

## Der Peridotit von Loderio (Kt. Tessin).

Von

L. HEZNER.

---

Dem mächtigen Komplex der Tessiner Gneise sind neben den längst bekannten grösseren Massen basischer Amphibolgesteine mehrere kleinere Vorkommnisse peridotitischer Natur eingelagert. Zu den ersteren gehören die dunklen, feldspatharmen, teilweise gebänderten Amphibolite, welche die Hügel nordwestlich von Ascona am Lago maggiore bilden. In ihrer östlichen Fortsetzung streicht ein grosser Zug von Hornblendegesteinen vom Tessintal bis zum Comersee, mit den Amphiboliten von Ascona verbunden durch die kleine Zone von Granatamphiboliten am Ausgang des Verzascatales. Die bis jetzt bekannt gewordenen Peridotite liegen sämtlich etwas mehr nördlich. Genauer studiert und beschrieben ist bis jetzt nur der schöne pyropführende Olivinfels von der Alp Arami im Hochtal von Gorduno<sup>1)</sup>. Verwandte Gesteine stehen mehrfach in nächster Nähe von Bellinzona an. Der Peridotit von Loderio liegt im Blegnotal, kaum eine Stunde hinter Biasca, an den Gehängen des Monte Sobrio etwa 300 m über der Talsole. Gerade ihm gegenüber tritt der mächtige Trümmerstrom des Bergsturzes vom Pizzo Magno aus einer Nische, sich schuttkegelartig weit ausbreitend. Eine Viertelstunde weiter taleinwärts versteckt sich das Dörfchen Loderio im Kastanienwalde.

Der Peridotit ist nur etwa 30 m mächtig. Sein Hangendes wird von jenem hellen Lagengneis mit oft schöner Torsionstextur gebildet, der im Tessin eine so grosse Verbreitung besitzt. Die Grenze der beiden Gesteine scheint scharf; doch ist sie wegen Bedeckung mit verrutschten Gneisblöcken nicht auf die Nähe zugänglich, so dass

---

<sup>1)</sup> U. Grubenmann, Der Granatolivinfels des Gordunotales und seine Begleitgesteine. Vierteljahrsschrift der Zürcherischen naturforschenden Gesellschaft 1907. S. 129—156.

nicht konstatiert werden konnte, ob sich auch hier, wie beim Granatolivinfels von Gorduno, eine schmale Kontaktzone am Gneise befindet. Das Liegende des Peridotits ist ein schöner, frischer Amphibolit. Auf ihn folgt derselbe Lagengneis wie im Hangenden. Zwischen dem Peridotit und dem Amphibolit ist eine kaum handbreite Lage eines dunkelbraungrünen, grobblättrigen, etwas lockeren Chloritgesteines eingeschaltet, das gegen den Amphibolit hin ziemlich scharf absetzt, gegen den Peridotit hin allmählich in ein schwarzes Aktinolithgestein übergeht, indem sich der Chlorit mehr und mehr mit Strahlstein untermischt. Dieser schwarze Strahlstein wird noch weiter gegen den Peridotit hin immer heller, fast bis weiss, und die zuerst richtungslose Anordnung seiner Stengel weicht einer zu den Grenzugen senkrechten Stellung. Der hellgewordene Strahlstein verliert sich allmählich in der Masse des Peridotits, ähnlich wie der Chlorit im dunklen Aktinolithgestein. Die Strahlsteinlage ist etwa doppelt so breit, wie die Chloritlage.

Der Peridotit selbst ist ganz massig. Wall- und turmartig ragen seine Felsen aus dem mit mächtigen Trümmern überdeckten Gehänge empor. Seine braunrote Anwitterungsfarbe kontrastiert herrlich mit dem tiefblauen Tessiner Himmel und dem satten Grün der Kastanienbäume, welche zwischen den Blöcken eingeklemmt ihre starke Lebenskraft bewahren. Auf dem frischen Bruch ist der Peridotit grau und anscheinend porphyrisch. Der Gegensatz von „Einsprengling“ und „Grundmasse“ wird dadurch hervorgebracht, dass in dem grauen, etwas körnigen Gesteinsgewebe schmale, zuweilen mehrere cm lange Säulen eines grauweissen, durchscheinenden Amphibols, also wohl Tremolits, richtungslos eingestreut sind. Mit der Lupe kann wahrgenommen werden, dass sich der Tremolit randlich und an seinen Enden oft auflockert und in weiche Asbestfasern übergeht. Eine andere Art scheinbarer Porphystruktur kommt an den Anwitterungsflächen und einige dm weit in das Gesteinsinnere hinein vor. Da liegen in der roten oder grauen „Grundmasse“ dick-säulige, lichtgraugrüne Kristalle, deren Längsdurchmesser 5 cm erreicht. Härte und Spaltbarkeit sind die eines Karbonats, die Formen zuweilen anscheinend die vom Augit bevorzugten: (001), (101), (100), (110); man glaubt also Pseudomorphosen von Karbonat nach Augit vor sich zu haben. Vielfach sind die Karbonatkristalle von Tremolitnadeln durchsetzt. Risse und Spalten im Gestein sind gerne von demselben Karbonat erfüllt.

Der Tremolit gibt ebenfalls Veranlassung zu Pseudomorphosenbildung, indem er in ein silberglänzendes, schuppiges Mineral übergeht, das mit dem Fingernagel ritzbar ist, also zum Talk gehört.

So sind einzelne Blöcke des Trümmerfeldes mit sehr schönen strahligen Aggregaten von Talk erfüllt. Auch in der Pseudogrundmasse des Peridotits treten vereinzelt makroskopisch wahrnehmbare Flecke von Talk und solche von braungrünem Chlorit auf. Ganze Flächen des Gesteins sind von einer weissen, etwa mm dicken Kruste überzogen. Diese löst sich in heisser Salzsäure unter Aufbrausen, ist also wohl Magnesit. Auf Rutschflächen des Peridotits ist oft grüner Serpentin angesiedelt und die Kante eines Felsgesimses wurde mit radial-sphärischen Aggregaten einer braungrauen Hornblende bedeckt gefunden, die zum Anthophyllit gehören dürfte.

Unter den Blöcken des Trümmerfeldes herrscht der Peridotit vor. Daneben erscheinen verschiedene Strahlsteinschiefer z. T. mit kleinen Magnetiteinsprenglingen, grobe, muskovitschieferähnliche und ganz dichte, grossen weissen Seifenbrocken ähnliche Talkschiefer, und endlich mannigfaltige Chloritgesteine. Ein feinschuppiger hellgrüner Chloritschiefer enthält Tremolitporphyroblasten, ein etwas dunklerer Magnetitoktaeder von  $\frac{1}{2}$  cm Kantenlänge und grobblättrige, bräunliche Chloritgesteine erinnern an Biotitschiefer. Da alle diese Gesteine eng mit dem Peridotit verbunden sind und offenbar in genetischem Zusammenhang mit ihm stehen, wurden auch sie der mikroskopischen und chemischen Prüfung unterworfen.

### I. Der Peridotit.

Die graue „Grundmasse“ des Gesteins ist makroskopisch nicht erkennbar. Sie erinnert an Serpentin, doch ist sie deutlich körnig. Unter dem Mikroskop zeigt es sich, dass sie aus ziemlich grossen, sehr lichtgrünen Olivinkörnern besteht, die von einem maschigen Gewebe von Serpentin durchsetzt sind. Dadurch erscheint jedes Olivinkorn in eine Anzahl Teilkörner zerlegt, die aber stets zugleich auslöschen. So verschwindet mikroskopisch die scheinbare Grundmasse und damit die Porphystruktur des Gesteines vollständig. Der Serpentin erfüllt die ursprünglich vorhandenen Rissysteme des Olivins und seine Fasern stehen normal zu den Körnergrenzen. Gegen dieselben hin nimmt die Doppelbrechung der Olivine ab. Der Grad der Serpentinisierung ist ein fleckweise verschiedener; breitere Serpentinadern haben in ihrer Mitte zuweilen ein nur mit stärkerer Vergrösserung wahrnehmbares Karbonatstreifchen. Auch im Zentrum der Kreuzungsstellen des Maschennetzes siedelt sich Karbonat an. Der teilweise serpentinisierte Olivin überwiegt weit alle andern Gesteinskomponenten. Neben ihm treten Pyroxene auf, ebenfalls in grossen Individuen, kurz säulig, aber in recht schlechtem Erhaltungs-

zustand, denn es liegen nur noch Reste des Minerals in einer feinsblättrigen Talkmasse, welche zuweilen die Pyroxenformen nachahmt. Die Pyroxene sind mikroskopisch ebenfalls fast farblos und scheinen von zweierlei Art. Es ist ein schwachdoppelbrechender von gerader Auslöschung und ein stärker doppelbrechender mit grosser Auslöschungsschiefe vorhanden. Ersterer dürfte also Hypersthen sein, letzterer ist ein monokliner Pyroxen, dessen genauere Bestimmung bei der geringen Zahl der aufgefundenen formlosen Reste nicht gelang. Merkwürdig ist es, dass im Peridotit von Loderio der sonst unstabilere Olivin besser erhalten ist, als die beständigeren Augite, wobei ersterer fast durchgehends zu Serpentin wird, letztere aber in Talk übergehen.

Der Tremolit erscheint in langen spiessigen Nadeln, fast stets unter Entwicklung der Prismenflächen. Er durchsetzt oft mehrere Olivinkörner, mit welchen er die gleiche hohe Doppelbrechung gemeinsam hat. Seine Auslöschungsschiefe beträgt auf dem seitlichen Pinakoid  $c : c$   $16-18^\circ$ . Mit seiner Umbildung zu Asbest ist eine sehr deutliche Abnahme der Doppelbrechung verbunden. Wirre Asbestaggregate ohne Tremolitkerne kommen gelegentlich im Gesteinsgewebe vor.

Olivin und Augit lassen sich schon a priori als die ursprünglichen Komponenten des Gesteins vermuten und geben sich auch im Gesteinsbilde zweifellos als solche zu erkennen. Auffallend aber ist es, dass der Tremolit, deswegen, weil er selbst die frischesten Olivine durchdringt, nicht nur als primärer Gemengteil des Peridotits, sondern als dessen ältestes Ausscheidungsprodukt angesehen werden muss.

Primärer Tremolit wird indessen auch von F. Becke<sup>1)</sup> konstatiert im Olivinfels vom Latzenhof bei Felling und im Olivinserpentin vom Klopferberg, beides Lokalitäten des niederösterreichischen Waldviertels. Neuerdings fand auch A. P. Young<sup>2)</sup> Tremolit im Serpentin vom Tarntal bei Sterzing. Er nimmt für denselben sekundäre Entstehung an und zwar Umwandlung aus Pyroxen, gleich nach der Gesteinsverfestigung, lange vor der Bildung der übrigen Sekundärprodukte. Für den Tremolit im Peridotit von Loderio dürfte dies nicht zutreffen, denn seine Querschnitte bilden ganz regelmässige Rhomben mit dem charakteristischen Hornblendewinkel von  $124^\circ$ , so dass keine Pseudomorphosen nach Pyroxen vorliegen können.

<sup>1)</sup> F. Becke, die Gneisformation des niederösterreichischen Waldviertels. Tscherma's Mineralog. Mitt. IV. 1884. p. 338 und 342.

<sup>2)</sup> A. P. Young, On the Serpentine rock from the mass of the Tarntaler Köpfe, Tirol. Min. Mag. London 1907. 14. No. 67.

Sekundäre Mineralien des Peridotits sind neben Serpentin und Asbest: Talk, Chlorit und Magnetit und die nur in den Randzonen auftretenden grossen Karbonatkristalle. Der Talk geht, wie auch das mikroskopische Bild deutlich zeigt, aus den Pyroxenen und dem Tremolit hervor. Chlorit und Magnetit sind weniger an eine bestimmte Komponente gebunden. Der Chlorit findet sich gelegentlich in fleckigen Aggregaten; er ist fast farblos, mit Polarisationsfarben, die weit unter denen des Quarzes zurückbleiben. Sein optischer Charakter ist positiv;  $c$  scheint senkrecht auf (001) zu stehen, der optische Axenwinkel ist fast 0. Danach muss der Chlorit zum Pennin gehören. Die sekundäre Natur des Magnetits ergibt sich daraus, dass er in Reihen oft zierlicher Oktaeder stets den Serpentinadern und Talkfeldern folgt, also bei der Umwandlung der Olivine und Pyroxene in die wasserhaltigen Magnesiumsilikate ausgeschieden worden ist. Das Karbonat hat wenig Spaltrisse und bildet keine Zwillinge nach (0112). Sein Relief scheint etwas stärker, als das von Kalzit und Dolomit. In manchen Stücken sind Karbonatkristalle so zahlreich vorhanden und nehmen so viel Raum ein, dass sich kaum die immerhin nur spärlich vorkommenden Pyroxene allein karbonatisiert haben können, wie es nach den vereinzelt vorhandenen Pseudomorphosen von Karbonat nach Augit den Anschein hat. Vielmehr müssen wohl auch die Olivine und selbst die sekundären Magnesiumsilikate schliesslich in Karbonat übergehen. Sehr haltbar ist der Tremolit, denn seine Nadeln liegen vielfach ganz frisch in den Karbonatkristallen und nicht einmal die Asbestbildung ist weiter fortgeschritten, als bei den in den Olivinen eingeschlossenen Tremoliten.

Die Natur des Karbonates wurde durch eine chemische Analyse klargelegt. Nachdem mittels Lupe und Pincette im zerkleinerten Material eine genügende Anzahl guter Spaltstücke ausgesucht worden war, wurden diese pulverisiert und in heisser Salzsäure gelöst. Der unlösliche Rückstand von 4,32 % erwies sich unter dem Mikroskop als Tremolit und Byssolith. Die weitere Analyse des Gelösten ergab:

Fe O	6,53	Fe CO <sub>3</sub>	10,45
Ca O	1,38	Ca CO <sub>3</sub>	2,45
Mg O	43,10	Mg CO <sub>3</sub>	87,41
Mn O	Sp.	Mn CO <sub>3</sub>	Sp.
CO <sub>2</sub>	49,30		
Sa	100,31	Sa	100,31

Das Verhältnis von Mg CO<sub>3</sub> : Fe CO<sub>3</sub> : Ca CO<sub>3</sub> ist also annähernd 41,5 : 3,7 : 1, das Karbonat ist Magnesit. Sein spez. Gew. ist 3,02.

Die Struktur des Peridotits ist die normale eines Tiefengesteins, so weit sie nicht durch die Neubildungen verwischt worden ist und einem verworrenen Ineinandergreifen der blätterigen und faserigen,

wasserhaltigen Silikate Platz gemacht hat. Kataklyse ist nur schwach vorhanden: Olivine und Augite haben wandernde Schatten, Talk und Chloritblätter sind stellenweise verbogen.

Das Material für die chemische Analyse des Peridotits wurde von einem herausgesprengten Block genommen, welchen Herr G. Pini von Biasca der petrographischen Sammlung des Polytechnikums geschenkt hatte<sup>1)</sup>. Es war noch ganz karbonatfrei und von möglicher Frische. Der Glühverlust von nahezu 7% kann als Mass für die Hydratisierung der primären Magnesiumsilikate gelten. Die Resultate der Analyse sind die folgenden:

	Analyse	Mol. Prop.	Mol. %	Werte nach Osann
Si O <sub>2</sub>	40,77	73,1	37,5	s = 37,5
Ti O <sub>2</sub>	Sp.	—	—	A = 0,0
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,13	2,1	1,1	C = 0,7
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,66	0,5	0,3	F = 61,1
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,03	2,7	1,4	m = 10
Fe O	4,48	6,7	3,4	n = —
Mn O	—	—	—	k = 0,6
Ca O	0,71	1,4	0,7	
Mg O	40,38	108,6	55,6	s <sub>87,5</sub> a <sub>0</sub> c <sub>0</sub> f <sub>20</sub>
H <sub>2</sub> O unter 110°	0,11	—	—	
Glühverlust	6,96	—	—	
	Sa : 100,23	195,1	100,0	
	s = 2,98			

Die chemische Zusammensetzung des Gesteins ist die normal-peridotische. Dies geht besonders aus den Osann'schen Werten hervor. Sie sind denen des Peridotits der Dun Mountains sehr ähnlich, jenes Gesteins, das als Dunit den intrusiven Olivinfelsen seinen Namen gegeben hat. Die Typenformeln beider Peridotite sind abgesehen von dem etwas grösseren Werte für s beim Gestein von Loderio identisch. Dieser ist seinem Pyroxengehalt zuzuschreiben.

Die Berechnung der Analyse nach der neuen amerikanischen Art der „Quantitative classification of igneous rocks“ führte zu folgendem Ergebnis:

	Mol. Prop.	Anorthit	Corund	Magnetit	Chromit	Hypersthen	Olivin
Si O <sub>2</sub>	680	26	—	—	—	265	389
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	21	13	8	—	—	—	—
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5	—	—	—	5	—	—
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	25	—	—	25	—	—	—
Fe O	63	—	—	25	5	13	20
Ca O	13	13	—	—	—	—	—
Mg O	1010	—	—	—	—	252	758

<sup>1)</sup> Der Peridotit wurde in geringem Umfang von genanntem Herrn ausgehuetet. Die Säulen im Vestibül des Hotel Schweizerhof in Pontresina z. B. sind aus diesem Material hergestellt.

Gleichung für die Verteilung von  $\text{Si O}_2$  und  $\text{Mg O} + \text{Fe O}$  auf Olivin und Hypersthen:

$$\begin{aligned} x + y/2 &= 654 \text{ (Si O}_2\text{)} \\ x + y &= 1030 \text{ (Mg O, Fe O)} \\ y &= 756, x = 274. \end{aligned}$$

Norm:

	Sal.		Fem.	
Anorthit	$13 \cdot 278 = 3,61$	} 4,43	Magnetit	$25 \cdot 232 = 5,80$
Corund	$8 \cdot 102 = 0,82$		Chromit	$5 \cdot 224 = 1,12$
			Hypersthen	$\left\{ \begin{array}{l} 152 \cdot 100 \\ 13 \cdot 132 \end{array} \right\} = 26,92$
			Olivin	$\left\{ \begin{array}{l} 758 \cdot 70 \\ 20 \cdot 102 \end{array} \right\} = 55,10$

88,94

Glühverlust 6,96.

Class	Order	Sektion
$\frac{\text{Sal}}{\text{Fem}} = \frac{4,43}{88,94} < \frac{1}{7}$	$\frac{\text{P O}}{\text{M}} = \frac{82,02}{6,92} > \frac{7}{1}$	$\frac{\text{P}}{\text{O}} = \frac{26,92}{55,10} < \frac{3}{5} > \frac{1}{7}$
Perfemane	Maorare	Gorduniare
Rang	Subrang	
$\frac{\text{Ca O} + \text{Mg O} + \text{Fe O}}{\text{Na}_2\text{O}} = \frac{1086}{0} > \frac{7}{1}$	$\frac{\text{Mg O}}{\text{Fe O}} = \frac{1010}{63} > \frac{7}{1}$	
Gordunase	Gordunose	

Für Sektion, Rang und Subrang fehlen in den Tabellen der „Quantitative classification“ die Bezeichnungen, weil den Autoren kein in jene Rubriken gehöriges Gestein bekannt war. Die Lücke ist unterdessen durch U. Grubemann (l. c.) ausgefüllt worden mit dem Peridotit von Gorduno. Mit den für ihn nach amerikanischer Weise berechneten Werten stimmen die des Peridotits von Loderio überein, fallen daher unter die von dem genannten Autor gewählten Bezeichnungen. Diese Übereinstimmung der zwei benachbarten Tessiner Peridotite ist vielleicht ein Hinweis darauf, dass beide aus demselben Magmabassin entsprungen sind.

## 2. Die Talkschiefer.

Talkschiefer sind nicht anstehend, sondern nur im Blockmeer gefunden worden und zwar in mehreren Abänderungen. Am häufigsten ist ein grauweisser, grober Talkschiefer mit gut individualisierten Blättern. Daneben erscheint ein dichter, ebenfalls weisslicher, der makroskopisch nur an seiner Weichheit und dem seifigen Anföhlen erkennbar wird. Dieser ist sichtlich ein Verwitterungsprodukt des Peridotits, der öfter den Kern seiner Blöcke bildet. Der dichte Talkschiefer besitzt fleckenweise grössere Porphyroblasten von Chlorit. Eine sehr schöne und seltenere Abänderung ist ein mittelblättriger

hellgrüner Talkschiefer, der von fächerförmigen Tremolitbüscheln durchsetzt ist, die wohl die Hälfte seiner Masse einnehmen. Er ist fast massig, und auch die beiden andern Varietäten zeigen keine so deutliche Schieferung, wie sie in der Regel bei Talkschiefern gefunden wird.

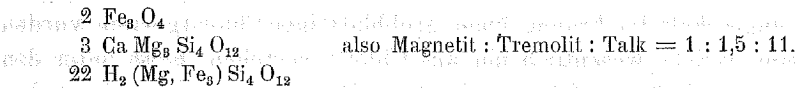
Optisch und chemisch untersucht wurde nur der dichte Talkschiefer. Das Mikroskop zeigt ein filziges Gewirr feinsten Talkblättchen und Fasern, leicht an der hohen Polarisationsfarbe und dem negativen Charakter des Minerals erkennbar. Vereinzelte grössere Talkblätter sind stark verbogen. Das Talkgewebe ist mit kleinen Tremolitsäulchen untermischt, die in Form und optischem Verhalten dem Tremolit des Peridotits gleichen. Sehr viele von ihnen zeigen von den Enden aus beginnende Umwandlung in Talk. Magnetit in unregelmässigen Körnern ist häufig.

Die Analyse des Talkschiefers ergab folgende Resultate:

	Analyse	Mol.-Prop.	Mol. %	Werte nach Osann-Grubenmann
Si O <sub>2</sub>	58,28	97,1	53,5	
Ti O <sub>2</sub>	Sp.	—	—	s = 53,5
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,06	0,1	} 0,2	A = 0,0
C <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,32	0,2		C = 0,2
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,85	1,8		F = 46,1
Fe O	3,42	4,8	2,6	M = 1,5
Mn O	—	—	—	T = 0,0
Ca O	1,66	3,0	1,7	K = 1,2
Mg O	29,74	74,4	41,0	S <sub>53,5</sub> a <sub>0</sub> c <sub>0</sub> f <sub>20</sub>
H <sub>2</sub> O unter 110°	0,05			
Glühverlust	4,30			
	Sa, 100,68	181,4	100,0	

s = 2,80.

Die Berechnung des Mengenverhältnisses der im Gestein vorhandenen Komponenten aus der Analyse ergibt:



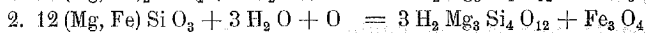
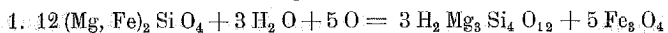
Betrachtet man an Hand der chemischen Analysen beider Gesteine die Veränderungen, welche bei der Umwandlung des Peridotits in den Talkschiefer stattgefunden haben, so fällt zunächst die starke Anreicherung an Si O<sub>2</sub> (18%) in letzterem Gestein auf, die ja für den Übergang des Orthosilikats Olivin in das Metasilikat Talk notwendig ist.<sup>1)</sup> Auch die Talkisierung des Pyroxens setzt eine geringere Kieselsäurevermehrung voraus.<sup>2)</sup> Dieses Plus an Si O<sub>2</sub> kann

1)  $3 \text{ Mg}_2 \text{ Si O}_4 + 2 \text{ H}_2 \text{ O} + 5 \text{ Si O}_2 = 2 \text{ H}_2 \text{ Mg}_3 \text{ Si}_4 \text{ O}_{12}$ .

2)  $3 \text{ Mg Si O}_3 + \text{ H}_2 \text{ O} + \text{ Si O}_2 = \text{ H}_2 \text{ Mg}_3 \text{ Si}_4 \text{ O}_{12}$ .



dem zugeschrieben werden, dass bei der Umwandlung der wasserfreien Silikate in das wasserhaltige Mg O und Fe O austreten und anderweitig benützt oder fortgeführt werden. In der Tat zeigt die Talkanalyse einen bedeutend geringeren Mg O-Gehalt und auch das Eisen hat nicht unbeträchtlich abgenommen. Überall in den sekundären Gesteinen sind auch wirklich Neubildungen von Magnetit vorhanden, der sichtlich der Oxydation des bei der Talkisierung und Serpentinisierung der Olivine und Pyroxene entbundenen Eisenoxyduls seine Entstehung verdankt, und das die Risse und Spalten des Peridotits erfüllende Magnesiumkarbonat stammt gewiss von der Karbonatisierung des Magnesiumsilikates. Die folgenden Gleichungen geben das Schema dieser Vorgänge:



Neben der relativen Anreicherung an Si O<sub>2</sub> durch die Wegführung anderer Oxyde kann auch an eine direkte Zufuhr von Kieselsäure gedacht werden, welche die hangenden sauren Gneise geliefert haben könnten (siehe die Gleichungen pag. 251); denn dass bei der Bildung der sekundären Gesteine aus dem Peridotit der chemische Bestand des Ausgangsgesteins nicht einfach erhalten blieb, auch wenn von dem Hydratisierungs- und Karbonatisierungsprozess abgesehen wird, sondern dass in einem gewissen Umfang mit Stoffwanderungen verbundene Stoffkonzentration und Stoffaustausch stattgefunden haben müsse, geht nicht nur aus der chemischen Natur des Talkschiefers, sondern auch aus der der übrigen sekundären Gesteine hervor.

### 3. Die Chloritgesteine.

Ausser dem zwischen dem Peridotit und dem liegenden Amphibolit eingeschalteten braungünen, groblättrigen Chloritgestein wurden Gesteine, welche wesentlich nur aus Chlorit bestehen, bloss unter den Blöcken des Trümmerfeldes gefunden. Darunter war ein deutlicher Schiefer, hellgrün, feinschuppig, mit vielen Tremolit- und dunklen Chloritporphyroblasten. Ein massiges Chloritgestein zeigte bei vollkommen verändertem Mineralbestand noch deutlich die Struktur des Peridotits. Die Pseudogrundmasse war hier graugrüner, feiner Chlorit; in sie waren eingesprengt grosse Magnetitoktaeder und grobe, braungrüne, zu stumpfen Säulen aggregierte Chloritblätter.

Der Chlorit der oben angeführten Zwischenlage, dem auch die Chloritporphyroblasten der beiden andern Gesteine gleichen, wurde in einzelnen Blättern optisch untersucht. Er ist, wie der im Peridotit

selbst vorkommende Chlorit, mikroskopisch sehr lichtgrün und ohne merklichen Pleochroismus. Der optische Axenwinkel öffnet sich kaum, der optische Charakter ist positiv; also liegt Pennin vor. Zu eben derselben Annahme führt auch die chemische Analyse der sorgfältig isolierten Blätter:

	Analyse	Mol.-Prop.	Mol. %	
Si O <sub>2</sub>	31,12	51,5	23,0	
Ti O <sub>2</sub>	0,60	0,8	0,4	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14,54	14,2	6,3	
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Sp.	—	—	Aus der Analyse berechnet:
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,35	2,1	0,9	33 H <sub>4</sub> (Mg, Fe, Ca) <sub>2</sub> (Al, Fe) <sub>2</sub> Si O <sub>9</sub> = At
Fe O	3,41	4,7	2,1	37 H <sub>4</sub> (Mg, Fe, Ca) <sub>3</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>6</sub> = Sp.
Mn O	Sp.	—	—	
Ca O	1,58	2,8	1,3	
Mg O	32,26	77,9	34,8	
H <sub>2</sub> O unter 110°	1,35			
Glühverlust	12,60	70,0	31,2	
	Sa. 100,81	224,0	100,0	

s = 2,652.

Das Verhältnis von Amesit zu Serpentin ist 33 : 37, also etwas kleiner als 1 : 1. Der Pennin nähert sich demnach stark dem Klinochlor. — Der hellgrüne feinschuppige Chloritschiefer zeigt unter dem Mikroskop als Bestandminerale Chlorit, Talk, Tremolit und Magnetit. Der Chlorit ist fast farblos und etwas stärker doppelbrechend, als der grobblättrige, dunkle Chlorit der Zwischenlage. Sein optischer Charakter ist ebenfalls positiv, die Auslöschung parallel den Spalttrissen und c : c ist gerade. Nur ganz selten wurde eine kaum merkliche Auslöschungsschiefe festgestellt. Die kleineren Chloritschuppen bilden das Grundgewebe, einige grössere Blätter derselben Art treten einsprenglingsartig hervor. Diese bilden eigentümliche Parallelverwachsungen mit Talk und zwar so, dass Spaltblättchen von Talk mit solchen von Chlorit alternieren, oder so, dass dieselbe Lamelle zur Hälfte Talk, zur Hälfte Chlorit ist. Beim Einschleifen des Rotes I. Ordnung parallel der Spaltbarkeit sinkt dann sehr deutlich die Farbe des stark doppelbrechenden Talkes, während die des grauen Chlorites steigt. Ganz vereinzelt sind solche Blätter bloss Talk, mit einem schmalen Rande von Chlorit. Diese Erscheinung lässt das Hervorgehen des letzteren aus dem ersteren vermuten. Der Tremolit gleicht dem der früher beschriebenen Gesteine. Asbestbildung fehlt, dagegen wurde Umwandlung in Talk vielfach beobachtet. Der spärliche, unregelmässig im Gestein verteilte Magnetit hat meist Oktaederform. Die Struktur des Chloritschiefers ist undeutlich porphyroblastisch, weil der Gegensatz zwischen „Grundgewebe“ und „Einsprengling“ nicht sehr ausgesprochen ist. Mechanische Einwirkungen sind nur

an den grösseren Talk- und Chloritblättern vorhanden, welche in der Regel stark verbogen, oft auch zerrissen sind.

Die Analyse des hellen Chloritschiefers ergab folgende Resultate:

Analyse	Mol.-Prop.	Mol. %	Werte nach Osann-Grubenmann
Si O <sub>2</sub>	35,91	59,85	36,6
Ti O <sub>2</sub>	0,42	0,53	0,3
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12,74	12,49	7,7
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,11	0,07	—
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,09	1,31	0,8
Fe O	3,31	4,60	2,8
Mn O	—	—	—
Ca O	3,58	6,39	3,9
Mg O	31,63	78,40	47,9
H <sub>2</sub> O unter 110°	0,10		
Glühverlust	10,51	58,37	
Sa.	100,40	222,01	100,0

s = 2,70.

Berechnet man die Minimalkomponenten des Gesteins aus der Analyse, so erhält man:

3 Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> Magnetit.	
4 H <sub>2</sub> Mg <sub>3</sub> Si <sub>4</sub> O <sub>12</sub> Talk.	
136 H <sub>4</sub> (Mg, Fe) <sub>2</sub> Al <sub>2</sub> Si O <sub>6</sub> At	} Chlorit.
156 H <sub>4</sub> (Mg, Fe) <sub>3</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>6</sub> Sp	
36 Ca Mg <sub>3</sub> Si <sub>4</sub> O <sub>12</sub> Tremolit.	

Das Verhältnis der Amesitmoleküle zu den Serpentinmolekülen ist annähernd 5 : 6; der hellere Chlorit gehört also, wie auch die optischen Merkmale gezeigt haben, ebenfalls zum Pennin. Die Analysenzahlen und die aus ihnen berechneten Werte beweisen, dass bei der Umwandlung des Peridotits in den Chloritschiefer noch bedeutendere Stoffverschiebungen stattgefunden haben müssen, als bei der Entstehung des Talkschiefers. Eine Abnahme der Kieselsäure ist hier begleitet von einem starken Zuwachs an Tonerde und Kalkerde. Letzterer könnte einer lokalen Anreicherung an Tremolit im ursprünglichen Gestein zugeschrieben werden, die Tonerde hingegen ist entweder von aussen, vom Gneise her, zugeführt worden, oder aber es hat der geringe Al<sub>2</sub> O<sub>3</sub>-Gehalt des Peridotits, nachdem er in irgend einer Form in Lösung gegangen war, an Stellen günstiger Verhältnisse zur Chloritbildung geführt. Dass solche Lösungen vorhanden waren, zeigt die Chloritlage zwischen Peridotit und Amphibolit. Sie hat deutlich den Charakter einer Kluftausfüllung.

#### 4. Die Strahlsteinschiefer.

Der makroskopische Habitus der an die eben erwähnte Chloritlage angrenzenden schwarzen Strahlsteinlage, welche gegen den

Peridotit hin in fast weissen parallel faserigen Tremolit übergeht, wurde schon eingangs beschrieben (pag. 245). Unter den Blöcken treten daneben noch zweierlei Strahlsteinschiefer auf, ein feiner, lichtgrüner, mit kleinen Magnetitprophyorblasten in grosser Zahl, und ein gröberer, smaragdgrüner, mit viel eingesprengtem Pemmin. Die Schieferung, welche bei der erstgenannten Zwischenlage ganz fehlt, ist auch bei den beiden letzteren Gesteinen nicht sehr ausgesprochen.

Der Dünnschliff des schwarzen Aktinolithgesteins zeigt Strahlstein allein in gut entwickelten Prismen und richtungsloser Anordnung. Seine Farbe ist hellgrün mit deutlichem Trichroismus: c blaugrün, b grün, a gelblich. Die Auslöschungsschiefe c:c auf (010) beträgt  $19^{\circ}$ , die Doppelbrechung ist hoch. Die chemische Analyse des schwarzen Strahlsteins ergab:

Analyse	Mol.-Prop.	Mol. %
Si O <sub>2</sub>	46,48	47,6
Ti O <sub>2</sub>	0,33	0,2
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8,29	5,1
Cr <sub>2</sub> C <sub>3</sub>	0,24	0,2
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,94	1,5
Fe O	8,00	6,8
Mn O	Sp.	—
Ca O	11,21	12,3
Mg O	16,52	25,0
K <sub>2</sub> O	0,85	0,6
Na <sub>2</sub> O	1,17	1,2
H <sub>2</sub> O unter 110°	0,25	
Glühverlust	2,34	
Sa. 99,62	162,9	100,0

$$s = 3,11$$

Art und Zahl der aus der Analyse berechneten Amphibolmoleküle des schwarzen Strahlsteins sind die folgenden:

- 3 (Na, K)<sub>2</sub> Al<sub>2</sub> Si<sub>4</sub> O<sub>12</sub>
- 4 (Ca, Mg)<sub>2</sub> (Al, Fe Cr)<sub>4</sub> Si<sub>2</sub> O<sub>12</sub>
- 16 Ca (Mg, Fe)<sub>3</sub> (Si, Ti)<sub>4</sub> O<sub>12</sub>

Das Verhältnis von Strahlsteinmolekül zum Tschermak'schen Molekül ist 4 : 1. Dazu kommt noch eine nicht unbedeutende Beimengung von Glaukophanmolekül, so dass beim schwarzen Aktinolith einige Annäherung an gewöhnliche Hornblende besteht.

Der helle, fast dichte Strahlsteinschiefer zeigt unter dem Mikroskop ein Gewirr feinsten, farbloser Aktinolithnadeln, das sehr an Nephrit erinnert. Die einzelnen Stengelchen haben meist weder kristallographische Seiten, noch Endbegrenzung, und nur wenige Spaltrisse. Die Doppelbrechung des hellen Strahlsteins ist von der des dunklen nicht ver-

schieden; die Auslöschungsschiefe auf (010) beträgt  $15^\circ$ . Der eingesprengte Magnetit besitzt teils Oktaederform, teils ist er zackig begrenzt.

Die chemische Analyse des hellen Strahlsteinschiefers ergab:

	Analyse	Mol.-Prop.	Mol. %	Werte nach Osann-Grubenmann
Si O <sub>2</sub>	50,32	83,3	48,3	
Ti O <sub>2</sub>	0,15	0,2	0,1	s = 48,5
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,86	1,3	1,0	A = 0,0
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,43	0,3	0,2	C = 1,3
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,55	3,5	1,9	F = 49,1
Fe O	3,50	4,6	2,6	M = 9,1
Mn O	Sp.	—	—	T = 0,0
Ca O	10,15	18,2	10,4	K = 0,9
Mg O	24,78	61,4	35,5	
H <sub>2</sub> O unter 110°	0,14			s <sub>48,5</sub> a <sub>0</sub> c <sub>0,5</sub> f <sub>19,5</sub>
Glühverlust	3,34			
	Sa. 100,22	172,5	100,0	

s = 3,02.

Aus der Analyse berechneter Mineralbestand:

- 30 Fe<sub>2</sub> O<sub>4</sub> Magnetit
- 182 Ca, Mg<sub>3</sub> Si<sub>4</sub> O<sub>12</sub>
- 14 (Mg, Fe)<sub>4</sub> Si<sub>4</sub> O<sub>12</sub>
- 13 (Mg, Fe)<sub>2</sub> (Al Fe Cr)<sub>4</sub> Si<sub>2</sub> O<sub>12</sub>

Der helle Strahlstein ist alkalifrei und das Verhältnis der Strahlsteinmoleküle zum Tschermak'schen Molekül ist ungefähr wie 13 : 1; die Beimischung an gewöhnlicher Hornblende also eine viel geringere als beim schwarzen Strahlstein. Die dunklere Färbung des letzteren ist ohne Zweifel seinem bedeutend höheren Gehalt an Fe O zuzuschreiben. Alles vorhandene Eisen fand bei ihm im Mineral selbst Verwendung, während es beim helleren Strahlsteinschiefer zum grossen Teil zur Magnetitbildung verbraucht wurde.

Das Hervorgehen der Aktinolithgesteine aus dem Peridotit setzt ebenfalls beträchtliche Stoffverschiebungen und Stoffkonzentrationen voraus: Anreicherung an Si O<sub>2</sub>, Ca O, und für das dunkle Gestein an Al<sub>2</sub> O<sub>3</sub> und Fe O, dazu Abnahme von Mg O. Die schwarze Strahlsteinlage grenzt an die Chloritlage zwischen Peridotit und Amphibolit und teilt mit ihr die Zunahme an Tonerde und den Charakter einer Kluftausfüllung. Durch den allmählichen Übergang des dunklen Aktinoliths in hellen, der aus dem Peridotit herauszuwachsen scheint, geht sichtlich hervor, dass wirklich Stoffzufuhr vom Peridotit her stattgefunden hat. Man kann annehmen, dass der bei der Talkisierung des Tremolits und monoklinen Pyroxens freiwerdende Kalk durch die zirkulierenden Lösungen zu jener Kluft geführt wurde und Veranlassung zu Strahlsteinbildung gegeben hat.

Immerhin bleibt der chemische Charakter aller sekundären Gesteine noch so sehr mit dem Chemismus des Peridotits verwandt, dass alle in die fünfte Gruppe der kristallinen Schiefer, die Magnesiumsilikatgruppe, fallen, welche hauptsächlich Derivate ultrabasischer Massengesteine umfasst.<sup>1)</sup> Die Typenformen stimmen sogar durchgehend mit peridotitischen überein. Die wasserhaltigen Magnesiumsilikate und der Strahlstein sind charakteristisch für eine Metamorphose in der obersten Zone der Erdkruste, so dass alle bis jetzt beschriebenen Begleitgesteine des Peridotits in die dritte Ordnung ihrer Gruppe einzureihen sind. Sie sind zugleich ein interessantes Beispiel dafür, dass für die oberste Zone, in welcher sich Spalten und Brüche längere Zeit offen erhalten und die Zirkulation der gelösten Stoffe eine rasche und leichte ist, die Erhaltung der Substanz des Ausgangsgesteins bei der Metamorphose keine absolute ist, und dies um so weniger, je mehr sich die Umwandlungsprozesse den Vorgängen der Verwitterung nähern.

### 5. Der Epidotamphibolit.

Der im Liegenden sich an den Peridotit anschliessende Amphibolit ist ein annähernd massiges, schwarzes, feinkörniges Gestein, dessen Mächtigkeit sich wegen der Rasenbedeckung seines Liegenden nicht angeben lässt. Da indessen sehr bald wieder weisse Gneise vereinzelt aus der Vegetationsdecke hervorblicken, dürfte der Amphibolit kaum mächtiger als 20 m sein. Makroskopisch lässt sich an ihm nur schwarze Hornblende erkennen. Unter dem Mikroskop zeigt es sich, dass neben Hornblende reichlich Epidot und Titanit und etwas Magnetit vorhanden ist. Die Hornblende ist tief grün, mit einem Stich ins Blaue bei den Schwingungen parallel  $c$  und stark gelblich nach  $a$ . Die Absorption ist  $c = b > a$ , die Doppelbrechung weit schwächer als bei den Strahlsteinen; die Auslöschungsschiefe  $c : c$  auf (010) beträgt  $21^\circ$ . Ihre Form ist stumpfprismatisch, ihre Anordnung nicht undeutlich parallel. Der fast farblose Epidot bildet kleine, etwas ovale Körner, die zu Häufchen aggregiert, die Lücken zwischen den Amphibolen erfüllen, in welchen er, ebenso wie der Titanit, auch als Einschluss auftritt. Spuren davon, dass er aus Feldspath hervorgegangen sein könnte, wie sie sich so oft in Epidotamphiboliten finden, sind nicht vorhanden. Vielmehr wird der Eindruck erweckt, dass der Epidot ein der Hornblende gleichalteriger Gemengteil ist. Das ganze Gestein ist von grösster Frische. Der Titanit tritt teils idioblastisch auf in getreidekornähnlichen Individuen,

<sup>1)</sup> U. Grubenmann, Kristalline Schiefer. II. Spezieller Teil, Seite 102 u. w.

teils umgibt er kranzförmig die unregelmässig gestalteten Erzkörner, die demnach Titanomagnetit darstellen dürften.

Die chemische Zusammensetzung des Epidotamphibolits ist die folgende:

	Analyse	Mol.-Prop.	Mol. %	Werte nach Osann-Grubenmann
Si O <sub>2</sub>	38,03	63,36	42,00	
Ti O <sub>2</sub>	2,38	2,98	1,98	s = 44,0
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17,65	17,30	11,47	A = 2,2
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Sp.	—	—	C = 9,3
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,91	3,69	2,44	F = 45,8
Fe O	7,72	10,72	7,12	M = 7,8
Mn O	0,05	0,07	0,04	T = 0,0
Ca O	14,52	25,93	17,12	K = 0,6
Mg O	9,40	23,50	15,60	
K <sub>2</sub> O	0,92	0,98	0,66	s <sub>44</sub> a <sub>1</sub> c <sub>3</sub> f <sub>16</sub>
Na <sub>2</sub> O	1,46	2,36	1,57	
H <sub>2</sub> O unter 110°	0,23			
Glühverlust	1,34			
	Sa. 99,61	150,89	100,00	

s = 3,26.

Das Verhältnis des Epidotamphibolits zum Peridotit und seine Ableitung von einem diesem verwandten Massengestein ist nicht unmittelbar klar. Die Umwandlungsprodukte des Peridotits selbst tragen noch Relikte ihrer Herkunft oder sind doch in einer solchen Weise mit dem Ursprungsgestein verknüpft, dass ihr genetischer Zusammenhang mit ihm keinem Zweifel unterliegt. Der Amphibolit tritt selbständig auf; er ist vom Peridotit durch die mehrfach erwähnte Zwischenlage getrennt und zeigt weder Relikte, noch Übergänge. In den meisten Fällen wird für die Amphibolite ein Gestein der Gabbrofamilie als Ursprungsgestein angenommen, mit deren Chemismus der ihrige dann stets übereinstimmt. Beim Epidotamphibolit von Loderio ist dies nicht vollkommen der Fall, indem sein Kieselsäuregehalt geringer ist, als derjenige der Gabbrogesteine, bei welchen er um 45° schwankt. Auch in keiner der vielen in der Literatur vorhandenen Amphibolitanalysen ist der Wert für Si O<sub>2</sub> ein so geringer. Die übrigen Analysenzahlen und die Verhältnisse der Oxyde unter einander sind durchaus gabbroähnlich. Die Typenformel und die Klassifikationswerte verweisen das Gestein in die vierte Gruppe unter den kristallinen Schiefern (Elklogite und Amphibolite), der Mineralbestand in die dritte Ordnung dieser Gruppe (Gesteine der obersten Zone). Darnach bleibt es immerhin am wahrscheinlichsten, dass ein mit dem Peridotit verbundenes Gabbrogestein in den Epidotamphibolit umgewandelt wurde, sei es, dass dasselbe ursprünglich abnorm kieselsäurearm war, sei es, dass während der

Metamorphose ein Teil des  $\text{Si O}_2$  fortgeführt würde. Eine ungelöste Frage bleibt es trotzdem, warum der sehr instabile Peridotit verhältnismässig gut erhalten blieb, während vom ursprünglichen Gabbro auch die letzte Spur verschwand<sup>1)</sup>.

### Schlussbetrachtung.

Das kleine Vorkommnis basischer Gesteine, welches bei Loderio dem Tessiner Gneis eingelagert ist, trägt die Spuren zweier Perioden seiner Entstehungsgeschichte. Die erste Periode ist eine magmatische; sie umfasst die Intrusion des basischen Magmas und wahrscheinlich seine Spaltung in einen peridotitischen und einen gabbroiden Zweig. Die zweite Periode ist die der Metamorphose beider Spaltungsprodukte. Die ursprüngliche Beschaffenheit des Peridotit ist noch leicht aus dem wenig veränderten Hauptgestein herauszulesen. Es war ein grobkörniger, pyroxenführender Olivinfels, bei welchem nur das Vorhandensein von primärem Tremolit ungewöhnlich ist. Die Rekonstruktion des gabbroiden Zweiges ist nicht mehr möglich, da im zugänglichen Material keine Spur des primären Gesteins erhalten war. Anscheinend lag ein sehr basischer und auch sehr alkaliarmer, anorthitreicher Gabbro vor; dafür spricht der Epidotreichthum, vorausgesetzt, dass die während der Umwandlung eingetretenen Substanzänderungen nicht allzu bedeutend waren.

Aus dem Peridotit bildeten sich unter begrenzten Stoffwanderungen und Stoffkonzentrationen Talkschiefer, Strahlsteinschiefer und Chloritgesteine. Nach van Hise<sup>2)</sup> sind solche Substanzverschiebungen, welche zugleich mit der Ausfüllung von Rissen, Spalten und Poren im Gestein verbunden sind, charakteristisch für den an den Verwitterungsgürtel grenzenden Teil der Erdrinde. In der Tat fallen auch alle genannten sekundären Gesteine unter die kristallinen Schiefer der obersten Zone. Das Gleiche gilt vom Epidotamphibolit, dem einzigen Umwandlungsprodukt der gabbroiden Abzweigung. Vergleicht man das Vorkommnis von Loderio mit dem benachbarten, von U. Grubenmann (l. c.) untersuchten Granatolivinfels des Gordunotales, so fällt zunächst die grosse chemische Ähnlichkeit der Olivingesteine beider Lokalitäten auf. Besonders der granatfreie Olivinfels von Gorduno ist dem Peridotit von Loderio chemisch so ver-

<sup>1)</sup> Diese Tatsache und der abnormale Chemismus des Gesteins könnten eine Assimilation des Gneises durch den Peridotit vermuten lassen. Dagegen aber spricht wieder ganz entschieden eben die Kieselsäurearmut des Amphibolits, denn ein Mischgestein des sehr sauren Gneises mit dem Peridotit würde kaum ärmer an  $\text{Si O}_2$  ausfallen, als letzterer selbst.

<sup>2)</sup> C. R. van Hise. Treatise on metamorphism. Washington 1904.



wandt, dass wohl an ein gemeinsames Magmabassin gedacht werden darf. Auch im Val Gorduno hat eine magmatische Spaltung in einen peridotitischen und einen gabbroiden Zweig stattgefunden. Mit der Metamorphose jedoch setzen die Verschiedenheiten ein. Der Gesteinskomplex von Gorduno umschliesst kristalline Schiefer, welche der tiefsten Zone angehören. Der pyroxenführende Peridotit wurde dort zum Granatolivinfels, der Gabbro zum Eklogit und Feldspathamphibolit. Erst nachträglich wurde dann die Gesteinsmasse in ein höheres Niveau versetzt, und dann bildeten sich auch hier dieselben Gesteine, die in Loderio vorliegen, die Chlorit-, Talk- und Strahlsteinschiefer. In der Gesteinsgeschichte des Olivinfelses von Gorduno ist also eine Periode vorhanden, welche in der des Peridotits von Loderio fehlt, eine Periode der Umwandlung in der tiefsten Zone. Daraus entspringen die sehr augenfälligen Verschiedenheiten im Habitus und im Mineralbestand der beiden Vorkommnisse, denn in Gorduno überwiegen die Typen eben dieser Zone, dazu kommt, dass in Loderio die Karbonatisierung bedeutend eingesetzt hat, wie die grossen Magnesitkristalle in den Randzonen des Peridotits und die Kluftausfüllung durch Magnesiumkarbonat zeigen. In Gorduno fehlt Karbonat bis auf Spuren; dagegen ist die Serpentinisierung so weit fortgeschritten, dass grössere Gesteinsmassen nur aus Serpentin bestehen, welchem in Loderio keine Selbständigkeit zukommt.

So zeigt der Vergleich der beiden Vorkommnisse, wie durch die verschiedenen Bedingungen der Gesteinsbildung aus chemisch gleichem Material verschiedene Gesteine hervorgehen, wie aber auch bei gleichen Umwandlungsbedingungen gleiche Endprodukte entstehen.

Zürich, petrographisches Institut des Polytechnikums  
im Mai 1909.