

Mitteilungen aus dem Mineralogischen Institut der Universität Bonn.

19. Beitrag zur Petrographie des Viütals bei Lanzo (Grajische Alpen).

Von

E. Schürmann.

Mit Taf. XII—XV und 1 Textfigur.

Gelegentlich einer Exkursion in den Apennin und in das Seengebiet Oberitaliens Ostern 1912 unter Führung von Herrn Geheimrat STEINMANN-Bonn besuchten wir auch das Viütal, ein Seitental des Lanzotals in den Grajischen Alpen. Als wissenschaftliche Unterlage für die Begehung dieses Gebietes benutzten wir die Arbeit von E. MATTIROLO „Schiarimenti sulla Carta Geolittologica delle Valli di Lanzo“¹. Da die Gesteine in dieser Arbeit E. MATTIROLO's keine nähere Beschreibung erfahren haben, halte ich es für angebracht, einige Mitteilungen über die Resultate der mikroskopischen Untersuchung zu machen, auf Grund des von uns fünf Exkursionsteilnehmern gesammelten Materials, das mir in freundlicher Weise zur Bearbeitung überlassen wurde. Herrn Geheimrat STEINMANN sage ich besonders herzlichen Dank für die vielseitigen Anregungen, die er mir auf der Exkursion zuteil werden ließ.

Abgesehen von den diluvialen Bildungen scheidet E. MATTIROLO zwei große Zonen auf seiner Karte aus: Die Zone der Pietre verdi und die Zone des Zentralgneises. An die Zone des Zentral-

¹ Estratto dalla Pubblicazione della Sezione di Torino del Club Alpino Italiano: Le Valli di Lanzo (Alpi Graie). Torino 1904.

gneises, der stellenweise porphyrische oder granitische Struktur aufweist und Einschaltungen von „Gneis minuti“ enthält, schließt sich im Süden die Zone der „Pietre verdi“ an, die nach E. MATTIROLO konkordant auf dem Zentralgneis liegen. Diese petrographisch besonders interessante Gesteinsserie, der wir unser Hauptinteresse widmeten, teilt E. MATTIROLO in sieben Unterabteilungen auf Grund ihrer lithologischen Beschaffenheit ein, die im folgenden auch beibehalten werden soll.

Die Entstehung der Formation der Pietre verdi im Lanzotal muß nach E. MATTIROLO auf Eruptionen von an Olivin und Amphibol reichen Massengesteinen während der Sedimentbildung zurückgeführt werden. Durch nachträgliche mechanische und chemische Prozesse nahmen sie dann ihre heutige Beschaffenheit an.

Drei der sieben Unterabteilungen der Pietre verdi sind nach MATTIROLO sedimentären Ursprungs. Es sind dies die Kalkschiefer und Phyllite, die zuckerkörnigen, dolomitischen, carneolischen Kalke, die Cipolline und die Kalksilikatfelse und schließlich Glimmerschiefer, Gneis minuti und Quarzite.

Cipollin (Glimmermarmor) oberhalb Viù anstehend.

Das hellgraublaue, spröde Gestein läßt sich leicht in Platten spalten, die zuweilen nur eine Dicke von 3 cm besitzen. Parallel der Schieferung findet sich ein heller Glimmer eingelagert, der den Schieferungsflächen den bekannten seidenartigen Glanz verleiht. Die schieferige Struktur dieses Gesteins ist so ausgezeichnet, daß man es schon als Übergangsglied zum Kalkglimmerschiefer auffassen kann. Das Gestein braust beim Behandeln mit kalter, verdünnter Salzsäure lebhaft auf und hinterläßt einen glimmerigen Rückstand. Die mikroskopische Untersuchung dieses in Salzsäure unlöslichen Rückstandes ergab, daß Glimmer vorherrscht. Der Glimmer ist farblos und besitzt einen kleinen Achsenwinkel. Meist öffnen sich die Hyperbeln überhaupt nicht, was eine Untersuchung mit Hilfe von Schlagfiguren aussichtslos macht. Der optische Charakter wurde als negativ festgestellt. Im Dünnschliff sind die Querschnitte farblos und geben bei gerader Auslöschung hohe Interferenzfarben. Man wird also wohl den Glimmer als Phlogopit bezeichnen müssen, der ja besonders in körnigen Kalken und Dolomiten auftritt. Der Phlogopit ist sehr reich an Einschlüssen. Am häufigsten tritt Magnetit und

Pyrit auf. Der Pyrit findet sich entweder als Körner unregelmäßig verteilt oder einzeln in Kriställchen von nur 0,04 mm Größe und ist dann scharf kristallographisch nach $\infty O \infty$ begrenzt. Zirkon wurde ebenfalls in winzigen, aber deutlichen Kriställchen als Einschluß häufig wahrgenommen; ferner Eisenglanz, dessen Schuppen oft rot durchsichtig erschienen, selten dagegen gut kristallographisch begrenzt waren. Beachtenswert ist ferner das gar nicht vereinzelt Auftreten von Turmalin. Die Säulchen erreichen zuweilen eine Länge von 0,3 mm und zeichnen sich durch einen lebhaften Pleochroismus aus. $c = a =$ hellgelbbraun; $a = c =$ goldbraun fleckig, z. T. auch blau. Einmal fand sich auch im Phlogopit ein goldbrauner Rutilzwilling nach (101). Eine chemische Prüfung des Gesteins ergab, daß Magnesium nur in ganz kleinen Mengen vorhanden ist. Hieraus folgt, daß wir es in diesem Glimmermarmor nur mit Kalkspat zu tun haben. Nach GRUBEMANN müßte man ihn Glimmercalcitmarmor nennen. Der Kalkspat besitzt fast nie kristallographische Begrenzung, sondern ist eckig konturiert. Die einzelnen Individuen greifen häufig zahnartig ineinander. Der Kalkspat zeigt neben Spaltrissen nach dem Rhomboeder sehr oft Zwillingslamellen und eine Streckung. Von Einschlüssen beherbergt er vor allem Pyrit $\infty O \infty$ (100) und $\frac{\infty O 2}{2}$ (210) und Rot-eisen, die aber auch für sich linsenartig auftreten. Oft umlagern sie die Glimmerblättchen. Quarz findet sich in gestreckten, meist undulös auslöschenden Körnern von durchschnittlich 0,15 mm Durchmesser. Die Quarzkörner sind ebenfalls oft eckig konturiert und zuweilen von einem Kalkspatindividuum eingeschlossen. Pyrit konnte auch in ihm nachgewiesen werden, ebenso in dem anderen Übergemengteil, dem Turmalin. Der Turmalin ist mit dem, der im Phlogopit eingeschlossen auftritt, identisch. Er erreicht zuweilen eine Größe von 0,2 mm. An seinem deutlichen Pleochroismus ist er stets leicht zu erkennen.

Unterhalb von Viù steht an der Chaussee nach Lanzo Glimmerschiefer und Gneis minuti an. Sie haben ein nordnordwestliches Streichen.

Der Glimmerschiefer setzt sich aus millimeterdicken Quarzlagen und dazwischenliegenden hellen Glimmer- und schwärzlichen Chloritlagen zusammen. Beim Behandeln mit kalter, verdünnter

Salzsäure braust das Gestein lebhaft auf, wodurch die Anwesenheit von Calcit nachgewiesen ist. Das Gestein ist also kein normaler Glimmerschiefer, sondern wegen seines Chlorit- und Kalkspatgehaltes muß es als Chlorit-Kalk-Glimmerschiefer bezeichnet werden. Das Auftreten des Calcits steht sehr gut im Einklang mit dem geologischen Auftreten dieses Gesteins. Bekanntlich findet sich Kalkspat nur dort häufig im Glimmerschiefer, wo er mit Kalkglimmerschiefer in Verbindung steht; und dies ist bei Viù der Fall.

Ein ähnliches Vorkommen beschreibt F. BECKE¹ aus Selitschani in Thessalien. F. BECKE nennt das Gestein zwar nur Chloritglimmerschiefer, betont aber ausdrücklich die erhebliche Menge Calcit. „Durch Zunahme an Calcit geht das Gestein in einen körnigen Kalk mit dünnen Zwischenlagen von Quarz mit spärlichem Glimmer über.“

Der Schnitt für den Dünnschliff wurde senkrecht zur Schichtung gelegt. Die hierdurch feststellbare Dicke der einzelnen Glimmerblättchen betrug im Durchschnitt 0,04 mm. Der Glimmer ist vollkommen farblos im Schliff und gibt hohe leuchtende Interferenzfarben. Die Auslöschung ist gerade. Bei der großen Feinheit der Glimmerblättchen konnte der Glimmer nicht mit der Präpariernadel isoliert werden, sondern nur durch Zerstoßen des Gesteins. Hierbei lösten sich einige größere Blättchen, die im konvergenten Lichte ein deutliches Auseinandergehen der Hyperbeln mit mittelgroßem Achsenwinkel (in Kanadabalsam 28—35°) zeigten. Der Glimmer ist also *Muscovit*. Der Reichtum an Einschlüssen ist bei den einzelnen Muscovitblättchen großen Schwankungen unterworfen. Manche sind fast einschlußfrei; andere dagegen sind ganz trübe infolge der unzähligen Einschlüsse. Unter den Einschlüssen herrschen feinste Rutilnadelchen — manchmal nur Härchen — und Pyrit vor. Vereinzelt wurden auch Zirkon und Eisenglanz beobachtet.

Der Chlorit ist im Schliff hellgelbgrün durchsichtig und besitzt einen schwachen Pleochroismus. Fällt die Längserstreckung mit der Schwingungsrichtung des unteren Nicols zusammen, so herrscht der grüne Ton, in dazu senkrechter Stellung der gelbe Ton vor. Basale Blättchen lassen kaum ein Achsenkreuz er-

¹ TSCHERMAK's Min. u. petrogr. Mitteil. 1879. 2. p. 41.

kennen. Die lavendelblaue Polarisationsfarbe ist gut wahrnehmbar. Zuweilen wurde auch schon ein gelber Ton beobachtet. Diese Eigenschaften geben den Chlorit als Pennin zu erkennen. Der Pennin umhüllt wie der Muscovit in Lagen die Quarzlinen und ist häufig innig mit dem Muscovit vermischt. Muscovit und Pennin können sich gegenseitig umschließen. Der Pennin ist stellenweise ebenfalls reich an Einschlüssen. Wie beim Muscovit herrschen auch bei ihm Rutil und Pyrit vor. Während der Rutil meist deutlich kristallographisch begrenzt ist, findet sich der Pyrit meist nur in unregelmäßigen Körnern. Vereinzelt konnte um Zirkon, der in Pennin eingeschlossen war, ein dunkler, schwach pleochroitischer Hof festgestellt werden.

Der Calcit tritt in eckig konturierten Körnern auf, die meist neben Spaltrissen nach dem Rhomboeder noch Zwillingslamellen besitzen. Infolge der Dynamometamorphose sind die Zwillingslamellen häufig gebogen, geknickt oder gegeneinander verschoben. Der Calcit kann alle übrigen Gemengteile umschließen.

Der vierte Hauptgemengteil, der Quarz, weist ebenfalls Spuren starker Dynamometamorphose auf, die sich in der undulösen Auslöschung und Streckung der einzelnen Individuen zu erkennen geben. Die einzelnen Quarze greifen meist eckig ineinander und sind zu Linsen zusammengelagert. Seltener kommt es vor, daß ein einzelnes Korn von Muscovit, Pennin oder Calcit umhüllt wird. Einschlüsse in Quarz sind verhältnismäßig selten und sehr klein. Meist handelt es sich um Gas- und Flüssigkeitseinschlüsse. Diese haben bewegliche Libellen, die beim Erwärmen nur zum Teil verschwinden. Letztere werden wohl flüssiger Kohlensäure angehören.

Zu den Nebengemengteilen gehört: Apatit, Rutil, Pyrit. Der Apatit ist selten. Erkannt wurde er an den niedrigen Polarisationsfarben, der geraden Auslöschung und dem negativen optischen Charakter. Rutil und Pyrit besitzen auch als Nebengemengteil die oben schon geschilderten Eigenschaften, erreichen aber häufig eine bedeutendere Größe. So wurden Pyritkörnchen von 0,3 mm beobachtet.

Von Übergemengteilen findet sich in dem Gestein außer etwas kohligter Substanz Turmalin. Der Turmalin besitzt wohl nie eine deutliche Endbegrenzung. Dagegen sind die Querschnitte scharf und regelmäßig sechsseitig ohne Andeutung trigonaler Form. Die durchschnittliche Dicke der Turmaline betrug 0,1—0,2 mm. Auf

den Querschnitten kann man häufig einen zonaren Aufbau der Turmaline erkennen. Am Rande sind sie braun gefärbt; im Innern dagegen olivfarben und bläulich. Schnitte parallel der c-Achse weisen einen deutlichen Pleochroismus auf. $c = a =$ goldbraun resp. hellblau mit Stich in das Grüne; $a = c =$ dunkelbraun resp. dunkeloliv.

„Gneis minuti“.

Einige Kilometer unterhalb Viù steht nach Mattiolo eine Gesteinsserie an, zu der er nach der Kartenerklärung „Gneis minuti“, Glimmerschiefer und Quarzite zählt. Es ist die gleiche Gesteinsserie, die dicht oberhalb Viù ansteht. An der starken Chausseebiegung unterhalb Viù fand ich ein Gestein anstehend, das dem „Gneis minuti“ angehört. Durch Chausseearbeiten war es gerade neu aufgeschlossen worden. Es handelt sich um ein bräunliches Gestein, das leicht spaltbar ist. Die Struktur ist etwas stengelig. Man erkennt auf Schnitten \perp zur Schieferung — mit dem Hammer lassen sich kaum solche Flächen wegen des ausgesprochenen Bruchs nach der Schieferung herstellen — weiße Fleckchen, die zum größten Teil aus Quarz und Feldspat gebildet werden, und zwischen diesen eine bräunliche Masse, in der man hellen, seidenartig glänzenden Glimmer wahrnehmen kann. Die braune Farbe entsteht durch die Zersetzung femischer Silikate — Klinozoisit und Amphibol — wie weiter unten näher ausgeführt werden wird.

Durch Zerstampfen des Gesteins und Schlämmen wurde der Glimmer isoliert und dann in Streupräparaten untersucht. Er besitzt einen großen Achsenwinkel (in Kanadabalsam 50°), zeigt keinen Pleochroismus und ist vollkommen farblos, was auf Muscovit deutet.

Quarz und Feldspat sind im Dünnschliff nicht leicht zu unterscheiden. Der Feldspat ist sehr klar und zeigt nur selten Zwillingslamellierung. Seine Lichtbrechung ist geringer als die von Kanadabalsam und ebenfalls geringer als die von Quarz. Nach diesen Merkmalen und den vorherrschenden Auslöschungsschiefen 2° und 15° auf Spaltflächen wird es sich um Albit handeln.

Die Quarzkörner sind bedeutend kleiner als die Albitkörner und greifen zahnartig ineinander. Der Quarz besitzt stets stark undulöse Auslöschung. Beim Albit wurde sie dagegen nur vereinzelt angetroffen. Der Muscovit tritt lagenweis auf und um-

schließt die Quarzlinsen. Zuweilen ist er gestaucht und ausgewalzt. Der Muscovit umschließt nie den Albit, wird aber wie der Quarz häufig von den Albitkörnern, die von allen Gemengteilen die größten Dimensionen erreichen, eingeschlossen. Der Albit ist aber eins der jüngsten Gemengteile des Gesteins. Er ist auch jünger als der dunkle Gemengteil des Gesteins, die Hornblende; denn man kann häufig beobachten, daß die Hornblendekristalle infolge der Dynamometamorphose auseinandergerissen worden sind, und daß die Zwischenräume von Albit ausgefüllt sind, die einem einheitlichen Individuum angehören.

Die Hornblende tritt in langprismatischen Kristallen, seltener in Körnern auf.

Der Pleochroismus ist sehr stark: c blaugrün, a hellgelb mit Stich in das Grün. Die Auslöschungsschiefe beträgt durchschnittlich $c : c = 16^\circ$.

Neben dieser grünen Hornblende findet sich noch reichlich ein Mineral mit starker Licht- und Doppelbrechung. Im Dünnschliff ist es farblos. Isolierte Körner besitzen dagegen eine gelbliche Farbe. Pleochroismus wurde nicht beobachtet. Die Auslöschung ist in manchen Schnitten gerade. Die Längserstreckung fällt dann mit der Achse a zusammen. Die maximale Auslöschungsschiefe beträgt 20° . Nach diesen Eigenschaften muß das Mineral zum *Klinozoisit* gestellt werden. Der *Klinozoisit* tritt meist in unregelmäßig begrenzten Körnern auf, die durchaus nicht den Eindruck eines sekundären Minerals machen. Manche Körner sind durch Interpositionen stark getrübt. Durch Verwitterung bildete sich um den *Klinozoisit* reichlich Eisenhydroxyd, das dem ganzen Gesteine eine gelblichbraune Farbe verleiht.

Das Vorherrschen von Muscovit über Hornblende und *Klinozoisit* verlangt, daß man dieses Gestein zu den Glimmergneisen stellt.

Grüne Hornblende tritt allerdings in Glimmergneisen selten auf und dann auch nur in Biotitgneisen¹, nicht in Muscovitgneisen. Aus Albitgneisen von Syra wird *Glaukophan* beschrieben. *Epidot* und *Zoisit* treten häufiger primär in Gneisen auf. Interessant ist, daß auch der Gneis von Viù wie die meisten epidot- oder zoisitführenden Gneise *Orthit* führt. In einem Präparat konnte

¹ F. ZIRKEL, Petrographie. III. 1894. p. 193.

ich einen 1 mm großen Orthit feststellen. Der Orthit ist unregelmäßig begrenzt, besitzt unregelmäßige Spaltrisse, starkes Relief und einen intensiven Pleochroismus, der zwischen schwarzbraun und hellgelbbraun schwankt. Von den reichlichen akzessorischen Gemengteilen wäre noch Granat zu erwähnen. Der Granat besitzt keine kristallographische Begrenzung. Im Schliff ist er farblos; dunkle Umrandung und chagrinierte Oberfläche charakterisieren ihn. Optische Anomalien, die durch die gebirgsbildenden Vorgänge hätten hervorgerufen sein können, konnten nicht beobachtet werden. Häufig wurde bei dem Granat ein Umwandlung in grüne Chloritschüppchen festgestellt.

Vereinzelt fand ich in den Präparaten noch Zirkon in Kriställchen, Apatit in Körnern und Magnetit teils in Körnern teils in Kristallen.

Gneis wurde oberhalb von Viù an der Chaussee, wo dieselbe steil zum Bach hinabfällt, anstehend angetroffen. Dieses Gestein unterscheidet sich von dem unterhalb Viù anstehenden durch seine grüne Farbe und das zahlreiche Auftreten von Quarzadern. Auf den Schieferungsflächen gewahrt man nur ein grünes Mineral, auf dem Querbruch dagegen zahlreiche Spaltflächen von Feldspat.

Der Quarz tritt in eckig konturierten Körnern auf, ist recht klar und besitzt sehr wenig Einschlüsse. Flüssigkeitseinschlüsse wurden beobachtet, deren Libellen beim Erwärmen wandern, aber nicht verschwinden. Zwei Arten von Glimmer treten auf; weshalb man das Gestein als *Zweiglimmergneis* bezeichnen kann. Das Mineral, das dem Handstück eine grüne Farbe verleiht, ist ein in Zersetzung begriffener Biotit. Er hat eine grüne Farbe angenommen. Der Pleochroismus ist sehr stark grün, mit einem Stich ins Blaue, wenn die Spaltrisse // der Schwingungsrichtung des unteren Nicol sind, \perp hierzu hellgelblichgrün, z. T. farblos. Gerade Auslöschung und einachsiges Achsenbild wurden beobachtet. Viel seltener findet sich Muscovit, ebenfalls mit gerader Auslöschung, dagegen aber hohe Polarisationsfarben, die bei dem grünen Biotit fast ganz durch die Eigenfarbe verdeckt werden.

Die Muscovitlamellen sind meist größer als die des Biotits. Der Feldspat ist wie im vorigen Schliff ein klarer Albit, der in großen Individuen auftritt und alle anderen Mineralien umschließt. Außerdem findet sich noch reichlich Kalkspat und Apatit in dem Gestein; beide in unregelmäßigen Körnern. Die Apatitkörner haben

einen durchschnittlichen Durchmesser von 0,15 mm. Vereinzelt konnte noch ein epidotähnliches Mineral, Titanit, Rutil und Zirkon festgestellt werden.

Unterhalb des Gneis minuti-Vorkommens beginnen dann die mächtigen Gesteinsserien der Serpentine, Serpentschiefer, Ophicalcite, Lherzolithe und Peridotite, die das ganze Gebiet südlich Lanzo einnehmen, in dessen Mittelpunkt der Mte. Roc Neir liegt.

E. MATTIROLLO scheidet auf seiner Karte zwei Gruppen aus: Die Serpentinegesteine (Serpentin, Serpentschiefer, Ophicalcit) und die Lherzolithe und Peridotite. Serpentinegesteine finden sich auch noch in der Amphibolitzone. Diese Vorkommen sind nicht in die Untersuchungen hineingezogen worden, da wir diese Vorkommen nicht besichtigt haben und es fraglich ist, ob die Serpentine der Amphibolitzone überhaupt mit den Serpentin des Lherzolithgebietes genetisch und tektonisch etwas zu tun haben. Wirft man einen Blick auf die Karte MATTIROLLO's, so erkennt man deutlich, daß die Lherzolithe und Peridotite den Mittelpunkt des Serpentinegebietes südlich von Lanzo bilden. In nord-südlicher Richtung zieht sich das Lherzolith-Peridotitgebiet hin. Ihm gehören die höchsten Erhebungen z. B. Mte. Basso, Mte. Roc Neir, Mte. Colombano an. Da die Serpentine dieser Gebiete höchst wahrscheinlich aus den Lherzolithen und Peridotiten hervorgegangen sind, wollen wir die petrographische Untersuchung dieses Gebietes mit der der Lherzolithe und Peridotite beginnen.

Die Handstücke sind den neuen Aufschlüssen entnommen, die ihre Entstehung der Anlage der großen Wasserleitung verdanken, die etwa in der Mitte zwischen Viù und Lanzo liegt. Die Gesteine sind tadellos frisch.

Nach den mir vorliegenden Handstücken kann man drei Haupttypen unterscheiden.

Der erste Typus ist ein Lherzolith mit porphyrtartigem Aussehen. Ein anderer bekannter Fundort für diese Art ist der Mte. Basso südlich von Germagnano, der der Fundstelle der mir vorliegenden Handstücke gegenüberliegt¹. Das Gestein ist identisch mit dem von Arguenos, Dep. Haute-Garonne, Frankreich.

Der zweite Typus ähnelt dem körnigen Lherzolith von Ivrea. Es ist ein hypidiomorph-körniges Gestein, bestehend aus Olivin, Enstatit und Diallag mit einzelnen Picotitkörnern.

¹ F. ZIRKEL, Petrographie. III. 1894. p. 134.

Der dritte Typus unterscheidet sich von dem zweiten durch das Auftreten weißer Partien, die Feldspat und dessen Zersetzungsprodukte repräsentieren. Außerdem finden sich reichliche Ausscheidungen von Picotit; der in kleinen Linsen angeordnet und häufig von einem weißen Mineral umsäumt ist. Auf diese Weise hebt sich der schwarz metallisch glänzende Picotit noch deutlicher von den übrigen Gemengteilen ab.

P o r p h y r i s c h e r L h e r z o l i t h . Es handelt sich um ein olivgrünes, dunkel geflecktes Gestein. In der feinkörnigen Grundmasse liegen zentimetergroße, grünlichbraune, gestreifte Pyroxene. U. d. M. erkennt man, daß die dichte Grundmasse vorwiegend aus Olivin besteht.

Der Olivin tritt in eckigen Körnchen auf, die größtenteils noch recht frisch sind und lebhafte Polarisationsfarben zeigen. Einschlüsse finden sich höchst selten. Schwarze Pünktchen mögen Spinell oder Magnetit angehören. Von den unregelmäßigen Rissen aus hat eine Umwandlung des Olivins in Serpentin begonnen. Der Serpentin auf den Rissen ist farblos. Durch das freigewordene Eisen ist er jedoch meist rostbraun gefärbt. Neben Brauneisen hat sich noch reichlich Magnetit ausgeschieden. Über größere Strecken hin ist dann ein Spaltriß des Olivins ganz mit Magnetit erfüllt. Äußere Merkmale dynamometamorpher Beeinflussung konnten nicht entdeckt werden. Ab und zu nur wurde am Olivin undulöse Auslöschung festgestellt.

Zur näheren Bestimmung der Pyroxene wurde das Gestein zerstoßen, und der Olivin durch Salzsäure zersetzt. In dem Rückstand konnten zwei verschieden gefärbte Pyroxene erkannt werden. Der eine Pyroxen ist grasgrün gefärbt und zeigte stets in der Boraxperle eine deutliche Chromreaktion, während der andere Pyroxen grünlichbraun aussieht und selten Spuren von Chrom erkennen ließ. Der grasgrüne Pyroxen besitzt eine gute Spaltbarkeit nach dem Klinopinakoid. Spaltblättchen zeigen eine maximale Auslöschungsschiefe von $c : c = 40^\circ$. Zuweilen wurde auch Pleochroismus ($c =$ hellbräunlich, $b =$ grünlich) beobachtet. Auf diesen Spaltstücken nach (010) konnte auch einwandfrei die Verwachsung des monoklinen Pyroxens mit rhombischem festgestellt werden. Während nämlich die Lamellen des monoklinen Pyroxens in der 40° -Stellung auslöschen, zeigen die des rhombischen Pyroxens das Maximum der Interferenzfarben der ersten Ordnung. Der mono-

kline Pyroxen polarisiert in den Farben zweiter Ordnung. Der andere, makroskopisch grünlichbraun aussehende Pyroxen besitzt auf Spaltblättchen // 100 gerade Auslöschung und schiefen Achsenaustritt. Auf einzelnen Spaltblättchen // 100 konnte Pleochroismus beobachtet werden, der umgekehrt wie der des grasgrünen Pyroxens ist. Hieraus folgt, daß in dem Gestein monokliner und rhombischer Pyroxen auftritt.

Der monokline grüne Pyroxen wird am besten wohl zum Diallag gestellt werden. Der rhombische Pyroxen ist nach den Resultaten der Dünnschliffuntersuchung ein Bronzit mit reichlichen, äußerst dünnen Diallaglamellen.

Beide Pyroxene zeigen ebenso wie der Olivin Spuren der Umwandlung; sie geht von den Spalten aus und schreitet auf ihnen weiter fort, bis schließlich der ganze Pyroxen verschwunden ist. Es bleibt so aber die ursprüngliche Form des Pyroxens erhalten. Das neugebildete Mineral gibt sich unschwer als Amphibol zu erkennen, und zwar wird es sich um einen hellen Aktinolith handeln, da das Mineral im Schliff vollkommen farblos und ohne Pleochroismus ist.

ROSENBUSCH¹ erwähnt Tremolit vom Monte Basso am Eingang des Lanzotales. Hier soll der Tremolit um Olivin auftreten, wo dieser Pyroxen berührt. Weiter hat ROSENBUSCH sekundäre Talkbildung aus dem Olivin des Lherzoliths von Germagnanó beschrieben, was jedoch beides an dem mir vorliegenden Material nicht beobachtet werden konnte. Die Aktinolithnadeln sind in den Lherzolithen des Viütals alle nach der Längsrichtung des ursprünglichen Pyroxens angeordnet. Die Kriställchen besitzen lebhafte Polarisationsfarben und eine Auslöschungsschiefe von 15°.

ROSENBUSCH führt die Bildung des Tremolits auf dynamometamorphe Prozesse zurück. Dynamometamorphose kann jedoch nach den Ergebnissen der mir zur Untersuchung vorliegenden Lherzolithe nicht die Ursache der Tremolit- bzw. Aktinolithbildung sein, dafür zeigen die Pyroxene und Olivine viel zu wenig Spuren einer intensiven mechanischen Beeinflussung.

Eine andere in größerem Maße wirksame mechanische Kraft, die die Bildung des Aktinoliths verursachen konnte, wird man meines Erachtens in der Volumenzunahme bei der Serpentin-

¹ ROSENBUSCH, Mikr. Physiogr. II, 1. p. 470.

sierung des Olivins des Lherzoliths und den dadurch verursachten Spannungen zu suchen haben. Außer Serpentin und Aktinolith findet sich noch in manchen Lherzolithen etwas Chorit. Wir haben gesehen, daß sich der Olivin in Serpentin umsetzt, und daß sich aus dem Pyroxen Amphibol bildet. Eine Umwandlung des Pyroxens in Serpentin konnte nicht beobachtet werden, was ja schon aus Gründen der chemischen Zusammensetzung unwahrscheinlich ist. Das Aluminium des Diallags diene zur Bildung der Chloritanreicherungen. Die Bildung des Aktinoliths ist nicht an die Berührung mit Olivin gebunden. Hierfür spricht deutlich die Tatsache, daß die Aktinolithneubildung eigentlich stets an die an Pyroxen reichen Partien gebunden ist, und daß sich Aktinolith häufig mitten in einheitlichen Pyroxenkristallen findet. In und um Olivin tritt dagegen Serpentin auf (Taf. XII Fig. 1). Gelegentlich kann man auch eine Berührung von Olivin und Aktinolith beobachten. Dies braucht jedoch nicht auf irgendwelche, gegenseitigen Beziehungen zu deuten, da ja Pyroxen auch neben Olivin liegt und so diese Lage seines Umwandlungsproduktes bestimmt. Ebenso erklärt sich das beobachtete Auftreten von Aktinolith um Serpentin. Fig. 1 veranschaulicht den Beginn der Umsetzung des Lherzoliths. Die fortgeschritteneren Stadien werden weiter unten erörtert werden.

Besonders interessant ist der dritte Lherzolithtypus durch seine Feldspat- und Picotitführung. Feldspatführende Lherzolithe (teils in Stöcken, teils in Gängen) gibt V. NOVARESE in der Tabelle zu seiner Arbeit: *Nomenclatura e sistematica delle rocce verdi nelle Alpi Occidentali*. (Boll. Com. Geol. Ital. **26**. 164—181. 1895; dies. Jahrb. 1896. I. -419-.) Es handelt sich um ein olivgrünes Gestein, das zahlreiche weiße Flecken aufweist, die zuweilen parallel angeordnet sind. Der Picotit findet sich in schwarzglänzenden, bis 1 cm langen Körnern, die meist linsenförmig sind. Die größten Picotitkörner sind stets von einem weißen Saum umgeben. In den grünen Partien gewahrt man häufig Spaltflächen von Pyroxen.

Die mikroskopische Untersuchung lehrt, daß sich die grünen Partien aus Olivin und Pyroxen zusammensetzen. Rhombischer Pyroxen ist sehr selten. Meist handelt es sich um einen monoklinen Pyroxen, der vereinzelt Diallagstruktur aufweist. Der Feldspat — ein basischer Plagioklas — tritt in manchen Partien des

Gesteins recht reichlich auf. Meist besitzt er eine scharfe Zwillingslamellierung, seltener eine Gitterung nach dem Albit- und Periklin-gesetz. Der Feldspat tritt in ebenso runden Körnern wie der Olivin und der Pyroxen auf. Während aber die beiden letzteren kaum Spuren einer Zersetzung aufweisen, ist der Feldspat an seinen Rändern ganz trüb geworden. Im reflektierten Licht sind diese Zersetzungsprodukte milchweiß. Diese zersetzten Feldspäte bedingen also die makroskopisch schneeweiß aussehenden Partien im Handstück. Diese Umsetzung konnte auf allen Stadien verfolgt werden. Es restiert schließlich ein im Dünnschliff trübes, graubraunes Korn, das aber nicht vollkommen isotrop, sondern aggregatpolarisierend ist. Eigentümlich ist die Tatsache, daß dieses Mineral namentlich auch um Picotit auftritt. An seiner Entstehung aus Feldspat kann kaum gezweifelt werden.

Der in dem Gestein häufige, im Schliff olivgrün-braun durchsichtige Picotit zeichnet sich durch gleichorientierte Einlagerungen aus, die denen mancher Hypersthene ähneln (Taf. XII Fig. 2). Außer Chromit konnte noch Magnetkies festgestellt werden.

Die Lherzolithe finden sich natürlich nicht nur in dem beschriebenen frischen Zustande. Es fanden sich bei der kurzen Begehung auch einige Handstücke, die auf frischem Bruch nicht mehr die körnige Struktur des Lherzoliths erkennen lassen, sondern reich an grünen Zersetzungsprodukten sind, die manchmal so überhandnehmen, daß man nach der makroskopischen Beschaffenheit einen Serpentin vor sich zu haben glaubt. In derartigen Handstücken erkennt man nur selten die Spaltfläche eines Pyroxens. Die mir vorliegenden verwitterten Lherzolithe gehören alle dem zweiten Typus an, d. h. sie führen neben Olivin Diallag und Bronzit¹, während porphyrische Bronzite und Plagioklas fehlen. Präparate von solchen in Zersetzung begriffenen Lherzolithen fallen im gewöhnlichen, durchfallenden Licht zunächst dadurch auf, daß in ihnen viele vollständig farblose Partien auftreten, die man für Löcher im Präparat halten könnte, wenn sie nicht auf das polarisierte Licht reagierten.

¹ Vergl. G. PROLTI, Sull' alterazione della Lherzolithe di Val della Torre (Piemonte). Ann. R. Accad. di Agricolt. di Torino. 48. 1905. 16 p.; dies. Jahrb. 1907. I. -68-. Der aus Olivin, Diallag, Enstatit, Chromit und Picotit bestehende Lherzolith geht bei der Verwitterung in einen hämatitreichen Ton über. Opal und Chalcedon finden sich auch zahlreich.

Betrachten wir zunächst den Olivin, so bemerken wir, daß er von unzähligen feinen und größeren Rissen durchsetzt ist, auf denen eines der Umwandlungsprodukte des Gesteins, Serpentin, vorherrscht. Er ist an seiner charakteristischen, graublauen Polarisationsfarbe leicht zu erkennen. Es muß betont werden, daß sich größere Serpentinpartien nur in Olivin, nicht im Pyroxen fanden. Im Serpentin wurden auch die bekannten Magnetitausscheidungen beobachtet. Das Endresultat dieser Umsetzung ist ein Haufwerk von Serpentin mit Netzstruktur.

Bei der Umsetzung des Pyroxens bildet sich Chlorit, Pennin und Aktinolith. Von diesen drei Zersetzungsprodukten tritt Chlorit (Klinochlor) am häufigsten auf. Er bildet große, im gewöhnlichen Licht vollkommen klare Partien. Im polarisierten Licht zeigt er eigentümliche, grauweiße Farbtöne, die zuweilen einen Stich in das Gelbliche besitzen. Hierdurch und durch den negativen, optischen Charakter unterscheidet er sich vom Serpentin. Mit dem Chlorit findet sich zuweilen Pennin, der sich im polarisierten Licht an seinen lavendelblauen Interferenzfarben zu erkennen gibt. Im Chlorit hat sich wie im Serpentin Magnetit — meist in regellosen Fetzen — ausgeschieden. Der Aktinolith ist in seinen Eigenschaften und seinem Auftreten dem der wenig veränderten Lherzolithe vollkommen gleich.

Diese Umwandlung des Lherzoliths ist infolge der Wasseraufnahme mit einer Volumenvergrößerung verbunden, was vermuten läßt, daß bei dieser Umwandlung Spannungen eintreten, die sich jetzt noch in den Spuren mechanischer Beeinflussung der nicht metamorphosierten Gemengteile zu erkennen geben. Besonders schön lassen sich die Spuren der Pressung am Pyroxen verfolgen, dessen Lamellen häufig stark gebogen und zertrümmert sind. Der Beginn der Umsetzung des Pyroxens gibt sich an seiner Trübung zu erkennen. Es handelt sich um einen dichten Filz, der im durchfallenden Licht graubraun und im reflektierten grauweiß aussieht. Erst bei fortgeschrittenerer Zersetzung kann man diese Aggregate einem bestimmten Mineral zurechnen, das, wie oben schon ausgeführt ist, z. T. Chlorit, z. T. Aktinolith angehört.

Das Endprodukt der Lherzolithe würde also ein an Serpentin reiches Gestein sein, das außerdem noch Chlorit, Aktinolith, Magnetit und von primären Mineralien Pyroxen, der

lange nicht so schnell wie der Olivin der Zersetzung anheimfällt, führt¹.

Wir schließen deshalb die Untersuchung der Serpentine an.

Die Serpentine.

Bei den von uns gesammelten Serpentinaen lassen sich nach der makroskopischen Beschaffenheit leicht zwei Haupttypen erkennen: Serpentin, der geschiefert und hart ist, und normaler Serpentin.

U. d. M. gibt sich der geschieferte Serpentin als ein feinschuppiges Aggregat zu erkennen, während der normale sich aus wesentlich größeren Antigoritblättchen zusammensetzt. Auf Taf. XIII zeigen Fig. 1 und 2 die beiden Typen im polarisierten Licht, beide bei gleicher Vergrößerung aufgenommen. Der geschieferte Serpentin zeigt deutlich, daß die Antigoritblättchen durch den Druck ausgerichtet worden sind, dagegen sind sie bei dem normalen Serpentin regellos im Gestein verteilt.

Ein weiterer Unterschied ergibt sich noch durch das Auftreten oder Fehlen von Pyroxen², ohne daß hierdurch ein Unterschied im Ausgangsmaterial unbedingt nötig wäre, da, wie unten weiter ausgeführt werden wird, der Pyroxen ebenfalls einer Metamorphose unterworfen werden kann.

Die geschieferten Serpentine lassen sich in zentimeterdicke Platten spalten. Das Gestein ist äußerst zäh, aber nicht von so vielen Systemen von Schieferungsflächen durchsetzt, wie dies z. B. bei den stark regional-metamorph veränderten Serpentinaen aus der Umgebung von Savona im Apennin der Fall ist, wo sich kaum ein Handstück von Serpentin schlagen läßt. Das ganze Gestein ist dort total zerquetscht, so daß man nur Stücke, die mit Spiegeln bedeckt sind, sammeln kann.

Infolge gleichorientierter Schieferungsflächen besitzt der geschieferte Serpentin des Viütals eine noch viel größere Wider-

¹ Vergl. L. BRUGNATELLI, Osservazioni sulle serpentine del Rio dei Gavi e di Zebedassi (Apennino Pavese), die beide ebenfalls aus Lherzolith hervorgegangen sind. Rend. Accad. Lincei. (5.) 4. Sem. 1. Fasc. 3. 121—124. 1895; dies. Jahrb. 1896. I. - 421 - u. L. BUSATTI, dies. Jahrb. 1892. I. - 288 -.

² In den untersuchten Handstücken handelt es sich um monoklinen Pyroxen. Bronzitserpentine beschreibt G. PIOLTI aus dem Alta valle di Susa. Mem. Accad. Sc. di Torino. 1894—95. (2.) 45. 153—170; dies. Jahrb. 1896. I. - 420 -.

standsfähigkeit. Unterschiede in der Farbe lassen sich bei den Serpentina des untersuchten Gebietes häufig konstatieren. Die geschieferten Serpentine sind einheitlich dunkel, meist grünschwarz gefärbt. Manche Handstücke besitzen dagegen eine Maserung: In dem hellgraugrünen Serpentin finden sich dunklere Flecken, die zuweilen einen eigentümlichen Stich in das Bläuliche besitzen, oder Adern. Die mikroskopische Untersuchung lehrte, daß diese Erscheinung durch partielle Anreicherung winzigster Magnetitkörner hervorgerufen wird. Bei der Verwitterung des Serpentin findet manchmal eine Anreicherung des Magnetits auf der Oberfläche des Gesteins statt, der sich dann in Putzen scharf von dem in Zersetzung übergegangenen Gestein abhebt. Die mikroskopische Untersuchung der geschieferten Serpentine zeigte ferner, daß das Gestein nicht allein aus Serpentinsubstanz besteht, sondern auch Einlagerungen von Chlorit enthält, und zwar tritt der Chlorit ebenfalls wie der Antigorit parallel einer Achse ausgerichtet auf. Der Chlorit stellt äußerst weit ausgewalzte Linsen dar. Von dem Antigorit unterscheidet sich der Chlorit durch seinen Pleochroismus, der zwischen Grün und Schmutziggelb schwankt, und seine Interferenzfarben, die häufig die bekannten, lavendelblauen Töne zeigen, was Pennin vermuten läßt. Im Dünnschliff eines anderen geschieferten Serpentin fand sich noch an einzelnen Stellen reichlich monokliner Pyroxen, der keine Diagonalstruktur aufweist.

Obwohl der Pyroxen stark zerfetzt ist, löscht er über größere Strecken hin einheitlich aus. Eingeschlossen enthält er reichlich schwarzes Erz, das z. T. Magnetit, z. T. aber auch, nach dem violetten Glanz zu urteilen, Titaneisen ist. Er tritt in Form von dicken, ausgezackten Schnüren, nicht als staubige Interpositionen auf. Die Hohlräume im Pyroxen werden von Erz und von Antigorit ausgefüllt. Letzterer ist dann im Gegensatz zu dem im übrigen Gestein in großen Individuen vorhanden.

Das schwarze Erz nimmt in manchen Partien so zu, daß es den Pyroxen verdrängt. Wir können dann linsenartige Magnetitanreicherungen beobachten. Die Grundmasse besteht aber nicht gleichmäßig aus normaler Serpentinsubstanz, vielmehr lassen die vom Antigorit abweichenden Polarisationsfarben auf eine etwas andere chemische Zusammensetzung schließen. Wahrscheinlich spielt hier Chlorit eine Rolle. Daß derartige Linsen ursprünglich Pyroxen darstellen, wird dadurch bewiesen, daß man nur in solchen Partien

ab und zu winzige Fetzen von Pyroxen beobachten kann. Infolge dynamometamorpher Beeinflussung wurden dann die Linsen mit dem übrigen Gestein ausgewalzt, so daß die im Serpentin beobachteten Chlorit- und Magnetitschnüre nichts anderes darstellen als die ausgewalzten Umwandlungsprodukte des ehemaligen Gesteinsgemengteils, des Pyroxens. Auf die bekannte Tatsache, daß sich bei der Serpentinisierung des Olivins ebenfalls Magnetit ausscheidet, braucht nicht besonders hingewiesen zu werden.

Außer den schwarzen Erzen fand sich noch etwas Pyrit in manchen der geschieferten Serpentine. ITALO CHELUSSI¹ beschreibt geschieferte Serpentine aus der Nähe des nördlich von Viù gelegenen Chialamberto, die aber keine Spuren des Urminerals aufweisen sollen.

Wir kämen nunmehr zu der Beschreibung der normalen Serpentine, die sich vor allem durch das Fehlen der Schieferung von den oben beschriebenen Serpentine unterscheiden, ohne daß damit jede Spur dynamometamorpher Beeinflussung fehlte. Vielmehr konnten makroskopisch wie mikroskopisch solche Spuren beobachtet werden. Das Gestein besitzt aber lange nicht den Grad von Sprödigkeit und Härte wie der geschieferte Serpentin.

Fig. 1 auf Taf. XIV zeigt z. B. eine Aufnahme von Serpentin im gewöhnlichen Licht, die deutlich eine Fältelung des Gesteins bis in die kleinsten Partien erkennen läßt. Es handelt sich um eine Zusammenpressung des Gesteins, was daraus hervorzugehen scheint, daß die widerstandsfähigeren Mineralien, besonders die Pyroxene, vereinzelt noch ihre ursprüngliche kristallographische Form beibehalten haben. Fig. 2 auf Taf. XIV stellt einen solchen Pyroxen dar.

Man erkennt aber auch an diesem Individuum, das eins der besterhaltenen ist, daß Partien von der Faltung mit ergriffen worden sind. Am unteren Rande ist ein Stück abgepreßt und mit verfaltet worden. Meist ist aber der Pyroxen stärker von der Fältelung betroffen. Zuerst verliert er die Kristallbegrenzung und nimmt eine linsenförmige Gestalt an. Geht die Metamorphose noch weiter, so wird der Kristall schließlich ganz ausgewalzt und mit dem eigentlichen Serpentin verfaltet. Derartige Umwandlungs-

¹ Studio petrografico sopra alcune rocce della valle di Chialamberto in Piemonte. 1. Teil. Giornale di min., crist. e petr. 2. 196—210. 1891; dies. Jahrb. 1892. I. - 519 -.

produkte von Pyroxen stellen die trüben, z. T. ganz dunklen Partien in Fig. 1 auf Taf. XIV dar. Unter dem Einfluß der Dynamometamorphose scheidet sich in dem Pyroxen Magnetit aus, und zwar tritt der Magnetit am Rand der Pyroxene besonders reichlich auf. Die Ausscheidung kann so weit gehen, daß eine Pseudomorphose von Magnetit nach Pyroxen vorliegt. Das ganze Eisen des Magnetits kann natürlich nicht aus dem im Schliff vollkommen farblosen Pyroxen stammen, sondern wird wohl hier zum größeren Teil aus dem Serpentin oder dem ursprünglichen Olivin stammen. Da sonst im Serpentin derartiger Handstücke sich kaum etwas Magnetit ausgeschieden hat, neige ich zu der Annahme, daß der widerstandsfähigere Pyroxen gewissermaßen als Kristallisationszentrum gedient hat. In Fig. 2 auf Taf. XIV ist der Pyroxen auch fast ganz von Magnetit verdrängt worden. Die hellen Partien im Innern löschen aber einheitlich schief aus und zeigen auch die für Pyroxen charakteristischen lebhaften Interferenzfarben. Bei der eigentlichen Zersetzung färbt sich der Pyroxen graubraun und wird fast undurchsichtig. Anzeichen einer Umsetzung in Serpentin konnten nicht beobachtet werden. Häufig fand sich jedoch in diesen in Zersetzung begriffenen, an Pyroxen reichen Partien Pennin, der wie in den oben beschriebenen Schieferserpentinen an dem Pleochroismus und den lavendelblauen Interferenzfarben erkannt wurde.

Im angeschliffenen Handstück heben sich die magnetitreichen Pyroxene von der dunkelgrünen Serpentinmasse durch ihre noch dunklere, z. T. sogar eisengraue Farbe ab. Diejenigen Zonen, in denen umgewandelter und ausgequetschter Pyroxen vorherrscht, besitzen eine weißliche, z. T. graue Farbe im Handstück. Fig. 1 (im Text) zeigt eine Skizze von dem angeschliffenen Serpentin. Weiß ist der im Handstück dunkelgrüne bis schwarze Serpentin. Die schwarzen Adern stellen die Pyroxenpartien dar. Die schraffierten Linsen gehören dem weniger stark metamorphosierten Pyroxenen an. Diese Skizze zeigt, wie stark das Gestein gefältelt ist. Daß die Serpentinmasse des Gesteins ebenfalls gefältelt ist, erkennt man zwar nicht makroskopisch im Handstück, aber ausgezeichnet im Schliff. Fig. 1 auf Taf. XIV zeigt diese Mikrofältelung der reinen Serpentinsubstanz in diesem Serpentin.

Die Ausscheidung von Magnetit in und um Pyroxen wurde nicht nur in Serpentin mit Schieferung oder Fältelung gefunden,

sondern auch in denjenigen, die kaum Spuren dynamometamorpher Beeinflussung zeigen. Der primäre Pyroxen dieses Serpentin-gesteins ist, wenn er noch vollkommen frisch ist, farblos und klar durchsichtig. Sein optisches Verhalten läßt einen Pyroxen aus der Diopsidfamilie vermuten.

Bei beginnender Zersetzung trübt sich der Pyroxen, und Magnetit scheidet sich aus. Bei einzelnen Individuen scheidet sich Magnetit in größeren Mengen aus, bei anderen spärlicher. Die Umsetzung läßt sich weit verfolgen. Es resultiert schließlich eine trübe, graue Masse, die kaum noch auf das polarisierte Licht wirkt und die mehr oder weniger reich an Magnetit ist. Die Magnetit-

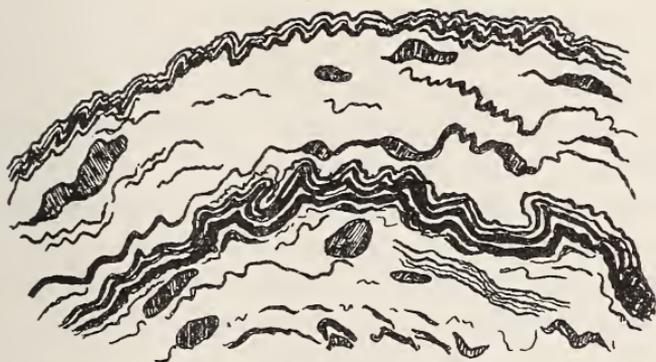


Fig. 1. Gefältelter Serpentin.

ausscheidung scheint gewöhnlich einem fortgeschrittenen Stadium der Zersetzung anzugehören. Zuerst scheidet sich der Magnetit am Rande und auf den Klüften der Pyroxene aus.

Fig. 1 auf Taf. XV soll diese Vorgänge veranschaulichen. Wir haben es mit einem Präparat zu tun, in dessen Mitte zwei Pyroxene noch bis zur Hälfte fast ganz frisch sind. Vom Rande und von den Spaltrissen aus beginnt dann die Trübung. Die ganz schwarzen Partien, namentlich die Ränder auf der rechten Seite, bestehen ganz aus Magnetit. Die grauen, trüben Massen mit z. T. ganz schwarzen Partien gehören den weiteren Zersetzungsstadien an. Die Form des ursprünglichen Pyroxens bleibt dabei recht lange erhalten.

Z. T. wird der Pyroxen durch Serpentin verdrängt. Außer den gewöhnlichen Neubildungsprodukten des Pyroxens ist hier das Auftreten von sekundärem Pyroxen zu erwähnen. Das Mineral

ähnelt sehr dem Diopsid (Salit), den R. BBAUNS als Verwitterungsprodukt in Paläopikrit von Medenbach (dies. Jahrb. 1898. II. p. 79 u. f.) beschrieben hat. Büschelförmig treten diese Pyroxene auf und ragen wie Spieße in die sie umgebende Serpentinsubstanz.

Nebenbei sei noch bemerkt, daß in diesem Serpentinegestein neben Magnetit noch Pyrit wie in manchen Schieferserpentinen des Viñtals auftritt. In einem anderen gesammelten Serpentinstück fand sich eine 5 cm breite Chrysotilader. Die Chrysotilfasern sind äußerst biegsam und besitzen eine Lichtbrechung von $n = 1,542$ (nach der Einbettungsmethode). Im Schliff sieht der Chrysotil nicht farblos, sondern lichtolivgrün aus. In dem Chrysotil treten hell- und dunkelbraun pleochroitische Partien auf. Bemerkenswert ist die Erscheinung, daß der Chrysotil um Magnetitanhäufungen im Dünnschliff stets farblos ist. Im übrigen besitzt der Serpentin Maschenstruktur, die dadurch hervorgerufen wird, daß sich zwischen olivgrünen Partien, die auch höher polarisieren, ganz farblose Schnüre von graublau polarisierendem Serpentin hindurchziehen. Die im Schliff grünlich gefärbten Serpentinpartien werden wahrscheinlich keine reine Serpentinsubstanz ($H_4Mg_3Si_2O_9$) darstellen, sondern einen Gehalt an Amesitsubstanz ($H_4Mg_2Al_2SiO_9$) haben. Dies würde dann zu dem Schluß berechtigen, daß das Ausgangsgestein für dieses Serpentinegestein kein reiner Olivinfels, sondern ein Lherzolith war. Gestützt wird diese Annahme durch die Tatsache, daß sich auch noch Spuren von dem ursprünglichen Pyroxen nachweisen ließen.

In dem Serpentin finden sich in der Nähe der großen Wasserleitung eigentümliche, grau bis schwarz gefärbte Linsen, die so hart sind, daß man Glas damit zu ritzen vermag. Das Gestein ist äußerst spröde, so daß man kaum davon ein Handstück zu schlagen vermag. Bei näherer Betrachtung wurden in dem Gestein noch hellere Partien entdeckt, deren z. T. rosarote bis gelbe Farbe Granat vermuten lassen. U. d. M. erkennt man, daß das Gestein imprägniert ist von winzigen Granaten, die selten eine Größe von 0,017 mm überschreiten. Sie sind nie kristallographisch begrenzt. Das übrige Gestein setzt sich aus einer äußerst feinen, trüben, nicht zu bestimmenden Grundmasse zusammen, die auf das polarisierte Licht wirkt. Die Interferenzfarben gehören dem Grau und Gelb der ersten Ordnung an. Das Gestein hat gewisse Ähnlichkeiten mit silifiziertem Serpentin.

Die mikroskopische Untersuchung der Serpentine macht es also höchst wahrscheinlich, daß sie aus den mit ihnen im Lanzotal vergesellschafteten Lherzoliten hervorgegangen sind¹. In genetischem Zusammenhang mit den Lherzoliten stehen dann auch die mächtigen Einschaltungen von Strahlstein-Chloritlinsen im Serpentin, die dicht unterhalb Viù etwas unterhalb von dem anstehenden Gneis minuti in einem Steinbruch aufgeschlossen sind.

Aktinolith-Chloritgestein.

Es handelt sich um ein hellgrünes, z. T. silberglänzendes Gestein, das sich fettig anfühlt und sich mit dem Fingernagel ritzen läßt, so daß es im Gelände für Talkschiefer angesprochen wurde. Legt man aber etwas von dem mit dem Fingernagel abgeschabten Gesteinspulver in Kanadabalsam unter das Mikroskop, so erkennt man gleich, daß das Pulver vorwiegend aus winzigen, aber haarscharfen Nadelchen besteht, die klar bis grünlich durchsichtig sind und eine Auslöschungsschiefe von 15° besitzen. Es handelt sich also um einen Amphibol, den man wegen seiner lichtgrauen Farbe, des nachgewiesenen Eisengehaltes und seines Brechungsindex $n = 1,62$ als Aktinolith bezeichnen muß. Betrachtet man nun ein Präparat von diesem Gestein u. d. M., so erkennt man einmal Partien, die nur aus Aktinolith bestehen, der stark verfilzt ist, so daß man diese Partien mit Recht als nephritisch bezeichnen kann; dazwischen finden sich die Chloritmassen, die sich schon im gewöhnlichen Licht durch ihre hellgrüne Farbe und mäßigen Pleochroismus und im polarisierten Licht als schuppige Aggregate zu erkennen geben. Die Chloritschüppchen sind häufig gleich orientiert, was man an ihrer gleichzeitigen Auslöschung leicht erkennen kann.

Nebengemengteile sind äußerst selten. Bestimmt wurde Magnetit, der meist in Umwandlung zu Brauneisen begriffen ist, und Titanit gewöhnlich in Körnern; ganz vereinzelt wurde ein Titanit mit dem charakteristischen, spitzrhombischen Umriß festgestellt. Erwähnenswert ist noch ein pleochroitisches Mineral (dunkelbraun, wenn seine Längserstreckung // der Schwingungsrichtung des unteren Nicols ist; gelbbraun \perp hierzu); optischer Charakter negativ;

¹ Um ein Kontaktprodukt pneumatolytischer Natur, wofür V. NOVARESE den Serpentin von Traversella ansieht, wird es sich wohl kaum handeln. Boll. Soc. Geol. Ital. 21. 36—40. 1902; dies. Jahrb. 1903. II. - 371 -.

anscheinend gerade Auslöschung), das in den es umgebenden Chlorit- und Aktinolithmassen pleochroitische Höfe hervorruft. Ein anderes Handstück aus demselben Aufschluß zeigt, wie eine Linse von fast reinem Chlorit ganz von einem Filz apfelgrüner, silberglänzender Aktinolithfasern umhüllt ist.

Beim Schleifen löste sich der ganze Aktinolithfilz ab, so daß das Präparat nur über die Chloritlinse Aufschluß gibt. Die Chlorit-schuppen sind alle gleich orientiert, wodurch das Bild eines Chlorit-schiefers hervorgerufen wird. Im übrigen verhält sich der Chlorit so wie im vorherbeschriebenen Handstück. Von Nebengemeng-teilen wurde in diesem Präparat noch Apatit in ausgezogenen Körnern festgestellt.

Ebenso wie in der Pietre verdi-Zone des Alatales der Serpentin Granatmassen führt, die J. STRÜVER¹ in seiner Arbeit „Die Mineral-lagerstätten des Alatales in Piemont“ beschrieben hat, so fanden wir auch im Viùtal in der Nähe der neuen großen Wasserleitung Granatmassen im Serpentin, die den von J. STRÜVER und F. ZAMBONINI² beschriebenen Vorkommen ähnlich sind. Die Lokalitäten der von F. ZAMBONINI beschriebenen Mineralien liegen z. T. nördlich, z. T. südlich vom Viùtal.

Granatit aus Serpentin.

Das Gestein besteht vorwiegend aus fleischfarbenem, zu Hessonit gehörenden Granat und ist äußerst dicht. Nur auf kleinen Drusenräumen treten vereinzelt Granatkriställchen auf, bei denen das Rhombendodekaeder vorherrscht. Außer Granat erkennt man noch makroskopisch Klinochlor in Schuppen, seltener in Kriställchen und ein hellgelbes, langstengeliges, trübes Mineral, das sich leicht zerreiben läßt und sich u. d. M. als zersetzter Diopsid zu erkennen gab. Ähnlich zersetzten Diopsid beschreibt F. ZAMBONINI aus den Granatiten des Pian Real südlich der Colle delle Vallette nahe der französischen Grenze. Der Diopsid bildet hier Kristallbüschel und isolierte Kristalle. „Gewöhnlich ist der Diopsid verändert; er hat den Glanz verloren und ist in eine erdige, weiße, etwas ins Gelbliche fallende Substanz umgewandelt.“

¹ dies. Jahrb. 1871. p. 349.

² Beiträge zur Mineralogie Piemonts. Centralbl. f. Min. etc. 1903. p. 78 und 117.

Eines der frischesten Stücke des fraglichen Minerals wurde herauspräpariert und zerstoßen. Es besaß einen rechtwinkligen Umriß (Spaltbarkeit nach den Pinakoiden). Die unzersetzten Partien sind im Streupräparat klar durchsichtig und weisen keine Eigenfarbe und keinen Pleochroismus auf. Die Auslöschungsschiefe $c : e$ beträgt bis 44° . Im Dünnschliff erkennt man neben den klar durchsichtigen Pyroxenschnitten trübe von grauer Farbe. Die in Zersetzung begriffenen Diopside reagieren aber noch deutlich auf das polarisierte Licht und verhalten sich optisch wie die frischen Individuen.

Basisschnitte mit rechtwinklig sich kreuzenden Spaltrissen zeigen senkrechten Achsenaustritt mit Ringen. Der Diopsid tritt meist in stengeligen nach der c -Achse gestreckten Individuen auf und ist einschlußfrei.

Der Klinochlor findet sich in radialstrahligen Aggregaten auf den Klüften zwischen Granat und Diopsid oder in einem dieser Mineralien. Pleochroismus ist im Schliffe wahrnehmbar. // c blaugrünlich, $\perp c$ farblos, zuweilen Ton in das Braun. Wo die einzelnen Granatkörner nicht dicht aneinanderstoßen, sind die Zwischenräume von Klinochlor ausgefüllt. Der Granat, der die Hauptmasse des Gesteins ausmacht, ist im Schliff meist farblos; zuweilen besitzt er jedoch einen Stich in das Gelbrötliche. Stellenweise treten winzige Einschlüsse in so großen Mengen auf, daß der Granat wie bestäubt aussieht. Eine scharfe kristallographische Begrenzung fehlt. Meist handelt es sich um polyedrische Körner, die nur ab und zu einen Rhombendodekaederschnitt aufweisen. Auffallend ist, daß die kleinen Granatindividuen völlig isotrop sind, während die größeren stets optische Anomalien aufweisen. U. d. M. wurde noch Titanit in Körnern und in kleinen Kristallen mit den bekannten Eigenschaften festgestellt.

Was die Genesis dieser Granatmassen anbelangt, so neigt man ja meist zu der Ansicht, daß es sich um vollständig metamorphosierte Kalk-einschlüsse im Serpentin handelt. Oder genauer: Kalk-einschlüsse in dem Gestein, aus dem der Serpentin hervorgegangen ist. MUNTEANN-MURGOCI beschreibt jedoch Granat-Vesuvianfels aus dem Serpentin des Paringu-Massivs, die er in zwei Klassen teilt: Hornfelse ähnlich dem bekannten Kontaktsilikatfels am Kontakt der Eruptivgesteine mit den Kalken; sie stellen eigentlich exopolygene Einschlüsse dar und körnige Gesteine; sie

sind Umwandlungsprodukte gabbroartiger Ausscheidungen, endopolygener Einschlüsse, durch eine syntektische Liquefaction in dem peridotitischen Schmelzfluß. Die chemische und mineralogische Zusammensetzung wie die Struktur der Knollen weist auf einen ursprünglichen Gabbro hin, welcher gegen den Rand zu immer olivinreicher und ärmer an Feldspat wurde. Bei der Umwandlung bleiben nur Reste des Pyroxens (Diallag, Fassait-Diopsid) in ursprünglicher Form erhalten, während Olivin und Plagioklas vollständig von dem Aggregat der neugebildeten Mineralien ersetzt wurde. Die Art der Umwandlung ähnelt nach MUNTEANN-MURGOCI der Saussuritisierung. „Die pneumatolytische und pneumatohydatogene (postvulkanische) Tätigkeit hat die größte Wahrscheinlichkeit, diese Umwandlungen der körnigen wie der dichten Gesteine verursacht zu haben. Von allen Mineralien dieser Granatvesuvianfelse soll nur der Diallag primär und die anderen die Umwandlungsprodukte verschiedener ehemaliger Mineralien sein. F. ZAMBONINI beschreibt auch Diallag aus Granatit vom Mte. Pian Real, „welcher kleine, kristallinische Massen im Granat bildet“. Da F. ZAMBONINI auf die Arbeit MURGOCI's nicht eingeht und ich die Granatitvorkommen nicht weiter verfolgt habe, so kann ich mir kein Urteil darüber erlauben, welcher Gruppe MURGOCI's die Granatitvorkommen des Viùtales zugerechnet werden müssen. Wenn der Granat stellenweise recht dicht ist, so erweckt das Gestein doch nicht den Anschein eines normalen Hornfelses. Es sei darauf hingewiesen, daß hier bei der Deutung der Genesis der Granatite dieselben Theorien sich gegenüberstehen wie bei der der granatführenden Einschlüsse in rheinischen Basalten. Vesuvian hat man in rheinischen Basalten allerdings noch nicht gefunden, dagegen reichlich Wollastonit.

F. ZIRKEL spricht die Granat-, Pyroxen-, Wollastoniteinschlüsse für Urausscheidungen aus dem basaltischen Magma an. „Sollten die in Rede stehenden Einschlüsse . . . metamorphische Kalksteinfragmente sein, so würden sie in dieser Eigenschaft hier ein völliges Unikum darstellen.“

Demgegenüber muß aber betont werden, daß man in rheinischen Basalten Kalksteine und Kalksandsteine schon gefunden hat. Ebenso kennt man Kalksteineinschlüsse und Kalkauswürflinge aus der Eifel. J. UHLIG, der die fraglichen Einschlüsse chemisch untersuchte und den Granat als Kalktongranat (Grossular und

Hessonit) bestimmte, erklärte sie in weitaus den meisten Fällen für normale Kalksilikatkorngfelse. Das reichliche Auftreten von Quarzkörnern in bestimmten Arten dieser Einschlüsse spricht auch für ihre exogene Natur. F. ZIRKEL¹ hat sich dagegen geäußert, daß Orthit, Apatit, Titanit und Quarz „für solche Gesteine ganz außergewöhnlich oder vielmehr wohl überhaupt noch nie beobachtet worden“ sind. Die Kalksilikatfelse aus dem Serpentin der Alpen, des Ural, Elbas und der Karpathen bleiben unberücksichtigt, obwohl diese von vielen Forschern als Produkte der Kontaktwirkung des ursprünglichen Lherzoliths auf Kalksteine angesprochen worden sind, und sich in ihnen diejenigen Mineralien finden, die nach F. ZIRKEL Kalksilikatfelsen fehlen sollen.

MURGOCI erwähnt, daß Apatit akzessorisch mehr in dem feinkörnigen Gestein vorhanden ist wie in dem grobkörnigen, p. 72. Auf p. 74 zählt er u. a. Titanit und Zirkon auf. Orthit wird auf p. 66 erwähnt. Apatit und Titanit werden schon von STRÜVER² aus den Drusen dieser Granatite beschrieben.

J. UHLIG denkt sich die granatführenden Einschlüsse durch Tiefenkontakt entstanden und dann vom Basaltmagma aufgenommen und kaustisch beeinflußt. Das Auftreten von Granat (Kalktongranat) in Olivin, der nach dem heutigen Stande der Untersuchungen sicher eine Urausscheidung ist, erklärt J. UHLIG so, daß die Olivinanreicherungen mit in Auflösung begriffenem, granathaltigem Material im Magma zusammengetrieben wurden, wobei die an sich heterogenen Dinge miteinander vermischt worden sind.

Wie es sich bei den granatführenden Einschlüssen der Basalte nach den entgegengesetzten Meinungen ZIRKEL's und UHLIG's um Urausscheidungen oder um exogene Kalksilikatfelse handeln kann, so können die Granatmassen in Serpentin entweder ebenfalls Urausscheidungen repräsentieren oder durch direkte Kontaktmetamorphose entstanden sein, und zwar durch die Kontaktwirkungen des ursprünglichen Gesteins, in dem sie sich jetzt finden.

Bei den rheinischen Granatvorkommen ist es nach der Theorie UHLIG's anders: hier ist die Kontaktmetamorphose in der Tiefe vor sich gegangen. Wodurch sie hervorgerufen ist, weiß man nicht. Das tertiäre Ergußgestein nahm dann bei seinem Durchbruch Frag-

¹ F. ZIRKEL, Centralbl. f. Min. etc. 1911. No. 21. p. 658.

² J. STRÜVER, Minerallagerstätten des Alatales in Piemont. Dies. Jahrb. 1871. p. 347.

mente dieses Kontaktgesteins auf und beeinflusste es kaustisch, wie jeden andern exogenen Einschluß. MURGOCI faßt „die körnigen Granatvesuvianfelse von Paringu als umgewandelte gabbroartige Ausscheidungen aus dem peridotitischen Magma“ auf. Nach ihm kann also eine magmatische Urausscheidung genau dieselben Endprodukte bei gleicher Art der Umwandlung liefern wie ein exogener, sedimentärer Einschluß, und zwar sollen pneumatolytische und pneumatohydatogene Prozesse diese Umwandlung herbeiführen. MURGOCI vertritt also nicht die ZIRKEL'sche Ansicht, daß Kalktongranat führende Gesteine Urausscheidungen aus peridotitischem Magma, dem Lherzololith und Basalt angehören, repräsentieren.

Ebensowenig überzeugend wie die Hypothese von der Quarzausscheidung neben primärem Kalk aus dem effusiven, basaltischen Magma ist die Annahme, daß die dichten Granatvesuvianfelse eine andere Genesis haben sollen als die grobkörnigen, mit denen sie sogar durch Übergänge verknüpft sein sollen, und daß diese nur strukturelle Unterschiede aufweisende Mineralkombination aus ganz verschiedenen Gesteinen — einmal aus einem Gabbro, im anderen Fall aus einem kalkreichen Sedimente — entstanden sein soll und noch dazu durch die gleiche pneumatolytische und pneumatohydatogene Tätigkeit. Auf p. 110 ist die Deutung der Genesis der körnigen Kalksilikatfelse des Paringu meines Erachtens verschieden von den übrigen Angaben, denn hier schreibt MURGOCI: „die wahrscheinliche Erklärung für die körnigen Kalksilikatfelse des Paringu ist die Herleitung aus olivinführenden Gabbrogesteinen, welche in Form kleiner Putzen aus dem ursprünglichen Schmelzfluß des Peridotits (Lherzoliths) durch die Einschmelzung und Assimilierung der Einschlüsse von Kalkstein sich abgeschieden haben, und somit einfach magmatische Spaltungsprodukte des peridotitischen Magmas darstellen.“ Diesen Vorgang als „einfach magmatische Spaltung“ hinzustellen, halte ich nicht für angebracht. Bei dieser Art von Ausscheidungen handelt es sich nicht um Urausscheidungen, sondern um endogene Kontaktbildungen die J. UHLIG auch da als Erklärung heranzieht, „wo die Verhältnisse so liegen, daß eine Ausscheidung granathaltiger Materialien mit Hilfe des Magmas wahrscheinlich ist“. Dies dürfte wohl sicher nur so zu erklären sein, „daß an Stelle eines völlig resorbierten Einschlusses vom Magma ähnliche Mineralbildungen wie die vor-

her aufgelösten ausgeschieden wurden“ (p. 388). Auch in diesem Falle nimmt also J. UHLIG an, daß der Kalksilikatfels schon vorher als solcher existiert hat, bevor er in das Magma gelangte. Es wird also lohnend sein, bei der weiteren Untersuchung von Kalktongranaten in basischen Gesteinen Parallelen zwischen ihrem Auftreten in Effusiv- und Tiefengestein zu ziehen.

Wir kämen nunmehr zu der letzten, aber umfangreichsten Gruppe der Zone der Pietre verdi, die E. MATTIROLO auf seiner Karte ausgeschieden hat. Chlorit- und Talkschiefer, die E. MATTIROLO auch hierhin stellt, sind schon weiter oben im Anschluß an den Serpentin beschrieben worden. Es blieben also noch die Amphibolite, Prasinite (Ovardite), Pyroxengesteine, Eufotide und Eklogite übrig.

Eklogite sind von uns nicht gefunden worden und werden deshalb nicht weiter berücksichtigt.

Die übrigen Gesteine, die in der Hauptsache die piemontesische Grünschieferzone zusammensetzen, lassen sich nicht scharf voneinander trennen. Bei unserer kurzen Begehung haben wir schon verschiedene Übergangsglieder angetroffen.

Dicht bei Viù anstehend und am Ausgang des Dorfes auf der linken Talseite verschiedentlich künstlich aufgeschlossen, fanden wir einen grünen Amphibolit. Die Hornblende herrschte vor, außerdem gewahrt man weiße Partien, die eine Art Schichtung hervorrufen. In anderen Handstücken tritt die Hornblende etwas zurück. Zwischen Hornblendelinsen finden sich dann reichlich hellere Lagen, die sich u. d. M. als Gemenge von Epidot, Zoisit, Feldspat etc. zu erkennen geben¹. Schließlich fanden sich noch Gesteine, die keine geschichtete Struktur, sondern eine körnige aufweisen. In dem Gemenge von Hornblende und den hellen Mineralien erkennt man reichlich die blaugrünen Partien des Smaragdits.

Die Amphibolite von Chialamberto (genau nördlich von Viù) im Sturatal hat G. GIANOTTI (dies. Jahrb. 1894. II. - 437 -) beschrieben. Wo die Stura die Zone der harten Amphibolite erreicht, biegt sie gegen SO. und durchbricht sie senkrecht zum Streichen. DEECKE (dies. Jahrb. 1900. I. - 427 -) schreibt in dem Referat über S. FRANCHI'S Arbeit: Sull' età mesozoica della zone delle

¹ Vergl. Tabelle aus: V. NOVARESE, Nomenclatura e sistematica delle rocce verde nelle Alpi Occidentali. Boll. Com. Geol. Ital. 26. 164—181. 1896; dies. Jahrb. 1896. I. - 418 -.

pietre verdi nelle Alpi Occidentali (Boll. Com. Geol. Ital. **29**. 173—247, 325—482. 1898), „die Zone der Grünschiefer ist nicht, wie GASTALDI annahm, archaisch oder paläozoisch, sondern gehört der Trias und einem Teil des Lias an“. Die Grünschiefer sind meistens eruptiv und gleichalterig mit den Schichten, in denen sie zwischengelagert auftreten. Aber sie sind nicht der Grund der Metamorphose, sondern selbst nachträglich verändert durch Ersatz der primären durch wasserhaltige sekundäre Mineralien. Einige dürften als Tuff aufzufassen sein. Die Umwandlung ist wesentlich mit durch den Einfluß des Wassers erfolgt, und als Neubildungen treten Quarz, Albit nebst anderen sauren Plagioklasen, mehrere alkalireiche Amphibole der Glaukophangruppe, Strahlstein, Asbest, Sismontin, Granat, die Epidotfamilie, farblose Glimmer, Chlorite, Titanit, Turmalin, Lawsonit häufiger auf. Die Eruptivgesteine dieser Periode, wie z. B. Prasinite und Amphibolite, wurden vollständig schieferig sericitisiert und in Gneise und Schiefer umgestaltet.“ Ovardit, den MATTIROLLO erwähnt, ist eine Art Amphibolit, in welcher Chlorit den Platz des Amphibols einnimmt. Seinen Namen hat er von der Torre d'Ovarda, der Wasserscheide zwischen Viù- und Alatal¹. Wir beginnen die Untersuchung dieser Gesteinsklasse des Viùtales mit der Beschreibung der Handstücke, die wenig Spuren dynamometamorpher Beeinflussung erkennen lassen.

Saussurit-Uralit-Gabbro.

Das Gestein läßt weiße, graugrüne und smaragdgrüne Partien erkennen. Die weißen sind zuckerkörnig und besitzen keine Spaltbarkeit, was den Saussurit charakterisiert. Die graugrünen können makroskopisch schon als ein Filz von Hornblendenädelchen erkannt werden, während die smaragdgrünen lebhaft in ihrer Form an ursprünglichen Diallag erinnern. Das Gestein spaltet höchst unregelmäßig und ist recht frisch.

Die Grundmasse, in der die Gemengteile dieses Gesteins (vergl. Fig. 2 Taf. XV) liegen, ist ein klarer, einschlußarmer, trikliner Feldspat, der wegen seiner geringen Lichtbrechung dem Albit angehört. Der Albit wird durch die Gemengteile meist sehr zurückgedrängt.

¹ J. STRÜVER, Una salita alla Torre d'Ovarda. p. 17 u. f. Torino, Fratelli Bocca. 1873.

Am häufigsten tritt Hornblende auf, deren Kristallnadeln eine Länge von mehreren Millimetern erreichen können. Die Auslöschungsschiefe beträgt $c : c = 16^\circ$. Der Pleochroismus ist schwach, aber doch deutlich wahrnehmbar. // c bläulichgrün, $\perp c$ farblos. Die Hornblende wurde nicht allein in den beschriebenen großen, breiten, klaren Kristallen angetroffen, sondern auch in winzigen Nadelchen, die gleich orientiert waren. Die Aggregate erwecken den Eindruck, daß sie das Umwandlungsprodukt des ursprünglichen Diallags repräsentieren. Smaragdite findet sich neben der beschriebenen Hornblende auch reichlich in dem Präparat. Der Smaragdite unterscheidet sich von ihr durch die kräftigere Eigenfarbe, mit der auch der Dichroismus steigt. // c gelbgrün, $\perp c$ blaugrün. Der Smaragdite läßt auch noch oft die Form des Diallags erkennen. Epidote findet sich in Körnern, die gelegentlich kristallographische Begrenzung aufweisen. Der Pleochroismus ist kräftig $c = a =$ farblos, \perp hierzu goldgelb. Die Auslöschungsschiefe ist äußerst gering. Ein weiterer häufiger Gemengteil ist der Zoisit, dessen Körner manchmal ganze Partien des Gesteins ausmachen. Der Zoisit besitzt eine starke Lichtbrechung und eine schwache Doppelbrechung, einige Körner (Schnitte nach (100)) zeigen auch die charakteristischen, lavendelblauen Polarisationsfarben. Der Zoisit ist gewöhnlich durch winzige Einschlüsse getrübt. Außer diesen Mineralien wurde noch Kalkspat festgestellt.

Flaserige Epidot-Amphibolite.

Diese Gesteine repräsentieren ein weiteres Stadium der dynamometamorphen Beeinflussung des Gabbros. Wir haben noch im wesentlichen die gleiche Mineralkombination wie bei dem eben beschriebenen Saussurit-Uralit-Gabbro. Dagegen unterscheidet sich das vorliegende Gestein gleich auf den ersten Blick von dem Saussurit-Uralit-Gabbro durch seine Struktur. Die Hornblendepartien sind linsenförmig ausgequetscht. Zwischen den einzelnen Hornblendelinsen zieht sich der weiße, körnige Saussurit hindurch. Die Struktur ähnelt sehr der des Augengneises.

Die Hornblende ist die gleiche wie im Saussurit-Uralit-Gabbro. Der Pleochroismus ist manchmal intensiver (// c blaugrün, $\perp c$ grünlichgelb). Durch Einfluß der Atmosphärien geht sie zuweilen in grünlichen Chlorit über, der niedriger polarisiert. Außer dieser gemeinen Hornblende findet sich noch eine Alkalihornblende mit

intensivem Pleochroismus, // c himmelblau, \perp c violett (veilchenblau). Die Auslöschungsschiefe beträgt $c : c = 6^\circ$. Es handelt sich also um Glaukophan. Glaukophan ist schon einmal aus dem Viùtal beschrieben worden.

G. GIANOTTI veröffentlicht eine Mitteilung über Glaukophan glimmerschiefer vom Colle S. Giovanni südlich Viù. p. 227 zählt er folgende Gemengteile auf: Quarz, Glimmer, Chlorit, Glaukophan, Turmalin, Granat, Epidot, Magnetit, Orthoklas, Rutil, Apatit, Titanit, Zirkon, Limonit und kohlige Substanz (?). Über Glaukophan aus Eklogiten, die als Gerölle der Stura zwischen Germagnano und Lanzo aufgefunden wurden, berichtet H. WILLIAMS (dies. Jahrb. 1882. II. 202).

Gastaldit, der mit Glaukophan verwandt ist, findet sich nach STRÜVER (dies. Jahrb. 1876. 664) in Chloritschiefer im Aostatal und im Tal von Locano. Gastalditeklogit beschrieb A. COSSA (dies. Jahrb. 1880. I. 162) von Val Tournache an dem italienischen Abhang des Matterhorns. F. BECKE beschreibt Glaukophan in Phyllitgneis vom rechten Salamariaufer westlich von Babá (TSCHERMAK's Min. u. petr. Mitt. 1879. 49) und in Epidotschiefer vom Ocha (l. c. p. 71).

Im Gabbro aus der Gegend von Pegli bei Genua tritt nach T. G. BONNEY (dies. Jahrb. 1881. I. 344) Glaukophan auf. G. H. WILLIAMS (dies. Jahrb. 1882. II. 203) ist dagegen der Meinung, daß es sich nicht um Gabbro, sondern um einen Amphibolit handelt. Nach G. H. WILLIAMS wurde nichts gefunden, was auf einen früher vorhandenen Feldspat hätte deuten können; in dem Gestein finden sich Zersetzungsprodukte, wahrscheinlich aus Augit entstanden, und spärlich Quarz. Sollte es sich nicht um Albit handeln, der häufig als Quarz angesprochen worden ist?

Auf der Insel Syra wurde Glaukophan außer in Eklogiten und verwandten Gesteinen in metamorphem Gabbro (Omphacit-Zoisitgabbro, Smaragdit-Chloritgestein etc.) von O. LUEDECKE (Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 28. 1876. p. 248 u. f.) festgestellt. In den vorliegenden Handstücken findet sich der Glaukophan in einem Epidotamphibolit mit Feldspatgehalt, der aller Wahrscheinlichkeit nach aus einem Gabbro hervorgegangen ist.

Epidot tritt in diesen Handstücken recht häufig auf. Er zeichnet sich durch einen eigentümlichen Pleochroismus aus. // c hellgelb, \perp c goldgelb, z. T. Stich ins Bräunliche. Die Auslöschungs-

schiefe ist $c : a$ fast null. Der Epidot tritt zuweilen in gut begrenzten Kristallen auf. Bei manchen Epidotkristallen in demselben Schliff tritt der Pleochroismus sehr zurück. Wir haben dann // c farblos, $\perp c$ hellgraugelb. Bei den gleichen übrigen im Schliff feststellbaren, optischen Eigenschaften $c : a = 2^\circ$. Außer Epidot findet sich noch ein Mineral, das eine auch starke Lichtbrechung, aber etwas niedrigere Polarisationsfarbe wie der Epidot besitzt. In den prismatischen Schnitten ist $c = c$. Die Auslöschungsschiefe gegen die Spaltrisse schwankt zwischen 3° und 25° . Dieses Mineral wird also dem *Klinozoisit* angehören.

Das jüngste Mineral, das alle vorher beschriebenen umhüllt, ist der Albit, der sich in schönen, klaren Massen findet. Betont werden muß, daß am Albit häufig keine Zwillingslamellen beobachtet werden konnten, so daß man ihn auf den ersten Blick mit Quarz verwechseln kann. Die geringere Lichtbrechung und die stets nachgewiesene Zweiachsigkeit bestimmen das Mineral aber sicher als Albit¹. Quarz wurde nicht beobachtet. Wie in dem Allalinit findet sich auch in dem Epidotklinozoisitamphibolit etwas Kalkspat. Neu hinzu tritt in diesem Gestein noch etwas Muscovit. Wir kämen nunmehr zu der dritten Art von amphibolführenden Gesteinen, die eine Schichtung aufweisen.

Geschieferte Epidot-Amphibolite.

Dieses Gestein ist sehr gut dicht oberhalb Viù an der Chaussee auf der linken Talseite aufgeschlossen. Es besitzt eine graugrüne Farbe. Auf den Schieferungsflächen ist es stark glänzend, infolge der Anreicherung des grünen Aktinoliths.

An demselben Handstück sind häufig Lagen mit verschiedenen Strukturen zu erkennen. So besitzt eine mehrere Zentimeter dicke Schicht eine dichte Struktur, während die darunter liegende eine mehr flaserige Struktur aufweist, so daß man einmal Partien — allerdings viel kleinere als in dem oben beschriebenen flaserigen Epidotamphibolit — erkennt, in denen Hornblende vorherrscht, während in anderen Albit und Saussurit am meisten hervortreten. Zuweilen sind die Albit-Saussuritanreicherungen

¹ Die von ITALO CHELUSSI beschriebenen Amphibolite von Chialamberto (*Giornale di min., crist. e petr.* 2. 196—210. 1891; dies. Jahrb. 1892. I. - 514 -) sollen Quarz führen.

kugelig, wodurch eine variolitische Struktur hervorgerufen wird. In anderen Handstücken ziehen sich die Albit-Saussuritanreicherungen bandförmig durch das Gestein. Auf den Klüften des geschieferten Epidotamphibolits finden sich häufig Albitausscheidungen. Die Albitadern sind bis 10 cm mächtig. Mit bloßem Auge konnte in diesen geschieferten Epidotamphiboliten noch Pyrit festgestellt werden. Die mikroskopische Untersuchung ergab, daß die gleiche Mineralkombination wie bei den flaserigen vorliegt.

Häufig wurde eine Ausrichtung der einzelnen Mineralien, besonders der Hornblende, festgestellt. Im Gegensatz zum flaserigen Amphibolit treten einzelne Mineralien, z. B. Epidot in Lagen fast ohne jede andere Beimengung auf. In einem Präparat fand sich Apatit in kleinen Körnern im Albit. Häufig konnte auch eine pegmatitische Verwachsung der beiden jüngsten Gemengteile des Gesteins, des Albits und des Kalkspats, studiert werden. Bald trifft man in einem Kalkspatindividuum gleichzeitig auslöschende, unregelmäßige Fetzen von Albit, oder man erblickt in einem einheitlichen Albit die eigentümlich gerundeten Lappen des Kalkspats. Titanit, Rutil in bis 1 mm großen Körnern und Zoisit fanden sich auch vereinzelt. Anhangsweise sollen noch einige Gesteine beschrieben werden, die im Bachbett dicht oberhalb des Dorfes Viù gesammelt wurden.

Granat-Diopsidgestein.

Das äußerst dichte Gestein ist grün und rosa gefärbt. Auf den Schieferungsflächen besitzt es Seidenglanz, der durch Glimmerschüppchen hervorgerufen wird.

Die Granatkörner sind im Schliff farblos und besitzen eine Lichtbrechung von 1,75. Kristallographische Begrenzung und optische Anomalien wurden nicht beobachtet.

Der Diopsid ist im Schliff ebenfalls farblos. Schnitte mit einer Auslöschungsschiefe von 40° gegen die scharf ausgebildeten Spaltrisse zeigen im konvergenten Licht schiefen Achsenaustritt, während Schnitte mit rechtwinkelig sich kreuzenden Spaltrissen geraden Achsenaustritt erkennen ließen. Die kristallographische Begrenzung fehlt auch hier.

Häufig findet sich auch im Schliff ein farbloser Glimmer. Er löscht gerade aus. Die Achse kleinster Elastizität fällt mit der kristallographischen c-Achse zusammen. Durch Schlämmen iso-

lichte Blättchen zeigten im konvergenten polarisierten Licht einen kleinen optischen Achsenwinkel.

Spuren dynamometamorpher Beeinflussung wurden nicht beobachtet. Der Diopsid löscht zwar manchmal etwas undulös aus. Am Granat konnten aber nicht die geringsten optischen Anomalien konstatiert werden, so daß man dieses Gestein wohl eher als ein Produkt nachträglicher vulkanischer Prozesse statt dynamometamorpher ansprechen muß.

Klinozoisit-Albit-Amphibolit.

Wenn das Gestein auch in seiner Mineralführung dem dicht oberhalb von Viù anstehenden Amphibolit ähnelt, so weichen doch die beiden Gesteine in ihrer Struktur und ihrer Farbe stark voneinander ab. Während die Amphibolite von Viù graugrün bis dunkelgrün aussehen und eine Schieferung besitzen, ist das vorliegende Gestein weiß bis hellgrün und vollkommen dicht. Der Mineralbestand ist mit der Lupe nicht feststellbar. Neben den vorherrschend weißen Partien fallen noch solche von hellgrüner Farbe auf. Gelegentlich nimmt man auch einen Seidenglanz wahr. Die mikroskopische Untersuchung lehrte, daß das Gestein vorwiegend aus Albit, Klinozoisit und Hornblende besteht. Der Albit bildet wie in den oben beschriebenen Amphiboliten die größten einheitlichen Individuen, in denen dann die anderen Mineralien eingebettet liegen. Die Hornblende ist im Schliff vollkommen farblos und ist nicht wie in den geschieferten Amphiboliten ausgerichtet, sondern die einzelnen Individuen liegen wirt durcheinander. Der Klinozoisit tritt in etwas größeren Körnern auf und gibt sich im polarisierten Licht leicht durch die tintenblauen Farbtöne zu erkennen. Zuweilen kann man auch höhere Interferenzfarben und zonaren Aufbau beobachten. Der seidenartige Glanz wird zum größten Teil wohl durch die feinen Amphibolnadelchen hervorgerufen werden; z. T. aber auch durch Chloritschüppchen, die u. d. M. festgestellt werden konnten. Zuweilen ist der Chlorit sogar pleochroitisch, zwischen bräunlich und hell olivfarben. Außerdem finden sich noch in dem Präparat bräunlich gefärbte, trübe Partien, deren Mineralführung nicht einwandfrei festgestellt werden konnte.

Zwei andere weiße Gesteine wurden noch im Bachbett oberhalb Viù angetroffen. Beide zeichnen sich durch große Härte und

hohes spezifisches Gewicht aus und besitzen einen splitterigen Bruch. Während das eine aber vollkommen dicht ist, gewahrt man in dem anderen in einer dichten Grundmasse große, hellgrünlichbraune Einsprenglinge, die sich stellenweise auch zu größeren Partien anreichern können. Das Mineral ähnelt in seiner makroskopischen Beschaffenheit etwas dem Diallag. Die mikroskopische Untersuchung zeigte aber, daß es sich nicht um Diallag, sondern um Haufwerke von Hornblende handelt. Die einzelnen Hornblendeindividuen sind gleich orientiert, so daß möglicherweise in ihnen das Umwandlungsprodukt eines ursprünglichen Diallags vorliegen kann.

Die makroskopisch grau erscheinende Grundmasse wird nur stellenweise durchsichtig. Die mineralische Zusammensetzung konnte nicht festgestellt werden. Die meist faserigen Partien besitzen graue und gelbe Interferenzfarben erster Ordnung bei normaler Schlifffdicke. Das Gestein löste sich ganz in Flußsäure.

Das zweite Gestein besitzt gar keine Einsprenglinge und macht einen hornfelsartigen Eindruck. Auf einer frischen Bruchfläche wurden vorn lichtgefärbte Stellen wahrgenommen, die sich u. d. M. als granatreiche Partien zu erkennen gaben. Die einzelnen Granaten, die selten eine Größe von über 0,06 mm überschreiten, sind deutlich kristallographisch begrenzt und vollkommen isotrop. Außer Granat konnte noch Plagioklas, heller Glimmer, Zoisit und Klinozoisit festgestellt werden. Mineralien, die größer sind als der Granat, treten nur selten auf. Es handelt sich eben um ein äußerst feines Gemenge, was man besonders gut im polarisierten Licht erkennen kann.

Die Arbeit wurde Sommer 1912 im Mineralogischen Institut der Universität Bonn angefertigt. Dem Direktor des Instituts, Herrn Geheimrat BRAUNS, spreche ich für seine freundlichen Ratschläge meinen herzlichsten Dank aus.

Tafel-Erklärungen.

Tafel XII.

- Fig. 1. In Zersetzung begriffener Lherzolith, Valle di Viù. Aufnahme im gewöhnlichen Licht. Vergr. 30fach. Die rechte Hälfte des Gesichtsfeldes wird von einem Pyroxenkristall eingenommen, auf dessen Spaltrissen sich Strahlstein und etwas Magnetit ausgeschieden haben. Die hellen Flecken auf der oberen Hälfte gehören Serpentin an, der aus Olivin (mit unregelmäßigen Spaltrissen) hervorgegangen ist.
- „ 2. Picotitkorn mit orientierten Einlagerungen in feldspatführendem Lherzolith, Valle di Viù. Aufnahme im gewöhnlichen Licht. Vergr. 50fach.

Tafel XIII.

- Fig. 1. Geschieferter Serpentin, Valle di Viù. Aufnahme im polarisierten Licht. Vergr. 30fach.
- „ 2. Serpentin, Valle di Viù. Aufnahme im polarisierten Licht. Vergr. 30fach.

Tafel XIV.

- Fig. 1. Gefältelter Serpentin, Valle di Viù; die dunklen Partien gehören Pyroxen an. Aufnahme im gewöhnlichen Licht. Vergr. 30fach.
- „ 2. Monokliner Pyroxen in Magnetit umgewandelt. Gefältelter Serpentin (vergl. Taf. XV Fig. 1). Aufnahme im gewöhnlichen Licht. Vergr. 20fach.

Tafel XV.

- Fig. 1. Umwandlung des monoklinen Pyroxens in Erz im Serpentin; Valle di Viù. Aufnahme im gewöhnlichen Licht. Vergr. 30fach.
- „ 2. Saussurit-Uralit-Gabbro, Valle di Viù. Rechts gleichorientierte Hornblendenädelchen (ursprünglicher Diallag). Unten Zoisit in breiten Kristallen. Oben Epidot und Klinozoisit. Die hellen Partien bestehen aus Albit und Kalkspat. Aufnahme im gewöhnlichen Licht. Vergr. 30fach.



1.



2.

E. Schürmann, phot.

Lichtdruck der Hofkunstanstalt von Martin Rommel & Co., Stuttgart.

E. Schürmann: Beitrag zur Petrographie des Viütals.



1.



2.

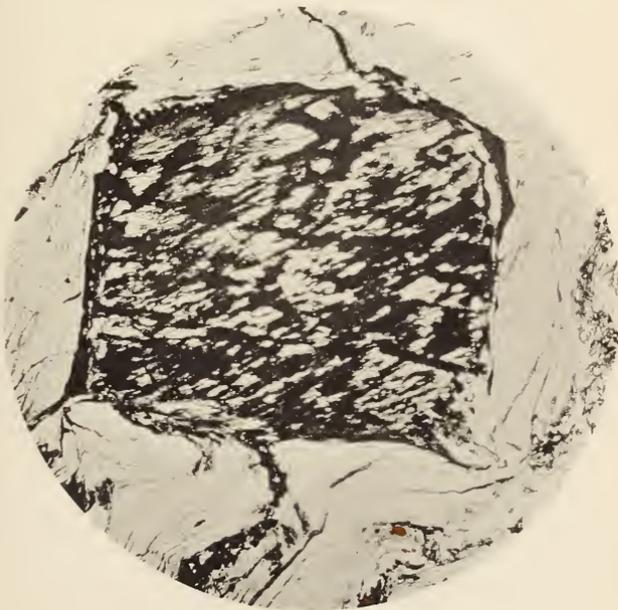
E. Schürmann, phot.

Lichtdruck der Hofkunstanstalt von Martin Rommel & Co., Stuttgart.

E. Schürmann: Beitrag zur Petrographie des Vüütals.



1.



2.

E. Schürmann, phot.

Lichtdruck der Hofkunstanstalt von Martin Rommel & Co., Stuttgart.

E. Schürmann: Beitrag zur Petrographie des Viütals.



1.



2.

E. Schürmann, phot.

Lichtdruck der Hofkunstanstalt von Martin Rommel & Co., Stuttgart.

E. Schürmann: Beitrag zur Petrographie des Vüitals.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie](#)

Jahr/Year: 1913

Band/Volume: [1913](#)

Autor(en)/Author(s): Schürmann Eugen

Artikel/Article: [Mitteilungen aus dem Mineralogischen Institut der Universität Bonn. 119-153](#)