

Zeitschrift: Schweizerische mineralogische und petrographische Mitteilungen =
Bulletin suisse de minéralogie et pétrographie

Band: 51 (1971)

Heft: 2-3

Artikel: Regionale Verteilung der Mg-Phyllosilikate in den Serpentiniten des Oberhalbsteins

Autor: Dietrich, Volker / Peters, Tjerk

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-39824>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 16.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Regionale Verteilung der Mg-Phyllosilikate in den Serpentiniten des Oberhalbsteins

Von *Volker Dietrich* (Zürich)*) und *Tjerk Peters* (Bern)**)

Mit 1 Textfigur, 2 Tabellen, 2 Phototafeln und einer Kartenbeilage

Abstract

The distribution of Mg-layer silicates in serpentinites and associated rocks was studied in the Oberhalbstein and Engadine (Grisons). In this region the reaction brucite + serpentine → forsterite + H₂O has not yet taken place. Chrysotile and lizardite are found as main constituents in all the serpentinites of the Oberhalbstein and in some serpentinites of the Engadine. Rock-forming antigorite, indicating a higher grade of regional metamorphism, occurs in serpentinites south of Bivio. Throughout the whole region fissure antigorite is found, often together with calcite, dolomite or sulfides in veins, crosscutting lizardite-chrysotile-serpentinites. These parageneses, also found in ophicalcites and ophi-dolomites, indicate that at lower activities of H₂O antigorite is favoured with respect to chrysotile and lizardite. Hydrothermal experiments, in trying to transform chrysotile serpentinites into antigorite serpentinites were not successful.

Im Rahmen der bisher beschriebenen, jungen zentralalpinen Metamorphose (JÄGER, NIGGLI und WENK, 1967) untersuchten EVANS und TROMMSDORFF (1970) die Regionalmetamorphose der ultrabasischen Gesteine mit den Paragenesen des Systems CaO-MgO-SiO₂-H₂O. Leider existieren die interessanten und gut diagnostizierbaren Indexparagenesen erst oberhalb 350–400°C, d. h. jenseits der Gleichgewichtskurve „Serpentin + Brucit = 2 Forsterit + 3 H₂O“ (BOWEN und TUTTLE, 1949, korrigiert 1968 durch JOHANNES).

Experimentelle Daten über Serpentinmineralreaktionen unterhalb 350 bis 400°C liegen noch nicht vor. Wir vermuten, dass die Mg-Phyllosilikate des Oberhalbsteiner Bereiches in diese experimentelle Lücke fallen.

Generell ist uns im Bündnerraum (Querschnitt Chur-Sondrio) eine Zunahme der alpinen Metamorphose (oder mehrerer alpinen Metamorphosen) bekannt, obwohl erst relativ wenige Daten zur Verfügung stehen.

*) Institut für Kristallographie und Petrographie der ETH, Sonneggstrasse 5, CH-8006 Zürich.

**) Mineralogisch-petrographisches Institut der Universität, Sahlistrasse 6, CH-3012 Bern.

In einer petrographischen Arbeit (DIETRICH, 1969) untersuchten wir die Zunahme der regionalen alpinen Metamorphose von Norden nach Süden auf Grund des Indexminerals Pumpellyit (Stabilitätsbereich $P_{\text{fluid}} \cdot T$: nach neuesten experimentellen Daten von LIOU (1970), 250–400°C und 2,7–4,5 kbar). In allen Meta-Vulkaniten und -Gabbros des nördlichen und mittleren Oberhalbsteins, insbesondere des Platta-Gebietes, fanden wir Pumpellyit. Prehnit, der in der nördlich anschliessenden Aroser-Zone zusammen mit Pumpellyit auftritt, fehlt dagegen im gesamten Oberhalbstein. Im *südlichen Oberhalbstein* konnten wir eine *relativ scharfe Grenze* des *Pumpellyitaufstretens* feststellen, die etwa durch die Fuorcla da la Valletta hindurchgeht und in Richtung Julier-Pass verläuft. Südlich dieser Grenze setzen sich die vollständig überprägten Vulkanite vorwiegend aus Albit, Chlorit, Epidot, Muskovit, Aktinolith, Glaukophan und Titanit zusammen, Lawsonit haben wir bisher noch nicht entdeckt.

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit dem Versuch einer Ausscheidung von Isograden ultrabasischer gesteinsbildender Mineralien. Dazu untersuchten wir optisch und röntgenographisch alle uns zugänglichen Serpentinit- und Ophicalcit-Dolomit-Vorkommen aus dem gesamten Oberhalbstein und dem Oberengadin.

Wir setzen damit die Untersuchungen von H.-P. CORNELIUS fort, der die Problematik zwischen Metamorphose und Gebirgsbau schon 1912 erkannte und 1935 über die Verbreitung der Oberhalbsteiner Serpentinmineralien schrieb:

„Wenn auch leider innerhalb unseres Gebietes die Verbreitung der einzelnen Serpentintypen noch nicht hinreichend bekannt ist, so scheint doch im grossen zu gelten: Chrysotilserpentinite im Norden, in Gegenden ohne alpine Metamorphose; im Süden, wo diese durchgreift, Antigoritserpentine, wie sie längs des Ost-Alpenrandes ihre schönste Ausprägung im Malenco findet. Da erhebt sich die Frage: haben dieselben vor der alpinen Metamorphose bereits als Chrysotilserpentine vorgelegen und ist mithin der Übergang von Chrysotil in Antigorit ein Ergebnis dieser Metamorphose? Ich möchte dies für sehr wahrscheinlich halten. Zur Sicherstellung ist jedoch noch viel Arbeit nötig, für welche gerade das Oberhalbstein, in dem beide Gesteinsformen einander ablösen, vielleicht der geeignetste Boden sein wird.“

Bis zur genaueren Kenntnis der Serpentinmineralien mit Hilfe der Röntgenographie vor ca. 10 Jahren durch WHITTAKER, ZUSSMAN, KUNZE u. a. war eine solche Untersuchung nicht durchführbar, da man allein mit optischen Kriterien zu keinem Ziele kommen konnte.

DIE SERPENTINMINERALIEN

Strukturell gehören die Serpentinmineralien zu den trioktaedrischen Phyllosilikaten mit dem Basisabstand der einzelnen T-O-Schichten von $d_{001} \sim 7,3 \text{ \AA}$. Ihre Identifizierung wurde röntgenographisch durch Bestimmung

von Kristallpulvern nach dem Guinier-Verfahren (de Wolff- und Jagodzinski-Kameras, $\varnothing 114,6$ mm, FeK_{α_1} -Strahlung und Si als innerer Standard), thermanalytisch und elektronenmikroskopisch durchgeführt.

Die röntgenographisch ermittelten Paragenesen sind in der Tabelle 2 zusammengefasst und auf der tektonischen Grundlage (Taf. III, Kartenbeilage eingetragen.

Aus einer grossen Anzahl chemischer Analysen kalkulierte PAGE (1968) die durchschnittlichen Mineralformeln der Chrysotile, Lizardite und Antigorite. Danach sollen diese Mineralien keine echten „polymorphs“ sein, sondern sich im Chemismus unterscheiden: Chrysotil wird durch relativ hohe H_2O - ($\sim 13,5\%$) und MgO -Gehalte ($\sim 40,9\%$) sowie durch relativ niedrige Fe_2O_3 - (0,7%) und FeO -Gehalte (0,6%) charakterisiert, während die Lizardite wesentlich höhere Fe_2O_3 -Gehalte ($\sim 4,1\%$) aufweisen. Demgegenüber haben die Antigorite höhere SiO_2 - ($\sim 42,1\%$) und FeO - (3,7%) Gehalte sowie tiefere MgO - ($\sim 38,4\%$) und H_2O -Gehalte ($\sim 12,1\%$).

Unsere Ergebnisse (PETERS, 1963 und DIETRICH, 1971) bestätigten teilweise diese Annahme. Die Mineralien Lizardit, Klin- und Orthochrysotil sowie 6-layer Orthochrysotil beschreiben wir nicht näher, da unsere detaillierten optischen, chemischen und röntgenographischen Untersuchungen keine neuen Daten ergaben.

Antigorit

In alpinen Serpentiniten wurden die blättrig, büscheligen Antigorit-Aggregate morphologisch von CORNELIUS (1912 und 1935), STAUB (1915) und besonders von ANGEL (1929 und 1930) eingehender beschrieben.

Der Habitus dieser monoklinen Kristalle ist meist blättrig nach (001) entwickelt. ANGEL unterschied grob- von feinblättrigem Antigorit, was nach unseren Studien nicht gut möglich erscheint, da sowohl die Kluft-Antigorite, als auch die gesteinsbildenden Antigorite xenoblastisch alle Größenordnungen von $1\ \mu$ bis $0,2$ mm aufweisen können. Ähnlich ANGEL (seine Beschreibungen stammen aus den Serpentiniten des Kals-Matreier Törls in Osttirol) können wir in den Oberhalbsteiner und Oberengadiner Serpentiniten folgende Antigorit-Varietäten unterscheiden:

Kluft-Antigorite

- (Dimensionen der Blättchen $1\ \mu$ bis $\sim 0,5$ mm) max. 1 mm
- einzelne Blätter
- Fächer (z. T. mottenflügelartige Verwachsungen)
- Büschele
- Gitter
- konzentrische Aggregate

Gesteinsbildende Antigorite

- (Dimensionen der Blättchen $1\ \mu$ bis $\sim 0,2$ mm)
- meist Blätter oder Täfelchen mit xenoblastischen Rändern, angeordnet in: subparallelen Anordnungen unter Winkel von 45° und 60° oder als Gitter mit Winkel von 90° ;
- z. T. submikroskopisch feine Aggregate

Auf den Tafeln I und II finden sich Beispiele gesteinsbildender Antigorite und Kluft-Antigorite.

Wie weit es sich bei den Verwachsungen der einzelnen Blätter um Zwillingsbildung nach (001) oder Viellinge handelt, ist schwer zu entscheiden.

Der Antigorit (gesteinsbildend oder auf Klüften) ist meistens farblos oder besitzt nur einen schwach grünlichen Pleochroismus. Mit zunehmendem Eisengehalt zeigen die Kluft-Antigorite einen deutlichen Pleochroismus ($X = \text{grünlich-gelb mit allen Nuancen}$, $Y \approx Z = \text{grünlich}$). Die Lichtbrechung kann je nach Fe-Gehalten schwanken. Sie ist jedoch deutlich höher als beim Chrysotil, die Doppelbrechung niedriger ($n_x = 1,558\text{--}1,568$, $n_y = 1,565$, $n_z = 1,562\text{--}1,574$ nach DEER, HOWIE und ZUSSMAN, 1962). Die Achsenebene liegt senkrecht auf (010), $2V = 30\text{--}60^\circ$, X steht senkrecht auf (001), daher gerade Auslöschung ($X \wedge C \approx 0^\circ$). Diese Angaben konnten wir besonders bei den grösseren Kluft-Antigorit-Blättchen bestätigen.

Kristallstruktur

ARUJA (1943) bestimmte röntgenographisch für den Antigorit eine dem Kaolinit analoge Struktur und ermittelte 1945 als erster die Gitterkonstanten $a_0 = 43,5$, $b_0 = 9,26$ und $c_0 = 7,28 \text{ \AA}$. Mit Hilfe von Einkristall Weissenberg- und Oszillations-Aufnahmen konnten WHITTAKER und ZUSSMAN (1956) die in Pulveraufnahmen gefundenen d-Werte indizieren. Acht $h0l$ und $h0l$ -Reflexe dienten der Bestimmung von β .

KUNZE (1956 und 1957) konnte die sinusähnliche Doppel-Halbwellen-Struktur des Antigorits nachweisen. Zwei Halbwellen sind am Wendepunkt über Mg-Brücken alternierend miteinander verbunden, wobei die Elementarzelle meistens in der a -Richtung $43,5 \text{ \AA}$ lang ist. Dies wird durch eine Überperiodenfolge von m - (= 17) Tetraedern pro Zelle bedingt ($a_0 \hat{=} 17$ Tetraederkantenlängen).

Auf Grund elektronenoptischer Beugungsaufnahmen konnte KUNZE (1961) in den verschiedensten Antigoritaggregaten Überperioden A_{10} bis A_{20} (d. h. $m = 10\text{--}20$) bestimmen. In einigen Kristallen sollen demnach bis zu 4 verschiedene Überperioden vorliegen.

Leider ist von uns (und von anderen Autoren) auf röntgenographischem Wege mittels Pulveraufnahmen nur die Überperiode $A_{17} = 43,3 \text{ \AA}$ gefunden worden.

Bei der Identifizierung der Antigorite fiel uns oft eine Verschiebung des Reflexes 24.3.0 gegenüber 060 auf. Daraufhin massen wir sämtliche Reflexabstände 24.3.0–060 mit Hilfe der recht konstanten Magnetitreflexe 333/511 und 440 ein. Tragen wir nun alle gemessenen $d_{24.3.0}$ Werte über $\Delta d = d_{24.3.0} - d_{060}$ auf, so erhalten wir gewisse Häufungspunkte, die annähernd auf einer Geraden liegen, was für Verschiebungen von 24.3.0 und 060 spricht. Beide Reflexe sind

relativ stark und können deswegen gut für eine Interpretation herangezogen werden. In zwei Diagrammen sei eine Häufigkeitsverteilung der ermittelten d-Werte aufgeführt (Fig. 1).

Die Kluft-Antigorite scheinen eine grössere Variationsbreite zu besitzen. Ausnahmen bilden nur die Fe-reichen Kluft-Antigorite mit $\Delta d = 0,030$ und $0,040 \text{ \AA}$. Die gesteinsbildenden Antigorite zeigen dagegen eine Häufung zwischen $\Delta d = 0,017$ und $0,020 \text{ \AA}$. In einigen Proben treten bis zu drei verschiedene Reflexe an die Stelle des normalen 24.3.0-Reflexes auf.

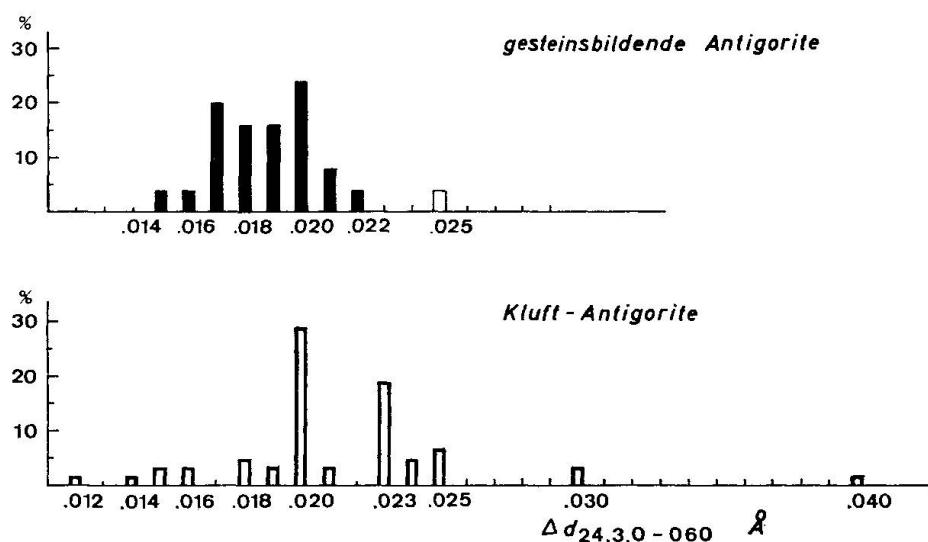


Fig. 1. Häufigkeit der verschiedenen Abstände Δd [\AA] zwischen den Antigoritreflexen „24.3.0“ und 060 bei allen ausgewerteten Oberhalbsteiner und Oberengadiner Antigoritpulverdiagrammen. Gesteinsbildende und Kluft-Antigorite wurden makro- und mikroskopisch unterschieden. Die Indizierung 24.3.0 wird nur mit Vorbehalt verwendet. Wahrscheinlich treten andere Indizes auf.

Auf Grund der Kenntnisse der Überstrukturperioden nahmen wir mit Hilfe des Computerprogrammes Indizierungen der verschiedenen A_m ($m = 15-20$) vor. Obwohl die Indizierbarkeit gut zu sein scheint, bereitet die Zuordnung der gemessenen d-Werte 1,575 bis 1,555 \AA noch grosse Schwierigkeiten, da anhand der Monoklinität und der grossen Zahl der Überstrukturreflexe mit schwachen Intensitäten viele Möglichkeiten bestehen. Zudem sind bei Unkenntnis der Chemismen die Intervallgrössen ΔA_m kaum abzuschätzen. Ausserdem können Stapelungsfehler der T-O-Schichten existieren.

Die Indizierung der reinen A_{17} -Antigorite (z. B. diejenigen der ASTM-Kartei) ist deshalb nur mit Vorbehalt für Abweichungen in Antigorit-Pulverdiagrammen zu verwenden. Die vorliegenden Resultate sind als vorläufig zu betrachten. Weitere Untersuchungen an dieser problematischen Phyllosilikatgruppe werden durchgeführt.

VERTEILUNG DER Mg-PHYLLOSILIKATE

Aus der grossen Anzahl der in Tab. 2 aufgeführten und in Taf. III (Kartenbeilage) eingetragenen Daten werden folgende Ergebnisse entnommen:

1. Die gesteinsbildenden Serpentinminerale Lizardit und Chrysotil kommen durchwegs von Tiefencastel bis ins Engadin vor.
2. Von der Linie Forcellina-Pass–Julier-Pass treten gesteinsbildend reine Antigorit-Serpentiniten und Brucit-führende Antigorit-Serpentiniten auf.
3. Kluft-Antigorite durchsetzen in Adern die Serpentiniten durchgehend von Tiefencastel bis ins Engadin.
4. Die Ophicalcite führen sowohl Serpentinkomponenten der Paragenese Lizardit > Chrysotil als auch Kluft-Antigorite.
5. Die Ophidolomite (im engeren Sinn Triasdolomite) enthalten bis auf eine fragliche Ausnahme nur Kluft-Antigorit.
6. Talk tritt von Tiefencastel bis ins Engadin sowohl in Serpentiniten als auch in Ophicalciten auf. Er ist vorzugsweise an tektonische Kontakte (Störungen, Ruschelzonen, randlich an Boudinagen und Überschiebungshorizonte) gebunden.

DISKUSSION: NATUR – EXPERIMENT

1. Vergleichen wir die feldpetrographisch-mineralogischen Ergebnisse mit den schon erwähnten Gleichgewichtsbeziehungen im System $MgO \cdot SiO_2 \cdot P_{H_2O} = P_{total}$ (TUTTLE und BOWEN (1949) und JOHANNES (1968)), so müssen wir zunächst eine untere Temperaturgrenze suchen.

JOHANNES (1968) gibt eine Reaktion „Serpentin + 2 Quarz \rightleftharpoons Talk + Wasser“ an, die zwischen 250–300°C abläuft und somit eine solche untere Temperaturgrenze liefern würde. Leider konnte diese Paragenese (Serpentin/Quarz) weder in den Serpentiniten noch in den Ophicalciten des nördlichen Oberhalbstein nachgewiesen werden.

Die obere Grenze dürfte unterhalb 350–400°C liegen, da die Reaktion (2) „Serpentin + Brucit \rightleftharpoons 2 Forsterit + 3 Wasser“ noch nicht abgelaufen ist. Diese Grenze wird erst im Malencoserpentinit überschritten, indem gesteinsbildend einerseits grobblättriger Antigorit und Brucit andererseits Antigorit und Forsterit vorliegen (PETERS, 1968, DIETRICH und DE QUERVAIN, 1968). Im Oberhalbstein und im Oberengadin ist diese Reaktion jedoch noch nicht abgelaufen. Es liegen nicht einmal die typischen Brucit-Antigorit- sondern nur Brucit-führende Antigorit-Serpentiniten vor. Aus dem System $CaO \cdot MgO \cdot H_2O \cdot CO_2$ (TROMMSDORFF und SCHWANDER, 1969) entnehmen wir, dass Brucit-Dolomit- (evtl. Brucit-Calcit-) Aggregate bei höheren H_2O -Gehalten der fluiden Phase auch bei relativ tiefen Temperaturen entstehen können.

Um die Umwandlung von Lizardit/Chrysotil-Serpentinit in Antigorit-

Serpentinit als geologisches Thermometer verwenden zu können, haben wir versucht, diese Reaktion experimentell nachzuahmen.

Bei den experimentellen Arbeiten von ROY und ROY (1953) und GILLERY (1959) über die Bildungsbedingungen der Serpentin- und Chlorit-Mineralien wurden Gele mit der Zusammensetzung $(6-x) \text{MgO}, (4-x) \text{SiO}_2, x \text{Al}_2\text{O}_3$ als Ausgangsmaterial verwendet. Chrysotil, Lizardit und 6-layer Orthochrysotil bildeten sich nach zunehmenden Al-Gehalten. Antigorit wurde bis jetzt noch nicht synthetisch hergestellt. Für die experimentelle Untersuchung der Reaktionen Brucit + Serpentin \rightleftharpoons Forsterit + H_2O und Serpentin \rightleftharpoons Forsterit + Talk + H_2O haben BOWEN und TUTTLE (1949) synthetischen Chrysotil und JOHANNES (1968) natürlichen Chrysotil verwendet.

Versuchsanordnung

Die Experimente wurden in vertikal gestellten "cold seal" Bomben durchgeführt. Die Ofentemperaturen wurden mit Thyristorregler auf etwa 3°C konstant gehalten. Die im Innern der Bomben gemessenen Temperaturen weichen im allgemeinen nicht mehr als 2°C von den aussen gemessenen Temperaturen ab. In jeder einzelnen Bombe wurde der Druck mit einem Manometer auf etwa 100 bar genau gemessen. Die Proben wurden mit H_2O oder $\text{H}_2\text{O} + \text{Ag}_2\text{C}_2\text{O}_4$ (zur Erzeugung von CO_2) in Goldröhren eingewogen und zugeschweisst. Für die Versuche verwendeten wir natürlichen Chrysotil TP 01 und Chrysotil-Serpentinit TP 76 aus der Totalp (PETERS, 1963), Antigorit-Serpentinit aus der östlichen Malencoserpentinit-Masse sowie Kluftantigorit aus dem Engadin. Der Antigorit-Serpentinit führte neben Antigorit noch Magnetit (5–10%) und etwas Chlorit (< 5%).

Ergebnisse

Die wichtigsten Daten sind in Tabelle 1 zusammengestellt. Trotz der langen Versuchszeiten ist es nicht gelungen, in einer reinen H_2O -Dampfphase Chrysotil oder Chrysotil-Serpentinit experimentell in Antigorit bzw. Antigorit-Serpentinite überzuführen. Die Kluft-Mineralparagenesen des Oberhalbsteins, Antigorit + Calcit und Antigorit + Dolomit lassen vermuten, dass sich Antigorit gegenüber Chrysotil bei niedrigeren H_2O -Aktivitäten bilden könnte. Bei den Versuchen (Run 349–354) mit verschiedenen $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$ -Verhältnissen erhielten wir jedoch keinen Antigorit. Die Reaktionsprodukte Serpentin + Magnesit und Magnesit + Quarz bei zunehmenden CO_2 -Gehalten bestätigen die Resultate von JOHANNES (1968), der für diese Reaktionen nur Mineralien und keine Gesteine verwendet hat.

Unsere Versuche ergaben für die Reaktion Serpentin \rightleftharpoons Talk + Olivin + H_2O bei 2 Kb eine Temperatur von $480^\circ \pm 10^\circ\text{C}$. Diese Temperatur ist nur um 10°C niedriger als diejenige von BOWEN und TUTTLE (1949), welche im reinen

Tabelle 1. Zusammenstellung der wichtigsten Runs mit natürlichen Chrysotil (Chrys), Chrysotil-Serpentinit (ChrysSerp), Kluftantigorit (KlAnt) und Antigorit-Serpentinit (AntSerp). Tc = Talk, Oliv = Olivin, Mgs = Magnesit, Chl = Chlorit und Qz = Quarz.
In den Runs 1–158 wurde den Proben nur H₂O beigegeben.

Run Nr.	Ausgangsprodukte	Eingew. Menge H ₂ O in Gew.-%	Temp. in °C	Druck in Kbar	Ver- suchs- zeit in Tagen	Reaktionsprodukte
1	Chrys	10,4	250	2	145	Keine Reaktion
3	ChrysSerp	7,3	250	2	145	Keine Reaktion
7	Chrys	9,5	295	2	145	Keine Reaktion
10	ChrysSerp	9,5	295	2	145	Keine Reaktion
13	Chrys	8	362	2	90	Keine Reaktion
19	Chrys	7,3	435	2	35	Keine Reaktion
21	ChrysSerp	9,1	435	2	35	Keine Reaktion
31	Chrys/AntSerp 80/20	10,6	606	3	30	Oliv + Tc + AntSerp
33	Chrys/AntSerp 20/80	6,9	606	3	30	AntSerp + Oliv + Tc
37	Chrys/AntSerp 80/20	9,7	295	2	135	Keine Reaktion
43	AntSerp	10,7	530	2	120	Keine Reaktion
45	Chrys/AntSerp 80/20	6,7	530	2	120	AntSerp + Chrys + Oliv + ?Tc
47	ChrysSerp	0,0	530	2	120	Oliv + Chrys + ?Tc
49	AntSerp	9,3	490	2	105	Keine Reaktion
51	Chrys/AntSerp 80/20	10,8	490	2	105	Oliv + AntSerp
54	Chrys	0,0	490	2	105	Chrys + Oliv
67	Chrys/AntSerp 50/50	10	465	2	25	Keine Reaktion
70	Chrys	8,7	465	2	25	Keine Reaktion
79	AntSerp + Chrys + Oliv + ?Tc	10,1	505	1	25	Keine Reaktion
81	ChrysSerp	10,3	505	1	25	ChrysSerp + Oliv
83	Chrys/AntSerp 80/20	10,8	505	1	25	Keine Reaktion
111	Chrys/AntSerp 80/20	7	350	1	270	Keine Reaktion
114	ChrysSerp	9	350	1	270	Keine Reaktion
153	Chrys/AntSerp 80/20	7,8	550	1,4	60	Oliv + Tc + AntSerp
155	ChrysSerp	9,2	550	1,4	60	Oliv + Tc
158	KlAnt	10	550	1,4	60	Ant + Tc + Oliv
		CO ₂ /CO ₂ + H ₂ O in %	T	P	Z	
349	Chrys/KlAnt 90/10	1,1	363	2,6	45	Chrys/KlAnt 90/10 + spMgs
350	Chrys/KlAnt 90/10	1,1	363	2,6	45	Chrys/KlAnt 90/10 + spMgs
351	Chrys/KlAnt 90/10	1,6	363	2,6	45	Chrys/KlAnt 90/10 + Mgs
352	Chrys/KlAnt 90/10	1,9	363	2,6	45	Chrys/KlAnt 90/10 + Mgs
353	Chrys/KlAnt 90/10	6,2	363	2,6	45	spChrys/KlAnt 90/10 + Mgs + spQz
354	Chrys/KlAnt 90/10	13	363	2,6	45	Mgs + Qz

System MgO-SiO₂-H₂O bestimmt wurde. In unseren Experimenten stellte sich die Olivinbildung immer vor der Talkbildung ein (Run Nr. 51, 54 und 81). Im Gegensatz zu den natürlichen Chrysotil-Serpentiniten war der Antigorit-Serpentinit (Run 41 und 43) bei 530° und 600° nicht in Forsterit und Talk umgewandelt. Kluftantigorit dagegen (Run 158) hat reagiert.

Der geringe Entropie-Unterschied zwischen Antigorit ($52,9 \pm 0,4$ cal/grad. mol.) und Chrysotil ($53,2 \pm 0,4$ Cal/grad. mol) bei 298° K nach Messungen von ROBIE (1967) erklärt weitgehend, warum diese Mineralien so schwierig ineinander überzuführen sind. Für diese Umwandlung sind zusätzlich grosse struk-

turelle Veränderungen nötig: entweder müssen die T-O-Schichtpakete im Chrysotil nach etwa 17 Tetraedern abgebrochen und zu 50% um 180° gedreht werden oder es muss das ganze Gitter in seine kleinsten Teile zerlegt und wieder neu zusammengesetzt werden.

In Anbetracht dieser Tatsachen ist es nicht verwunderlich, dass bis heute alle Antigorit-Synthesen gescheitert sind. Es wäre eventuell denkbar, dass Experimente unter sehr hohen Drucken in sog. "squeezers" erfolgreicher verlaufen würden.

2. Interessant ist das Auftreten der reinen Antigorit-Serpentinite südlich der Linie Forcellina-Pass–Julier-Pass. Schon in den Grüngesteinen konnten wir diese Linie als relativ scharfe Grenze für das Verschwinden des Pumpellyit (DIETRICH, 1969) festlegen. Vergleichen wir dies mit den petrographischen Ergebnissen, d. h. Mineralumwandlung und Strukturänderung der Vulkanite in den nördlichen, sehr mächtig werdenden Platta-Schuppen (DIETRICH 1969), so erkennen wir nur eine allmählich fortschreitende Umwandlung, nicht aber sprungartig scharfe Wechsel. Dies zeigt auch deutlich die Verteilung der Paragenese Lizardit/Chrysotil in den Serpentiniten (Tafel III, Kartenbeilage).

Die Folgerung aus diesen Daten muss demnach tektonischer Natur sein. In der Kartierung konnten wir schon eine spezielle Serie, die Forcellina-Schuppe auf Grund der andersartigen lithologischen Zusammensetzung gegenüber der Platta-Decke s. str. abtrennen. STAUB nahm diese tektonische Trennung bereits 1958 vor. Die Forcellina-Schuppe stellt eine gesonderte tektonische Einheit aus Grünschiefern, Serpentiniten, Kristallin (Malojakristallin und Casannaschiefer), Triasdolomit und relikтив auftretenden Kieselschnurkalkmarmoren dar (DIETRICH, 1970), die mit einem Serpentinitmantel (Cuolmens-Serpentinite) in die Vulkanite der Unteren Platta-Schuppen eingefaltet ist. Als wichtiges Argument für die Forcellina-Schuppe muss das völlige Fehlen jungmesozoischer Sedimente (Kieselschiefer-Radiolarite, Kalkmarmore und Kalkphyllite) hervorgehoben werden, die in der Platta-Decke s. str. und in der nördlich anschliessenden Aroser-Zone immer mit den basischen Vulkaniten vergesellschaftet sind.

Wir fassen den gesamten Platta-Ablagerungsraum (inkl. Forcellina-Bereich) als ozeanische Kruste auf und nehmen an, dass die Forcellina-Schuppe eine paläogeographisch nördlichere Einheit der Platta-Ablagerungen darstellte, die entweder von den südlicheren Zonen in einer ersten Phase „überfahren“ und dadurch in tiefere Krustenteile gelangte oder bei Beginn der Orogenese direkt abgesenkt wurde.

In einer späteren, evtl. letzten grossen tektonischen Phase der alpinen Orogenese wurden die Forcellina-Elemente von Süden her in die schon bestehenden Platta-Schuppen eingefaltet. Nur so kann der sprunghafte Wechsel der Mineralparagenesen und der Strukturen gedeutet werden. Dies erklärt

auch die nebeneinander vorkommenden Paragenesen Lizardit/Chrysotil und Antigorit zwischen Septimer-Pass, Lunghin-Pass und dem Oberengadin. Die gesamte Zone stellt ein buntes Gemisch von tektonischen Schuppen und Relikten der Platta-Decke mit der Forcellina-Schuppe dar. Beispielsweise müssten im kleinen Sattel bei Pkt. 2549 (östlich des Lunghin-Sees) theoretisch alle Ophiolitheinheiten auf 15 m Mächtigkeit reduziert zwischen dem hängenden unterostalpinen Grevasalvas-Graniten und den liegenden Sedimenten und Kristallin der penninischen Margna-Decke hindurchziehen.

3.-6. Das Auftreten der Kluft-Antigorite sowohl in den Lizardit/Chrysotil-Serpentiniten (3.) als auch in den Ophicalciten (4.) und Dolomiten (5.) stellt noch ein Problem dar. Den feldpetrographischen Beobachtungen kann man entnehmen, dass sich Antigorit eher unter höheren Temperaturen und Drucken als Lizardit und Chrysotil gebildet haben muss. Nun kommt Kluft-Antigorit schon im nördlichsten Oberhalbstein in der Zone schwächster regionaler Metamorphose (Übergang der Pumpellyit-Prehnit- in reine Pumpellyit-Zone) vor. Die Kluft-Paragenesen bestehen meistens aus Antigorit, Antigorit + Calcit und Antigorit + Dolomit, wobei in einigen Fällen Talk anwesend ist.

Diese Paragenesen deuten auf eine Bevorzugung des Antigorits gegenüber Chrysotil bei niedrigen H_2O -Aktivitäten hin. Die an den Wendepunkten der Halbwellen in der Antigorit-Struktur auftretenden Talkkonfigurationen (KUNZE, 1961) bedingen eine geringere Anzahl OH-Gruppen als in der Chrysotil- oder Lizardit-Struktur. Die Untersuchungen von PAGE (1968) zeigten ebenfalls niedrigere Wassergehalte bei Antigorit als bei Chrysotil. Damit ist das relativ frühe Auftreten von Antigorit zusammen mit Karbonaten in Adern, in denen die fluide Phase neben H_2O noch CO_2 enthält, weitgehend erklärt.

Schlussfolgerungen

Das gesamte Bild, das sich auf Grund der mineralogischen Daten in den Ophiolithen zwischen Oberhalbstein und Engadin ergibt, sei kurz zusammengefasst:

Teile des südpenninischen Ablagerungsraumes werden als ozeanische Kruste aufgefasst. In diesen Bereichen wurden gewisse Zonen während wahrscheinlich frühester tektonischer Phasen in grösste Krustentiefen verfrachtet und gelangten dadurch unter höhere pT-Bedingungen.

Die Zone der Forcellina-Schuppe wurde am tiefsten abgesenkt, während die Zonen der späteren Unteren und Oberen Platta-Schuppen in höheren Niveaus zurückblieben.

Zusammen mit weiteren Bewegungsvorgängen ergibt dies ein Bild der Lagerungsverhältnisse während einer älteren Regionalmetamorphose unter relativ niedrigen Temperaturen und hohen Drucken. Als Alter möchten wir

obere Kreide annehmen (~ 80 Millionen Jahre), eventuell sogar schon untere Kreide. An der Grenze Aptian/Albian Cenomanian müssen erste orogene Bewegungen erfolgt sein (DIETRICH, 1970).

Schliesslich nehmen wir ein gross-tektonisches Ereignis an, das die verschiedenen metamorph umgewandelten Bereiche miteinander verschuppt und verfaltet hat.

Die junge zentralalpine Regionalmetamorphose hat das Oberhalbstein nur schwach beeinflusst. Innerhalb der Platta-Decke scheint ihre Wirkung nur auf Kluftfüllungen (Kluft-Chrysotil, Antigorite, Talk, Karbonate etc.) und Reequilibrierung der Erzmineralparagenesen (DIETRICH, 1971) beschränkt zu sein. Zudem existieren in den Gesteinen gewisse retrograde Mineralbildungen.

Die vorliegende Arbeit wurde durch wertvolle Kritik von Herrn Professor Dr. V. Trommsdorff unterstützt. Ihm möchten wir unsern herzlichen Dank aussprechen. Der Schweizerischen Geotechnischen Kommission, insbesondere ihrem Präsidenten, Herrn Professor Dr. F. de Quervain, schulden wir für finanzielle Unterstützung grossen Dank.

LITERATUR

SMPM = Schweiz. Mineral. Petrogr. Mitt.

- ANGEL, F. (1929): Stubachit und Stubachitserpentin von Ganoz (bei Kals in Osttirol). Ein Beitrag zum chemischen und physiographischen Studium von Serpentinmineralien. Z. Krist. 72, 1, 1–41.
- (1930): Notizen zur Morphologie des Antigorites. Mitt. Natw. Ver. Steiermark, 67, 3–6.
- ARUJA, E. (1943): An x-ray study of silicates. Chrysotile, antigorite, gümbelite. Ph. D. Thesis, Cambridge.
- (1945): An x-ray study of the crystal structure of antigorite. Mineral. Mag. 27, 65–74.
- BONNEY, T. G. (1880): On some serpentinites from the Rhaetian Alps. Geol. Mag. VII, 538–542.
- BOWEN, N. L. and TUTTLE, O. F. (1949): The system $MgO \cdot SiO_2 \cdot H_2O$. Bull. Geol. Soc. Amer. 60, 439–460.
- CORNELIUS, H. P. (1912): Petrographische Untersuchungen in den Bergen zwischen Septimer- und Julierpass. N. Jb. Mineral. Beil.-Bd. 35, 374–498.
- (1935): Geologie der Err-Julier-Gruppe, Teil I, das Baumaterial. – Beitr. geol. Karte Schweiz, N.F. 70, 321 S.
- DEER, W. A., HOWIE, R. A. and ZUSSMAN, J. (1962): Rockforming minerals. Vol. 3. Sheet silicates. John Wiley Sons, Inc. New York.
- DIETRICH, V. (1969): Die Ophiolithe des Oberhalbsteins (Graubünden) und das Ophiolithmaterial der ostschweizerischen Molasseablagerungen, ein petrographischer Vergleich. Dissertation. Europäische Hochschulschriften, Reihe 17 Erdwissenschaften, Nr. 1, 180 S. Verl. Herbert Lang & Cie. AG, Bern.
- (1970): Die Stratigraphie der Platta-Decke. Fazielle Zusammenhänge zwischen Oberpenninikum und Unterostalpin. Eclogae geol. Helv. 63, 2, 631–671.
- (1972): Ilvait-Ferroantigorit-Greenalith als Begleiter oxydisch-sulfidischer Vererzungen in den Oberhalbsteiner Serpentiniten. SMPM 52/1, im Druck.
- DIETRICH, V. und DE QUERVAIN, F. (1968): Die Nephrit-Talklagerstätte Scortaseo. Übersicht der weiteren Nephritfunde der Schweizer Alpen insbesondere der Vorkommen im Oberhalbstein (Graubünden). Beitr. Geol. Schweiz., Geotechn. Ser., Lfg. 46, 77 S.

- EVANS, B. W. and TROMMSDORFF, V. (1970): Regional Metamorphism of ultramafic rocks in the Central Alps: Parageneses in the system CaO-MgO-SiO₂-H₂O. SMPM 50, 3, 481-492.
- GILLERY, F. H. (1959): The x-ray studies of synthetic Mg-Al-serpentines and chlorites. Amer. Mineral. 44, 143-152.
- JÄGER, E., NIGGLI, E. und WENK, E. (1967): Rb-Sr-Altersbestimmungen an Glimmern der Zentralalpen. Beitr. geol. Karte Schweiz, N.F. 134, 67 S.
- JOHANNES, W. (1968): Experimental investigation of the reaction forsterite + H₂O = serpentine + brucite. Contr. Mineral. Petrol. 19, 309-315.
- KUNZE, G. (1956): Die gewellte Struktur des Antigorits, I. Z. Krist. 108, 82-107.
- (1958): Die gewellte Struktur des Antigorits, II. Z. Krist. 110, 282-320.
- (1961): Antigorit. Strukturtheoretische Grundlagen und ihre praktische Bedeutung für die weitere Serpentin-Forschung. Fortschr. Mineral. 39, 2, 206-324.
- LIOU, J. G. (1970): Synthesis and stability relations of wairakite, CaAl₂Si₄O₁₂·2 H₂O. Contr. Mineral. Petrol. 27, 259-282.
- MÜLLER, P. (1959): Vesuvianführende Gesteine vom Piz Lunghin, Graubünden. Hamburger Beitr. 2, 136-163.
- (1963): 6-layer-Serpentin vom Piz Lunghin bei Maloja, Schweiz. N. Jb. Mineral. Abh. 100, 1, 101-111.
- NELSON, B. W. and ROY, R. (1958): Synthesis of the chlorites and their structural and chemical constitution. Amer. Mineral. 43, 707-725.
- PAGE, N. J. (1968): Chemical differences among the serpentine "polymorphs". Amer. Mineral. 53, 201-215.
- PAGE, N. J. and COLEMAN, R. G. (1967): Serpentine mineral analyses and physical properties. U.S. Geol. Surv. Prof. Pap. 575-B, B 103-B 107.
- PETERS, TJ. (1963): Mineralogie und Petrographie des Totalpserpentins bei Davos. SMPM 43, 531-685.
- (1968): Distribution of Mg, Fe, Al, Cu and Na in coexisting olivine, orthopyroxene and clinopyroxene in the Totálp serpentinite (Davos, Switzerland) and in the alpine metamorphosed Malenco serpentinite (N. Italy). Contr. Mineral. Petrol. 18, 65-75.
- ROBIE, R. A. (1967): Low temperature heat capacities of chrysotile and antigorite. U.S. Bur. of Mines. Rep. of Inv. 6962.
- ROY, D. M. and ROY, R. (1953): An experimental study of the formation and properties of synthetic serpentines and related layer silicate minerals. Amer. Mineral. 39, 957-975.
- RUCKLIDGE, J. C. and ZUSSMAN, J. (1965): The crystal structure of the serpentine mineral, lizardite Mg₃Si₂O₅(OH)₄. Acta Cryst. 19, 381-389.
- STAUB, R. (1915): Petrographische Untersuchungen im westlichen Berninagebirge. Vjschr. Natf. Ges. Zürich, 60, 1 u. 2, 55-336.
- (1958): Klippendecke und Zentralalpenbau. Beziehungen und Probleme. Beitr. geol. Karte Schweiz, N.F. 103, 184 S.
- TROMMSDORFF, V. und SCHWANDER, H. (1969): Brucitmarmore in den Bergelleralpen. SMPM 49, 2, 333-340.
- WHITTAKER, E. J. W. (1953): The structure of chrysotile. Acta Cryst. 6, 747-748.
- WHITTAKER, E. J. W. and ZUSSMAN, M. A. (1956): The characterization of serpentine minerals by x-ray diffraction. Mineral. Mag. 31, 233, 107-126.
- ZUSSMAN, J. and BRINDLEY, G. W. (1957): Serpentines with 6-layer-ortho-hexagonal cells. Amer. Mineral. 42, 666-670.

Legende zur Tabelle 2

Kolonne 1: Probennummern (Belegsammlungen am Geologischen Institut der ETH-Zürich: C = Hans-Peter Cornelius, 1935; D = Volker Dietrich, 1969; DD = Dorothea Dietrich, 1971; K = Han A. C. Kruysse, 1967; L = Dogan Leflef, 1970; Sch = Felix Schmid, 1965; St = Viktor Streiff, 1939 und Z = Walter H. Ziegler, 1952 und 1956. Belegsammlung am Mineralogisch-petrographischen Institut der Universität Bern: TP = Tjerk Peters, 1971. Nach Literaturangaben: B = BONNEY (1880); M = MÜLLER (1959 u. 1963) und S = STAUB (1915).

Kolonne 2: Schweizerische Koordinaten des Fundortes, aufgetragen von Norden nach Süden (Tiefencastel-Oberengadin).

Kolonne 3: Mineralparagenese (Hauptgemengteile).

Kolonne 4: Mineralparagenese (Nebengemengteile).

Kolonne 5: Gesteinsbezeichnung (mikroskopisches Gefüge).

Abkürzungen

L>>C	überwiegend Lizardit
L>C	Lizardit > Clinochrysotil
C>L	Clinochrysotil > Lizardit
C	Clinochrysotil
O	Orthochrysotil
6 L-O	6-Layer Orthochrysotil
A	Antigorit
A (S 0,020 N)	Antigorit (mit sehr scharfen Reflexen; $\Delta d = 24.3.0-060$ in \AA)
Kl-A (Kl, N, Gr)	Kluftantigorit (Δd : klein, normal, gross)
Gre	Greenalith
Ilv	Ilvait
Akt	Aktinolith
Chl	Chlorit s. l.
T	Talk
(Opx)	Orthopyroxen (meist in Talk oder Lizardit, z. T. in 6L-O umgewandelt)
Clpx	Clinopyroxen (meist Diallag)
Dpd	Diopsid
Andr	Andradit
Cet	Calcit
Dol	Dolomit
Magnesit	
Aragonit	
Brucit	
Hydromagnesit	
Mgt	Magnetit (im Serpentinit randlich um relikt. Cr-Spinell sowie isoliert)
Mgt (Cr)	Magnetit und Cromspinell isoliert (in Ophicaleiten)
Hä	Hämatit
Q	Quarz
Zn-Ni-Cu-Fe-Sulfide	Erzimprägnationen in verruschenen Serpentiniten

Tabelle 2. Mineralparagenesen der Oberhalbsteiner Serpentinit, Ophicalcite und Ophidolomite

Probe Nr.	Koordinaten von N nach S	Hauptgemengteile (> 10%)	Nebengemengteile (< 10%)	Gesteinsbezeichnung
D 1553	765.25/171.63	L>C, T	Dol, Cet	völlig verschieferter Serpentinit mit weissen Talk- und Dolomitadern
Sch 2	765.30/169.30	L>C Calcit	T, Cet, Chl, Mgt	Serpentinitbreccie Zement
D 1554	760.20/169.00	L>C Dolomit, Kl.A (0,020 N u. 0,023 Gr, 0,014 Kl)	Mgt, Cet	schwarzer, massiger Serpentinit mit Edelserpentin-Klüften
Sch 1	762.95/168.82	T, Dol, C Dolomit Magnesit L>C	Chl, Mgt	verschieferter Serpentinit weisse Klüfte im Serpentinit
D 1571	764.55/168.27	T, L>C Dolomit Magnesit L>C	Chl, Cet, Mgt Mgt, Cet	Talk-Magnesit-Schiefer
D 1555	765.85/166.75	T, L>C	Mgt	schwarzer, massig. Serpentinit m. Erzimprägnation
D 1558	762.70/165.85	L>C	Mgt	verschiefert. Serpentinit m. weissen Calcitadern
St 13	758.24/164.49	L>C, Kl.A (0,023 N-Gr)	Mgt	stark verschieferter Serpentinit (Masch.-S.)
St 9	758.18/164.30	L>C, T	Dol, ? Kl.A	verschieferter Serpentinit bis Talkschiefer
D 1557	760.86/164.10	L>C, Kl.A (0,021 N)	Cet	schwarzer, massiger Serpentinit mit Calcitadern
D 1570	767.50/163.00	L>C	Mgt, Cet	verschieferter Serpentinit
D 1559	764.26/162.24	L>C	Mgt (Cr), Cet	roter und grüner Ophicalcit
St 8	757.90/162.00	L>C	Mgt, Clpx	schwarzer, massiger Serpentinit
St 7	760.12/160.53	L>C, Clpx	Cet, Mgt	schwarz., massig. Diallag-Serpentinit (Masch.-S.)
St 14	760.58/160.38	Cet, Hä, L>C, T	Chl, Mgt (Cr)	roter Ophicalcit (Serpentinitkomponente)
St 16	772.86/159.72	L>C	Mgt	schwarz-grünen, massiger Serpentinit
C 16	772.86/159.62	Akt, L>C (? Kl.A)	Mgt	schwarzer, z. T. verschieferter Serpentinit
C 13	758.24/158.12	Cet, T, Chl, Hä	Mgt (Gr)	rot-grüner Ophicalcit (Serpentinitkomponente)
St 5		Chl, Cet	T, Mgt (Cr)	grüner, verschieferter Ophicalcit (Serpentinitkomponente)
Z 2	766.02/158.09	L>C, Cet	T	verschieferter, schwarzer Serpentinit
Z 2	757.80/157.66	Calcit	T	weisse Klüfte im Serpentinit
St 1				Talkschiefer am Serpentinit
D 1523 A		C>L, Chl, Akt, Clpx	Mgt	Serpentinitkonglomerat (Komponente Masch.-S.)
D 1523 B		Cet, Chl, Akt, C		mit weissen Adern
D 1523 C		Cet, Akt		
K 20	758.94/156.84	L>C, A (0,023 Gr), Clpx	(Opx), Mgt, T, ? 6 L.O	schwarz-grüner Diallag-Serpentinit (Masch.-S.)
Z 1	763.82/156.78	L>C	Chl, T, Mgt	schwarzer, massiger Serpentinit
St 3	758.95/156.56	T, Kl.A (0,023 N-Gr)	Dolomit	verschieferter Serpentinit
St 3		T, C, Kl.A (0,023 u. 0,020)	T, C, Kl.A (0,023 u. 0,020)	weisse Klüfte, Serpentinit
St 4		Kl.A (0,023 u. 0,020), Akt	Asbest	„Edelserpentinadern“ Serpentinit auf Klinitten
St 4				Serpentinit } auf Klinitten

D 1257	767.20/156.11	L>C	Cct, Mgt	
D 1258		L>C	Cct, Mgt	
Z 4	760.09/155.50	L>C, Kl-A (0,023 N-Gr)	Mgt, Chl, Cct, Dol	
D 1023	765.57/155.43	Dol, T Dol, Q	Cct Cr-Sp, A, Chl, Pyrit	
D 1192	766.77/155.40	L>C	Cct, Pyrit, Mgt	
D 1182	765.85/155.30	L>C	Mgt, Clpx	
D 1190	766.52/155.28	L>C,	Mgt	
D 1552	ca. 754.8 /155.25	? L>C, ? Kl-A (Schatten), Clpx	Mgt	
D 1184	767.98/155.17	L>C	Akt, Mgt	
D 1166	767.07/154.81	L>C	Mgt, Clpx	
D 1183	765.85/154.71	L>C, Kl-A, Clpx	Mgt	
D 1162	765.68/154.45	L>C	Mgt, Clpx	
D 1568	771.50/154.16	L>C	Mgt	
D 1567	770.00/154.06	L>C	Mgt	
D 644	765.94/153.00	L>C	Mgt	
D 644		C>L		
D 645		L>C, Clpx		
D 646		L>C, Clpx	Mgt	
D 647		? O	Mgt	
D 650		L>C, ? O, Kl-A	Mgt, Chl	
D 651		L>C, ? O	(Opx)	
D 652		L>C, ? O	Mgt, (Opx)	
D 654		L>C, ? O, Kl-A	Mgt, Ni-Cu-Fe-Sulfide	
D 655	765.94/152.80	C, O, Kl-A, Brucit, Hydro-	Mgt	
		magnesit, Cet		
D 1291	768.10/152.70	L>C, ? O, Kl-A (0,015 Kl)	Mgt	
TP 628	769.27/152.67	L>C, Clpx	Mgt	
D 1294	768.00/152.70	L>C, Kl-A	Mgt, Chl	Zn-Ni-Cu-Fe-Sulfide
D 1287	767.88/152.47	C, Kl-A, Clpx	Mgt	Iv, Ni-Cu-Fe-Sulfide
TP 636	769.68/152.45	L>C, Chl		
TP 659	769.59/152.43	L>C, T		
D 1215	767.48/152.40	L>C, T	Mgt, Cet	
TP 660	769.64/152.39	L>C		
D 1227	766.00/152.37	L>C, Clpx, O		
Z 3		L>C, T		
Z 3	761.05/152.20	Magnesit, T		
K 10	757.95/154.00	L>C, Chl		
D 1158	765.47/153.84	L>C		
D 1560		L>C, Greenalith, Iv, Mgt,		Zn-Ni-Cu-Fe-Sulfide
TP 370	769.20/153.79	Mgt, Iv, Greenalith		

schwarzer, massiger Serpentinit
schwarzer, massig. Serpentinit, z. T. breccios
verschieferter Diallag-Serpentinit
mit weissen Kluftcn
Dolomit mit Cr-Spinell und ? Antigorit, am Ser-
pentinkontakt
stark verschieferter Serpentinit
schwarzer, z. T. verschiefert. Serpentinit m. Diallag
schwarzer, massiger Diallag-Serpentinit
schwarz-grüner, massiger Diallag-Serpentinit
schwarz-grauer, massiger Serpentinit
schwarzer, verschiefert Serpentinit mit Diallag
schwarzer, massiger Diallag-Serpentinit
schwarzer, massiger Serpentinit mit Diallag
schwarzer, massiger Serpentinit
schwarz, massig. Serpentinit m. Chrysotiladern
schwarzer, massiger Serpentinit (Masch.-S.)
mit grünen Adern
schwarzer, massig. Diallag-Serpentinit (Masch.-S.)
schwarzer, massig. Diallag-Serpentinit (Masch.-S.)
schwarz-grüner, verschief. Serpentinit (Masch.-S.)
grün.-schwarzer, massig. Serpentinit (Masch.-S.)
grüner, z. T. verschiefert. Serpentinit (Masch.-S.)
schwarzer, massiger Serpentinit (Masch.-S.)
schwarz., massig. Serpentinit m. Erzimprägnation
weisse u. grüne Klüfte im schwarzen Serpentinit
Talkadern
„Bastit-Serpentinit“
schwarzer, massig. Diallag-Serpentinit (Masch.-S.)
stark verschieferter Diallag-Serpentinit
mit gelblich-bräunen Adern
z. T. verschiefert, schwarziger Serpentinit
schwarzer, massiger Diallag-Serpentinit
verruchelter, schwarziger Serpentinit mit Erz-
imprägnation

Probe Nr.	Koordinaten von N nach S	Hauptgemengeteile ($> 10\%$)	Nebengemengteile ($< 10\%$)		Gesteinsbezeichnung
			Nebengemengteile ($< 10\%$)		
Z 7466		T, Chl, Dol L \gg C	Mgt		weisslich-grüner Talkschiefer
Z 7597	Meter vom Nordportal;	T	Chl		schwarzer, verschiefelter Serpentinit
Z 7598	Druckstollen	T, Cct	Mgt (rel. Opt)		grüner Talkschiefer
Z 8070	Tinzen-	6 L-O, L $>$ C	Mgt, Akt		stark verschiefelter Serpentinit
Z 8087	Marmorera	L \gg C	Mgt, Pentlandit		schwarz-grüner, verschiefelter Serpentinit
Z 8478		C $>$ L	Mgt		schwarz-grüner, massig, Diallag-Serpentinit (Masch.-S.)
Z 9207		C, ? O, Brucit			grünliche, dichte Diopsid-Adern in schwarzem Serpentinit
TP 376	768.70/153.15	Diopsid			schwarzer, massiger Serpentinit (Masch.-S.)
D 1551	768.90/153.00				schwarzer, massiger Serpentinit (Masch.-S.)
TP 569	769.00/153.00		Mgt		verruschelter, schwarzer Serpentinit mit Erz-.
C 1935	771.36/153.00		Mgt		imprägnation
D 135	768.04/152.92		Ni-Cu-Fe-Sulfide		schwarzer, verschiefelter Serpentinit, z. T. völlig zeradert
D 133		Kl-A bis Greenalith L $>$ C, Akt (Adern)	Mgt		mit grünen „Edelserpentinadern“
D 133	768.05/152.82	Dolomit			und weisslich-grünen Karbonatklüften
D 132		Calcit und Aragonit L $>$ C, Ilv, Andr., Mgt, Kl-A	Ni-Cu-Fe-Sulfide		veruschelt, schwarz, Serpent. m. Erzimprägnation
D 1569	769.03/152.19	L $>$ C, Chl	Ilv, Ni-Cu-Fe-Sulfide		verruschelter Serpentinit mit Erzimprägnation
D 628	766.71/152.10	L $>$ C, T, Dol	Mgt		grüner Ophidolomit (Ophidolomitbreccie, Komponente)
D 1224	765.95/152.10	L $>$ C	Mgt		schwarzer, massig, Diallag-Serpentinit (Masch.-S.)
D 1524	767.60/152.07	Clpx L $>$ C, Kl-A (0,030 u. 0,040 Gr), Ilv, Andr., Mgt	Zn-Ni-Cu-Fe-Sulfide		verruschelter, schwarzer Serpentinit mit Erz-.
D 1218		L $>$ C	Mgt, Cct, Chl		imprägnation
D 1219		L $>$ C, Kl-A	Mgt, Cet		schwarzer, massig, Serpent. m. weissen Calcifitsetzen
D 1220	767.14/152.04	L $>$ C, Kl-A (0,030 Gr)	Mgt		schwarz, massig, Serpent. z.T. vererzt (Masch.-S.)
D 1221		L $>$ C	Mgt		schwarzer, massig, Serpent. m. Diallag (Masch.-S.)
D 406		L $>$ C, Kl-A (0,018), Greenalith, Ilv, Andr., Mgt, ? O	Zn-Ni-Cu-Fe-Sulfide		verruschelter, schwarzer Serpentinit mit Erz-.
D 1300		T, L, Cct	Mgt		imprägnation
D 1301		T, L $>$ C, Akt	Mgt		verschief. Serpentinit bis Talkschiefer (Kontakt)
D 1302		Cct, Hä, L $>$ C	Mgt (Cr), Akt		gebänderter Serpentinit mit Talklagen (Kontakt)
D 1303		L $>$ C, O, Hä	Mgt		rote Ophiocalcitlagen (Kontakt)
D 1304		T, C, Mgt	Chl, Akt		roter, gebänd. Serpentinit am Radiolaritkontakt
D 1305		T			Talkschiefer (Kontakt)
D 609	766.50/151.91	Dpd, C			Dioptid-Clinochrysoylit-Adern im Serpentinit
D 1269		L $>$ C	Mgt, Cet		schwarzer, massiger Serpentinit mit feinen Calcit-.
D 1270	768.39/151.88	Cct, Akt, Chl	L $>$ C		adern
D 1272		L $>$ C, T, Mgt (Cr)	Akt, Chl		rot-grüner Ophicalcit (Serpentinitkomponente)
D 1273		T, L $>$ C, Akt, Cet	Mgt, Chl, Dpd		rot-grüner Ophicalcit (Serpentinitkomponente)
					verschiefelter Serpentinit mit weissen Calcitklüften (Kontakt)

D 1266		A (0,020 N), Andr.	Mgt, Dpd
D 1267		T, L \gg C, Kl-A (0,020 N), Cet	Mgt (Cr), T, Akt
D 1268		Cet, L $>$ C, O	
D 1274		Clpx, C, Cct	
D 1275 A		Cet, L od. C, Kl-A (0,020 N)	
D 1275 B		Cet, Kl-A (0,025 N-Gr)	
D 1276		Cet, Akt, C $>$ L, Kl-A (0,020 N)	
D 1262		Cet, T, L od. C, Chl	
D 1263		Cet, L $>$ C, Kl-A (0,020 N), Mgt	
D 1264		Akt, L \gg C, Andr.	
D 1549		L $>$ C, Kl-A (0,018 N)	
D 1265		L \gg C, Kl-A (0,020 N)	
TP 547		Kl-A (0,023 Gr), L $>$ C	
TP 720		L $>$ C	
D 598		T, L \gg C	
D 1321		768.81/151.32	Cct, Mgt
TP 700		768.76/151.27	Mgt
D 581		L $>$ C, T	
D 582		Cet, L $>$ C, Kl-A (Schatten), Andr.	Mgt
D 539		L $>$ C, Andr.	Mgt, Cct, Kl-A
D 722		767.15/151.19	
D 740		766.12/151.19	
D 538		768.85/151.13	
D 401		767.64/151.09	
D 591		766.65/151.09	
D 732 A		767.67/150.68	
D 732 B		767.41/150.59	
D 1481		L $>$ C	
D 1005 B		L $>$ C	
D 51		769.93/150.58	
D 52		Kl-A (0,019 N)	
TP 649		763.25/150.37	
D 759		765.57/150.31	
D 25		C, O, ? L	
D 760		? L, C, Kl-A	
D 960		766.95/150.24	
D 967		767.06/150.20	
D 958		L $>$ C, Clpx	
K 19		L $>$ C	
D 370		770.65/150.06	
D 963		768.02/149.85	
C 17		768.26/149.82	
D 1423		L $>$ C, Kl-A	
			Kl-A, Chl
			Chl
			Hä
			Cet, Q, Dol, T, 2 M-Muskovit
			T
			Cet, T, Mgt (Cr), Kl-A
			Dol, Kl-A (0,020 N)
			L $>$ C, Mgt (Cr), Cct, Q
			L \gg C

völlig verschieferter und gaderter Serpentinit
grau-grüner gaderter Serpentinit (Kontakt)
grüner Ophicalcit (Serpentinitkomponente)
Serpentinit-Mylonit mit weissen Calcitadern
graue, gaderter massiger Serpentinit
weisslich-graue Klüfte
grau-grüne Ophicalcitbreccie (Komponente)
rot-grüner Ophicalcit (Serpentinitkomponente)
grüner Ophicalcit (Serpentinitkomponente)
grünlich-weisser, flaseriger Serpentinit (Kontakt)
monogenes Serpentinkonglomerat
schwarz-grüner, massiger Serpentinit
schwarzer Serpentinit mit Calcitadern
schwarzer, massiger Serpentinit (Masch.-S.)
schwarzer Serpentinit-Mylonit mit Talkadern und
Nestern
schwarzer, verschieferter Serpentinit
weisslich-schwarzer, verschieferter Serpentinit
(Masch.-S.)
stark gaderter Serpentinit
(Masch.-S.)
schwarzer, gaderter Serpentinit
(Masch.-S.)
schwarz. Diallag-Serpent. m. Layering (Masch.-S.)
schwarzer, massiger Diallag-Serpentinit (Kontakt)
schwarzer, massiger Serpentinit-Mylonit (Kontakt)
schwarzer, massiger Serpentinit
Dolomit mit feinen Antigoritklüften
schwarzer, massiger Serpentinit
(Masch.-S.)
gaderter, schwarzer Diallag-Serpent.
(Masch.-S.)
mit Edelserpentin-Adern
schwarzer, verschieferter Serpentinit
(Masch.-S.)
schwarz-grüner, massiger Serpentinit (Kontakt)
Serpentinit-Mylonit
Serpentinit-Mylonit
schwarzer, gebänderter Serpentinit
roter Ophicalcit (Komponente, relikt. Masch.-S.)
Serpentinitkomponenten einer tekt. Ophicalcit-
breccie
grüner Ophicalcit (Komponente)
grüne Ophicalcitbreccie (Komponente)
gelb-grüner Ophicalcit (Serpentinitkomponente)
gelb-grüner Ophicalcit
hellgrüner Talkschiefer
gelblicher Ophicalcit (Komponente)
Dolomit mit feinen Antigoritklüften
grüner Ophicalcit mit weissen Calcit-Quarz-Klüft.
schwarzer, massiger, z. T. verschieferter Serpentinit

Probe Nr.	Koordinaten von N nach S	Hauptgemengteile (> 10%)	Nebengemengteile (< 10%)		Gesteinsbezeichnung
			< 10%		
TP 727		L>C, Clpx, (Opx)=T, ? O Chl, Akt	Mgt, Akt L>C, Cet		schwarzer, massiger Diallag-Serpentinit
TP 726	}	L>C	Mgt, Pentlandit		verschieifter Serpentinit mit Calcitadern
D 1425		L>C, T	Dol		schwarzer, massiger Serpentinit (Masch.-S.)
D 1426					grüner Ophidolomit bis Serpentinit, breccios (kein Sediment) (Masch.-S.)
D 1562		L>C, T, Cet	Mgt		veruscheite Serpentinite, Ophicälcite und Talk-schiefer
D 1380		L>C, T, Cet	Mgt, Akt, Clpx Mgt		verschieifter Diallag-Serpentinit (Masch.-S.)
D 1382	}	L>C, T	Mgt, Andr., Clpx		schwarzer, verschiefter Serpentinit
D 1561		T, L>C, Dol, Cct Cct, L>C	Mgt, Dpd Mgt, Andr., Clpx		veruscheite Ophicälcite bis Talkschiefer
C 7		C>L			grüner Ophicälcit
D 165		Dol, Kl-A (0,019 N)			Dolomit mit feinen Antigorit-Klüften
D 176		L>C, Clpx, Chl relikt. Opx	Cet, Dol Cet, Dol		schwarzer, z. T. verschieft. Serpent. (Masch.-S.)
D 861		L>C, Clpx, Chl relikt. Opx	Mgt, Cet		schwarzer, massiger Serpentinit (Masch.-S.)
D 862		L>C	Mgt, (Opx)		Ophicälcitbreccie (Komponente Masch.-S.)
D 863		C>L			grüner Ophicälcit (Komponente)
D 865		T, C, ? A			schwarzer, massig. Diallag-Serpentinit (Masch.-S.)
D 839		L>C, Clpx	Mgt		schwarzer, massiger Serpentinit
D 820		L>C	Mgt		Ophicälcitbreccie (Komponente z. T. Masch.-S.)
D 12		? L, C, A (Schatten)	Cet, Mgt		schwarzer, z. T. verschiefter Serpentinit
D 11		Cpx, Dpd	Mgt		schwarzer, massig. Diallag-Serpentinit (Masch.-S.)
D 94		L>C, Clpx	Mgt		schwarzer, massiger Diallag-Serpentinitmylonit (relkt. Masch.-S.)
D 95		L>C, ? A	Cpx		schwarzer, massig. Diallag-Serpentinit (Masch.-S.)
D 841		L>C, Clpx	(Opx)	Mgt	schwarzer, massig. Diallag-Serpentinit (Masch.-S.)
D 17	S Mazzasplitz	L>C, Kl-A (Schatten)	Cet, Mgt Mgt, Cet, Akt, C		schwarzer, geaderter Serpentinit (Masch.-S.)
D 18		Dol, A (0,020 N)			Ophidolomit, z. T. grauer Ophicälcit
D 19		Cet, A (0,020 N)			grauer Ophicälcit
D 14		Cet, A (0,025 N-Gr)	Mgt (Cr), Stilpnometan		grüner Ophicälcit (Serpentinitkomponente)
D 15		Cet, A (0,020 N) T	Mgt (Cr)		grüner Ophicälcit (Serpentinitkomponente)
D 1383 A		A (0,021 N)	Akt, Ni-Cu-Fe-Sulfide		grünlich-schwarzer, massiger Serpentinit mit Erz-imprägnation
D 1384		L>C, Kl-A (0,021 N, Schatten)	Mgt		schwarzer, verschiefter Serpentinit
D 1372		L>C, O	Mgt		schwarzer, z. T. verschiefter Serpentinit
D 1456		L>C	Mgt		schwarzer, massiger Serpentinit
D 1385		L>C	Mgt		schwarzer, massiger Serpentinit
D 1354		L>C	Mgt, Akt, ? Dol		schwarzer, massiger Serpentinit
D 1488		L>C	Mgt		stark verschiefter, schwarzer Serpentinit
D 1427 A		T			Talkschiefer an Nephritlinse
C 4		L>C, Clpx			schwarzer, massiger Serpentinit
D 1334		A (0,020 N)	Mgt, ? C		schwarzer, massiger Serpentinit

D 1440	767.55/145.46	L>C	Mgt
D 1335	770.00/145.38	A (S 0,018 Kl-N), Brucit	Clpx, Mgt, Dol
TP 580	769.85/145.25	A (S 0,018 Kl-N), Brucit	Cct, Mgt
D 1251	767.62/145.16	L>C, Akt	
D 1326	769.66/145.14	Dpd, Chl, A	
TP 588	768.60/144.80	C, Chl	Mgt, Pontlandit
D 1233	768.45/144.72	Dpd, C, Chl	Mgt, ? Brucit
D 1533	768.52/144.71	A (0,025 Gr), Dpd	Brucit
D 1417 Z	768.46/144.68	A (0,019 N)	Mgt
D 1417 R	776.43/144.43	A (0,020 u. 0,024), C ? L>C, Kl-A (0,016 Kl)	Mgt, Cet, Dpd
D 1563			schwarz-grüner, massiger, gebänderter Serpentinit mit Diopsidklüften
D 1093	768.67/144.38	A (0,022 N), Akt	Ilv, +Ni-Cu-Fe-Sulfide
D 1087	768.96/144.27	A (S 0,018 N), C	grün, massiger Serpentinit mit Erzimprägnation
D 1088	776.20/144.24	A	Akt
D 1564	776.15/144.20	? L, C, A (0,023 Gr)	Ilv, +Ni-Cu-Fe-Sulfide
TP 820	767.12/144.00	A (0,020 N)	grün, massiger Serpentinit mit Chrysotiladern
D 1074	766.73/143.94	A, ? Greenalith	grau-grüner, massiger Serpentinit mit Erzimprägnation
D 1074 A		Akt, Dpd, A (0,019 u. 0,024)	Aden im Serpentinit
D 1473		? L	graugrüner, massiger Serpentinit, z. T. ehem.
D 1244	766.94/143.89	? L>C	grau, feingebländert. Serpentinit (rel. Masch.-S.)
D 1246	766.94/143.87	A (0,025 N-Gr), Cet	schwarz-grüner, massiger Serpentinit mit Chrysotil-
D 1075	767.07/143.85	Chl, T	adern
D 1472	766.78/143.83	? L od. A, T, Akt., Amphibol	grüner Ophicalcit (Chlorit-Lagen)
D 1565	775.78/143.83	L>C	schwarzer, massiger Serpentinit (z. T. ehem.
D 1566	775.78/143.75	L>C, Mgt, ? Kl-A (0,016 Kl, Schatten)	Pyroxenit)
TP Grev 1	774.32/143.75	A (S 0,017 N)	schwarzer, massiger Serpentinit mit grünen
TP Grev 2		A (0,020 N), C	Chrysotiladern
C 3	774.37/143.62	L>C	grau-schwarzer, geaderter, massiger Serpentinit
C 15	774.37/143.62	A (S 0,020 N)	Adern (Edelerpernit)
TP 818	773.07/143.60	? A (0,015 Kl) od. L	schwarzer, verschiefelter Serpentinit
D 914 A	768.12/143.38	A (0,021 N), Akt	grau, massiger Serpentinit
C 8	771.82/143.30	A (S 0,020 N)	grünlich-schwarzer, verschiefelter Serpentinit
TP 813	772.55/143.20	A, Chl	grauer, massiger Serpentinit
D 1353	767.65/143.06	A (S 0,020 N), Dol	grünlich-grauer, massiger Serpentinit
D 1520	766.90/142.75	A (0,016 u. 0,024) Cet	grau, massiger Serpentinit
D 1519		T, Akt, Chl	grünlicher Talksschiefer, z. T. Nephrit
T 128	Lunglin Pass	? L>C, ? Kl-A (Schatten), Clpx	schwarzer, z. T. feingebländert. massig. Serpentinit
TP 803	770.30/142.50	A (S 0,017 N)	grauer, massiger Serpentinit

Probe Nr.	Koordinaten von N nach S	Hauptgemengteile (> 10%)	Nebengemengteile (< 10%)		Gesteinsbezeichnung
			(< 10%)	(< 10%)	
TP 593	770.90/142.50	? L od. A (0,016 Kl), C A (S 0,018 N)	Chl, Mgt	Mgt	Serpentinit-Rand am Vesuvianfels
TP 595	770.96/142.48 771.50/142.46 769.66/142.40	A, Dpd, Chl A (0,017 Kl-N), C L>C A (S 0,017 N)	Mgt	Mgt	grau-schwarzer, gebänderter Serpentinit Diopsid-Antigorit-Fels (gebändert) gelb-grüner, massiger Serpentinit
D 1541		Piz Lunghin	rel. Clpx, Dpd	Mgt	schwarzer, gebänderter Serpentinit
C 1		C 6	schwarz, verschieferte Serpentinit	Mgt	hellgrüner, verschieferte Serpentinit
C 6		7869	schwarz-grüner, massiger Diallag-Serpentinit	Mgt	(Masch.-S.)
L 123	769.08/142.33 771.10/142.30	C, Kl-A (0,020 N), Clpx	Mgt, T	Mgt	(Masch.-S.)
L 128		Chl, C, Akt ? L>C, Kl-A Cet, A (0,019 N)	Mgt	Mgt (Cr)	grüner Ophicalcit (Serpentinitkomponente)
C 1935	770.94/142.29	L>C, Kl-A (0,020 N, Schatten)	Mgt	Mgt	schwarzer, gebänderter Serpentinit (rel. Masch.-S.)
D 704	768.60/142.18 769.26/141.75 770.04/141.96 767.80/140.92	A	Mgt	Mgt	gefalteter, grüner Ophicalcit (Serpentinitkomponente)
L 67		A (S 0,019 Kl-N)	Mgt	Mgt	schwarz, massiger Serpentinit
L 109		? L>C, Kl-A (0,025 N-Gr)	Mgt	Mgt	grau-grüner, massiger Serpentinit
L 108		Akt, T	Mgt	Mgt	grau-grüner, massiger Serpentinit
L 44 b 2		Mgt, Dol	Mgt	Mgt	schwarzer, massiger „Diallag“-Serpentinit
L 107	770.16/140.89	A	Mgt	Mgt	(rel. Masch.-S.)
Oberengadin (Südlich der Engadinerlinie)					
TP Surlej 1	782.25/146.87	L>C, T	Mgt	Mgt	grau-grüner, massiger Serpentinit
TP Surlej 2	780.77/146.23 781.38/144.00	A (0,020 N), Dol, T	Mgt	Mgt	mit Edelserpentinklüften
S 1915		L>C, Clpx	Cet	Cet	(Masch.-S.)
DD 154	780.67/143.99	A, T	Mgt, Cet	Mgt	schwarzer, massiger Serpentinit
DD 167	781.50/143.75	? L>C, Kl-A (0,023 Gr)	auf Klüften: Antigorit-Rosetten mit Dolomit		(rel. Masch.-S.)
TP 845	0,023 Gr)	Dolomit, Kl-A (0,020 N u.			
DD 164	781.48/143.38	? L>C, Kl-A (0,024 Gr)	Mgt (Cr), Cet	Mgt	grüner Ophicalcit (Serpentinitkomponente)
S 1915	779.42/143.36	A	reiner Antigorit-Serpentinit		
DD 8	780.65/142.98	Akt, T, Chl, C, Kl-A	Mgt	Mgt	„serpentinierte“ Partien innerhalb der porphyrischen Diabase
DD 132	781.29/142.79	A (0,023 Gr), T	Mgt	Mgt	schwarz-grüner, massiger Serpentinit
S 1915	782.25/146.84	A	(rel. Masch.-S.)		
Ohne genaue Lokalisierung					
M 1959	Piz Lunghin	Cet, Serentin?	Cet	Cet	grauer Ophicalcit
M 1959	Piz Lunghin	C, ? A			schwarz-grüner, massiger Serpentinit
M 1959	Piz Lunghin	Cet, A			hellgrüner, verschieferte Ophicalcit
M 1963	Piz Lunghin	L (z.T. in 6-LO) > C, Clpx, Dpd	Mgt	Mgt	(Masch.-S.)
M 1963	Piz Lunghin	6 L-O + Chrysotilasbest	Mgt	Mgt	hellgrüne Adern im Serpentinit
B 1890	Silser See (N Plauna da Lej)	? L>C, relikt. Clpx u. Opz	Mgt	Mgt	grünlich-schwarzer, massiger Serpentinit
S 1915	Alp Prasiura	A	(Masch.-S.)		Antigorit-Serpentinit

TAFEL I

Schweiz. Min. Petr. Mitt.
Band 51, Heft 2/3, 1971

V. DIETRICH und T.J. PETERS: Regionale Verteilung
der Mg-Phyllosilikate in den Serpentiniten des Oberhalbsteins

Gesteinsbildende Antigorite



Fig. 2. Reiner Antigorit-Serpentinit. L 108 b₂, Koord. 770.04/141.06 (südlich Septimerpass). Die Antigoritblättchen bilden ein feines Gitterwerk mit Winkel von ca. 60°. Grösse der Antigorite 0,005 bis 0,2 mm. Verg. 47× mit gekreuzten Nicols.

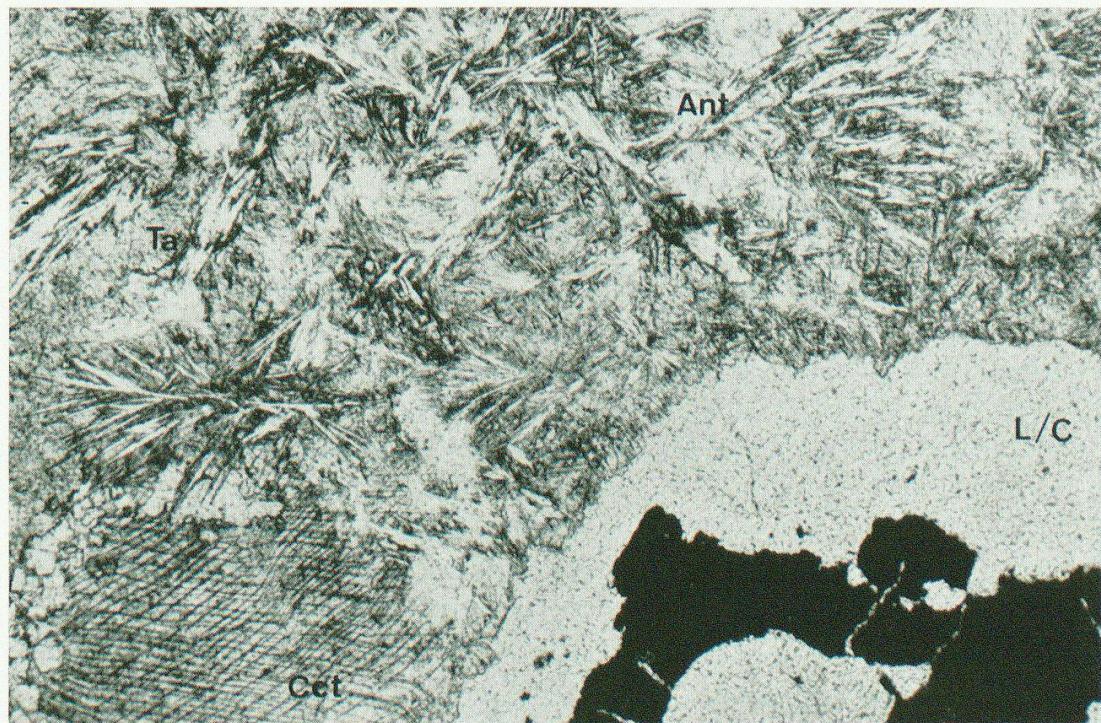


Fig. 3. Grüner Ophicalcit, der von Talk und Antigorit durchsetzt wird. D 1267, Koord. 768.27/151.82 (Westufer Marmorerassee). Rechts unten: Serpentinkomponente (Lizardit/Chrysotil mit Chromspinellrelukt). Vergr. 51× mit gekreuzten Nicols.

TAFEL II

Kluft-Antigorite



Fig. 4. Kluft-Antigorit. D 732, Koord. 769.03/150.58 (Westufer Marmorerassee). Ein massiger schwarzer, pyroxenführender Maschenserpentinit wird von Kluft-Antigoritadern (Breite 0,01 mm bis 1 cm) durchsetzt. Zwei senkrecht aufeinanderstehende Generationen Kluft-Antigorite ($\Delta d_{24.3.0-060} = 0,019 \text{ \AA}$) durchdringen ein faseriges Chrysotilgrundgewebe. Vergr. 48× mit gekreuzten Nicols.



Fig. 5. Kluft-Antigorit. K 20, Koord. 758.94/156.84 (Alp Schmorras). Stark tektonisierter schwarzer, pyroxenführender Maschenserpentinit, dessen Grundgewebe aus Lizardit/Chrysotil (im Bild nicht gut sichtbar) besteht. Es wird sowohl durch Klüfte und büschelige Ansammlungen von Kluft-Antigorit ($\Delta d_{24.3.0-060} = 0,023 \text{ \AA}$) als auch von Talk durchsetzt.

Links oben ist reliktisch Orthopyroxen erkennbar, der vollständig in Lizardit umgewandelt und in zweiter Generation durch Talk verdrängt ist. Vergr. 45× mit gekreuzten Nicols.

TAFEL III

Schweiz. Min. Petr. Mitt.
Band 51, Heft 2/3, 1971

V. DIETRICH und T.J. PETERS: Regionale Verteilung
der Mg-Phyllosilikate in den Serpentiniten des Oberhalbsteins

