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: 19.07.2025

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 + H_2O 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 ophidolomites, indicate that at lower activities of H_2O 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-SiO_2-H_2O. Leider existieren die interessanten und gut diagnostizierbaren Indexparagenesen erst oberhalb 350–400°C, d. h. jenseits der Gleichgewichtskurve „Serpentin + Brucit = 2 Forsterit + 3 H_2O" (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_{fluid}-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 *Pumpellyitauftretens* 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 geeigneteste 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 $d_{001} \sim 7{,}3$ Å. Ihre Identifizierung wurde röntgenographisch durch Bestimmung

von Kristallpulvern nach dem Guinier-Verfahren (de Wolff- und Jagodzinski-Kameras, ⌀ 114,6 mm, FeK_{α_1}-Strahlung und Si als innerer Standard), thermoanalytisch 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- (~13,5%) und MgO-Gehalte (~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 (~4,1%) aufweisen. Demgegenüber haben die Antigorite höhere SiO_2- (~42,1%) und FeO- (3,7%) Gehalte sowie tiefere MgO- (~38,4%) und H_2O-Gehalte (~12,1%).

Unsere Ergebnisse (PETERS, 1963 und DIETRICH, 1971) bestätigten teilweise diese Annahme. Die Mineralien Lizardit, Klino- 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 μ 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 μ bis ~0,5 mm) max. 1 mm

einzelne Blätter
Fächer (z. T. mottenflügelartige Verwachsungen)
Büschel
Gitter
konzentrische Aggregate

Gesteinsbildende Antigorite

(Dimensionen der Blättchen 1 μ bis ~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 Zwillingsbildungen 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 = grünlich-gelb mit allen Nuancen, $Y \approx Z$ = grünlich). Die Lichtbrechung kann je nach Fe-Gehalten schwanken. Sie ist jedoch deutlich höher als beim Chrysotil, die Doppelbrechung niedriger ($n_x = 1{,}558$–$1{,}568$, $n_y = 1{,}565$, $n_z = 1{,}562$–$1{,}574$ nach DEER, HOWIE und ZUSSMAN, 1962). Die Achsenebene liegt senkrecht auf (010), $2\,V = 30$–$60°$, X steht senkrecht auf (001), daher gerade Auslöschung ($X \wedge C \approx 0°$). 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 $c_0 = 7{,}28$ Å. Mit Hilfe von Einkristall Weissenberg- und Oszillations-Aufnahmen konnten WHITTAKER und ZUSSMAN (1956) die in Pulveraufnahmen gefundenen d-Werte indizieren. Acht h0l und h0-l-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 Å lang ist. Dies wird durch eine Überperiodenfolge von m- (= 17) Tetraedern pro Zelle bedingt ($a_0 \widehat{=} 17$ Tetraederkantenlängen).

Auf Grund elektronenoptischer Beugungsaufnahmen konnte KUNZE (1961) in den verschiedensten Antigoritaggregaten Überperioden A_{10} bis A_{20} (d. h. $m = 10$–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 $A_{17} = 43{,}3$ Å 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 Å. Die gesteinsbildenden Antigorite zeigen dagegen eine Häufung zwischen $\Delta d = 0{,}017$ und 0,020 Å. In einigen Proben treten bis zu drei verschiedene Reflexe an die Stelle des normalen 24.3.0-Reflexes auf.

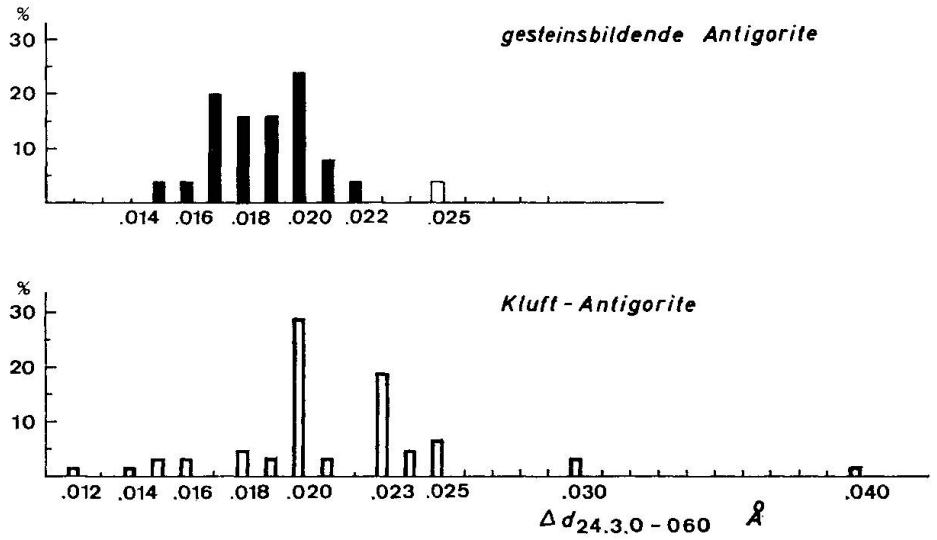


Fig. 1. Häufigkeit der verschiedenen Abstände Δ d [Å] zwischen den Antigoritreflexen „24.3.0" und 060 bei allen ausgewerteten Oberhalbsteiner und Oberengadiner Antigoritpulverdiagrammen. Gesteinsbildende und Kluft-Antigorite wurden makro- und mikroskopisch unterschieden. Die Indizierung 24.3.0 wird nur 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 Å 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-Serpentinite und Brucit-führende Antigorit-Serpentinite auf.
3. Kluft-Antigorite durchsetzen in Adern die Serpentinite 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 $MgO\text{-}SiO_2\cdot P_{H_2O} = P_{total}$ (TUTTLE und BOWEN (1949) und JOHANNES (1968)), so müssen wir zunächst eine untere Temperaturgrenze suchen.

JOHANNES (1968) gibt eine Reaktion „Serpentin + 2 Quarz $\rightleftarrows$ 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 $\rightleftarrows$ 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-Serpentinite vor. Aus dem System $CaO\text{-}MgO\text{-}H_2O\text{-}CO_2$ (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) MgO, (4–x) SiO_2, x Al_2O_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 $\rightleftarrows$ Forsterit + H_2O und Serpentin $\rightleftarrows$ 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 H_2O + $Ag_2C_2O_4$ (zur Erzeugung von CO_2) in Goldröhrchen 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 liessen vermuten, dass sich Antigorit gegenüber Chrysotil bei niedrigeren H_2O-Aktivitäten bilden könnte. Bei den Versuchen (Run 349–354) mit verschiedenen CO_2/H_2O-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 $\rightleftarrows$ Talk + Olivin + H_2O bei 2 Kb eine Temperatur von 480° ± 10° 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 H_2O beigegeben.

Run Nr.	Ausgangsprodukte	Eingew. Menge H_2O in Gew.-%	Temp. in °C	Druck in Kbar	Versuchszeit 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
		$CO_2/CO_2 + H_2O$ 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-SiO_2-H_2O 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 ± 0,4 cal/grad. mol.) und Chrysotil (53,2 ± 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 reliktisch 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 palägeographisch 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 hangenden 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 grössere 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 verschieden 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-SiO_2-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-SiO_2-H_2O. 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 $+ H_2O =$ 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, $CaAl_2Si_4O_{12} \cdot 2\,H_2O$. 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 $Mg_3Si_2O_5(OH)_4$. 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.

Manuskript eingegangen am 17. Oktober 1971.

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; Δ d = 24.3.0-060 in [Å]
Kl-A (Kl, N, Gr)	Kluftantigorit (Δ d: 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 6 L-O umgewandelt)
Clpx	Clinopyroxen (meist Diallag)
Dpd	Diopsid
Andr	Andradit
Cct	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 Ophicalciten)
Hä	Hämatit
Q	Quarz
Zn-Ni-Cu-Fe-Sulfide	Erzimprägnationen in verruschelten Serpentiniten

Tabelle 2. **Mineralparagenesen der Oberhalbsteiner Serpentinite, 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, Cct	völlig verschieferter Serpentinit mit weissen Talk- und Dolomitadern
Sch 2	765.30/169.30	L>C	T, Cct, Chl, Mgt	Serpentinitbreccie
Sch 2		Calcit		Zement
D 1554	760.20/169.00	L>C	Mgt, Cct	schwarzer, massiger Serpentinit
D 1554		Dolomit, Kl-A (0,020 N u. 0,023 Gr, 0,014 Kl)		mit Edelserpentin-Klüften
Sch 1	762.95/168.82	T, Dol, C	Chl, Mgt	verschieferter Serpentinit
Sch 1		Dolomit		weisse Klüfte im Serpentinit
D 1571	764.55/168.27	Magnesit		Talk-Magnesit-Schiefer
D 1571		L>C	Mgt, Cu-Fe-Sulfide	schwarzer, massig. Serpentinit m. Erzimprägnation
D 1555	765.85/166.75	T, L>C	Chl, Cct, Mgt	verschiefert. Serpentinit m. weissen Calcitadern
D 1558	762.70/165.85	L>C	Mgt, Cct	stark verschieferter Serpentinit
St 13	758.24/164.49	L>C, Kl-A (0,023 N-Gr)	Mgt	schwarzer, massiger 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)	Cct	schwarzer, massiger Serpentinit mit Calcitadern
D 1570	767.50/163.00	L>C	Mgt, Cct	verschieferter Serpentinit
D 1559	764.25/162.24	L>C	Mgt (Cr), Cct	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	Cct, Mgt	schwarz., massig. Diallag-Serpentinit (Masch.-S.)
St 14	760.58/160.38	Cct, Hä, L>C, T	Chl, Mgt (Cr)	roter Ophicalcit (Serpentinitkomponente)
St 16		L>C	Mgt	schwarz-grüner, massiger Serpentinit
C 16	772.86/159.72	Akt, L>C (? Kl-A)	Mgt	schwarzer, z. T. verschieferter Serpentinit
C 13	772.66/159.62	Cct, T, Chl, Hä	Mgt (Gr)	rot-grüner Ophicalcit (Serpentinitkomponente)
St 5	758.24/158.12	Chl, Cct	T, Mgt (Cr)	grüner, verschieferter Ophicalcit (Serpentinit-komponente
Z 2	766.02/158.09	L>C, Cct	T	verschieferter, schwarzer Serpentinit
Z 2		Calcit		weisse Klüfte im Serpentinit
St 1	757.80/157.66	T		Talkschiefer am Serpentinit
D 1523 A	770.30/157.33	C≫L, Chl, Akt, Clpx	Mgt	Serpentinitkonglomerat (Komponente Masch.-S.)
D 1523 B		Cct, Chl, Akt, C		Zement
D 1523 C		Cct, Akt		mit weissen Adern
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)		verschieferter Serpentinit
St 3		Dolomit		weisse Klüfte, Serpentinit
St 4		T, C, Kl-A (0,023 u. 0,020)	Chl	„Edelserpentinadern" Serpentinit } auf Klüften
St 4		Kl-A (0,023 u. 0,020), Akt	Chl	Asbest Serpentinit } auf Klüften

D 1257	767.20/156.11	L>C	Cct, Mgt	schwarzer, massiger Serpentinit
D 1258		L>C	Cct, Mgt	schwarzer, massig. Serpentinit, z. T. brecciös
Z 4	760.00/155.50	L>C, Kl-A (0,023 N-Gr)	Mgt, Chl, Cct, Dol	verschieferter Diallag-Serpentinit
Z 4		Dol, T	Cct	mit weissen Klüften
D 1023	765.57/155.43	Dol, Q ? Greenalith	Cr-Sp, A, Chl, Pyrit	Dolomit mit Cr-Spinell und ? Antigorit, am Serpentinkontakt
D 1192	766.77/155.40	L>C	Cct, Pyrit, Mgt	stark verschieferter Serpentinit
D 1182	765.85/155.30	L>C	Mgt, Clpx	schwarzer, z.T. verschiefert. Serpentinit m. Diallag
D 1190	766.52/155.28	L>C, Clpx	Mgt	schwarzer, massiger Diallag-Serpentinit
D 1552	ca. 754.8 /155.25	? L>C, ? Kl-A (Schatten), Clpx	Mgt	schwarz-grüner, massiger Diallag-Serpentinit
D 1184	767.98/155.17	L>C	Akt, Mgt	schwarz-grauer, massiger Serpentinit
D 1166	767.07/154.81	L≫C	Mgt, Clpx	schwarzer, verschieferter Serpentinit mit Diallag
D 1183	765.85/154.71	L>C, Kl-A, Clpx	Mgt	schwarzer, massiger Diallag-Serpentinit
D 1162	765.68/154.45	L>C	Mgt, Clpx	schwarzer, massiger Serpentinit mit Diallag
D 1568	771.50/154.16	L>C	Mgt	schwarzer, massiger Serpentinit
D 1567	770.00/154.06	L>C	Mgt	schwarz., massig. Serpentinit m. Chrysotiladern
D 644	765.94/153.00	L>C	Mgt	schwarzer, massiger Serpentinit (Masch.-S.)
D 644	↑	C>L		mit grünen Adern
D 645		L>C, Clpx	Mgt	schwarzer, massig. Diallag-Serpentinit (Masch.-S.)
D 646		L≫C, Clpx Chl, Andr, Dpd	Mgt	schwarzer, massig. Diallag-Serpentinit (Masch.-S.)
D 647		L>C, ? O		schwarz-grüner, verschief. Serpentinit (Masch.-S.)
D 650	Profil	L>C, ? O, Kl-A	Mgt, Chl	grünl.-schwarzer, massig. Serpentinit (Masch.-S.)
D 651		L>C, ? O	(Opx)	grüner, z.T. verschiefert. Serpentinit (Masch.-S.)
D 652		L>C, ? O	Mgt, (Opx)	schwarzer, massiger Serpentinit (Masch.-S.)
D 654		L≫C, ? O, Kl-A	Mgt, Ni-Cu-Fe-Sulfide	schwarz., massig. Serpentinit m. Erzimprägnation
D 655	↓ 765.94/152.80	C, O, Kl-A, Brucit, Hydromagnesit, Cct	Mgt	weisse u. grüne Klüfte im schwarzen Serpentinit
D 1291	768.10/152.70	L>C, ? O, Kl-A (0,015 Kl)	Mgt	schwarzer, massig. Diallag-Serpentinit (Masch.-S.)
TP 628	769.27/152.67	L≫C, Clpx	Mgt	schwarzer, massig. Diallag-Serpentinit (Masch.-S.)
D 1294	768.00/152.70	L>C, Kl-A Mgt, Chl	Zn-Ni-Cu-Fe-Sulfide	verruschelt., schwarz. Serpent. m. Erzimprägnation
D 1287	767.88/152.47	C, Kl-A, Clpx Mgt	Ilv, Ni-Cu-Fe-Sulfide	verruschelt., schwarz. Serpent. m. Erzimprägnation
TP 636	769.68/152.45	L≫C, Chl		schwarzer, massiger Serpentinit (Masch.-S.)
TP 659	769.59/152.43	L≫C, T	Mgt (Cr), Aktinolith	grüner, verschieferter Ophicalcit (Serpentinitkomponente)
D 1215	767.48/152.40	L>C, T	Mgt, Cct	verschieferter, schwarzer Serpentinit mit weissen Talkadern
TP 660	769.64/152.39	L>C	Akt	„Bastit-Serpentinit"
D 1227	766.00/152.37	L≫C, Clpx, O		schwarzer, massig. Diallag-Serpentinit (Masch.-S.)
Z 3	761.05/152.20	L>C, T		stark verschieferter Diallag-Serpentinit
Z 3		Magnesit, T	Cct, Dol	mit gelblich-braunen Adern
K 10	757.95/154.00	L≫C, Chl	Mgt	z. T. verschieferter, schwarzer Serpentinit
D 1158	765.47/153.84	L>C	Mgt	schwarzer, massiger Diallag-Serpentinit
D 1560	769.20/153.79	L>C, Greenalith, Ilv, Mgt, Zn-Ni-Cu-Fe-Sulfide		verruschelter, schwarzer Serpentinit mit Erzimprägnation
TP 370		Mgt, Ilv, Greenalith		

Probe Nr.	Koordinaten von N nach S	Hauptgemengteile (>10%)	Nebengemengteile (<10%)	Gesteinsbezeichnung
Z 7466		T, Chl, Dol		weisslich-grüner Talkschiefer
Z 7597	Meter vom	L≫C	Mgt	schwarzer, verschieferter Serpentinit
Z 7598	Nordportal;	T		grüner Talkschiefer
Z 8070	Druckstollen	T, Cct	Chl	grüner Talkschiefer
Z 8087	Tinzen-	6 L-O, L>C	Mgt (rel. Opx)	stark verschieferter Serpentinit
Z 8478	Marmorera	L≫C	Mgt, Akt	schwarz-grüner, mass. Diallag-Serpent. (Masch.-S.)
Z 9207		C>L	Mgt, Pentlandit	schwarz-grüner, verschieferter Serpentinit
TP 376	768.70/153.15	C, ? O, Brucit	Mgt	schwarzer, massig. Diallag-Serpentinit (Masch.-S.)
D 1551	768.90/153.00	Diopsid		grünliche, dichte Diopsid-Adern in schwarzem Serpentinit
TP 569	769.00/153.00	L≫C	Mgt	schwarzer, massiger Serpentinit (Masch.-S.)
C 1935	771.36/153.00	L>C	Mgt	schwarzer, massiger Serpentinit (Masch.-S.)
D 135	768.04/152.92	L>C, Ilv, Andr., Kl-A bis Greenalith	Ni-Cu-Fe-Sulfide	verruschelter, schwarzer Serpentinit mit Erzimprägnation
D 133		L>C, Akt (Adern)	Mgt	schwarzer, verschieferter Serpentinit, z. T. völlig zeradert
D 133	768.05/152.82	Dolomit		mit grünen „Edelserpentinadern"
D 133		Calcit und Aragonit		und weisslich-grünen Karbonatklüften
D 132		L>C, Ilv, Andr, Mgt, Kl-A	Ni-Cu-Fe-Sulfide	verruschelt., schwarz. Serpent. m. Erzimprägnation
D 1569	769.03/152.19	L>C, Chl Mgt	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 Clpx	Mgt	schwarzer, massig. Diallag-Serpentinit (Masch.-S.)
D 1524	767.60/152.07	L>C, Kl-A (0,030 u. 0,040 Gr), Ilv, Andr., Mgt	Zn-Ni-Cu-Fe-Sulfide	verruschelter, schwarzer Serpentinit mit Erzimprägnation
D 1218		L>C	Mgt, Cct, Chl	schwarzer, massig. Serpent. m. weissen Calcitfetzen
D 1219		L>C, Kl-A	Mgt, Cct	schwarzer, massiger Serpentinit
D 1220	767.14/152.04	L>C, Kl-A (0,030 Gr)	Mgt	schwarz., mass. 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 Erzimprägnation
D 1300		T, L, Cct	Mgt	verschief. Serpentinit bis Talkschiefer (Kontakt)
D 1301		T, L>C, Akt	Mgt	gebänderter Serpentinit mit Talklagen (Kontakt)
D 1302	768.42/151.92	Cct, Hä, L>C	Mgt (Cr), Akt	rote Ophicalcitlagen (Kontakt)
D 1303		L>C, O, Hä	Mgt	roter, gebänd. Serpentinit am Radiolaritkontakt
D 1304		T, C, Mgt	Chl, Akt	Talkschiefer (Kontakt)
D 1305		T		Talkschiefer (Kontakt)
D 609	766.50/151.91	Dpd, C		Diopsid-Clinochrysotil-Ader im Serpentinit
D 1269		L≫C	Mgt, Cct	schwarzer, massiger Serpentinit mit feinen Calcitadern
D 1270	768.39/151.88	Cct, Akt, Chl	L>C	rot-grüner Ophicalcit (Serpentinitkomponente)
D 1272		L≫C, T, Mgt (Cr)	Akt, Chl	rot-grüner Ophicalcit (Serpentinitkomponente)
D 1273		T, L>C, Akt, Cct	Mgt, Chl, Dpd	verschieferter Serpentinit mit weissen Calcitklüften (Kontakt)

D 1266		A (0,020 N), Andr.	Mgt, Dpd	völlig verschieferter und geaderter Serpentinit
D 1267	768.27/151.82	T, L≫C, Kl-A (0,020 N), Cct		grau-grüner geaderter Serpentinit (Kontakt)
D 1268		Cct, L>C, O	Mgt (Cr), T, Akt	grüner Ophicalcit (Serpentinitkomponente)
D 1274	768.40/151.82	Clpx, C, Cct		Serpentinit-Mylonit mit weissen Calcitadern
D 1275 A		Cct, L od. C, Kl-A (0,020 N)		grauer, geaderter massiger Serpentinit
D 1275 B	768.40/151.81	Cct, Kl-A (0,025 N-Gr)		weisslich-graue Klüfte
D 1276		Cct, Akt, C>L, Kl-A (0,020 N)		grau-grüne Ophicalcitbreccie (Komponente)
D 1262		Cct, T, L od. C, Chl	Mgt (Cr), Akt	rot-grüner Ophicalcit (Serpentinitkomponente)
D 1263	768.32/151.72	Cct, L>C, Kl-A (0,020 N), Mgt		grüner Ophicalcit (Serpentinitkomponente)
D 1264		Akt, L≫C, Andr.		grünlich-weisser, flaseriger Serpentinit (Kontakt)
D 1549	769.58/151.70	L>C, Kl-A (0,018 N)	Mgt	monogenes Serpentinkonglomerat
D 1265	768.25/151.69	L≫C, Kl-A (0,020 N)	Cct	schwarz-grüner, massiger Serpentinit
TP 547	770.90/151.635	Kl-A (0,023 Gr), L>C		schwarzer Serpentinit mit Calcitadern
TP 720	768.838/151.425	L>C	Mgt, Akt	schwarzer, massiger Serpentinit (Masch.-S.)
D 598	767.13/151.36	T, L≫C		schwarzer Serpentinit-Mylonit mit Talkadern und Nestern
D 1321	768.81/151.32	L>C, Kl-A (0,012 Kl), O	Cct, Mgt	schwarzer, verschieferter Serpentinit
TP 700	768.76/151.27	L>C, T	Mgt	weisslich-schwarzer, verschieferter Serpentinit
D 581	767.18/151.24	Cct, L>C, Kl-A (Schatten), Andr.	Mgt	stark geaderter Serpentinit (Masch.-S.)
D 582	767.15/151.19	L>C, Andr.	Mgt, Cct, Kl-A	schwarzer, geaderter Serpentinit (Masch.-S.)
D 539	766.12/151.19	L≫C, Clpx (Opx)	Mgt	schwarz. Diallag-Serpent. m. Layering (Masch.-S.)
D 722	768.85/151.13	L≫C, Clpx	Mgt, Akt	schwarzer, massiger Diallag-Serpentinit (Kontakt)
D 740	767.64/151.09	L≫C, Kl-A (0,015 Kl)	Mgt	schwarzer, massiger Serpentinit-Mylonit (Kontakt)
D 538	766.05/151.09	L≫C	Mgt	schwarzer, massiger Serpentinit
D 401	767.67/150.68	Dol	Q, A	Dolomit mit feinen Antigoritklüften
D 591	767.41/150.59	L>C	T	schwarzer, massiger Serpentinit (Masch.-S.)
D 732 A	769.03/150.58	L>C	Mgt, T	geaderter, schwarzer Diallag-Serpent. (Masch.-S.)
D 732 B		Kl-A (0,019 N)		mit Edelserpentin-Adern
D 1481	763.25/150.37	L>C	Mgt, T	schwarzer, verschieferter Serpentinit
D 1005 B	765.57/150.31	C, O, ? L	Mgt	schwarz-grüner, massiger Serpentinit (Kontakt)
D 51	766.95/150.24	? L, C, Kl-A	Chl, Akt, Mgt	Serpentinit-Mylonit (relikt. Masch.-S.)
D 52	767.06/150.20	L>C, Clpx	Mgt	Serpentinit-Mylonit
TP 649	770.65/150.06	L>C	Mgt	schwarzer, gebänderter Serpentinit
D 759	768.02/149.85	Cct, T	Chl, Hä	roter Ophicalcit (Komponente, relikt. Masch.-S.)
D 25	768.26/149.82	L>C, Kl-A	Cct, Mgt	Serpentinitkomponenten einer tekt. Ophicalcit-breccie
D 760	768.05/149.75	Cct, Mgt (Cr), T	Kl-A, Chl	grüner Ophicalcit (Komponente)
D 960	764.85/149.53	L≫C, Cct, T	Chl	grüne Ophicalcitbreccie (Komponente)
D 967	764.91/149.28	Cct, T, Mgt (Cr), Kl-A (0,020 N)	Hä	gelb-grüner Ophicalcit (Serpentinitkomponente)
D 958	764.82/149.25	Cct, Q, Dol, T, 2 M-Muskovit		gelb-grüner Ophicalcit am Kontakt
K 19	761.48/149.16	T		hellgrüner Talkschiefer
D 370	764.88/149.15	Cct, T, Mgt (Cr), Kl-A		gelblicher Ophicalcit (Komponente)
D 963	764.68/149.12	Dol, Kl-A (0,020 N)		Dolomit mit feinen Antigoritklüften
C 17	770.24/148.84	L>C, Mgt (Cr), Cct, Q	Akt	grüner Ophicalcit mit weissen Calcit-Quarz-Klüft.
D 1423	769.62/148.59	L≫C	Mgt, T	schwarzer, massiger, z. T. verschieferter Serpentinit

Probe Nr.	Koordinaten von N nach S	Hauptgemengteile (>10%)	Nebengemengteile (<10%)	Gesteinsbezeichnung
TP 727	771.96/148.52	L>C, Clpx, (Opx)=T, ? O	Mgt, Akt	schwarzer, massiger Diallag-Serpentinit
TP 726		Chl, Akt	L>C, Cct	verschieferter Serpentinit mit Calcitadern
D 1425	769.60/148.52	L>C	Mgt, Pentlandit	schwarzer, massiger Serpentinit (Masch.-S.)
D 1426	769.57/148.48	L>C, T	Dol	grüner Ophidolomit bis Serpentinit, brecciös (kein Sediment) (Masch.-S.)
D 1562	772.64/148.48	L>C, T, Cct	Mgt	verruschelte Serpentinite, Ophicalcite und Talkschiefer
D 1380	769.47/148.40	L≫C	Mgt, Akt, Clpx	verschieferter Diallag-Serpentinit (Masch.-S.)
D 1382		L≫C, T	Mgt	schwarzer, verschieferter Serpentinit
D 1561	772.56/148.31	T, L>C, Dol, Cct		verruschelte Ophicalcite bis Talkschiefer
C 7	771.38/148.14	Cct, L>C	Mgt, Dpd	grüner Ophicalcit
D 165	764.01/148.12	C>L	Mgt, Andr., Clpx	grüner, verschieferter Serpentinit
D 176	764.35/148.11	Dol, Kl-A (0,019 N)		Dolomit mit feinen Antigorit-Klüften
D 861	764.40/148.09	L>C, Clpx, Chl relikt. Opx	Cct, Dol	schwarzer, z.T. verschiefert. Serpent. (Masch.-S.)
D 862		L>C	Mgt	schwarzer, massiger Serpentinit (Masch.-S.)
D 863	764.73/148.07	C≫L	Mgt, Andr., (Opx)	Ophicalcitbreccie (Komponente Masch.-S.)
D 865	764.86/148.03	T, C, ? A	Mgt, Cct	grüner Ophicalcit (Komponente)
D 839	764.52/148.01	L>C, Clpx	Mgt	schwarzer, massig. Diallag-Serpentinit (Masch.-S.)
D 820	765.25/148.00	L≫C	Mgt	schwarzer, massiger Serpentinit
D 12	768.31/147.83	? L, C, A (Schatten) Clpx, Dpd	Cct, Mgt	Ophicalcitbreccie (Komponente z. T. Masch.-S.)
D 11	768.37/147.82	L≫C	Mgt	schwarzer, z. T. verschieferter Serpentinit
D 94	767.22/147.44	L≫C, Clpx	Mgt	schwarzer, massig. Diallag-Serpentinit (Masch.-S.)
D 95	767.26/147.43	L>C, ? A Clpx		schwarzer, massiger Diallag-Serpentinitmylonit (relikt. Masch.-S.)
D 841	Schutt, S Mazzaspitz	L>C, Clpx (Opx)	Mgt	schwarzer, massig. Diallag-Serpentinit (Masch.-S.)
D 17	767.58/147.36	L>C, Kl-A (Schatten)	Cct, Mgt	schwarzer, geaderter Serpentinit (Masch.-S.)
D 18	767.50/147.35	Dol, A (0,020 N)	Mgt, Cct, Akt, C	Ophidolomit, z. T. grauer Ophicalcit
D 19		Cct, A (0,020 N)		grauer Ophicalcit
D 14	767.56/147.30	Cct, A (0,025 N-Gr)	Mgt (Cr), Stilpnomelan	grüner Ophicalcit (Serpentinitkomponente)
D 15	767.58/147.30	Cct, A (0,020 N) T	Mgt (Cr)	grüner Ophicalcit (Serpentinitkomponente)
D 1383 A	769.90/146.70	A (0,021 N)	Akt, Ni-Cu-Fe-Sulfide	grünlich-schwarzer, massiger Serpentinit mit Erzimprägnation
D 1384	769.90/146.69	L>C, Kl-A (0,021 N, Schatten)	Mgt	schwarzer, verschieferter Serpentinit
D 1372	768.65/146.56	L>C, O	Mgt	schwarzer, z. T. verschieferter Serpentinit
D 1456	765.92/146.41	L≫C	Mgt	schwarzer, massiger Serpentinit
D 1385	769.76/146.25	L≫C	Mgt	schwarzer, massiger Serpentinit
D 1354	768.00/146.20	L≫C	Mgt, Akt, ? Dol	schwarzer, massiger Serpentinit
D 1488	766.63/146.14	L≫C	Mgt	stark verschieferter, schwarzer Serpentinit
D 1427 A	769.80/145.80	T		Talkschiefer an Nephritlinse
C 4	770.38/145.80	L>C, Clpx	Mgt	schwarzer, massiger Serpentinit
D 1334	769.12/145.70	A (0,020 N)	Mgt, ? C	schwarzer, massiger Serpentinit

D 1440	767.55/145.46	L≫C	Mgt	schwarzer, massig. Diallag-Serpentinit (Masch.-S.)
D 1335	770.00/145.38	A (S 0,018 Kl-N), Brucit	Clpx, Mgt, Dol	grauer, massiger Serpentinit
TP 580	769.85/145.25	A (S 0,018 Kl-N), Brucit		grauer, massiger Serpentinit (gangartig)
D 1251	767.62/145.16	L≫C, Akt	Cct, Mgt	grüner, Calcit reicher, massiger Serpentinit
D 1326	769.66/145.14	Dpd, Chl, A		Kontaktgestein am Serpentinit
TP 588	768.60/144.80	C, Chl	Mgt	schwarz-grüner, massiger Serpentinit
D 1233	768.45/144.72	Dpd, C, Chl	Mgt, Pentlandit	kompakte Masse im Serpentinit ehem. Pyroxenit
D 1533	768.52/144.71	A (0,025 Gr), Dpd	Mgt, ? Brucit	grauer, massiger Serpentinit
D 1417 Z	768.46/144.68	A (0,019 N)	Brucit	Serpentinitkonglomerat(Komp.: Mylonit-Peridotit)
D 1417 R		A (0,020 u. 0,024), C	Mgt	
D 1563	776.43/144.43	? L>C, Kl-A (0,016 Kl)	Mgt, Cct, Dpd	schwarz-grüner, massiger, gebänderter Serpentinit mit Diopsidklüften
D 1093	768.67/144.38	A (0,022 N), Akt Mgt	Ilv, +Ni-Cu-Fe-Sulfide	grüner, massiger Serpentinit mit Erzimprägnation
D 1087	768.96/144.27	A (S 0,018 N), C Mgt	Akt	grüner, massiger Serpentinit mit Chrysotiladern
D 1088		A	Ilv, +Ni-Cu-Fe-Sulfide	grüner, massiger Serpentinit mit Erzimprägnation
D 1564	776.20/144.24	? L, C, A (0,023 Gr)	Mgt, Cct	grau-grüner, massiger Serpentinit
TP 820	776.15/144.20	A (0,020 N)	Mgt	grau-grüner, massig. Serpent. mit Antigorit-Adern
D 1074	767.12/144.00	A, ? Greenalith Mgt	Ilv, +Ni-Cu-Fe-Sulfide	grau-grüner, massig. Serpent. m. Erzimprägnation
D 1074 A		Akt, Dpd, A (0,019 u. 0,024)		Adern im Serpentinit
D 1473	766.73/143.94	? L	Chl, relikt. Opx=T, Cct	grauer, feingebändert. Serpentinit (rel. Masch.-S.)
D 1244	766.94/143.89	? L>C	Mgt, 6 L-O, ? Brucit, T	schwarz-grüner, massiger Serpentinit mit Chrysotiladern
D 1246	766.94/143.87	A (0,025 N-Gr), Cct		grüner, massiger Serpentinit
D 1075	767.07/143.85	Chl, T		grüner Ophicalcit (Chlorit-Lagen)
D 1472	766.78/143.83	? L od. A, T, Akt., Amphibol	? Dpd, Chl	schwarzer, massiger Serpentinit (z. T. ehem. Pyroxenit)
D 1565	775.78/143.83	L>C	Mgt, Cct	schwarzer, massiger Serpentinit mit grünen Chrysotilklüften
D 1566	775.78/143.75	L>C, Mgt, ? Kl-A (0,016 Kl, Schatten)		grüner, stark verschieferter Serpentinit
TP Grev 1	774.32/143.75	A (S 0,017 N)	Mgt	grau-schwarzer, geaderter, massiger Serpentinit
TP Grev 2		A (0,020 N), C		Adern (Edelserpentin)
C 3	774.37/143.62	L>C	Mgt	schwarzer, verschieferter Serpentinit
C 15	774.37/143.62	A (S 0,020 N)		schwarzer, massiger Serpentinit
TP 818	773.07/143.60	? A (0,015 Kl) od. L	C	schwarzer, gebänderter Serpentinit mit grünen Chrysotiladern
D 914 A	768.12/143.38	A (0,021 N), Akt		grünlich-grauer, massiger Serpentinit
C 8	771.82/143.30	A (S 0,020 N)		grünlich-schwarzer, verschieferter Serpentinit
TP 813	772.55/143.20	A, Chl		grauer, massiger Serpentinit
D 1353	767.65/143.06	A (S 0,020 N), Dol	Mgt	grünlich-grauer, massiger Serpentinit
D 1520	766.90/142.75	A (0,016 u. 0,024) Cct	Mgt	grauer, massiger Serpentinit
D 1519		T, Akt, Chl		grünlicher Talkschiefer, z. T. Nephrit
T 128	Lunghin Pass	? L>C, ? Kl-A (Schatten), Clpx	Mgt	schwarzer, z.T. feingebändert. massig. Serpentinit
TP 803	770.30/142.50	A (S 0,017 N)	Mgt	grauer, massiger Serpentinit

Probe Nr.	Koordinaten von N nach S	Hauptgemengteile (>10%)	Nebengemengteile (<10%)	Gesteinsbezeichnung
TP 593	770.90/142.50	? L od. A (0,016 Kl), C	Chl, Mgt	Serpentinit-Rand am Vesuvianfels
TP 595		A (S 0,018 N)	Mgt	grau-schwarzer, gebänderter Serpentinit
D 1541	770.96/142.48	A, Dpd, Chl		Diopsid-Antigorit-Fels (gebändert)
C 1	771.50/142.46	A (0,017 Kl-N), C	Mgt	gelb-grüner, massiger Serpentinit
C 6	769.66/142.40	L>C rel. Clpx, Dpd	Mgt	schwarzer, gebänderter Serpentinit (Masch.-S.)
7869	Piz Lunghin	A (S 0,017 N)	Mgt	hellgrüner, verschieferter Serpentinit
L 123	769.08/142.33	C, Kl-A (0,020 N), Clpx	Mgt, T	schwarz-grüner, massiger Diallag-Serpentinit (Masch.-S.)
L 128		Chl, C, Akt		grüner Ophicalcit (Serpentinitkomponente)
C 1935	771.10/142.30	? L>C, Kl-A	Mgt	schwarzer, gebänderter Serpentinit (rel. Masch.-S.)
D 704	770.94/142.29	Cct, A (0,019 N)	Mgt (Cr)	gefalteter, grüner Ophicalcit (Serpentinitkomponente)
L 67	768.60/142.18	L>C, Kl-A (0,020 N, Schatten)	Mgt	schwarzer, massiger Serpentinit (Masch.-S.)
L 109	769.26/141.75	A		grau-grüner, massiger Serpentinit
L 108	770.04/141.06	A (S 0,019 Kl-N)	? Brucit	grau-grüner, massiger Serpentinit
L 44 b 2	767.80/140.92	? L>C, Kl-A (0,025 N-Gr), Akt, T	Mgt, Dol	schwarzer, massiger „Diallag"-Serpentinit (rel. Masch.-S.)
L 107	770.16/140.89	A		grau-grüner, massiger Serpentinit
		Oberengadin (Südlich der Engadinerlinie)		
TP Surlej 1	782.25/146.87	L>C, T	Mgt	schwarzer, massiger Serpentinit (Masch.-S.)
TP Surlej 2		A (0,020 N), Dol, T	Mgt	mit Edelserpentinklüften
S 1915	780.77/146.23	L>C, Clpx	Mgt	schwarzer, massiger Serpentinit (Masch.-S.)
DD 154	781.38/144.00	A, T	Cct	grau-grüner, massiger Serpentinit
DD 167	780.67/143.99	? L>C, Kl-A (0,023 Gr)	Mgt, Cct	schwarzer, massiger Serpentinit (rel. Masch.-S.)
TP 845	781.50/143.75	Dolomit, Kl-A (0,020 N u. 0,023 Gr)		auf Klüften: Antigorit-Rosetten mit Dolomit
DD 164	781.48/143.38	? L>C, Kl-A (0,024 Gr)	Mgt (Cr), Cct	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	„serpentinisierte" Partien innerhalb der porphyrischen Diabase
DD 132	781.29/142.79	A (0,023 Gr), T	Mgt	schwarz-grüner, massiger Serpentinit (rel. Masch.-S.)
S 1915	782.25/146.84	A		Antigorit-Serpentinit
		Ohne genaue Lokalisierung		
M 1959	Piz Lunghin	Cct, Serpentin?		grauer Ophicalcit
M 1959	Piz Lunghin	C, ? A	Cct	schwarz-grüner, massiger Serpentinit
M 1959	Piz Lunghin	Cct, A		hellgrüner, verschieferter Ophicalcit
M 1963	Piz Lunghin	L (z.T. in 6-LO) >C, Clpx, Dpd	Mgt	schwarz-grüner, massig. Serpentinit (Masch.-S.)
M 1963	Piz Lunghin	6 L-O +Chrysotilasbest		hellgrüne Adern im Serpentinit
B 1880	Silser See (N Plaun da Lej)	? L>C, relikt. Clpx u. Opx	Mgt	grünlich-schwarzer, massiger Serpentinit (Masch.-S.)
S 1915	Alp Prasüra	A		Antigorit-Serpentinit

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

Gesteinsbildende Antigorite

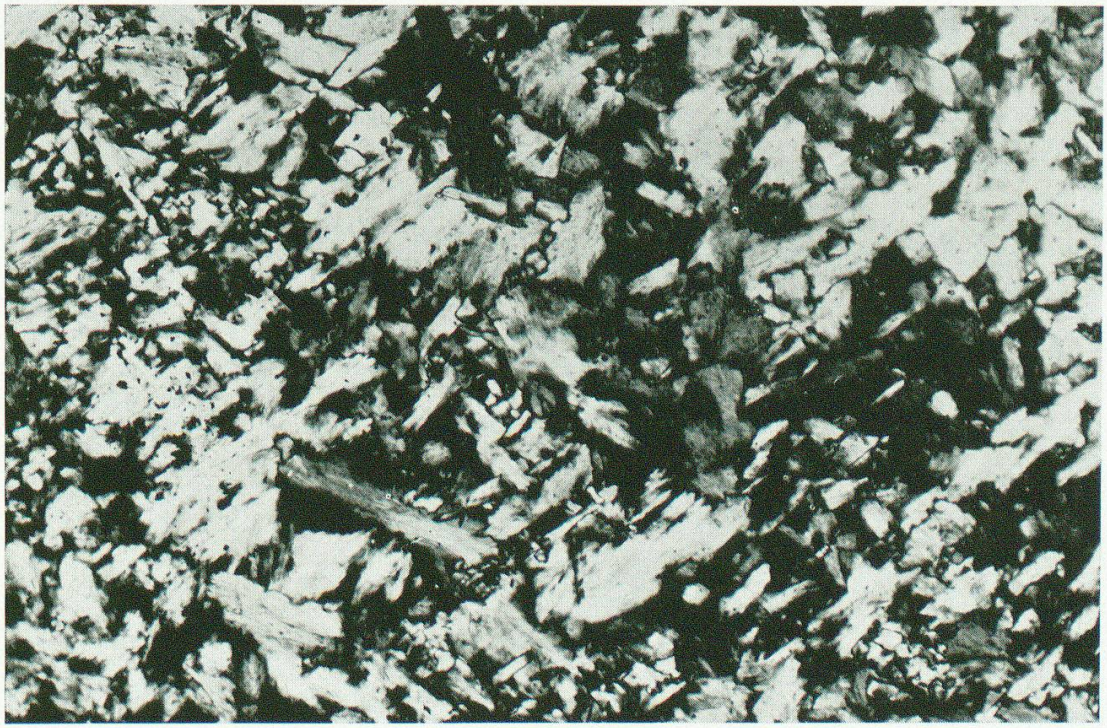


Fig. 2. Reiner Antigorit-Serpentinit. L 108 b_2, Koord. 770.04/141.06 (südlich Septimerpass). Die Antigoritblättchen bilden ein feines Gitterwerk mit Winkel von ca. 60°. Grösse der Antigorite 0,005 bis 0,2 mm. Verg. 47 × mit gekreuzten Nicols.

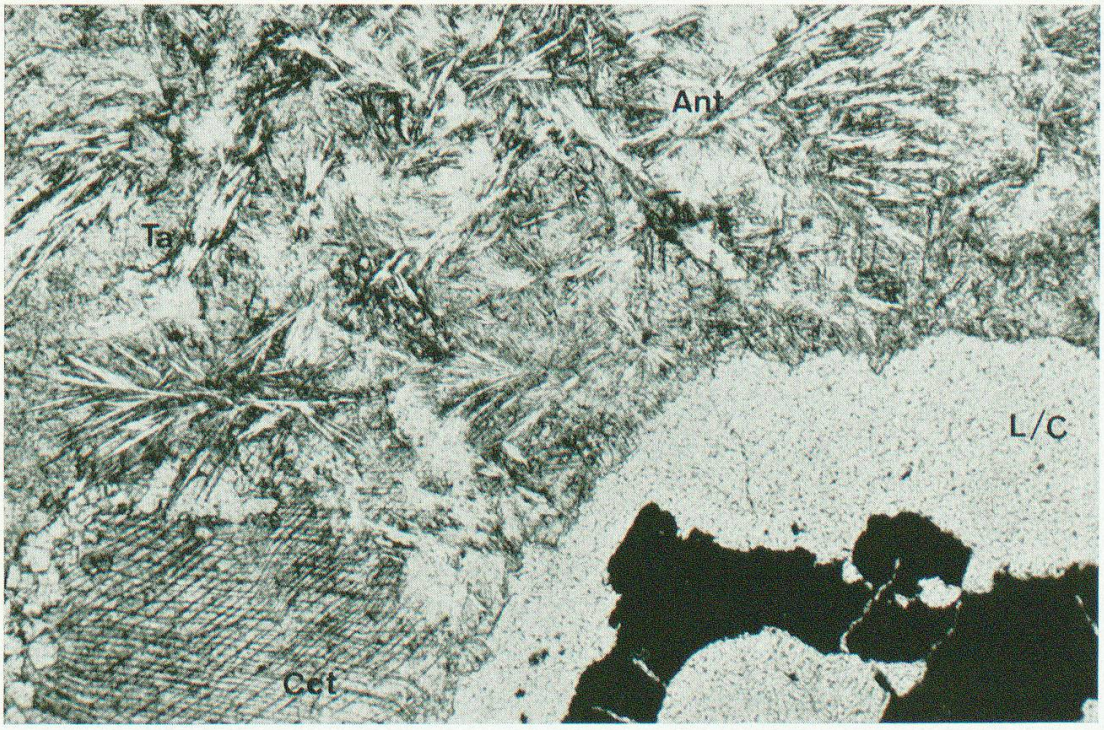


Fig. 3. Grüner Ophicalcit, der von Talk und Antigorit durchsetzt wird. D 1267, Koord. 768.27/151.82 (Westufer Marmorerasee). Rechts unten: Serpentinkomponente (Lizardit/Chrysotil mit Chromspinellrelikt). Vergr. 51 × mit gekreuzten Nicols.

TAFEL II

Kluft-Antigorite

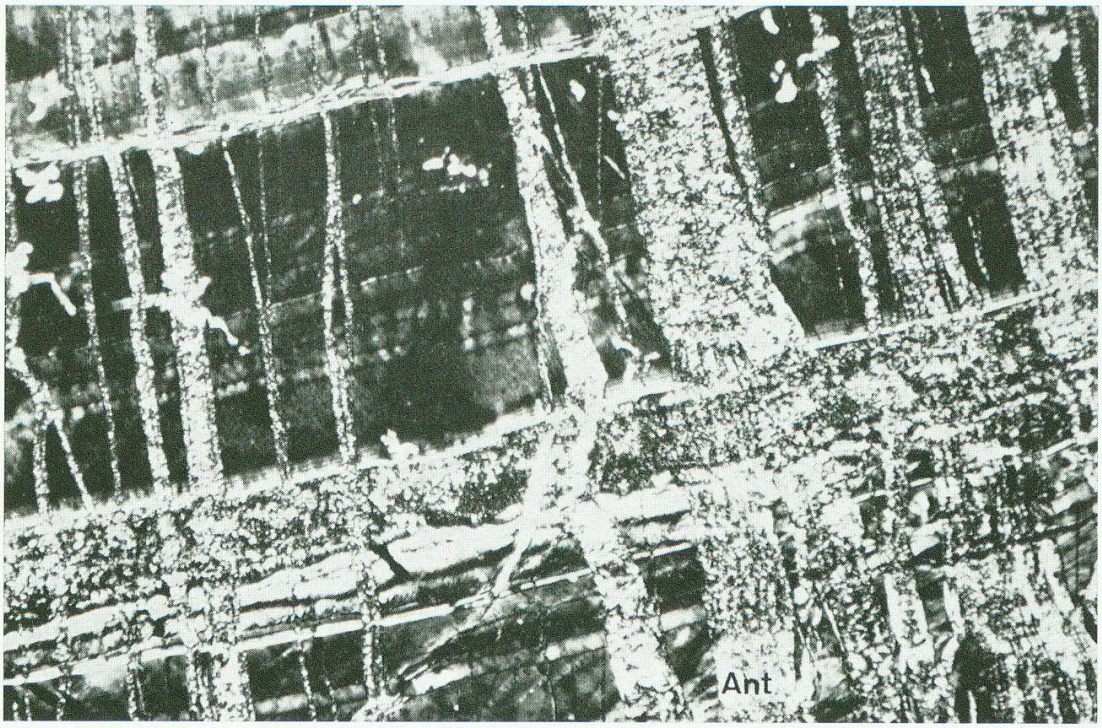
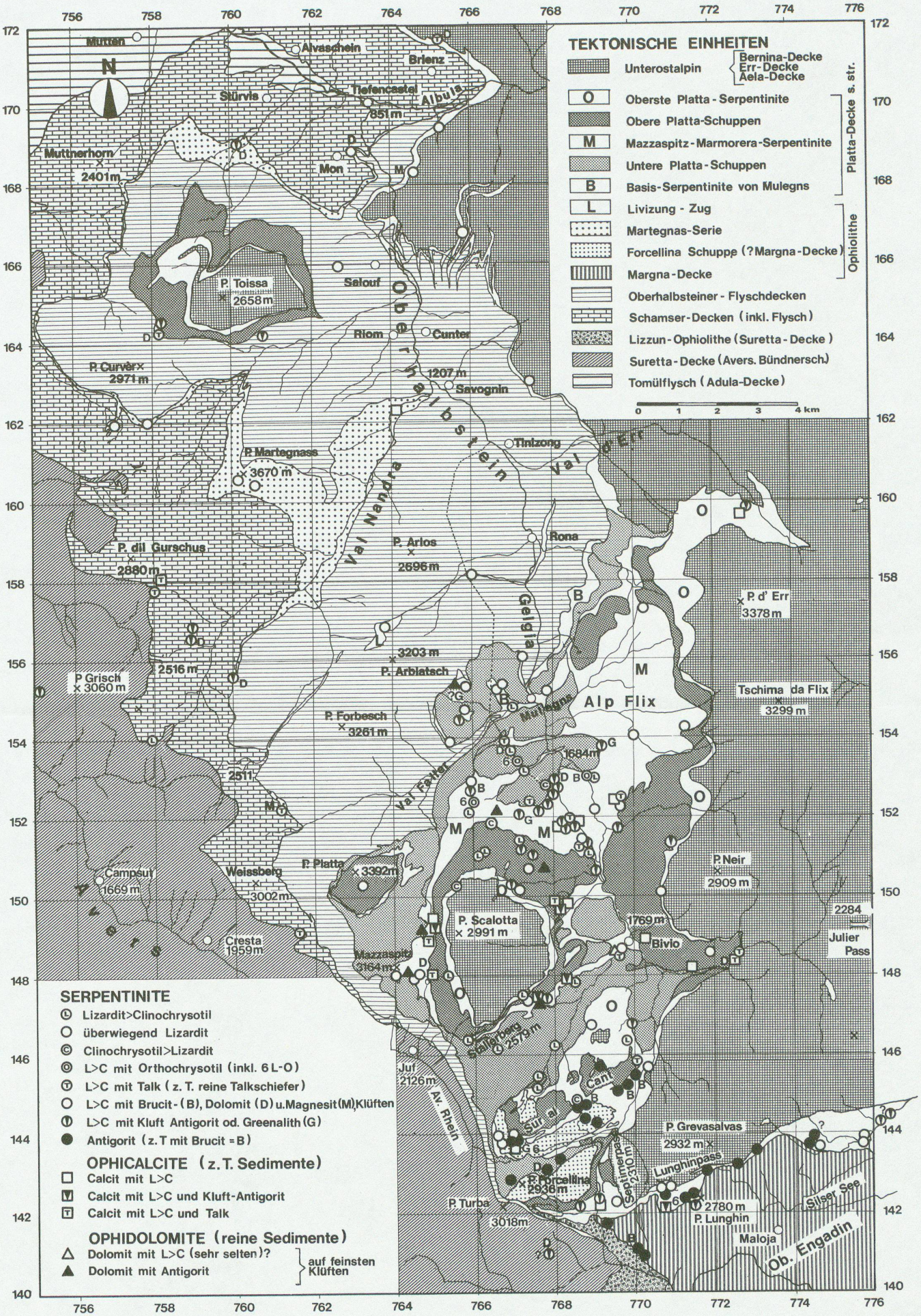


Fig. 4. Kluft-Antigorit. D 732, Koord. 769.03/150.58 (Westufer Marmorerasee). Ein massiger schwarzer, pyroxenführender Maschenserpentinit wird von Kluft-Antigoritadern (Breite 0,01 mm bis 1 cm) durchsetzt. Zwei senkrecht aufeinanderstehende Generationen Kluft-Antigorite ($\Delta\, d_{24.3.0-060} = 0{,}019$ Å) 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 ($\Delta\, d_{24.3.0-060} = 0{,}023$ Å) 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.

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

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