kares, das den hintersten südwestlichen Theil des Thales ausfüllt.

Weitere Linsen wurden an der Nordostseite der Mandlspitze, (2399 m, in dem Scheidekamm zwischen Mayerbach- und Gamperthal) beobachtet. Auch hier ist wie beim oberen Horizonte im Cloznerloch die Lagerung eine gestörte. Das umgebende Gestein, in dem der Olivinfels eingeschlossen liegt, ist ein normaler dünnschieferiger Gneiss. Die Linse

selbst besteht aus einem langen horizontal in den Wänden hinziehenden Streifen, (der, da er eine Terasse in diesen Wänden bildet, grösstentheils von Schutt bedeckt ist) und aus einem ungefähr 80 m höher getickten, verworfenen Theil. Das Streichen ist NW.—SO. mit manchen localen Abweichungen. Dass man es bei dem höher gelegenen Theil mit einem verworfenen Bruchstück des unteren Bandes zu thun hat, dafür sprechen wieder die kolossalen Rutschflächen, die genau den Ort der Verschiebung anzeigen, und die sie begleitenden Trümmerzonen. Die Olivinfelse im unteren Theile liegen concordant mit den Schichten des Gneisses, die oberen stossen discordant gegen den Gneiss der Rutschfläche und lagern gleichsinnig mit dem hangenden Gneiss. Auch hier möge eine Ansichtsskizze zur besseren Uebersicht beigegeben werden. Gegen OSO. erstreckt sich die Linse noch weit dem Kamme entlang abwärts, bis sie unter Schutt und Gras verschwindet. Gegen WNW. ist wenig oder nichts mehr weiter zu sehen.

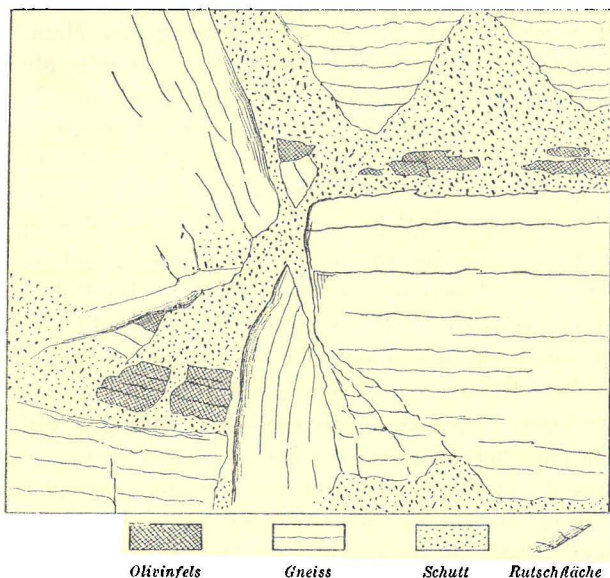


Fig. 2. Olivinfelsvorkommen
an der Nordostseite der Mandlspitze (Mayerbachthal).
(Die Abbildung steht verschentlich auf dem Kopfe.)

Bemerkenswerth an diesem Vorkommen ist aber die ausserordentlich starke Schieferung und Bankung des ganzen Olivingesteines; besonders ist dies am oberen Theil zu sehen. Es wechseln hier ganz dünnbankige Lagen (mit Gesamtmächtigkeit von 1 m bei 1 cm Dicke der einzelnen Blätter) mit $\frac{1}{2}$ bis 1 m dicken massigen Bänken ab. Auch der Schutt ist dementsprechend dem eines Schiefers analog. Dabei geht die Schieferung eben durch den ganzen Complex, ist unabhängig von der Entfernung von der Grenze, liegt gleichsinnig mit dem Hangenden und stösst widersinnig gegen die Rutschfläche und deren Gneiss.

2. Gamperthal.

Unmittelbar an das Vorkommen von der N.-Seite der Mandlspitze im Mayerbachthal schliesst sich das von der S.-Seite der Mandlspitze an. Da beide in den obersten Steilhängen des Gipfels liegen, gehören sie eigentlich alle zusammen zu einer Gruppe.

Hier haben wir mehrere kleine Linsen in einer Reihe, eine gewisse Höhenlinie an den Wänden der Mandlspitze einnehmend. Die östlichste davon liegt gerade über der Schäferhütte. Das Streichen dieser östlichsten ist N. 30° O., das Fallen steil gegen NW. Das Gestein ist im allgemeinen stark bronzithaltig, so dass an der Oberfläche des Gesteins durch den herauswitternden Bronzit ein knorriges Relief entsteht. In der östlichsten Linse, von der hier zunächst die Rede sei, ist das Olivingestein nur wenig gebankt und mehr massig. Das angrenzende Gestein ist im Südosten zunächst ein schmaler Streifen „Hornblendegranulit“ (Näheres darüber siehe weiter unten) und dann daran anstossend ein feldspathreicher Granatgneiss. An der Grenze von Granulit und Olivinfels hat durch tektonische Störungen eine Zerkümmerung beider Gesteine und Ineinanderschiebung der Trümmer stattgefunden. Dabei hat der Granulit seine Schieferung verloren und dadurch das Aussehen eines massigen Gesteines angenommen. Die ganze Trümmerzone hat eine Breite von 1—6 m und ist nur auf kurze Strecke aufgeschlossen. Zwischen den oben angeführten Gesteinen liegen brecciöse Massen derselben Gesteine. Dass diese

Trümmer mechanischen Einwirkungen ihre Entstehung verdanken, und nicht etwa Contactproducte und Apophysen sind, erhellt daraus, dass grosse eckige Trümmer von Olivinfels, die vollständig dem in der ganzen Linse vorfindlichen Gesteinstypus gleichen, zwischen die Granulittrümmer eingekeilt sind und dass sich zwischen den Trümmern eine (feinkörnige) Breccie befindet. Der Granat, das einzige auf Eruptivgesteins-Contact hinlenkende Mineral dieser Trümmer ist ein Bestandtheil fast aller Schiefergesteine dieser Gegend, abgesehen von den zahlreichen allseits verstreuten Granatgranulitlinsen dieser Thäler.

Die Länge dieser östlichsten Linse ist im Streichen nicht angebbbar, da sie nach der einen Seite sich in Schutt verliert. Nach der anderen Seite bildet ein feinschiefriger, zweiglimmeriger Gneiss die Grenze der Erstreckung, ohne dass der Contact zu sehen wäre.

Die weiter nordwestlich, thalein gelegenen Linsen dieses Zuges liegen grösstentheils gestört und sind stark von Schutt und Trümmern bedeckt. Bemerkenswerth ist an ihnen wieder das Auftreten ganz dünnbankiger, ja dünnstieflicher, blättriger Partien. Unter P. 2325 m nordwestlich von der Mandlspitze hören die Einlagerungen auf.

In der Gegend des Briznerjoches deuten einzelne Blöcke auf weitere Vorkommnisse in dem Kamm nordöstlich vom Joch.

3. Val Mariole.

In dem Kamm, der dieses Thal (des Rivo delle Valle) vom Gampenthal trennt, liegt zwischen P. 2227 m dieses Kammes und dem westlich davon liegenden Schartel, über das ein Steig aus dem einen Thal ins andere führt, ein kleines Vorkommen von Olivingestein, ganz am Kamme. Sicher lässt sich an Ort und Stelle das Anstehende nicht ermitteln, da alles von Gras überwachsen ist und nur die zahlreichen, hier localisirten Blöcke das Anstehende andeuten. Dass es ganz am Kamm liegt, dafür spricht auch das Auffinden von Olivinfelstrümmern am Nordabhang dieses Kammes, gerade unter dem Punkt 2227. Jedenfalls ist es eine sehr kleine Linse, die auch petrographisch nichts besonderes bietet.

Auch in den von der südöstlichsten felsigen Ecke des

SO.-Grates der Ilmenspitze herabziehenden Runsen fand ich einzelne Geschiebe von Olivingesteinen.

4. Val di Lavace.

Das gerade vorhin angegebene Vorkommen an der Ilmenspitze erstreckt sich offenbar auch auf die andere Seite des Kammes hinüber, da der Bach, der von der Alpe Cemiglio herabkommend ins Val di Lavace mündet, zahlreiche Trümmer von Olivingestein enthält. Da in dem Thälchen der Alpe Cemiglio ausser der SO.-Ecke der Ilmenspitze alle Berghänge mit üppigen Mähdern bedeckt sind, ist die Wahrscheinlichkeit, dass jene Blöcke von dort her kommen, eine umso grössere.

Auf einen Fundort von Olivinfels am SO.-Grate der Schrummspitze und zwar nahe bei P. 2452 weisen Blöcke in den von dort herabziehenden Rinnen hin.

Ein gut zu besichtigendes und gut aufgeschlossenes Lager von Olivinfels findet sich dann am Steige von der Alphütte auf Masamurat zu der Schäferhütte derselben Alpggend. Der Olivinfels ist auch hier eine concordante Einlagerung in Gneiss. Die aufgeschlossene Länge derselben beträgt bei 40 m, die Mächtigkeit lässt sich nicht angeben, da das nächste Liegende unter Schutt begraben liegt. Die Grenze im Hangenden ist eine vollständig scharfe, ohne Uebergänge. Der Olivinfels ist an der Grenze gegen den Gneiss zu sehr dünnplattig, weiter entfernt davon dickbankig. Das Streichen dieser Bänke ist N. 20° O., das Fallen ungefähr 10° berglein. Die Bankung des Olivingesteins ist gleichsinnig mit der des Schiefers. Dieser letztere ist (im Hangenden) ein granulitischer Biotitgneiss (Gneissgranulit), der wenig Schieferung zeigt. An der Grenze gegen den Olivinfels ist in den letzten Centimetern etwa eine durch stärkeren Gehalt an Biotit hervorgerufene dunklere Färbung bemerkbar. Der Olivinfels ist in seinen dünnplattigen Grenzschichten serpentinisirt und zwischen die dichten Serpentinblätter schieben sich gleich dicke Zonen von Chrysotil ein, der feinfaserig ist mit Anordnung der Fasern normal zur Schichtfläche und untereinander parallel. Das Nähere darüber siehe im petrographischen Theil.

Auch diese Linse ist durch eine kleine Verwerfung von etwa 3 m Sprunghöhe in 2 Theile getrennt. Die beifolgende Skizze wird dies leicht darstellen.

Das Auskeilende des Olivinfelses ist nach beiden Seiten hin verdeckt.

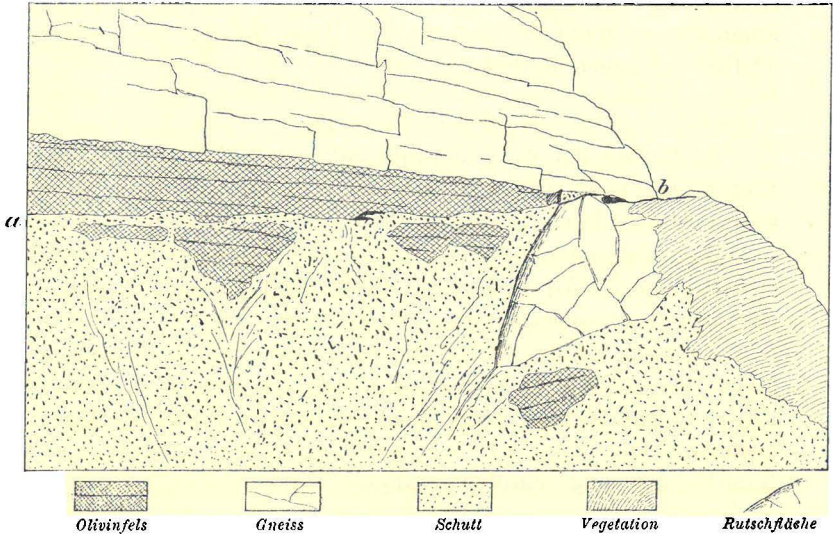


Fig. 3. Olivinfelslinse im Val di Lavace (Masamurat). a—b Fusssteig.

Der Umstand, dass diese Linsen von Olivingestein so häufig durch kleinere Störungen verschoben sind, dürfte weniger darauf zurückzuführen sein, dass die Verwerfung in einem besonderen ursächlichen Zusammenhang mit dem Olivinfels steht, als vielmehr darauf, dass das ganze Gebirge überall von solchen relativ ja sehr kleinen Sprüngen durchzogen ist, und diese an den petrographisch hervortretenden Olivinfelsen sehr gut sichtbar sind, während sie in den für das Auge gleichartigen Gneissmassen der Beobachtung eher entgehen. Ausserdem mag auch der Härtenunterschied zwischen den beiden Gesteinen eine Ausbildung solcher Verwerfungen an diesen Stellen begünstigt haben. Jedenfalls können sie nicht im Zusammenhang mit der Entstehung der Olivinfelse gebracht werden, da Linse und Schiefer beide gleich von der Verwerfung durchsetzt und verschoben werden.

Zwei weitere kleine Linsen, die sich durch die Dünnschiefrigkeit ihres Gesteines auszeichnen, liegen an der Fortsetzung jenes Alpensteiges gegen Osten. Sie sind aber stark verschüttet und daher für das Studium der Lagerung nicht brauchbar. Von diesen und allenfalls noch weiter östlich, am SO.-Kamm der Seefelderspitze gelegenen Vorkommnissen, stammen die bei der Alpe in der Tiefe des Thales gelegenen Rollstücke.

5. Seefelderalpe.

Im Gebiet der Seefelderalpe haben wir 2 Gruppen von Linsen: die eine liegt nahe der Alpe am Fusse des Büchelberges, die andere auf diesem, nahe dem Kamm und an der NO.-Seite desselben.

Die auf der Alpe gelegenen Vorkommen dürften 3 Linsen angehören, von denen 2 durch Verwerfung wieder in 2 Theile getrennt sind. Zum Studium der Lagerung sind alle 5 Theile nicht geeignet, da das Verhältniss zum umgebenden Gestein meist nicht deutlich erkennbar ist, infolge der starken Ueberwachsung, der eben meist nur der Olivinfels zu glacialen Rundhöckern abgeschliffen entragt.

a) Seefelderalpe.

Zur Orientirung diene die folgende, dem Augenscheine nach hergestellte Kartenskizze.

Der Contact von Olivinfels und Gneiss ist auch hier durchwegs ein scharfer, ohne Uebergänge. Veränderungen an der Grenze sind an dem feinkörnigen Biotitgneiss, der hier ansteht, nicht bemerkbar; an der mit *g* bezeichneten Stelle hat der Gneiss, der zwischen die Theile der Olivinfelslinse eingeklemmt wurde, die Schieferung fast ganz verloren. Der Olivinfels zeigt an einer Stelle an seinem Rande weitgehende Umwandlung in Serpentin, in einer etwa 1 m breiten Zone. — Das vorherrschende Streichen des Olivingesteines ist ungefähr parallel dem Laufe des Baches, also NS. oder NNO.—SSW. In dieser Richtung streicht auch die Bankung des Olivinfelses. An mehreren Stellen, besonders aber an dem mittleren Lager liegen Störungen der Lagerung vor; die schmalen, zwischen den Olivinfels eingeklemmten Gneisspartien machen den Eindruck von secun-

därer Lagerung an dieser Stelle, besonders eben der oben-
genannte Gneiss *g*, der discordant zum Streichen des
Olivinfelses liegt. Beim südlichsten Vorkommen ist eher
an eine primäre Zwischenlagerung zu denken, da hier Gneiss
und Olivinfels mehr parallel streichen.

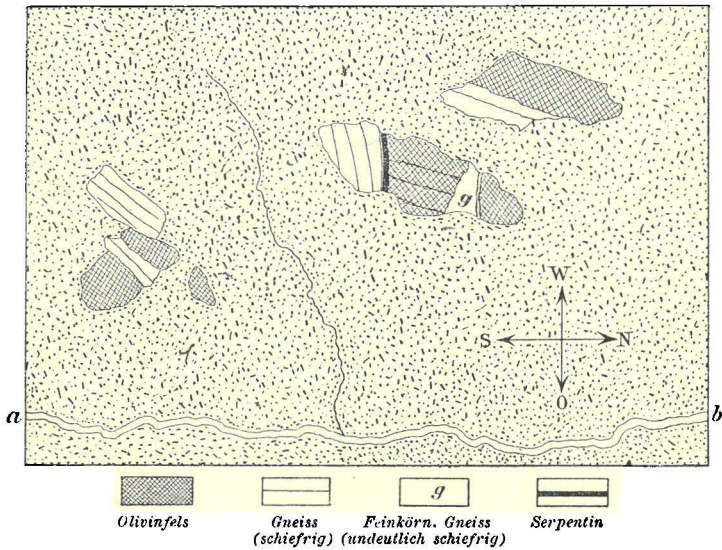


Fig. 4. Kartenskizze der Olivinfelsvorkommen auf der Seefeldler Alpe.
a—b Bach, westlich neben der Seefeldler Alpe.

Der Olivinfels ist hier meist dickbankig oder massig,
doch kommen dazwischen auch ganz dünnstriefrige Lagen
— bei der mittleren Linse — vor.

b) Büchelberg.

Etwa 80 m östlich unter der Büchelbergspitze liegen
2 kleine Linsen. Ihr Gestein ist deutlich geschiefert; das
Streichen ist parallel dem Kamme, ebenso wie das des
Gneisses. Contact und Umgrenzung sind infolge starken
Pflanzenwuchses nicht zu sehen.

Ein bedeutend schöneres Bild bietet dann eine Linse, welche
unter dem von der Büchelbergspitze zur nächst südlich ge-
legenen Karspitze ziehenden Kamm, in den Umgrenzungswän-
den des von diesen beiden Gipfeln umschlossenen Kares
liegt. Durch ihre Lage an der steilen Wand bietet sie schon

von Ferne ein prächtiges Uebersichtsbild. Das Streichen dieser Linse ist ebenfalls ungefähr parallel dem NS. verlaufenden Bergkamme, das Einfallen der Schichten ein nahezu saigeres. Hier tritt schon von weitem die Linsenform hervor, in der der Olivinfels vollständig concordant im Gneiss liegt. Die Längserstreckung ist auf 50 m aufgeschlossen, die Mächtigkeit dürfte 10 m betragen. Das eine Auskeilende ist an dem Zusammentreten des umgebenden Gesteines zu erkennen — der Olivinfels selbst ist hier überwachsen. Dieses Ende erscheint auffallend stumpf. Das entgegengesetzte Ende liegt unter den Blockhalden des Kares. Die Mächtigkeit ist eine fast durch die ganze Länge gleichbleibende

Schön zu sehen ist hier das „Salband“, von welchem der Olivinfels eingefasst ist. An der linksseitigen Begrenzung (für den Hinaufsteigenden) folgen auf einander von links nach rechts, wie es auch aus dem beigegebenen Profil ersichtlich ist:

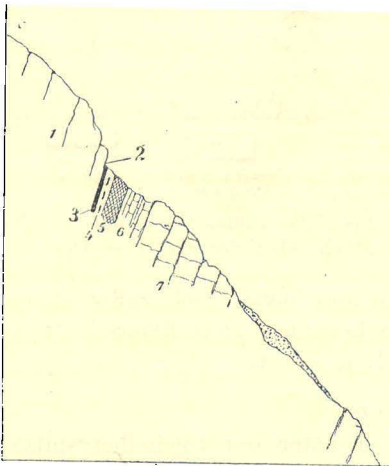


Fig. 5. Profil der Linse zwischen Büchelbergspitze u. Karspitze.

Erklärung der Bezeichnungen siehe im Texte.

1. Biotitgneiss, ohne Veränderung gegen die Grenze zu, dann
2. ein 1 cm breites Aederchen von Pegmatit (Quarz und Glimmer (auf der Skizze ohne besondere Marke), dann die scharfe Trennungslinie und jenseits derselben
3. Anthophyllit, graugrün und seidenglänzend, 2 cm breit, feinfaserig — die Fasern sind untereinander parallel und alle senkrecht auf dem Streichen. — Dieser geht rasch über in
4. ein wirrfaseriges Aggregat (5—10 cm) von dunkelgrüner Farbe, darauf folgt

5. eine Zone dichten Serpentin (4—5 dm), daran reiht sich mit scharfer Abgrenzung

6. blättriger Olivinfelsschiefer und endlich

7. wieder ziemlich scharf abgegrenzt dickbankiger Olivinfels, durch starken Gehalt an grossen Bronziten ausgezeichnet. Betreffs der genaueren petrographischen Angaben sei auch hier auf den II. Theil dieser Abhandlung verwiesen. — Auf der anderen Seite der Linse ist der Contact überwachsen.

Zwei kleine Linsen liegen etwas weiter westlich in gleicher Höhe, fast ganz überwachsen und verschüttet. —

6. Val Bresimo.

An dem Wege, der von der Alpe Campibell zur Alpe Binazia führt, steht in diesem Thale eine mächtige Linse von Olivinfels an. Sie beginnt im Osten an dem kleinen Graben, der als erster thalein gleich oberhalb des Ramon val di campo ins Hauptthal mündet, d. h. sie ist hier durch eine Verwerfung quer abgeschnitten und östlich nicht mehr sichtbar. Zahlreiche grosse Rutschflächen und die Zerstörung der sonst überall in dieser Linse herrschenden Schichtung und Schieferung sind deutliche Folgeerscheinungen davon.

Gegen Westen zieht das Gestein horizontal oder schwach thalein abwärts am Gehänge fort, bis es vor der Alpe Campibell unter der Vegetation verschwindet. In diesem Lager von Olivinfels ist das Gestein, wie schon oben bemerkt wurde, durchwegs gebankt oder geschiefert. Im Hangendcontact ist im östlichsten Theile die Ausbildung von Serpentin und Anthophyllit in gleicher Weise wie an der Büchelbergspitze bemerkbar. — Die Grenzgesteine sind im Hangenden ein zweiglimmeriger quarzreicher Gneiss, im Liegenden ein ebenfalls quarzreicher sericitischer Gneiss.

Westlich von Campibell nahe der Thalsole scheint entweder diese Linse wieder aufzutauchen oder eher noch eine neue kleine vorhanden zu sein, da dort am Gehänge wieder Blöcke des Gesteines sich finden.

Die Einzeichnung dieses obigen, schon STACHE bekannten Vorkommens, in der Karte der k. k. geologischen Reichsanstalt ist mindestens 100 m zu tief angebracht, und ausserdem zu weit östlich.

Sehr zahlreiche Blöcke von Olivinfels liegen in dem beim Ramon val di campo von Südwest her einmündenden Bache, der von der Alpe Malgazza herabkommt. Das Vorkommen in diesem Thale bildet den Zusammenhang mit den gerade auf der anderen westlichen Seite der Berge dieses Thälchens befindlichen Olivingesteinen von Ceresi im Rabbithal.

7. Ceresi im Rabbithal.

Steigt man in dem Thälchen oberhalb Ceresi, dem Val Zambuga aufwärts, so trifft man etwas oberhalb der Stelle, wo der Weg auf die Alpe Garbella den Bach überschreitet, am oberen Theil der dort befindlichen Thalstufe auf mächtige Blöcke von Olivinfels. Verfolgt man sie aufwärts, so stösst man bald auf einen ganzen Wall solcher Blöcke, der längs dem Bache einem Moränenwall ähnlich aufwärts hoch ins Gebirge hinauf zieht. Er hat eine Breite von etwa 15—30 m und eine sehr bedeutende Länge. Die gelb verwitterten gewaltigen Blöcke zeigen durchweg eine massige Structur.

Der Contact mit den Nachbargesteinen ist an keiner Stelle direct zu sehen. Diese Nachbargesteine sind zunächst auf beiden Seiten der Linse normale zweiglimmerige Gneisse. Dieselben streichen auf der Nordseite der Linse entsprechend dem an dem ganzen Berge herrschenden Streichen von ONO. nach WSW. und fallen 60° — 80° nach N. Sie bilden im Verein mit Hornblendeschiefern und Hornblendegneissen die ganze nördliche Thalflanke. Im Süden liegt der Gneiss flacher (40° ungefähr) und ist von geringer Mächtigkeit, da er rasch in sericitische Gneisse übergeht und in dünnblättrige Sericitschiefer, die stark verbogen und zertrümmert sind. Auch diese Sericitschiefer ordnen sich in ihrer Lagerung der allgemein hier herrschenden ein. Das auskeilende Ende des Olivinfelses ist vollständig überwachsen; man bemerkt nur, dass dort die beiderseitigen Gneisse sich aneinander-schliessen, wobei sich gerade an dieser Stelle keine deutliche Schichtung erkennen lässt.

In der Karte der geologischen Reichsanstalt ist auch dieses Vorkommen, ebenso wie alle anderen, falsch eingezeichnet, indem es zu tief im Thale angegeben ist, da es nicht, wie aus der Karte hervorginge, gleich am Beginn

des Thales, sondern erst dort beginnt, wo die Linse nach der Zeichnung der Karte ihr oberes Ende erreicht.

8. Sass dell' Anel bei Malè.

Die von STACHE¹⁾ angegebenen kleinen Linsen von Olivingestein oberhalb Bollentina, die er im Anstehenden auffand und die in der Karte der k. k. geologischen Reichsanstalt an dieser Stelle als solche eingezeichnet sind, bestätigen bei mikroskopischer Untersuchung (siehe im II. Theile der Arbeit) ihr olivinfelsähnliches Aussehen nicht, sondern erweisen sich als quarzitishe Einlagerung des Schiefers.

Bedeutend höher oben, wie schon STACHE vermuthet hat, steht in einer Höhe von c. 2000 m am Gehänge des Camucina und des Sass dell' Anel Olivinfels an, eine Thalstufe in den hinaufziehenden Gräben bildend. Es ist dies die mächtigste Linse von Olivinfels, die ich in diesem ganzen Gebiete sah, da sie eine Mächtigkeit von 80—100 m und eine Längserstreckung von nahezu 1 km hat. Sie streicht von WSW. nach ONO. und fällt 45° berglein. Das angrenzende Gestein auf beiden Seiten ist ein normaler Gneiss. Der unmittelbare Contact ist meist verwachsen, Contacterscheinungen am Gneiss sind nicht zu bemerken. Wohl aber besteht die äusserste Zone des Olivinfelses im Hangenden und Liegenden aus jenem wirrfastrigen Aggregat von grüner Farbe (Anthophyllit) wie die zweite Randzone bei der Linse an der Büchelbergspitze, aber von ca. 1 m Breite. Der Olivinfels ist grösstentheils dickbankig, stellenweise treten auch dünnshieferige Lagen auf, in denen die soust wirr zu einander gestellten Strahlsteine — denn diese Linse besteht aus Hornblendeolivinfels, wie im II. Theile näher ausgeführt werden wird — eine Lagerung in parallelen Ebenen annehmen. Die Schichtung ist concordant der des Gneisses.

Das Ausgehende im Westen ist von Vegetation überdeckt; den nächstliegenden Aufschlüssen des Gneisses nach zu schliessen muss die Linse sehr rasch an Mächtigkeit abnehmen, und kleine Andeutungen sprechen dafür, dass auch hier vielleicht Verwerfungen mit im Spiele sind.

¹⁾ Verh. d. geol. Reichsanstalt 1881.

Allgemeine Schlussfolgerungen des I. Theiles.

Suchen wir bei den im Vorhergehenden beschriebenen Vorkommen nach den für die Lagerung, resp. für die Entstehungsweise bedeutungsvollen Thatsachen, so sind besonders die nachfolgenden zu beachten:

1. Die Form der Olivinfelslager im Verhältniss zum umgebenden Gestein ist stets eine Linsenform, d. h. sie sind in einer Richtung viel stärker ausgedehnt als in der andern — die dritte Dimension ist nicht sichtbar — und enden bei ungestörter Lagerung durch abnehmende Mächtigkeit zwischen den anderen Gesteinen, wie besonders im Cloznerloch zu sehen ist, während das angegebene Verhältniss der Dimensionen überall zu sehen ist.

2. Diese Linsen liegen so im Gestein, dass die Längsausdehnung mit der Streichungsrichtung des einschliessenden Gesteins zusammenfällt; mit anderen Worten sie liegen concordant im Gneiss eingeschaltet.

3. An dem umschliessenden Gestein sind keine auf Eruptivcontact hinweisenden Eigenschaften bemerkbar: meist ist der Gneiss überhaupt bis zur Grenze hin vollständig gleich normal struirt und zusammengesetzt. Noch weniger sind Apophysen des Olivingesteines im Gneiss irgendwo zu bemerken. Die Serpentin- und Anthophyllitzone, welche an vielen Orten den Olivinfels umranden, können nicht als pyrogen, sondern nur als sekundäre Umsetzungsprodukte, wohl durch die Gebirgsfeuchtigkeit verursacht, angesehen werden. Der Granatgehalt vieler der umgebenden Gneisse kann, wie schon oben angeführt wurde, ebenfalls nicht als Contactbildung aufgefasst werden, da hier das ganze Gebirge grösstentheils aus granathaltigen Gneissen (und aus Granuliten) aufgebaut ist, denen gegenüber die Olivinfelse an Masse ganz verschwinden.

4. Das Olivingestein selbst zeigt fast durchweg Schichtung: Bankung oder Schieferung. Diese Schichtung ist in allen Theilen der Linse zu sehen, unabhängig von der Nähe und Form des Randes. Es wechseln schiefrige und bankige Parthien in beliebiger Reihenfolge. Wenn ich hier noch aus dem II. Theile vorwegnehme, dass die mikroskopische, und schon die makroskopische Untersuchung der Gesteine

auch eine schiefrige Anordnung der einzelnen Mineralbestandtheile in einigen Fällen constatiren liess, so spricht dies alles sehr für das Vorhandensein echter Schieferung.

Es ergibt sich also, dass wir in den Olivingesteinen dieser Gegend nicht ein Eruptivgestein vor uns haben, das den Gneiss durchbrochen hat oder in denselben eingepresst wurde, sondern dass diese Gesteine der Gneissformation angehörige, concordante Einlagerungen sind, die gleichaltrig mit dem Gneiss sein dürften.

Welcher Entstehung sie sind, lässt sich bei der Fraglichkeit der Genesis des Gneisses selbst nicht sagen.

II. Petrographischer Theil.

Unter den verschiedenen Arten von Olivinfels, welche in dem vorstehend geschilderten Gebiete vorkommen, ergeben sich bei makro- und mikroskopischer Betrachtung gewisse besonders hervortretende Arten je nach ihren Bestandtheilen. Es sind dies 3 Typen, welche sich mit freiem und bewaffnetem Auge als solche erkennen lassen, während die Unterabtheilungen des ersten dieser Typen grösstentheils nur mit dem Mikroskop unterscheidbar sind. Zwischen diesen 3 Hauptformen giebt es Uebergänge und Zwischenformen.

Die 3 Grundtypen sind:

1. Pyroxenolivinfelse, deren wesentliche Bestandtheile Olivin, rhombischer und monokliner Pyroxen und monokliner Amphibol sind. Rhombischer Pyroxen überwiegt stark gegenüber dem monoklinen, Amphibol tritt nur untergeordnet auf.

2. Granatolivinfelse, in denen neben den Bestandtheilen des 1. Typus und bei gleichem Mengenverhältniss derselben noch Granat als wesentlicher Gemengtheil auftritt.

3. Amphibololivinfelse, die aus Olivin und monoklinem und rhombischem Amphibol bestehen; untergeordnet erscheint in einzelnen Vertretern derselben auch monokliner Pyroxen. Monokliner Amphibol waltet stark vor gegenüber rhombischem.

Bevor noch auf die einzelnen Typen eingegangen wird, kann hier für alle zugleich die Structur besprochen werden. Hierbei ist mehr die Structur im kleinen, im Handstück gemeint, als im grossen, da letztere bereits im geologischen Theil überall angegeben wurde. Die Olivinfelse sind im Handstück grossentheils und im Dünnschliff meistens von massiger, körniger Structur. Diese Structur des Handstückes ist es auch, welche vor allem dazu beigetragen hat, dass die Olivinfelse meist für eruptiv gehalten wurden. Die Geschiebe der Bäche erscheinen daher fast immer massig. Wie aber schon oben gezeigt wurde ist das Gestein oft so dünnschiefrig, dass auch im Handstück diese Structur gut zum Ausdruck kommt. Dass das Granatolivingestein aber speciell ein Träger der schiefrigen Ausbildung sei, wie es nach den Angaben SANDBERGER'S¹⁾ erscheint, ist durchaus nicht der Fall, sondern diese Rolle fällt vielmehr den Pyroxen-olivinfelsen zu. — Während meistens auch die schieferigen Parthien im Dünnschliff massig erscheinen, findet sich in selteneren Fällen auch eine die Bestandtheile selbst betreffende Schieferung durch Parallelstellung derjenigen Mineralien, die eine vorherrschende Entwicklung in ein oder zwei Dimensionen haben, was bei diesen Gesteinen besonders von der Hornblende gilt. Ausserdem zeigt sich auch eine Sonderung der Bestandtheile in Schichten, indem Lagen von Olivin abwechseln mit solchen aus Amphibol und Pyroxen, wobei eben der Amphibol mit seiner *c*-Achse und meist auch noch die längere Diagonale der Querschnitte parallel zur Schieferung liegt.

Eine Verschiedenheit in der Grössenausbildung der Bestandtheile, die als eigentliche porphyrische Structur bezeichnet werden könnte, ist nicht vorhanden, da die makroskopisch anscheinend porphyrische Ausbildung nur auf einer besonders grossen Entwicklung einzelner Bestandtheile beruht und eine Grundmasse irgend welcher Art fehlt.

¹⁾ SANDBERGER, N. J. F. M. 1866, 385 u. f.

I. Pyroxenolivinfelse.

a) Makroskopische Beschreibung.

Dieses Gestein, das in allen beobachteten Vorkommnissen — eines ausgenommen — die ganze Gesteinsmasse oder den grössten Theil derselben umfasst, ist dunkelolivgrün und von gleichmässig feinem Korn. Es besitzt muscheligen Bruch und zeichnet sich durch seine bedeutende Härte und durch grosse Widerstandsfähigkeit gegen die Atmosphärien aus. Gegen aussen ist es mit einer $\frac{1}{2}$ —5 cm dicken gelblich oxydirten Verwitterungsrinde umgeben, die das für diese Felse sehr charakteristische ockergelbe Aeussere verursacht. Das Gestein ist im frischen Zustande wenig zerklüftet, die einzelnen Körner der feinkörnigen Masse blitzen oft lebhaft auf, besonders wenn das Korn ein etwas gröberes ist. Es sind dies Olivinkörner.

In manchen Parthien des Gesteines treten weiter aus der feinkörnigen Masse einzelne 2 bis 8 mm grosse Individuen von Bronzit hervor. Diese Einsprenglinge sind ziemlich rundlich oder unregelmässig umgrenzt, höchstens nach einer Richtung etwas länger, hellbroncefarbig und besitzen lebhaften seidenartigen Glanz. In seltenen Fällen und besonders bei Spaltausheilungen kommen dann auch solche Einsprenglinge von besonderer Grösse (2—6 cm) vor, wie aus der Litteratur¹⁾ bereits bekannt ist. Die Spaltbarkeit nach den Prismen und dem Pinakoid äussert sich in einer meist sehr feinen Faserung. Charakteristisch ist die scheidelförmige Abbiegung der Krystalle, die oft zu beobachten ist. Sind die Bronzite nicht mehr ganz frisch, so äussert sich dies in einer dunkelbraungrünen Farbe und in dem Verlust des Seidenglanzes.

Neben diesen dunkelgrünen Formen der Pyroxenolivinfelse kommt noch in ziemlicher Menge ein demselben Typus angehöriges Gestein vor von olivgrün bis gelblichgrüner Farbe. Es sind dabei Abstufungen von fast dichten bis zu grobkörnigen Gesteinen vorhanden. Auch hier ist die Verwitterungsfarbe eine gelbe. Die Härte ist bei frischen Stücken die gleiche wie bei dem dunkelgrünen Fels, und auch

¹⁾ LIEBENER u. VORHAUSER, SANDBERGER, STACHE l. cit.

hier kommen Bronziteinsprenglinge vor. Dieser gelbgrünen Ausbildung gehören namentlich die dünnbankigen und schieferigen Parthien an. Dabei sind auf den Schichtflächen oft feine Schüppchen eines gebleichten Glimmers (Anomites) zu bemerken. Ausserdem ist bei diesen helleren Gesteinen der Magnetit bei reichlicher Anwesenheit, mit freiem Auge als schwarze Punkte und Adern bemerkbar. — Zwischen beiden Gesteinsfärbungen bestehen Uebergänge, die Zusammensetzung des Gesteins ist für diese makroskopisch beobachteten Verschiedenheiten nicht maassgebend, sondern es dürften Färbungsunterschiede bei den Bestandtheilen und der Grad der Zersetzung hier ausschlaggebend sein.

Die Zersetzung besteht hier vor allem in der Serpentinisierung, dieselbe ist hier noch nirgends so weit vorgeschritten, dass irgendwo grössere Massen von Serpentin aufzutreten würden. Nur längs Klüften des Gesteins tritt fleckenweise dichter dunkelgrüner bis schwärzlich gefärbter Serpentin in beträchtlicheren Mengen auf; die Menge ist aber gegenüber der des frischen Gesteins immer noch verschwindend, an den meisten Fundorten ist überhaupt noch keiner zu sehen. Dagegen zeigt sich die Serpentinisierung besonders bei den heller gefärbten Gesteinen in den verwitterteren Theilen in Gestalt von feinen schwarzen Aederchen — den Ausscheidung von Magnetit — die dann oft durch ihre Anordnung eine Andeutung der Schieferung geben. Endlich sind hier noch die Serpentinzonen zu erwähnen, welche manche Linsen an ihrer Randzone besitzen und die im geologischen Theile bereits angeführt wurden.

Die Beobachtungen über das Auftreten des Serpentin zeigen, dass dieser hier nur als äusserliche, wenig weit vorgeschrittene Verwitterungserscheinung aufzufassen ist. Man findet daher auch bei der Untersuchung der anstehenden Felsmassen selten Serpentin, weit öfter aber in den Bachgeröllen.

Eine andere Art von Verwitterung zeigt das Gestein bei Ceresi im Rabbithal. Es ist hier das Gestein hellolivgrün mit vielen grossen Bronziten dicht durchspickt. Der innere Zusammenhang ist aber fast ganz verloren gegangen; es ist brüchig und zerfällt bei stärkerem Druck in ein

bröseliges Gemenge. Ebenso zeigt sich auf der Seefelderalpe und im Val Bresimo, dass randliche Parthien beim Zerdrücken in einen Gries von Olivinkörnern zerfallen, Bronzit fehlt hier. Als solche randliche Zersetzungsparthien fasse ich auch die Stücke von Olivingestein auf, die als Findlinge aus dem Ultenthal in vielen Museen stehen, denn im Anstehenden vermochte ich solche grobkörnige, gelbe, fast nur aus Olivin bestehende Parthien nur als Zersetzungsrinden zu finden, wofür auch die Brüchigkeit jener Musealstücke spricht.

b) Mikroskopische Beschreibung.

Die Untersuchung dieser Gesteine mit dem Mikroskop ergiebt als wesentliche Bestandtheile: Olivin, rhombischen und monoklinen Pyroxen und monoklinen Amphibol. Diese Mineralien sind aber nicht in allen Vertretern des ersten Typus enthalten, sondern mit Ausnahme des Olivins, der stets auftritt, lassen sich je nach Vorhandensein, beziehungsweise Ueberwiegen des Pyroxens und Amphibols drei Unterabtheilungen aufstellen, nämlich Gesteine deren wesentliche Bestandtheile ausser dem Olivin noch sind:

1. rhombischer Pyroxen und Amphibol,
2. monokliner Pyroxen und Amphibol,
3. monokliner und rhombischer Pyroxen und Amphibol.

Wenn wir diese Unterabtheilungen rücksichtlich der Menge und Ausbildung der Bestandtheile vergleichen, so stellen sie sich als eine fortlaufende Reihe dar. An dem einen Ende dieser Reihe haben wir Olivinfelse mit viel Bronzit, der in makroskopisch grossen Einsprenglingen ausgebildet ist und nur wenig Hornblende in kleinen Individuen enthält. In den folgenden Gliedern der Reihe vergrössert sich immer mehr der Gehalt an monoklinem Amphibol, wogegen der rhombische Pyroxen an Grösse vor allem und dann auch an Menge abnimmt. Es treten nun neben rhombischen auch monokline Pyroxene auf; endlich verschwindet der Bronzit nahezu ganz, und nur mehr die an Menge und Grösse wenig bedeutenden monoklinen Pyroxene sind vorhanden, dagegen sehr viel Hornblende. Diese letzten Glieder der

Reihe rechne ich bereits zu den Amphibololivinfelsen, die ihre beste Ausbildung dann in dem Strahlsteinolivinfels finden, wo nur Amphibol in grossen Krystallen neben dem Olivin vorhanden ist — eine Fortsetzung und ein Endglied obiger Reihe, das bereits im Gebiet eines anderen Typus liegt.

Der Olivin ist der Bestandtheil, der alle anderen und meist auch alle zusammen an Menge übertrifft und dem Gestein seinen Charakter verleiht. Er erscheint im Dünnschliff immer farblos — mit einer Ausnahme, wo er schwach grünlich gefärbt ist — und ist glashell durchsichtig. Gegenüber den anderen Mineralien tritt er sofort durch seine starke einfache Lichtbrechung hervor, die ihm breite schwarze Ränder verleiht. Ebenso ist die doppelte Lichtbrechung eine sehr kräftige, die Interferenzfarben sind lebhaft gelb, roth, blau u. s. w. Der Olivin tritt durchweg nur in unregelmässig geformten, vorherrschend rundlichen Körnern von wechselnder Grösse auf und ist von regellos verlaufenden Sprüngen durchzogen. In ganz seltenen Fällen ist auch local eine Spaltbarkeit in einer Richtung (der parallel die Auslöschung eintritt) ausgebildet. Der muschelige Bruch verleiht dem Olivin im Dünnschliff eine wellige Oberfläche. Im Olivin finden sich staubähnliche Interpositionen, die in Schwärmen oder langgestreckten geraden Zügen auftreten, die ungeändert über Sprünge und Klüfte wegziehen. Mikroskopisch zeigt sich der Olivin in diesen Pyroxenolivinfelsen öfter in Serpentinisirung begriffen, als es makroskopisch erkennbar ist. Doch sind es meist nur die ersten Anfangsstadien dieses Vorganges und die Menge des frischen Olivins übertrifft fast stets die des Serpentin. Es findet sich besonders jenes Stadium der Serpentinbildung, in welchem sich längs der Spalten des Olivins ganz feine Aederchen von Serpentin gebildet haben. Derselbe ist hellgrünlich ohne merklichen Pleochroismus oder auch fast farblos und bei gekreuzten Nikols sieht man alle diese Aederchen aus senkrecht zur Längserstreckung gerichteten feinen Fasern bestehen und zwar bei etwas breiteren Adern immer so, dass von jeder Seite der Ader her sich eine eigene Faserzone bildet, die in der Mitte aneinanderstossen, wobei hier in der Mitte dann

der ausgeschiedene Magnetit in Körnern und Nestern abgelagert wird. In grösseren Complexen von Serpentin liegen die Fasern wirt durch einander, während an der Grenze gegen den frischen Olivin dann ein Besatz paralleler Fasern normal zur Oberfläche des Mutterminerals steht. Die Polarisationsfarben sind graublau.

Ist die Serpentinisirung dann schon weiter vorgeschritten, so schwimmen die Olivinkörner gleichsam einzeln in der Serpentinmasse. An eng localisirten wenig ausgedehnten Flecken ist auch vollständige Serpentinisirung zu finden, wobei dann das Magnetitmaschennetz die Klüfte des ehemaligen Olivins erkennen lässt.

Der rhombische Pyroxen erscheint ebenso wie der Olivin niemals in ausgebildeten Krystallen, sondern analog der makroskopischen Ausbildung in der Richtung der Spaltbarkeit ziemlich geradlinig und an den anderen Seiten durch die anderen Elemente unselbstständig begrenzt. Im Dünnschliff ist er immer farblos, in der Pulverprobe zeigt er manchmal noch eine schwach grünliche Färbung und lässt dann auch noch einen geringen Absorptionsunterschied erkennen. Die einfache Lichtbrechung ist eine kräftige, die Polarisationsfarben sind aber in dünnen Schnitten wenig lebhaft, meist, mattblau oder gelb.

Die Spaltbarkeit zeigt sich in den Schnitten parallel der Prismenzone als eine parallel in einer Richtung verlaufende. Dabei herrschen in der Dichte und Schärfe dieser Spalten ziemlich beträchtliche Unterschiede. Es finden sich Schnitte mit sehr feinen eng gedrängten, ganz durchlaufenden Spalten — es ergibt sich das Bild einer Faserung —; in anderen Schnitten sind sie dicker, kräftiger, auch ganz durchlaufend, aber weiter von einander abstehend und durch kleine Querbrüche zu leiterartigen Kluftsystemen geformt, und endlich giebt es Schnitte mit scharfen, aber wenig zahlreichen auslaufenden Spalten: alles Folgen der verschiedenen krystallographischen Lage der Schnittflächen und individueller Verschiedenheiten oder Schwankungen in der Structurart des Pyroxens. In den Schnitten normal oder schief zur *c*-Achse, die aber bedeutend seltener sich finden, erscheint das Bild der zwei unter rechtem Winkel sich schneidenden prisma-

tischen Spaltensysteme und weniger deutlich auch das der pinakoidalen Spaltbarkeit. Meist ist aber das Querschnittsbild ziemlich unklar in Folge der dichten Drängung und Vermischung der Spalten.

Die Auslöschung der Längsschnitte erfolgt parallel der Spaltbarkeit in diagonalen Querschnitten; auch ist in den Dünnschliffen die knieförmige oder s-förmige Verbiegung, die dem freien Auge schon auffällt, zu bemerken. Eine nennenswerthe Zersetzung des Bronzit ist nicht zu beobachten. Was für ein rhombischer Pyroxen in den Olivingesteinen vorliegt, liesse sich mit Sicherheit wohl nur durch chemische Analyse feststellen. Der Mangel der Färbung und des Pleochroismus schliesst aber zunächst Hypersthen aus. Das Vorkommen der Knickungen und die gedrungenen Formen, der metallisch schillernde Glanz und die blättrige Absonderung sprechen dafür, dass es Bronzit ist, wofür dieses Mineral schliesslich auch von SANDBERGER, LIEBENER und STACHE angesehen wurde. Quantitativ steht der Bronzit in den Olivingesteinen der ersten beiden Untergruppen der Pyroxenolivinfolge an zweiter Stelle, doch gegenüber dem Olivin, wie schon oben gesagt, bedeutend an Menge zurückstehend.

Eine verhältnissmässig geringe Bedeutung kommt dem monoklinen Pyroxen zu. In seiner Form und Ausbildung ähnelt er so dem rhombischen Pyroxen, dass er meist in den Dünnschliffen nur durch das Vorhandensein der Auslöschungsschiefe vom Bronzit unterschieden werden kann, da Querschnitte mit deutlichem rechtwinkligen Spaltennetz selten sind. Die monoklinen Pyroxene erscheinen demnach meist in unregelmässig umgrenzten farblosen Individuen von geringer Grösse mit wenig dichten, doch scharfen parallelen Spalten in einer Richtung. Zwillingslamellen nach $\frac{1}{100}$, bei g. N. durch verschiedene Schiefe der Auslöschung sichtbar, finden sich in grösseren Pyroxenen. Einfache und doppelte Lichtbrechung entspricht ganz der der Bronzite, die Auslöschung ist schwankend zwischen 35° und 45° . — Die Menge der monoklinen Pyroxene steht gegenüber der der anderen Minerale zurück. Die Aehnlichkeit mit Bronzit (blättrig-faserige Spaltbarkeit, Glanz) spricht für Diallag.

Der in der Litteratur angegebene Diopsid wird nicht bewiesen, wie auch KALKOWSKY¹⁾ den Augit dieser Gesteine als dem Diallag nahe stehend bezeichnet.

Als dritter Hauptbestandtheil tritt der Amphibol auf. Auch er erscheint, wie die anderen Bestandtheile nicht in ausgebildeten Krystallen, sondern in unregelmässigen länglichen Individuen. In den Pyroxenolivingesteinen besitzt der Amphibol meist nur geringe Grösse, wie der monokline Pyroxen — einen einzigen Fall ausgenommen, wo ein fast 1 cm langer strahlsteinartiger Krystall beobachtet wurde. Der Amphibol ist farblos oder schwach gelblich-grün und zeigt in letzterem Falle einen sehr schwachen Pleochroismus mit der gewöhnlichen Orientirung (Maximum der Absorption || *c* und *b*). Die Spaltbarkeit zeigt sich in prismatischen Schnitten als nur in einer Richtung vorhanden und aus scharfen, nicht dicht gedrängten Spaltklüften bestehend. Entsprechend dieser Spaltung sind die Amphibole oft länglich splitterförmig. In den basischen Schnitten zeigt sich das charakteristische Bild der unter ungefähr $\frac{\pi}{2}$ 125° sich schneidenden zwei Spaltensysteme. Die einfache Lichtbrechung ist ziemlich stark, die doppelte sehr kräftig. Die Auslöschung schwankt zwischen $\frac{1}{2}$ 20° und $\frac{1}{2}$ 17°. Der Amphibol ist durchweg frisch. Die Farblosigkeit oder sehr schwache Färbung lässt den Amphibol als eine dem Tremolit oder Strahlstein nahe stehende Hornblende erscheinen.

In den Pyroxenolivingesteinen findet sich in vielen Fällen eine Vergesellschaftung der Pyroxene und Amphibole zu Gruppen und Nestern, nur in seltenen Fällen liegen sie gleichmässig einzeln durch das ganze Gestein verstreut.

Zwischen Bronzit und Hornblende kommen ausserdem Verwachsungen vor, indem schmale längliche Lamellen beider Mineralien parallel der *c*-Achse abwechselnd neben einander stehen, welche Art der Verwachsung bereits von TSCHERMAK²⁾ makroskopisch beobachtet wurde. Dabei ist meist der Amphibol in Form von kleinen Lamellen in grossen Bronziten eingewachsen.

¹⁾ KALKOWSKY, Elemente der Lithologie, 1886, pag. 237.

²⁾ TSCHERMAK, „Ueber Pyroxen und Amphibol“ Tsch. M. M. 1871, pag. 43.

Als accessorische Bestandtheile dieser Gesteine treten auf Anthophyllit, Spinell, Zirkon, Pyrit, Chlorit, Talk, Faser-Serpentin, Magnetit, Göthit, Limonit und Calcit.

Der Anthophyllit kommt sowohl als mikroskopischer Gesteinsgemengtheil als auch makroskopisch deutlich erkennbar in den schon im geologischen Theil angeführten Randzonen einzelner Linsen vor.

Er erscheint hier zu äusserst an der Randzone als parallelfaseriges asbestartiges Aggregat mit seidenartigem Glanze und von silbergrauer Farbe. Die Pulverprobe zeigt ein faseriges Pulver, das farblos ist und starke einfache und doppelte Lichtbrechung besitzt; es löscht gerade aus. Die Härte ist ungefähr 5. In kochender HCl und H_2SO_4 ist es unlöslich und wird nicht angegriffen.

In der darauf folgenden inneren Zone ist rhombischer und monokliner Amphibol vergesellschaftet. Auch hier wurde mit gleichem Erfolge die obige chemische Probe gemacht. Der Dünnschliff zeigt dieselben optischen Eigenschaften, wie früher das Pulver: (stets gerade Auslöschung und das Spaltennetz der Hornblende.) Dabei ist monokliner und rhombischer Amphibol häufig parallel in einander verwachsen.

Ausser diesen Randzonen findet sich der Anthophyllit auch sehr selten in geringer Quantität in den Pyroxenolivinfelsen selbst in Gesellschaft mit strahlsteinartig ausgebildeter Hornblende. Es ist dies besonders das schon oben erwähnte Pyroxen-Olivingestein mit der makroskopisch sichtbaren Hornblende, das ein Uebergangsglied zu den Amphibololivinstein bildet.

In Gesellschaft mit Anthophyllit kommt dann auch Talk mit den charakteristischen lebhaften, irisirenden Polarisationsfarben vor, als sekundäre Bildung aus der Hornblende. Seine Eigenschaften werden bei den Amphibololivinfelsen näher beschrieben werden.

Ein fast constantes Mineral der Olivinfelse ist der Spinell. Er findet sich fast durchwegs in unregelmässigen rundlichen oder lappigen Körnern von geringer Grösse; selten treten rechteckige und rhombische Formen auf. Er ist entweder vereinzelt im Gestein vertheilt, oder in Schwärmen angeordnet, in einem Falle als dritter Gesellschafter von

Pyroxenhornblende-Nestern. Er ist in der Mehrzahl der Fälle braunroth gefärbt, also Picotit; seltener dunkelmoosgrün Pleonast. Der Spinell zeigt muscheligen Bruch, starke einfache Lichtbrechung, bei g. N. tritt theilweise Aufhellung der sonst constanten Dunkelheit ein. Mit dem zunehmenden Gehalt an Hornblende nimmt der Spinell an Menge ab.

Ungleich seltener findet sich Zirkon, der nur zweimal in Gestalt kleiner länglicher gelblicher Kryställchen mit abgerundeten Enden, ausgezeichnet, durch die sehr starke einfache und doppelte Lichtbrechung und gerade Auslöschung beobachtet wurde.

Auch ziemlich selten ist der im auffallenden Lichte speisgelbe Pyrit und meist nur in unregelmässigen Körnern ausgebildet.

Der Chlorit tritt als primärer und sekundärer Bestandtheil auf. Sekundär findet er sich in einer Gesteinsprobe aus dem Val Bresimo und in einer aus dem Gamperthal in Form von kleinen sphärolithischen Aggregaten von blassgrünlicher Farbe, das eine Mal in Gesellschaft der Spinelle, das andere Mal im Anschluss an Olivinkörner.

In vielen Pyroxenolivinfelsen tritt der Chlorit ausserdem auch primär auf. Er erscheint dann in tafelförmigen Schnitten mit sehr feiner Längsfaserung, — also mit der Gestalt des Glimmers —, mit schwacher einfacher Lichtbrechung. Er ist häufig farblos, in einzelnen Fällen lässt sich aber noch ein ganz schwacher Pleochroismus von gelblichgrün zu bläulich $\left[\left[c \right] \right]$ erkennen. Die Interferenzfarben sind gelb oder blaugrau, meist ziemlich matt. Die Leisten löschen vorherrschend parallel der Längsrichtung aus. In vielen Fällen finden sich aber parallel der Tafelfläche mehrfach nach Art des Chlorites verzwilligte Leisten, bei denen dann die ungleich auslöschenden Lamellen geringe schiefe Auslöschung zeigen, was auf Klinochlor verweist. Dieser Chlorit erscheint nun ganz selbstständig ausgebildet, nicht aus anderen hervorgehend und nicht durch Uebergänge mit anderen verbunden, vollkommen homogen, theils zwischen die Olivinkörner eingekeilt, theils in Gesellschaft der Pyroxene und Amphibole, wobei er gelegentlich scharf abgegrenzt in die grossen Bronzite quer zu deren Faserung

hineinragt. — In vielen Fällen tritt dann in den feinen Spalten Erzinfiltration ein (Pyrit und Magnetit). Diese führt zur Bildung eigenartiger Concretionen, welche auch mit freiem Auge sichtbar sind, indem sich zahlreiche solche erzhaltige Leisten in wirrer Anordnung zusammenschaaren, wobei sich der Erzgehalt in der Mitte der Schaarung ansammelt, während ringsherum erzfreiere Parthien des Chlorits liegen. Der Pyrit ist hier oft ganz oder theilweise in Göthit umgesetzt.

Auch makroskopisch ist das Mineral durch seine grünliche Farbe und geringe Härte chloritisch.

Alle Eigenschaften sprechen daher dafür, dass es gebleichter Klinochlor ist und nicht Antigorit, mit dem das Mineral sonst manche Aehnlichkeit hat. Gegen Antigorit sprechen aber die Stärke der Doppelbrechung, die Zwillingslamellirung, Schiefe der Schwingungsrichtung und die selbstständige Gestaltung und Stellung im Gestein und Unabhängigkeit von der Serpentinbildung. Es finden sich ferner auch alle Uebergänge zu dem in den Amphibololivinfelsen vorhandenen ungebleichten Chloriten.

Der Serpentin wurde bereits oben beim Olivin besprochen.

Das häufigste der accessorischen Minerale ist der Magnetit. Auch er ist in unregelmässigen Körnern von wechselnder, aber meist geringer Grösse entwickelt. Bei auffallendem Lichte zeigt er die charakteristische metallische blaugraue Farbe der rauhen Oberfläche. Er dürfte fast immer sekundär sein als Begleiterscheinung der Serpentinbildung, da der Gehalt an Magnetit abhängt vom Grade der Serpentinisirung. Primär mag wohl der mit Spinell verwachsene M. sein. Im Gesteinspulver lässt er sich mit der Magnetnadel herausziehen. Er ist nicht immer frisch erhalten, sondern manchmal in Leukoxen umgewandelt, mit grauer Farbe im auffallenden Lichte, auch Verwachsungen mit Pyrit kommen vor.

Ziemlich häufig sind die Spinellkörner von einem opaken schwarzen Erze umkrustet, das theils Magnetit, theils vielleicht auch Chromit ist, da aus dem Gesteinspulver von stark erzhaltigen Parthien sich nicht alle opaken Theile mit der Magnetnadel ausziehen lassen.

Calcit wurde in einem Falle als secundäre Bildung beobachtet, kenntlich durch die Spaltbarkeit, die Zwillingslamellirung und die eigenartigen scheckigen Interferenzfarben.

In dem Grade ihrer Formenausbildung sind nur geringe Unterschiede zwischen allen Bestandtheilen. Relativ am besten ausgebildet sind die Pyroxene und besonders die Hornblende, während der Olivin gar keine selbstständige Ausgestaltung zeigt. Dem Alter nach an erster Stelle steht der Spinell, der auch als Einschluss in den anderen Mineralien auftritt.

II. Granatolivinfelse.

Die Gesteine dieses Typus haben eine lebhaft grasgrüne bis dunkelmoosgrüne Farbe. Härte und Verhalten gegen atmosphärische Einflüsse sind die gleichen wie bei den Pyroxenolivinfelsen, mit denen die Granatolivinfelse ja im engsten Zusammenhang stehen. Makroskopisch zeigt sich die Hauptmasse des Felses als ein feinkörniges Gemenge von grünen Körnern, zwischen denen die an Korngrösse die anderen Bestandtheile wenig überragenden kleinen hell weinrothen Granaten in grosser Menge hervortreten, gleichmässig durch die ganze Masse vertheilt. Dort wo das Granatolivingestein als Ader im Pyroxenolivinfels vorkommt, sind die Granaten nicht ein kleiner, gleichmässig vertheilter Bestandtheil, sondern treten in Gestalt von ungefähr 1 cm im Durchmesser haltenden Stücken hier und da als Einsprenglinge auf. Diese grossen Körner entbehren jeder krystallographischen Umgrenzung, sie sind unregelmässig rundlich geformt und stark zersprengt. Ihre Farbe ist eine weinrothe. Als ein weiterer als Einsprengling auftretender Bestandtheil bietet sich dem freien Auge ein den Bronziten der Pyroxenolivinfelse sehr ähnliches Mineral. Es ist grünlich schillernd und länglich unregelmässig geformt. Seine Spaltbarkeit ist der des Bronzits ähnlich, aber nicht so feinfasrig, sondern mehr stenglig. Die einzelnen Krystalle erreichen eine Länge bis zu 5 cm und 2 cm. Breite. Die Pulverprobe zeigt dieselbe Spaltbarkeit, starke einfache und doppelte Lichtbrechung und eine sehr schwankende Auslöschungsschiefe von 0° bis zu 40° ugf., woraus sich im Verein mit dem mikroskopischen

Bilde aus den Dünnschliffen und der welligen Form mancher Individuen ergibt, dass dieses Mineral als Diallag anzusprechen ist. Auch der Diallag kommt hauptsächlich nur in jenen oben genannten Adern in so grossen Individuen vor, während in den anderen Fällen der Diallag nur in geringer Grösse und Menge vorkommt. Daneben kommen auch einzelne Bronzite vor als Einsprenglinge. Diese in Form von Ausheilungsadern auftretende Art von Granatolivinfels ist ausserdem noch mit anderen theilweise im normalen Granatolivinfels nicht vorkommenden Einsprenglingen ausgestattet. Es tritt hier auch die sonst mikroskopische Hornblende in kleinen dunkelgrünen Krystallen, von ähnlicher Structur wie die Diallage, hervor. Ferner tritt hier auch ein Glimmer in kleinen Schuppen von rothbrauner Farbe local angehäuft auf, der sonst dem Gestein als constanter Bestandtheil fremd ist.

Von Serpentinisierung ist an dem Granatolivinfelsen nichts bemerkbar. An den verwitterten Parthien zeigt sich eine vollständige Lockerung des Zusammenhaltes der Bestandtheile, so dass das Gestein brüchig und bröselig wird. Die gelbe Verwitterungsrinde erscheint also auch hier oft als ein Aggregat einzelner gelber Olivinkörnchen. Die Granaten treten an den Verwitterungsflächen als Knöpfchen hervor.

Die Bestandtheile, welche das Mikroskop zu Tage fördert, sind Olivin, Granat, rhombischer und monokliner Pyroxen, Hornblende, und accessorisch Spinell, Magnetit, Pyrit, Glimmer und der Serpentin.

Der Olivin, die Hornblende und die Pyroxene stimmen im allgemeinen in ihrer Ausbildung mit der in den Pyroxenolivingesteinen überein. Der Olivin ist immer ganz frisch, nur in einem Schlicke zeigt sich ziemlich starke Serpentinisierung. Einmal zeigt sich eine hellgrünliche Färbung des Olivins — das betreffende Gestein zeigt auch makroskopisch einzelne Parthien des Olivins auffallend tief grün gefärbt. An Menge überragt wieder der Olivin die Pyroxene und Amphibole.

Unter den Pyroxenen und Amphibolen überwiegt der Bronzit an Menge. Bronzit und Diallag gleichen sich in allen Eigenschaften mit Ausnahme der Auslöschung. Stellenweise wurde beim Diallag lamelläre Zwillingsbildung beobachtet nach dem Orthopinakoid.

Die Hornblende ist manchmal schwach grünlich oder bräunlich gefärbt, mit schwachem Pleochroismus. In einem Schlicke aus dem Adergestein erscheint sie auch im Schlicke als grosser Einsprengling, während sonst die mikroskopische Grösse dieser Bestandtheile eine gleichmässige ist.

Der Granat erscheint im Mikroskop farblos. Seine einfache Lichtbrechung und sein Relief ist stärker als bei Olivin. Die Umrisse der Granaten sind unregelmässig eckig oder lappig; die Körner sind stark von Klüften durchzogen. Bei gekreuzten Nikols erscheint er vollständig isotrop. An Menge steht er in dem normalen Granatolivinfelse mit den kleinen Granaten dem Olivin gleich, im Adergestein sind die Granaten vereinzelt und in viel geringerer Menge.

Der Spinell ist in dunkelrothbraunen Körnern als Picotit vertreten in gleicher Ausbildung wie beim 1. Typus.

Der Magnetit kommt in Verbindung mit dem Serpentin vor und ist ebenso wie der Pyrit vorherrschend derb entwickelt.

In einem Schlicke des Adergesteines ist endlich noch der oben erwähnte Glimmer vertreten in grossen Schuppen, beziehungsweise Leisten mit sehr feiner Längsfaserung. Er hat starken Pleochroismus von fast farblos parallel c zu hellrothbraun normal zu c , doch geringer als bei Biotit. Die Auslöschung ist gerade, die Polarisationsfarben sind lebhaft. Der Achsenwinkel ist klein, die Achsenebene steht senkrecht auf dem Leitstrahl der Schlagfigur; es ist also ein Anomit. Dieses Vorkommen von Anomit erinnert an das von BECKE¹⁾ beschriebene niederösterreichische Vorkommen, wo der Anomit als Umhüllung von Olivinfels auftritt. Seine selbstständige Ausbildung und seine Homogenität lassen ihn hier aber als primär erscheinen.

Bezüglich des Alters der einzelnen Gemengtheile gilt hier ganz das gleiche wie bei den Pyroxenolivinfelsen. Auch der Granat ist wenig selbstständig ausgebildet. —

III. Amphibololivinfels.

Die Gesteine dieses III. Typus haben ein besonders porphyränliches Aussehen. Man sieht an denselben eine

¹⁾ BECKE, Die Gneissformation des niederösterr. Waldviertels T. M. M. IV. B. 1882, 322 ff.

feinkörnige grüne Masse, in der netzartig vertheilt grosse längliche Krystalle stecken. Stellenweise geht die Feinkörnigkeit in fast vollständige Dichte über; es sind dies kleine serpentinisirte Flecken. Die grossen Einsprenglinge sind lebhaft glänzend, von hellgraugrüner Farbe, stellenweise auch radiär angeordnet. Sie erreichen eine Länge von 5 cm und eine Breite von 1 cm. In der Längserstreckung sind sie geradlinig begrenzt, während Endflächen fehlen. Ihre Form ist also schilferig, die nachfolgende mikroskopische Untersuchung ergibt, dass es ein heller, dem Tremolit nahestehender Aktinolith ist.

Die Härte ist die der anderen Olivinfelse. Ihre Verwitterungsfarbe ist ebenfalls ockergelb. An der Linse dieses Gesteins finden sich ausgedehnte Massen, die so tief hinein als man sehen kann, zersetzt sind: Der Olivin ist gelblich weiss und pulverig, kleine schwarze glänzende Punkte (Magnetit) treten hervor. Die Einsprenglinge sind ihrer Form nach erhalten, ihre Substanz aber ist umgesetzt, indem statt des Strahlsteins feine silberglänzende Schuppen vorhanden sind, die von Glimmer geritzt werden und mit Kobaltsolution geglüht keine Blaufärbung geben, also Talk. Die Kleinheit des Achsenwinkels, die schwache, einfache Lichtbrechung und die lebhaften irisirenden Interferenzfarben bestätigen diese Bestimmung. Diese Umwandlung von Aktinolith in Talk giebt schon BLUM¹⁾ an. TSCHERMAK²⁾ beschreibt von einem Olivingestein auf der Koralpe in Kärnten die Umwandlung von Tremolit in Talk. Die von TSCHERMAK ausgesprochene Vermuthung, dass Hornblende und Augit nur bei Vorwalten derselben in einem Gestein zu Serpentin umgewandelt werden, sonst aber in Talk beziehungsweise Bastit, wird durch die Beobachtungen an den Olivingesteinen des südwestl. Südtirol also bestätigt.

Eine Abänderung des oben beschriebenen Gesteinscharakters ist die, dass in einer dunkelgrünen, sehr feinkörnigen Olivinmasse in grosser Menge 3 — 10 mm grosse, ganz schmale, Nadelchen von Strahlstein in wirrer Vertheilung stecken.

¹⁾ BLUM, III. Nachtrag zu den Pseudomorphosen des Mineralreichs 137. 1863.

²⁾ TSCHERMAK, M. M. 1876, pag. 65.

Dort wo der Amphibololivinfels dünnbankig ist, liegen die Strahlsteine alle annähernd in einer Ebene, während in den massigen Parthien die Lagerung eine regellose ist. —

Die in den Dünnschliffen gefundenen Bestandtheile sind: Olivin, Aktinolith, Anthophyllit, Chlorit, Serpentin, Talk, Magnetit und ausserdem noch monokliner Pyroxen. Dieser letztere nämlich in Uebergangsformen von den Pyroxenolivinfelsen zu den Amphibololivinfelsen, die deshalb hierher gestellt werden mögen, weil in ihnen die Hornblende sehr stark überwiegt gegenüber Pyroxen, es also natürlicher ist sie daher zu rechnen, während die eigentlichen Hauptvertreter dieses Typus ganz ohne Pyroxen sind.

Sehr bemerkenswerth ist bei Vergleichung der Bestandtheile der Pyroxenolivinfelse gegenüber den Amphibololivinfelsen, dass in ersteren rhombischer und monokliner Pyroxen, in letzteren dagegen monokliner und rhombischer Amphibol vergesellschaftet sind.

Der Olivin bietet ganz denselben Anblick wie in den zwei früheren Typen. Auch hier gehört die Hauptmasse des Gesteins ihm an, charakteristisch ist eine Feinheit des Kornes, wie sie bei den früher beschriebenen Felsen nicht anzutreffen ist. Größeres Korn tritt nur ausnahmsweise auf.

Der Amphibol ist in länglich gestreckten Krystallen ohne terminale Abgrenzung entwickelt. Er zeigt die für Hornblende typische starke, einfache und besonders kräftige doppelte Lichtbrechung und die geringere Auslöschungsschiefe. Die Spaltbarkeit ist in der Richtung der *c*-Achse eine ausgezeichnete, so dass oft die für diese Minerale in den Olivinfelsen charakteristische Schilferung der Individuen eintritt; an den Enden laufen die Individuen unregelmässig spitz aus. Der Strahlstein ist im Dünnschliffe farblos. Ausser der Längsspaltung ist auch eine geringe Querabsonderung normal *c* bemerkbar. An den Querschnitten ist stets der charakteristische Prismenwinkel von 125° bemerkbar.

Meist nur in enger Vergesellschaftung mit dem Strahlstein kommt der rhombische Amphibol vor. Er ist durch die durchaus grade Auslöschung und die starke Doppelbrechung charakterisirt, und zeigt stengelige Formen mit Quertheilung. Man findet den Anthophyllit besonders in schmalen, langen Fasern

in paralleler Verwachsung mit dem Strahlstein, aber auch in dem randlichen vom Actinolith scharf abgesetzten bartartigen Besatz dem Talk beigemischt. Beide Arten des Auftretens sind in der beigegebenen Skizze des mikroskopischen Bildes zu sehen (Fig. 6).

Der Chlorit tritt in mosaikartig zusammengesetzten Aggregaten von Individuen auf, oder auch vereinzelt. Er hat eine feinblättrige Structur, wobei die Stellung der Blätterung der Individuen zu einander eine regellose ist. Einfache und doppelte Lichtbrechung sind schwach, die Polarisationsfarben dunkelgrün, die Auslöschung nahezu oder ganz gerade, theilweise ist auch Isotropie bemerkbar bei basischen Schnitten. Charakteristisch ist der in Folge der

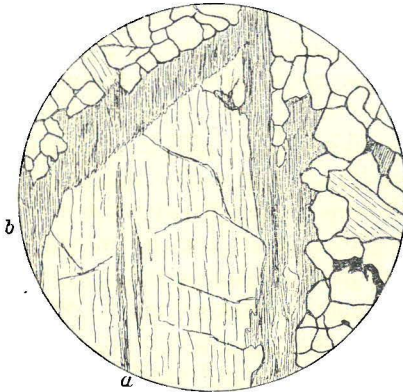


Fig. 6.

Hornblende und Anthophyllit im Amphibololivinfels vom Sass dell' Anel.

a. Anthophyllit in Paralleilverwachsung mit Strahlstein. *b.* Talk u. Anthophyllit als bartartiger Besatz.

Dünne der Schiffe schwache Pleochroismus von röthlichgelb parallel der *c*-Achse zu grünlichblau normal zu *c*. Dieser Pleochroismus und die tiefdunklen Interferenzfarben kennzeichnen ihn als Chlorit gegenüber Antigorit, mit dem er Aehnlichkeit besitzt. Es zeigt aber dieser Chlorit der Amphibololivinfelse noch deutlicher die schon bei den Pyroxenolivinfelsen angegebenen Unterschiede vom Antigorit.

Wo Serpentin und Chlorit in grösserer Menge zusammen vorkommen, bilden sie eine engverbundene Masse, in der die Inseln von frischem Olivin eingebettet sind. Der Umstand, dass gleichzeitig mit der Zunahme des Chlorits der Strahlstein an Menge abnimmt, legt es nahe, dass der Chlorit sich hier theilweise aus dem Aktinolith gebildet hat; theilweise ist er aber wohl auch primär.

Talk findet sich ausser in den ganz umgewandelten Strahlsteinen auch in mikroskopischen Mengen als Anfangsstadium der Pseudomorphosen von Talk nach Strahlstein. Diese Anfangsstadien sind übrigens auch makroskopisch durch den fleckigen Silberglanz der betreffenden Strahlsteine bemerkbar. Ausserdem bildet er zusammen mit dem Anthophyllit die in Fig. 6 dargestellten Bärte der Strahlsteine, in denen der Talk vorwaltet gegenüber Anthophyllit.

Der Serpentin erscheint meist in dem bekannten Anfangsstadium, indem längs der Klüfte des Olivins sich Serpentinadern bilden. Dieser aus Olivin gebildete Serpentin dringt dann auch in die Quarzabsonderungsklüfte des Strahlsteins hinein. Die scharfe Abgrenzung der Serpentinmasse gegen den Strahlstein und die Verbindung des Serpentin mit dem sicher aus Olivin entstandenen, sowie der Mangel jedes Ueberganges spricht gegen eine direkte Serpentinisierung des Strahlsteins. Der Serpentin ist auch hier als Faserserpentin entwickelt.

Secundär ausgeschiedenes Magneteisen tritt stets auf im Serpentin, der Pyrit ist stellenweise limonitisirt. Charakteristisch ist, dass in den Amphibololivinfelsen die Spinelle fehlen, wie sie auch in den Pyroxenolivinfelsen bei der Zunahme der Hornblende an Menge abnehmen.

Die beste individuelle Ausbildung besitzt der Strahlstein und man kann ihn daher dem Alter nach die erste Stelle einräumen. Ihm folgt im Alter der Olivin und dann die secundären Gemengtheile.

Petrographische Beschreibung einiger Schiefergesteine.

Die Lagerung und Reihenfolge der hier besprochenen Gesteine wurde schon im geologischen Theile erörtert. Es mögen hier die wichtigsten der in der Begleitung der Olivinfelse auftretenden Schiefergesteine petrographisch näher beschrieben werden.

Ich beginne mit dem Granulit, welcher im Liegenden der unteren Linse im Cloznerloch ansteht. Dieser Granulit ist von weisser Farbe und deutlich schieferig. Schon mit

freiem Auge sieht man die grosse Menge von Feldspath, der ihm die weisse Farbe giebt, die geringe Menge des Quarzes und des Muscovites. Das Mikroskop bestätigt diese Beobachtung; der Plagioklas zeigt schöne Zwillingslamellirung bei mattblauen Polarisationsfarben. Ausserdem sieht man aber noch Granat in unregelmässig geformten, kleinen farblosen Körnern, die stark zerklüftet sind. An den Klüften hat sich sekundär hellgrünlicher Chlorit ausgebildet, der stellenweise vollständige Pseudomorphosen nach Granat bildet.

Der Granulit, der zwischen unterer und oberer Linse des Cloznerloches — näher letzterer — auftritt, ist von graubrauner Farbe. Es ist dies ein Gestein, das im hohen Grade mit dem von PLONER¹⁾ beschriebenen Cyanit-Granuliten aus dem Val Pescara übereinstimmt. Dem freien Auge fallen Granat und seltene Kryställchen von Cyanit auf. Mikroskopisch findet man als Bestandtheile: Quarz in Körnern von wechselnder Grösse, die bei der grossen Dünne der Schilfe nur mattblaue Polarisationsfarben zeigen; ziemlich reichlich Biotit mit starkem Pleochroismus und Einschlüssen von Sagenit; dann Granat in grossen farblosen Körnern ohne Krystallumgrenzung und stark zerklüftet und zersprengt. Er enthält als Einschlüsse Biotit, der ganz wie PLONER¹⁾ beschreibt, auch oft theils primär, theils secundär die Umhüllung der Granaten bildet, und Quarz. Ein weiterer Bestandtheil in beträchtlicher Menge ist Cyanit. Dieser ist vollkommen farblos und hat starke einfache und mässige doppelte Lichtbrechung. Die Individuen sind nach dem Prisma gestreckt, ohne Endflächen, manchmal s-förmig gebogen, Schnitte nach (010) zeigen die vollkommene Spaltbarkeit nach (100) und die unvollkommene nach (001) unter ugf. 75° gekreuzt, während Schnitte nach $\infty P \overline{\infty}$ die Theilbarkeit nach OP als schnell aussetzende wenig scharfe Risse zeigen und die etwas vollkommenere nach (010) beide ungefähr rechtwinklig gekreuzt; endlich sieht man in basischen Schnitten die vollkommene Spaltbarkeit nach (100) und (010), schiefwinklig sich kreuzend. Auch Zwillinge nach (100) mit dem fiederigen Spaltennetz sind zu sehen, wie sie PLONER beschreibt.¹⁾

¹⁾ PLONER, Ueber Granatgranulit in Tirol. T. M. M. 1891.

Die Auslöschung ist je nach den Schnitten 0° — 30° . Ausserdem enthält dieser Granulit noch Sphen in kleinen dunkelgrünen Körnchen von gerader Auslöschung, stärkerer Absorption des Lichtes parallel den in einer Richtung verlaufenden Spalten, mit kräftiger einfacher und mässiger doppelter Lichtbrechung. Die Spalten sind mit Erz infiltrirt.

Der Granulit in dem die kleinen Olivinfelsknauern bei der oberen Linse des Cloznerloches liegen, ist schon makroskopisch dem eben beschriebenen ähnlich. Und das gleiche gilt vom mikroskopischen Befund: Quarz, Biotit (auch etwas Muscovit), Granat und Cyanit entsprechen ganz dem oben angeführten als wesentliche Bestandtheile. Accessorisch findet sich noch in sehr kleinen Kryställchen Zirkon mit lebhaften Interferenzfarben und gerader Auslöschung, gelbbrauner Rutil — auch als Einschluss im Granat — beide mit sehr kräftiger einfacher Lichtbrechung; ausserdem Sphen.

Die in der kleinen Zertrümmerungszone am Ostrande der Linse im Gamperthal, am Südabhang der Mandlspitze, gelegenen Gesteine fallen durch ihre massige Structur auf. Ihre Farben sind graugrün oder gelblich. Die mikroskopische Untersuchung zeigt, dass dies zertrümmerte Gestein ein hornblendehaltiger Granulit ist, der schon den Granat-amphiboliten nahe steht. Eine der zunächst dem Olivinfels gelegenen Schollen zeigt mikroskopisch so ziemlich die gleichen Bestandtheile, wie der umgebende Granatgneis: Plagioklas als Hauptbestandtheil, dann Granat in grossen, fast unversehrten rundlichen Körnern und Biotit; in geringer Menge Quarz, Zirkon in länglichen Kryställchen, Rutil, Magnetit, Pyrit und sehr wenig Hornblende. Eine etwas vom Olivinfels entfernter liegende Parthie zeigt dann den eigentlichen „Hornblendegranulit“. Derselbe ist charakterisirt durch den starken Gehalt an Hornblende. Dieselbe hat bräunlich-gelbe Farbe, ziemlich starken Pleochroismus (Maximum der Färbung $\parallel c$ und $\parallel b$), eine stéts geringe Auslöschungsschiefe und zeigt den Prismenwinkel von 125° im Querschnitt. Sie nimmt in gleicher Menge mit dem Plagioklas als Hauptbestandtheil an der Zusammensetzung des Gesteins theil. Der Plagioklas zeigt oft sich kreuzende Zwillingslamellen. Die Hornblende ist meist chloritisirt. In geringer Menge ent-

hält das Gestein noch Granat in kleinen meist chloritisirten Körnern, ferner Sphen, Zirkon und Rutil, sowie Quarz.

Der Gneiss, welcher im Norden des Olivinfelses im Val Zambuga bei Ceresi liegt, lässt schon makroskopisch alle wesentlichen Bestandtheile erkennen, die das stark schiefrig struirte Gestein zusammensetzen. Das mikroskopische Bild bestätigt dies. An Menge voran steht Quarz, ihm folgt Biotit, der stellenweise sagenitische Bildungen einschliesst, weiter Plagioklas nachdem Albit- und Periklingesetz verzwillingt. Als accessorische Gemengtheile erscheinen Muscovit, Zirkon und Magnetit. Es ist also ein ganz normaler Biotitgneiss, ohne jede Contactbildung.

Ganz analog ist der im Süden derselben Linse zwischen Olivinfels und Sericitschiefer liegende Gneiss. Er unterscheidet sich vom obigen nur dadurch, dass weniger Feldspath vorhanden ist und dass als Accessorien noch hinzukommen Sillimanit und Granat. Ersterer ist farblos, langstengelig mit Querabsonderung und in Büscheln zusammengescharrt und zeigt gerade Auslöschung, sowie lebhaft Interferenzfarben. Der Granat ist farblos, isotrop, in kleinen runden Körnchen. Der accessorische Zirkon steckt oft im Biotit und hat dann pleochroitische und opacitische Höfe.

Der an diesen Gneiss sich anschliessende Schiefer ist blätterig struirte und von graugrüner Farbe. Auf den Spaltungsflächen sieht man unregelmässige Glimmerschüppchen. Unter dem Mikroskop sieht man Quarz als Hauptmasse des Gesteins, etwas Muscovit, Biotit, (grosstheils schon zersetzt, mit sagenitischen Aggregaten) und Feldspath, der gänzlich muscovitisirt ist, indem das ganze Mineral in ein Aggregat von äusserst kleinen Leisten mit ziemlich schwacher einfacher Lichtbrechung und gerader Auslöschung aufgelöst ist. Im zersetzten Feldspath trifft man auch reichlich Pseudomorphosen von Limonit nach Siderit, wie die rhombischen Schnittformen erweisen und das stellenweise noch frisch erhaltene Mineral, und von Leukoxen nach Magnitit. Accessorische Mineralien sind Zirkon in kleinen Kryställchen und Granat in kleinen runden, vollständig frischen Körnchen.

Der am Bach und südlich desselben an obigen Gneiss sich anschliessende sericitische Gneiss ist fein wellig geschiefert. Er fühlt sich talkig an und hat gelbgrüne Farbe. Im Dünnschliff ergeben sich als Gemengtheile Quarz, Feldspath in beginnender Muscovitisirung, Muscovit und Biotit, der aber vollständig in Chlorit umgesetzt ist, mit Sageniten. Das Gestein zeigt im Dünnschliffe intensive Fältelung und Pressung.

Gesteine von Bollentina bei Malè.

Das von STACHE als Olivinfels angesehene Gestein hat eine graugrüne Farbe, ist höchst feinkörnig und zeichnet sich durch seine ausnehmende Härte aus. Unter dem Mikroskop erweist sich als Hauptbestandtheil Quarz in mosaikartigen Körneraggregaten. Er unterscheidet sich vom Olivin schon durch die mattblauen Interferenzfarben und die viel geringere einfache Lichtbrechung, abgesehen vom Mangel der welligen Oberfläche und dem Nichtvorkommen von Serpentin. Dieser Quarz setzt fast das ganze Gestein zusammen. Biotit schaaert sich in kleinen Schüppchen um die grösseren Quarzkörner herum. In geringer Menge tritt auf: Magnetit in Körnern und kleinen Kryställchen, Pyrit in Körnern, ferner Titanit in farblosen krümmeligen Partikeln von hoher Lichtbrechung und schwacher Doppelbrechung; accessorisch erscheint Zirkon und Sillimanit.

Es ist also eine Quarzit-Einlagerung im Gneiss.

Schlussübersicht des II. Theiles.

Ueberblicken wir den II. Theil in Rücksicht auf jene Punkte, welche für die Genesis von Bedeutung sind, so sprechen hier sowohl das Auftreten des Aktinoliths, eines für die Formation der krystallinen Schiefer charakteristischen Gesteinsgemengtheiles, als auch das des Granats in diesen Gesteinen für die Nichteruptivität des Olivinfels und ebenso auch der Chlorit als primärer Bestandtheil. Die Hornblende ist übrigens abgesehen von den strahlsteinhaltigen Amphibololivinfelsen auch in den anderen Arten in einer den krystallinen Schiefen entsprechenden Weise ausgebildet, wie aus der vorhergehenden Beschreibung ersichtlich ist.

Ein weiteres Zeichen gegen die eruptive Natur der Olivinfelse ist der vollständige oder theilweise Mangel der krystallographischen Ausbildung aller Bestandtheile.

Die schiefrige Structur ist in mehreren Fällen auch mikroskopisch in der Vertheilung und Anordnung der Gemengtheile ausgeprägt.

Die umgebenden Gesteine zeigen keine sicher als Contactbildungen zu bezeichnenden Minerale, da der Granatgehalt, wie schon früher angeführt wurde, den meisten hier vorkommenden krystallinen Schiefen zukommt, abgesehen von den zahlreichen Granulitlinsen, welche in diesem Gebiete vorhanden sind. Es würden da die Contactgesteine Kilometer weit ausgedehnt sein, während das vermeintliche Eruptivgestein nur nach Metern misst. Zwischen Granuliten und granathaltigen Schiefen einerseits und Olivinfels andererseits besteht keine Abhängigkeit.

Öertliche Vertheilung der Typen.

Die Vertheilung der Typen in dem in Betracht gezogenen Gebirgstheil ist eine sehr ungleiche. Während Amphibol- und Granatolivinfels nur ganz beschränkte Gebiete inne haben, erstreckt sich der Pyroxenolivinfels über das ganze nordöstlich des Rabbithales gelegene Gebiet, steht also wie die Regel zweien Ausnahmen gegenüber. Der Amphibololivinfels nimmt vollständig die Linse am Sass dell' Anel ein. Dabei besteht die grösste Masse der Linse aus der Unterart mit den grossen Strahlsteinen, wogegen die Unterart mit den kleinen Aktinolithnadelchen als beiderseitige schmale Randzone auftritt. Der Granatolivinfels kommt nur in den östlichen Linsen auf der Seefelderalpe vor. Er ist an Menge der weitaus unbedeutendste, da er auch diese Linsen auf der Seefelderalpe nicht gänzlich einnimmt; er erscheint im engsten Verbande mit den dort vorkommenden Pyroxenolivinfelsen, aus denen er local allmählig hervorgeht. Ausserdem tritt das granathaltige Olivingestein auf der Seefelderalpe auch als Mineralader auf, welche an den breitesten Stellen etwa $\frac{1}{4}$ m mächtig ist und nach den Seiten auskeilt. Die petrographischen Unterschiede dieses

Adergesteins von dem normalen Granatolivinfels wurden oben besprochen. Der Granatolivinfels stellt also demnach nur eine locale, wenig ausgedehnte Abart des Pyroxenolivinfels dar, wie denn auch die Aufstellung eines eigenen Typus dafür nur vom engeren petrographischen Standpunkt aus gewählt wurde, und in der Litteratur der granathaltige Olivinfels nur als locale Varietät angesehen wird.

Alle anderen Vorkommen also ausser dem vom Sass dell' Anel und einzelnen Parthien auf der Seefelderalpe werden von den verschiedenen Formen der Pyroxenolivinfelse eingenommen. Hier ist wieder die dunkelgrüne Art die weitverbreiteste; die dickbankigen und massigen Theile der Linsen bestehen meist aus diesem Gestein, während die dünnchiefrigen Parthien meistens heller gefärbt sind. Hellere, reichlich mit grossen Bronziten ausgestattete Felse kommen besonders bei Ceresi und an der Südseite der Mandlspitze im Gamperthal vor.

Zum Schlusse erübrigt es noch, die Ulten-Nonsberger Olivingesteine mit den anderweit vorkommenden analogen Felsarten in Vergleich zu ziehen.

Die nächstgelegenen Gesteine dieser Art sind die Olivinfelse am Tonale, die von STACHE¹⁾ aufgefunden, und von FOULLON²⁾ untersucht wurden. Diese stellen die direkte Fortsetzung der Gesteine vom Sass dell' Anel vor, da sie gleichfalls Olivin-Hornblendegesteine sind, die auch in der Ausbildung der Hornblende mit denen vom Sass dell' Anel übereinzustimmen scheinen. Genauere Untersuchungen liegen darüber nicht vor.

Einer ganz anderen Art von Olivingesteinen gehören die Vorkommnisse des Adamellogebirges an, die STACHE³⁾ im Val S. Valentino fand, da sie nach seiner kurzen Notiz Plagioklas und Biotit enthalten.

Stets ist der Olivinfels des Ultenthales mit dem pyrenäischen Lherzolith verglichen worden in Folge seiner Zu-

1) STACHE, V. d. g. R. 1880. 250.

2) STACHE, V. d. g. R. 1881. 296.

3) STACHE, V. d. g. R. 1888. 250.

sammensetzung. Auch bei dieser Untersuchung hat sich dieselbe als eine im wesentlichen gleiche ergeben, wobei aber allerdings hier darauf verwiesen werden kann, dass sowohl granathaltige Abarten als auch strahlsteinhaltige vom Lherzolith nicht bekannt sind. Der Nachweis der Zugehörigkeit zur Gneissformation macht aber diese Gleichstellung hinfällig.

Die vielfach als Einschlüsse in Basalten gefundenen Trümmer von Olivinfels stimmen in ihrer Zusammensetzung nach den Angaben BECKER'S¹⁾ mit dem Ultener Gestein zusammen.

Zum Vergleich mit den südwesttirolischen Olivinfelsen sind vor allem die als Einlagerungen in krystallinen Schiefem sicher erkannten Olivinfelse heranzuziehen, und hier kommen daher zunächst die des niederösterreichischen Waldviertels in Betracht. Die Abhandlung von BECKE²⁾ zeigt hier dieselben 3 Typen von Olivinfels wie in Tirol. Am meisten stimmt der Bronzitolivinfels mit den Tiroler Vorkommen überein, während die anderen Typen theils in der Zahl der Bestandtheile, theils in deren Mengenverhältniss bedeutende Abweichungen aufweisen. Eine weitere Analogie liegt in dem beiderseitigen Vorkommen von Anomit und Anthophyllit, wobei letzterer aber in N.-Ö. nur als innere Umhüllungszone des Olivinfelses auftritt. Diese niederösterreichischen Gesteine scheinen auch bedeutend stärker serpentinisirt zu sein. Ein den Tiroler Vorkommen vollständig fremdes Element sind die von BECKE beobachteten Uebergänge von Amphiboliten zu den Hornblendeolivingesteinen.

Ein anderes Vorkommen von Olivinfels aus Niederösterreich beschreibt TSCHERMAK³⁾ von Karlstädten. Dieses Gestein ist ein Hornblendeolivingestein mit granatführender Abart, zum grössten Theil in Serpentin umgewandelt. Hier ist aber die Hornblende als Smaragdit ausgebildet.

Als zwischen Gneiss und Granulit concordant eingelagert,

¹⁾ BECKER, Ueber Olivinknollen im Basalt. Z. d. D. g. G. 1881. 31.

²⁾ BECKE, Die Gneissformation des niederösterreichischen Waldviertels. T. M. M. IV. B. 1882. 322.

³⁾ TSCHERMAK, Beobachtungen über die Verbreitung des Olivin in den Felsarten. Sitzungs. b. K. K. A. d. W. in Wien. I. Abth. 1867. 261

beschreibt CAMMERLANDER¹⁾ einen nachweisbar aus einem Olivin-Pyroxengestein hervorgegangenen Serpentin im Granulitgebirge von Prachatitz in Böhmen. Dieses Gestein enthält rhombischen und monoklinen Pyroxen.

BECKE²⁾ berichtet dann auch vom Stubachthal in den Tauern von einem in Serpentin übergehenden Olivindiopsidgestein, wobei sich der Olivin in Antigoritserpentin umsetzt. Dieses Vorkommen wird aber von WEINSCHENK³⁾ für eruptiv gehalten, würde in diesem Falle also nicht hierher gehören, abgesehen davon, dass WEINSCHENK Antigorit auch als primären, mit dem Olivin gesetzmässig verwachsenen Bestandtheil aufführt. Das gleiche giebt WEINSCHENK für die meisten anderen salzburgischen und tirolischen Serpentine an.

Den Tiroler Gesteinen ähnliche, aber nicht gleiche Olivinfelse im Gneiss beziehungsweise Granulit sind die im Fichtelgebirge⁴⁾ und im Granulitgebirge von Sachsen,⁵⁾ letztere von nicht sicher bekanntem Ursprung, ebenso wie die piemontesischen Olivinfelse,⁶⁾ die ihrer Zusammensetzung nach sonst sehr ähnlich sind.

Schieferige Olivingesteine sind bisher nur aus Schweden und Norwegen beschrieben worden. So führt REUSCH⁷⁾ einen „Olivinschiefer“ an, dem diese Tiroler Gesteine besonders durch die Frische des Olivins ähnlich sind. Als weitere Bestandtheile zählt REUSCH Enstatit und Smaragdit auf. Die Spaltflächen sind mit Hornblende bedeckt, was der auch bei vorliegender Untersuchung beobachteten lagenweisen Anordnung der Hornblendenden bei einzelnen geschichteten Gesteins-

¹⁾ CAMMERLANDER, Zur Geologie d. Granulitgeb. von Prachatitz. J. d. g. R. 1857, 123.

²⁾ BECKE, Olivinfels und Antigoritserpentin aus dem Stubachthal. T. M. M. 1894, 271.

³⁾ WEINSCHENK, Beiträge zur Petrographie der östl. Centralalpen I. Ueber Peridotite ec., München, Abh. d. Kgl. A. d. W., II. Cl. XVIII B. III. Abth. 653.

⁴⁾ GÜMBEL, Fichtelgebirge 1879, 145.

⁵⁾ DATHE, N. J. f. M. 1876, 225 und LEHMANN, Die Entstehung der krystallinen Schiefer ec., Bonn 1884, 232.

⁶⁾ COSSA, Ricerche chimiche e microscopiche su rocce e minerali d'Italia, Torino 1881, 92.

⁷⁾ REUSCH, Ueber Olivinfels von Sündmörn, N. J. f. M. 1880, II. 187.

arten entspricht. Noch grössere Mengen von Olivinschiefern liegen nach den Angaben von SVENONIUS¹⁾ und EICHSTÄDT¹⁾ in Westerbotten und Jemtland in Norwegen vor, wobei alle drei Typen und überdies mehrere andere auftreten.

Die Olivingesteine des Sulzberg, Nonsberg und Ultenthales sind also die ersten deutlich schieferigen frischen Olivingesteine, die in den Alpen und in Mitteleuropa überhaupt gefunden wurden. Ihre Zugehörigkeit zur Gneissformation lässt Schlüsse ziehen auf das Alter mancher in den Centralalpen vorfindlichen Serpentine.

Fassen wir zum Schlusse die Hauptergebnisse zusammen, so sind dies folgende:

In dem Gebirge zwischen Ultenthal, Nonsberg und Sulzberg finden sich zahlreiche, bisher nur theilweise bekannte Lagerstätten von Olivingesteinen. Diese Gesteine liegen als linsenförmige Einlagerungen in Gneissen und Granuliten und zwar concordant mit der Schichtung der umschliessenden Gesteine. Sie sind eine entweder gleichzeitig mit dem Gneiss oder doch vor Auffaltung des Gneisses in demselben entstandene Bildung von nicht eruptiver oder intrusiver, sonst aber unbekannter Genesis. Sie zeigen grossentheils schieferige Structur. Ihre Hauptbestandtheile sind: Olivin, rhombischer und monokliner Pyroxen, rhombischer und monokliner Amphibol, Granat, Spinell und Chlorit. Der Olivin bildet stets die Hauptmasse des Gesteins. Je nach der Vertheilung der anderen Bestandtheile lassen sich drei Typen unterscheiden: Pyroxenolivinfelse mit vorwaltendem Bronzit, Amphibololivinfelse mit vorwaltendem Strahlstein und Granatolivinfels, der neben Pyroxenen und Amphibolen noch Granat in grösserer Menge enthält.

¹⁾ ZIRKEL, Petrographie III, 375.

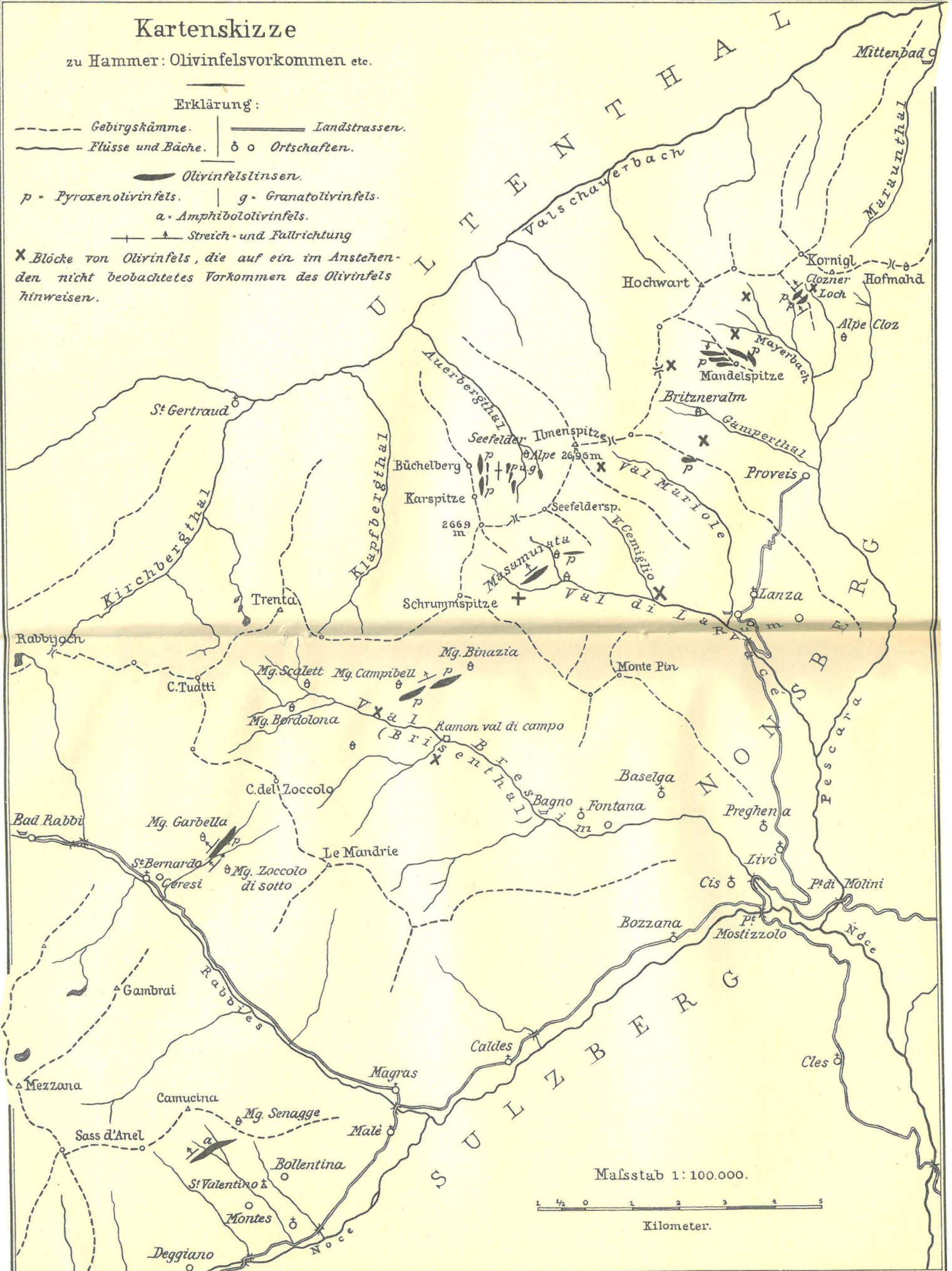
Kartenskizze

zu Hammer: Olivinfelsvorkommen etc.

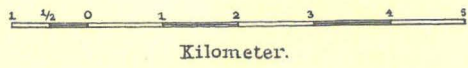
Erklärung:

- - - Gebirgskämme.
- Flüsse und Bäche.
- Olivinfelstinseln.
- p - Pyroxenolivinfels.
- a - Amphibololivinfels.
- + - Streich- und Faltrichtung
- Landstrassen.
- o - Ortschaften.
- g - Granatolivinfels.

X Blöcke von Olivinfels, die auf ein im Anstehenden nicht beobachtetes Vorkommen des Olivinfels hinweisen.



Malsstab 1:100.000.



Zeitschrift
für
Naturwissenschaften.

Im Auftrage des naturwissenschaftlichen Vereins für Sachsen und
Thüringen und unter Mitwirkung von
Geh.-Rath Prof. Dr. Freih. von Fritsch-Halle a. S., Prof. Dr. Gareke-
Berlin, Geh.-Rath Prof. Dr. E. Schmidt-Marburg und Prof. Dr. Zopf-
Münster i. W.

herausgegeben von

Dr. G. Brandes,

Privatdozent der Zoologie an der Universität Halle.

Verlag von E. Schweizerbart-Stuttgart.

Redactionelle Bemerkungen.

Die Zeitschrift für Naturwissenschaften bietet ausser Original-
abhandlungen kleinere Mittheilungen aus den verschiedensten
Gebieten und Besprechungen der neu eingegangenen naturwissen-
schaftlichen Litteratur. (Jährlich erscheinen 6 Hefte in einer Gesamt-
stärke von mindestens 30 Bogen mit einer wechselnden Anzahl von
Tafeln und Textfiguren). Das Abonnement beträgt jährlich 12 Mark.
Jedes Mitglied des naturwissenschaftlichen Vereins für Sachsen und
Thüringen erhält die Zeitschrift unentgeltlich.

Betreffs des Abdrucks von Originalabhandlungen gilt es als Regel,
alle Arbeiten, die die Erforschung der Provinz Sachsen, Thüringens
und der angrenzenden Landestheile zum Gegenstand haben, ferner
etwaige naturwissenschaftliche Abhandlungen der Mitglieder des
Vereins nach Möglichkeit aufzunehmen, im übrigen aber wird das
Hauptgewicht auf allgemein interessante Aufsätze und auf zusammen-
fassende Referate gelegt.

Die Zeitschrift soll also einerseits ein Repertorium für die Natur-
geschichte der oben genannten Gegenden sein, andererseits will sie
über alles naturwissenschaftlich Interessante und Neue
zuverlässig und schnell unterrichten.

Jeder Mitarbeiter erhält 40 Sonderabdrücke unentgeltlich; wegen
etwaiger Mehrforderungen hat er sich an die E. Schweizerbart'sche
Verlagshandlung zu wenden.

Die Manuscripte sind in völlig druckfertigem Zustande an die
Redaction, Dr. G. Brandes, Halle a. S., Domplatz 4, zu senden.

Die Verlagshandlung.

Die Redaction.

In der **E. Schweizerbart'schen** Verlagshandlung (**E. Naeglele**) in
Stuttgart erscheint:

Seit **1833**:

J a h r b u c h
für **Mineralogie, Geologie und Palaeontologie.**

Jährlich 2 Bände mit zusammen ca. 1600 Seiten, 10 Tafeln und
vielen Figuren im Text.

Preis pro Band **Mk. 25,—.**

Ferner ist erschienen:

Lethaea geognostica
oder
Beschreibung und Abbildung
der
für die Gebirgsformation bezeichnendsten Versteinerungen.

Herausgegeben von einer Vereinigung von Palaeontologen.

I. Theil. Lethaea palaeozoica

von

Ferd. Roemer, fortgesetzt von **Fritz Frech.**

Textband I. Mit 226 Figuren und 2 Tafeln. gr. 8°. 1880. 1897.
(V. 688 S.) Preis **Mk. 38,—.**

Textband II. 1. Liefg. Mit 31 Figuren, 13 Tafeln und 3 Karten.
gr. 8°. 1897. (256 S.) Preis **Mk. 24,—.**

Atlas. Mit 62 Tafeln. gr. 8°. 1876. Cart. Preis **Mk. 28,—.**

Zusammenstellung
petrographischer Untersuchungsmethoden
nebst Angabe der Literatur.

Von

E. Cohen,

Professor an der Universität Greifswald.

Dritte vermehrte und verbesserte Auflage.

Preis **Mk. 2,—.**

In der **E. Schweizerbart'schen** Verlagshandlung (**E. Naegle**) in
Stuttgart ist ferner erschienen:

Mikroskopische
Strukturbilder der Massengesteine
in farbigen Lithographien

herausgegeben von

Dr. Fritz Berwerth,

ö. Professor der Petrographie an der Universität in Wien.

32 lithographirte Tafeln in vier Lieferungen.

Lieferung III mit 8 Tafeln.

Enthaltend: Granitit. — Cordieritglimmerhornfels. — Amphibol-
Peridotit. — Augit-Minette. — Quarzkeratophyr-Tuff. — Trachyt. —
Basalt (Holokrystallin-Porphyrische Structur). — Basalt (Hypokrystallin-
Porphyrische Structur).

Preis pro Lieferung Mk. 20,—.

Elemente der Gesteinslehre

von

H. Rosenbusch.

34 Bogen gr. 8°. Mit 96 Illustrationen im Text und 2 colorirten Karten.

Preis Mk. 20,—.

Mikroskopische Physiographie

der

Mineralien und Gesteine.

Ein Hilfsbuch

bei **mikroskopischen Gesteinsstudien**

von

H. Rosenbusch.

Dritte vermehrte und verbesserte Auflage.

I. Band.

Die petrographisch wichtigen Mineralien.

Mit 239 Holzsechnitten, 24 Tafeln in Photographiedruck und der
Newton'schen Farbenskala in Farbendruck.

Preis Mk. 24,—.

II. Band.

Mikroskopische Physiographie der massigen Gesteine.

Mit 6 Tafeln in Photographiedruck.

Preis Mk. 32,—.
