

# Zur Kenntnis des Titanklinohumites (Titanolivin)

Autor(en): **Quervain, F. de**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **18 (1938)**

Heft 2

PDF erstellt am: **11.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-17108>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

## Zur Kenntnis des Titanklinohumites (Titanolivin)

Von *F. de Quervain* (Zürich)

Um die Mitte des vorigen Jahrhunderts beschrieb DAMOUR (4) ein braunrotes Mineral von Pfunders als titanhaltigen Olivin und benannte es 1879 (5) nach weiterer Untersuchung an Material vom Findelengletscher bei Zermatt direkt als *Titanolivin*. Dieses Mineral ist in der Folge mehrfach beschrieben worden. BRUGNATELLI (1) erkannte aus optischen Messungen die monokline Symmetrie, ZAMBONINI (13) bestätigte diese aus kristallographischen Bestimmungen und stellte weitgehende Analogie mit Klinohumit fest. Auf Grund einer neuen Analyse bezeichnete er das Mineral (da fast fluorfrei) als Titanhydroklinohumit. MACHATSCHKI (8) deutete die vorhandenen Analysen (von DAMOUR, BRUGNATELLI und ZAMBONINI) nach neueren kristallchemischen Gesichtspunkten und postulierte ebenfalls die Zugehörigkeit zur Klinohumitgruppe; er benannte das Mineral *Titanklinohumit*. Neuere detaillierte optische Messungen führte CARPANESE (3) durch. Obwohl der Titanklinohumit in verschiedenen Gebieten der Alpen gar nicht selten ist, ja an einigen Punkten sehr verbreitet auftritt (an Bedeutung übertrifft er alle andern Glieder der Humitgruppe bei weitem), zudem durch seine Färbung und seine oft erhebliche Grösse sehr auffällt, ist das Mineral merkwürdigerweise auch in neuern Lehrbüchern zum Teil gar nicht oder nur sehr kurz erwähnt worden.

In den Alpen tritt das Mineral weit vorwiegend in Serpentin (wohl ausschliesslich den mesozoischen Ophiolithen angehörend) auf, ganz untergeordnet in Kalksilikatgesteinen (Calciphyren). Die verschiedenen Fundstellen, die sich hauptsächlich in den grossen Ophiolithregionen der penninischen Westalpen befinden, sind von CARPANESE in (3) zusammengestellt worden. In den letzten Jahren ist in den Steinbrüchen von Selva bei Poschiavo in den als Dekorationsgestein abgebauten olivinreichen Lherzolitserpentin sehr schönes Material zum Vorschein gekommen. Besonders gute Aufschlüsse über die paragenetischen Verhältnisse und über die Form des Auftretens bieten die oft viele Quadratmeter grossen, durch die

Seilsägen geschnittenen Flächen<sup>1)</sup>. Als weitere sehr reichliche Fundstelle wurde das hintere Saastal im Wallis erkannt (Moränen von Allalin- und Schwarzenberggletscher). Neugesammelte, dem von SCHÄFER (10) von dort beschriebenen braunroten Mineral der Humitgruppe entsprechende Proben, zeigten deutlich Ti-Reaktion und sind, wie die optischen Verhältnisse bestätigen, als Titanklinohumit anzusprechen. Das Material der beiden Fundstellen wurde hauptsächlich in Bezug auf die Paragenese untersucht. Die meisten bisherigen Arbeiten sind vorwiegend mineralogischen Inhaltes, sie geben wenig Aufschluss über Art und Weise des Auftretens im Gesteinsverband und die Bildung. Am Schluss wird eine neue Analyse nebst den optischen Daten mitgeteilt.

#### A. DIE VORKOMMEN VON SELVA

**A u f t r e t e n.** Der Titanklinohumit ist auf Selva an die sehr verbreiteten schlieren- bis linsenartigen Ader- oder Gangbildungen im Lherzolitserpentin<sup>2)</sup> gebunden. Von Auge erscheinen die Gesteine dieser Bildungen fast immer dicht und von grauer (graugrünlicher bis graubräunlicher) Farbe; mit Ausnahme des braunroten Titanklinohumit und den Erzmineralien sind nur ausnahmsweise Mineral Körner erkennbar, bisweilen bemerkt man Andeutungen von Spaltflächen von grossen Kristallen. Die Gänge sind heller als das normale Nebengestein; sie heben sich dadurch gut von diesem ab. Die Mächtigkeit der Gänge oder Linsen schwankt von wenigen mm bis zu einigen dm. Hauptsächlich charakteristisch ist die Unregelmässigkeit dieser Gebilde in Bezug auf Mächtigkeit, Richtung und Erstreckung. Knollenförmiges Anschwellen bis zu mehreren cm von nur mm mächtigen Gängen, plötzliches Auskeilen, Zertrümmerungen sind überall zu beobachten. Oft durchsetzen sie das Gestein netzwerkartig.

**M i n e r a l b e s t a n d:** Die Gangmasse weist mikroskopisch folgenden Mineralbestand auf:

Hauptgemengteile:

Olivin (50—90 %)	}	in allen Gängen.
Diopsid (10—30 %)		

Titanklinohumit (bis 50 %) nur in gewissen Gängen auf Kosten des Olivins.

<sup>1)</sup> Es sei hier der Direktion der Marmor- und Serpentinwerke A. G. Poschiavo, Herrn A. JOCHUM und Herrn Betriebsleiter STECHER für das stete Entgegenkommen bei den Felduntersuchungen bestens gedankt.

<sup>2)</sup> Geologisches darüber siehe besonders (11, 12), die Petrographie wurde in (9) kurz behandelt.

Nebengemengteile:

Magnetit, Apatit, Perowskit, Ni-Erze, Antigorit, Chlorite, Leukoxen.

Das Hauptmineral, der Olivin, ist in den mächtigeren und weniger beanspruchten Gängen sehr grobkörnig ausgebildet (Korndurchmesser bis zu mehreren cm), was der primären Bildung entspricht. Jetzt erscheint er zu erheblichem Teil in mittelgrobe bis sehr

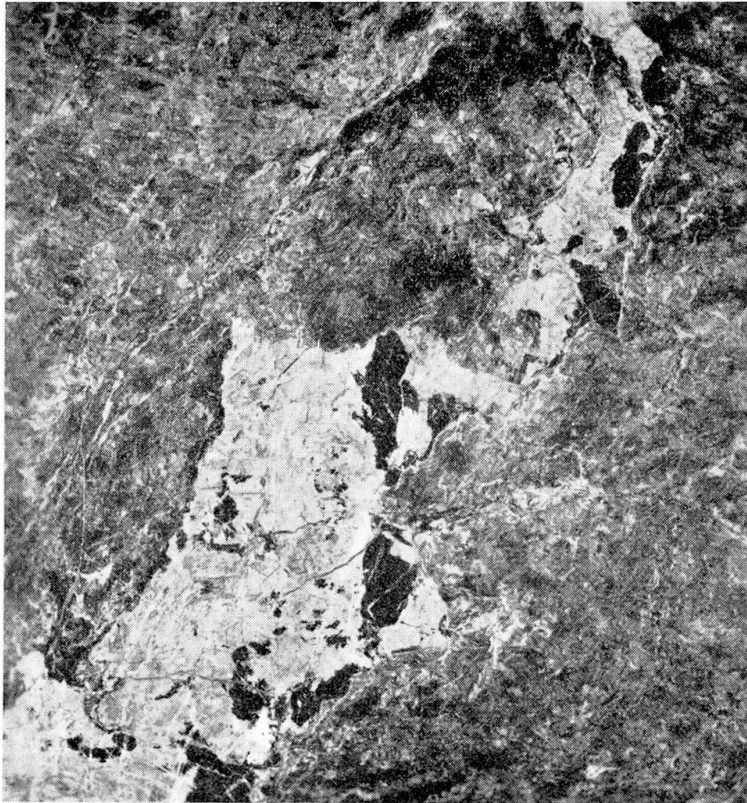


Fig. 1. Olivingang (hell) mit reichlich grossen Körnern (schwarz) von Titanklinohumit. Steinbruch Selva. Polierte Platte, ca.  $\frac{1}{5}$  der natürl. Grösse. Geaderte Serpentine mit braunrotem Titanklinohumit sind poliert von prachvoller dekorativer Wirkung.

feine Körneraggregate zerfallen (Mikrobreccienbildung). Im einzelnen vollzieht sich der Zerfall der groben Individuen zu den kleinen isometrischen Körnern ähnlich wie beim Quarz in alpinen Graniten (undulöse Auslöschung, Felderteilung mit anfangs nur geringen Unterschieden in der optischen Orientierung). Die grossen Olivine unterscheiden sich makroskopisch in der Färbung (grau statt grün) und in der schlechtern Polierfähigkeit von den normalen Gesteinsolivinen erheblich; man hält sie ohne nähere Prüfung für andere

Mineralien. Mikroskopisch erscheinen sie durch feinste Einschlüsse von Magnetit und Antigorit meist erheblich getrübt (worauf z. T. die obengenannten Eigenschaften beruhen), dazu ist öfters eine Spaltbarkeit zu bemerken. Die Olivine der Breccien sind dagegen ganz wie die Gesteinsolivine beschaffen, ohne Spaltbarkeit und ohne auffallende Einschlüsse. Die Gangolivine sind optisch  $\pm$  mit  $2V$  nahe  $90^\circ$ . Sie sind von den Olivinen des Nebengesteins kaum optisch zu unterscheiden. Der Diopsid ist immer von kleinen Dimensionen (vorwiegend unter 1 mm), schilfig, stengelig bis fast faserig ausgebildet (grammatitartig). Er tritt in Nestern oder auf Rissen in den grossen Olivinen und Titanklinohumiten auf (Fig. 1, Tafel), oft umrandet er diese Mineralien fast keliphytartig oder bildet Einschlüsse in deren Randzonen.

Der Titanklinohumit ist in Spuren bis kleinen Mengen auf fast jedem Gange zu finden; in einzelnen (meist gruppenweise auftretend) häuft er sich sehr stark an, unabhängig von der Gangmächtigkeit. Gerade auf sehr feinen Adern, die sich im Gestein verlieren, kann er zum wichtigsten Gemengteil werden. Oft scheint das Mineral auch ein normaler Bestandteil des Serpentin zu sein, doch lässt sich meist ein Zusammenhang mit der Aderbildung feststellen. Die mächtigeren Gänge, die den grobkörnigen Olivin führen, enthalten den Titanklinohumit meist in grossen isolierten Kristallen ohne Eigenform, mit maximalen Dimensionen bis über 10 cm (Fig. 1). Der Titanklinohumit tritt meist am Rande der Gänge auf. Er zeigt wie der Olivin den Kornzerfall, die sekundären Körner zeigen neben der isometrischen oft eine stengelige Gestalt. Die im Dünnschliff bestimmten optischen Daten des Minerals sind: Opt. positiv, Achsenwinkel für rotes Licht (c-Linie)  $56^\circ$ . Starke Achsendispersion mit  $\rho \gg v$ , ebenso starke Dispersion senkrecht  $n_\gamma$ . Intensiver Pleochroismus: //  $n_\alpha$  immer viel intensivere Farbtöne als //  $n_\gamma$  und  $n_\beta$ ; an Intensität mit der Schliffdicke stark wechselnd, ebenso im Ton etwas verschieden, meist //  $n_\alpha$  orange bis braungelb, //  $n_\gamma$  und  $n_\beta$  hellbräunlichgelb. Zwillinge, auch polysynthetische, sind verbreitet (von BRUGNATELLI und CARPANESE eingehend beschrieben). Eigenartig sind auch in Selva die Beziehungen zum Olivin. Die grosse Mehrzahl der Titanklinohumite tritt in wohl abgegrenzten Körnern auf. Oft beobachtet man aber im Innern von grossen Olivinkörnern braune Flecken mit allen Eigenschaften des Titanklinohumites mit gleicher Orientierung des Hauptbrechungsindices (Fig. 3). Besonders merkwürdig sind Übergangsbildungen vom Olivin zum Titanklinohumit. Es handelt sich um Olivine, die im Zentrum eine ganz schwache Fär-

zung aufweisen mit deutlichem Pleochroismus gelblich-farblos. Der Titanklinohumit ist sehr reich an Einschlüssen.

Der Magnetit findet sich spärlich bis reichlich (stets nur wenige %) in kleinern oder grössern Einschlüssen in den oben erwähnten Gemengteilen, besonders typisch sind Schnüre von Magnetit im Titanklinohumit. Als charakteristischen Einschluss im Titanklinohumit bemerkt man rundliche, quadratische oder dreieckige Körner von Perowskit, kenntlich an hoher Lichtbrechung, sehr tiefer Doppelbrechung, bräunlicher Farbe und stellenweise an polysynthetischer Zwillingsbildung.

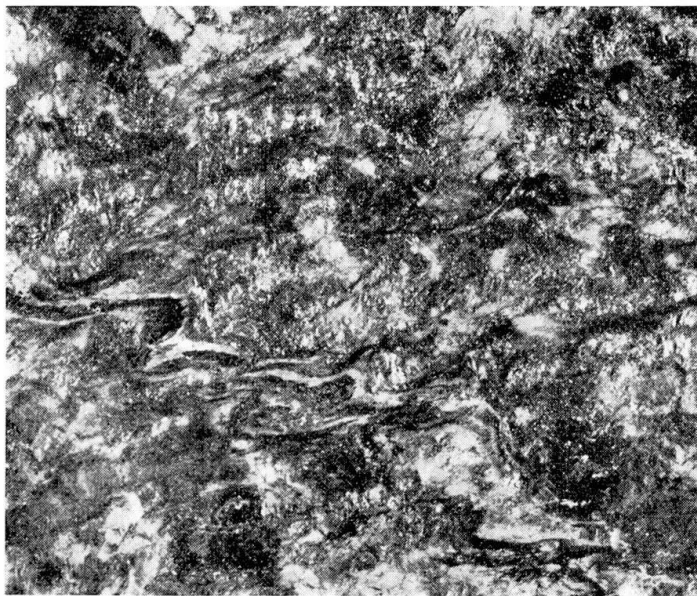


Fig. 2. Stark gefältelte Titanklinohumit-Olivinader von nur wenigen mm Mächtigkeit. Dunkle Partien in der Zentralzone: fast reine Mikrobreccien von Titanklinohumit. Weisse Flecken im Nebengestein: Olivin. Natürl. Grösse. Steinbruch Selva.

Stellenweise findet sich reichlich Apatit in groben isometrischen Körnern mit ähnlichen Zertrümmerungserscheinungen wie beim Olivin. Ganz spärlich führt die Gangmasse auch Ni-Erze. Antigoritblätter durchsetzen meist sehr spärlich (wenige %) die Olivine und seltener die Titanklinohumite. Grössere Flächen von sonst seltenem dichtem Serpentin voller Leukoxenflächen sind als umgewandelte Titanklinohumite zu deuten. Vielfach werden die Olivine oder Titanklinohumite von dicken Blättern oder gar Säulen eines grünen, im Dünnschliff farblosen, fast ganz isotropen Chlorits durchsetzt.

**Struktur und Textur:** Die Gangbildungen sind von teils xenomorphkörniger (primäre Partien), teils von typisch klastischer (meist porphyroklastischer) Struktur, mit nur geringer Ummineralisierung im Gegensatz zum Nebengestein, das gemischt klastisch-lepidoblastisch struiert ist. Die Textur ist bei den mächtigeren Gängen nahezu massig, in den Trümmerzonen ist eine Schieferung angedeutet, ausgesprochen kann sie nur bei Partien werden, die vorwiegend stengeligen Diopsid oder reichlicher Antigorit führen. Die geringmächtigen Adern sind ebenso intensiv gefältelt wie das Nebengestein, wobei auch die Olivin-Titanklinohumittrümmermassen die stärksten Falten mitmachen. Die mächtigeren Gänge setzen dagegen mit nur randlichen Verfallungserscheinungen durch die am stärksten verfalteten und verschieferten Nebengesteinspartien hindurch.

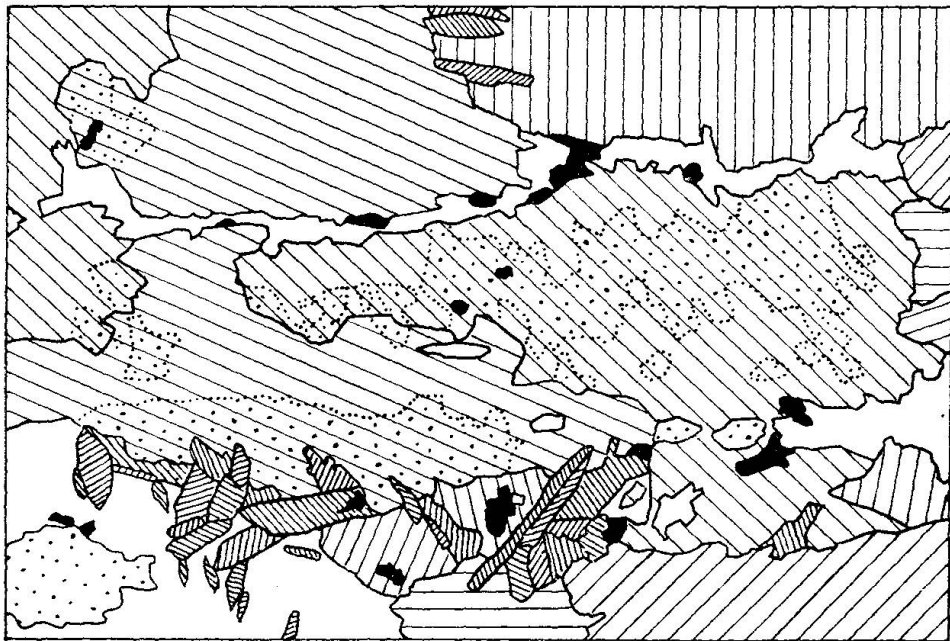


Fig. 3. Beziehungen des Titanklinohumits zum Olivin. Weit schraffiert: Olivinkörner z. T. im Innern gleichorientierte Flecken von Titanklinohumit (punktiert) führend. Eng schraffiert: Diopsid, weiss: grössere Antigoritmassen, schwarz: Magnetit. Dünnschliffzeichnung. Vergr. ca. 30 $\times$ .

**Chemische Untersuchungen:** Es wurde eine normale, titanklinohumitfreie Gangpartie chemisch untersucht und zum Vergleich dazu eine sehr stark gefältelte, relativ diallagarme Serpentinvarietät. Wie die Analysenwerte und die Norm zeigen, sind die chemischen Differenzen zwischen Gang und Nebengestein, wie nach dem Mineralbestand zu erwarten, gering. Der helle Gang ist etwas ba-

sischer als der dunkle Serpentin. Auffallend ist, dass die Analyse des Ganges keinen normativen Diopsid zu berechnen gestattet, während dieses Mineral im Schlicke festgestellt wurde. Es wird vermutet, dass die grossen primären Olivine mit ihrer gegenüber den normalen Gesteinsolivinen etwas abweichenden äussern Beschaffenheit (Färbung, Spaltbarkeit) etwas H<sub>2</sub>O führen, ohne dass dies optisch und röntgenographisch<sup>3)</sup> feststellbar wäre.

	A	B		A	B		
SiO <sub>2</sub>	39,43	41,15	si	50	61,5	} Molekularwerte	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,24	1,64	al	0,2	1,4		
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,07	2,92	fm	96,3	96,2		
FeO	8,14	4,37	c	3,3	2,0		
MnO	0,18	0,06	alk	0,2	0,4		
MgO	44,52	38,90	k	0,2	0,2		
CaO	2,42	1,26	mg	0,88	0,91		
Na <sub>2</sub> O	0,13	0,20	ti	0,15			
K <sub>2</sub> O	0,05	0,06	h	8,6	47		
H <sub>2</sub> O +	2,04	9,43	Or	—	0,3		} Molekularnorm
H <sub>2</sub> O -	0,04	0,05	Ab	—	1,9		
TiO <sub>2</sub>	0,16	Spur	An	—	3,7		
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,04	Spur	Kp	0,2	—		
S		0,08	Ne	0,7	—		
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,00	0,12	Wo	3,7	1,1		
Ni		0,20	En	—	25,6		
	100,45	100,44	Cs	1,1	—		
			Fo	84,0	60,8		
			Fa	7,3	3,6		
			Mt	2,9	3,0		
			Ru	0,1	—		

Anal.: F. DE QUERVAIN.

A Olivin-Diopsidgang im Lherzolitserpentin, ohne Titanklinohumit, Selva.

B Stark geschieferter und gefältelter, diallagarmer Serpentin, Selva.

Bemerkenswert ist der Umstand, dass der Serpentin frei an Titan ist, dieses Element in der Gangmasse sich dagegen bereits bemerkbar macht.

## B. Die VORKOMMEN DES SAATALES

Die südliche Seitenmoräne des Allalingletschers, die fast ausschliesslich aus Serpentin besteht, enthält makroskopisch ein Mineral in grosser Menge, das dem Titanklinohumit von Selva weitgehend entspricht. Das gleiche kann aus den Beschreibungen von SCHÄFER (10) von der Moräne des Schwarzenberggletschers geschlossen werden. Das Moränenmaterial beider Gletscher entstammt den grossen Ser-

<sup>3)</sup> Für die Durchführung einiger Pulveraufnahmen möchte ich Herrn Dr. BRANDENBERGER bestens danken.



pentinmassen in der Gipfelregion des Rimpfischhorns und Strahlhorns, somit demselben Serpentinorkommen, das die als Fundstellen von Titanklinohumit bekannten Moränen des Findelengletschers beliefert. Anstehend ist das Mineral in den Serpentinien noch nicht festgestellt worden, was auch nicht verwundert in Anbetracht der starken Vergletscherung und grossen Höhenlage der Region.

Das Studium der Moränenblöcke, die oft von grossen Dimensionen sind, gestattet auch die Beziehungen zum Nebengestein gut zu überblicken. Bei diesem handelt es sich um einen schieferigen Antigoritserpentin, der nur ganz untergeordnet Relikte von Olivin und Diallag führt. Der Antigorit ist wesentlich feinblättriger als in Selva. Intensive Fältelungen wurden nicht beobachtet. Der Titanklinohumit ist einerseits an Adern gebunden, andererseits findet man ihn auch isoliert oder in Lagen angereichert im Serpentin.

Die sehr verbreitete Aderbildung erinnert durchaus an die Verhältnisse von Selva. Diese Bildungen haben folgenden Mineralbestand:

Hauptgemengteile: Olivin, Diopsid, Titanklinohumit, Kalkspat.  
Nebengemengteile: Magnetit, Antigorit, Leukoxen.

Der Olivin ist in den mächtigeren Adern oder Linsen sehr grobkörnig ausgebildet (Korndurchmesser bis zu mehreren cm), er ist makroskopisch von gelblichgrauer Farbe, oft matt und zeigt bisweilen Spaltbarkeit. Im Mikroskop sind die sehr zahlreichen, oft reihenförmig angeordneten Einschlüsse auffallend, die zum Teil als Magnetit bestimmbar sind, zum Teil wegen Kleinheit nicht zu identifizieren sind. Der Olivin ist zum Teil optisch positiv mit Achsenwinkel nahe  $90^\circ$ , zum Teil ist er optisch neutral. Er zeigt ähnliche, aber weniger intensive Zertrümmerungserscheinungen wie bei Selva. Der Diopsid tritt in langen Stengeln (bis zu mehreren cm) auf ohne Endbegrenzung, oft umrandet er die Olivinmineralien. Der Titanklinohumit findet sich in Körnern, bisweilen mit Spaltbarkeit, bis zu mehreren cm im Durchmesser. Die optischen Daten sind: positiv, mittlerer Achsenwinkel, starke Achsendispersion mit  $\varrho > v$ , charakteristischer Pleochroismus mit grösster Intensität //  $n_a$ . Er zeigt die Verwachsung mit Olivin; auch findet man im Olivin die diffusen, schwach pleochroitischen Flecken. Neu gegenüber Selva tritt in den meisten Gängen und Adern Kalkspat auf, in der Regel als zentrale Linse. Er ist sehr grobkörnig. Vereinzelt beobachtet man zwischen den Kalkspatkörnern und Olivin eine Zone mit Diopsid.

In der zweiten Art des Auftretens, die auch sehr verbreitet ist, kann der Zusammenhang zwischen den Titanklinohumiten und

den Gangbildungen nicht ohne weiteres nachgewiesen werden. Das Mineral bildet zum Teil isolierte grössere Körner, zum Teil bemerkt man aber im schieferigen Serpentin langgezogene Lagen bis Spindeln, die vorwiegend aus Körneraggregaten rundlicher oder stengeliger Titanklinohumite bestehen (Fig. 2, Tafel). Diese Spindeln stellen ohne Frage eine Mikrobrecienbildung ursprünglich grösserer Individuen dar, wie sie reliktsch noch oft zu beobachten sind. Mehrfach sind diese Körner von Magnetit zementiert; überhaupt pflügt der Magnetit in diesen Gesteinen auch in den Antigoritlagen sehr reichlich anwesend zu sein. Überaus verbreitet sind bei diesen tektoni-

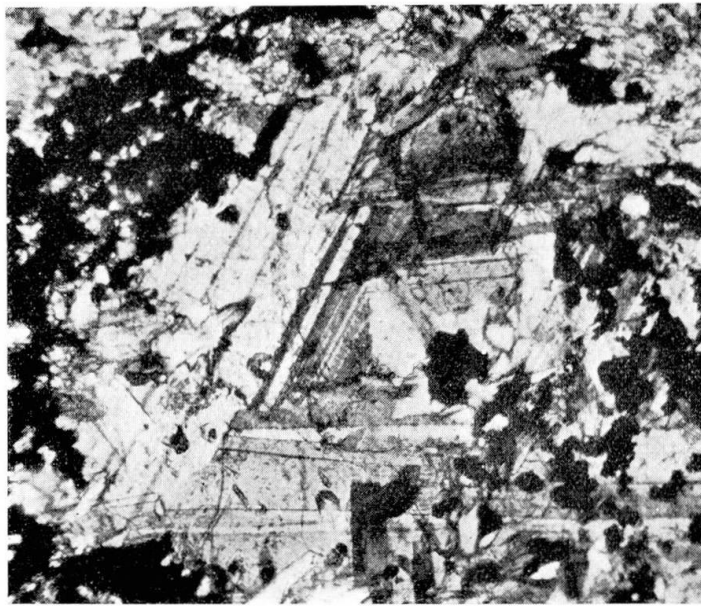


Fig. 4. Titanklinohumit (aus Mikrobrecie) mit polysynthetischer Zwillingslamellierung. Schwarz: Magnetit. Moräne Allalingsletcher. Vergr. ca. 100-fach. Nicols +.

sierten Körnern von Titanklinohumit die Zwillingsbildungen, ganz nach Art der Albitlamellen bei Plagioklas; bisweilen sind auch sich kreuzende Systeme zu beobachten (Fig. 4). In einem Schliff wurde als Bestandteil dieser Breccien auch ein einachsigenegatives Mineral von sehr tiefer Doppelbrechung bemerkt mit  $n$  um 1,65; wahrscheinlich handelt es sich dabei um Apatit. Olivin tritt ganz zurück. Der Titanklinohumit besitzt einen kleinern Achsenwinkel als bisher festgestellt:  $+2V$  um  $40^\circ$  (Na-Licht).

Von SCHÄFER (10) sind aus den genannten Moränen zwei Humitmineralien im Serpentin beschrieben worden. Die braune Varietät ist ohne Zweifel identisch mit Titanklinohumit, somit hat dieser

Autor als erster das Mineral der Humitgruppe zugeordnet, ohne den Titangehalt festzustellen. Die gelbliche Varietät, die nach SCHÄFER ebenso häufig ist und mit der braunen verwachsen zu sein pflegt, konnte nicht aufgefunden werden. Möglicherweise handelt es sich dabei um den beschriebenen Olivin mit den etwas abweichenden makroskopischen Eigenschaften. Jedenfalls unterscheidet er sich erheblich von den von SCHÄFER aus den benachbarten Gabbros beschriebenen Olivinen. Gegen eine Identität des gelben Humitminerals mit Olivin spricht allerdings die von SCHÄFER mitgeteilte Analyse. Dass das neugefundene Begleitmineral des Titanklinohumites ein Olivin ist, wurde durch eine Bestimmung der Lichtbrechung und durch ein röntgenographisches Pulverdiagramm (vollkommene Identität mit Olivin) bestätigt.

#### C. DIE ENTSTEHUNG DER TITANKLINOHUMITVORKOMMEN

Die Beobachtungen an den Fundstellen Selva und Saastal machen folgende genetische Deutung wahrscheinlich:

Sicher ist die Gangbildung, trotz der geringen Serpentinisierung des Gangolivins im Gegensatz zum Nebengesteinsolivin, älter als die intensiven tektonischen (alpinen) Bewegungen, die, wie die schönen Kristallisationsschieferungen und -fältelungen des Antigorits im Nebengestein zeigen, gleichzeitig mit der Serpentinisierung erfolgten. Die Hauptminerale der Gänge: Olivin und Titanklinohumit, und die Akzessorien: Magnetit, Apatit, Perowskit müssen in der Hauptsache als Absätze von hochtemperierten Lösungen betrachtet werden, die den bereits stark zerklüfteten Peridotit durchsetzten und stellenweise auch direkt Infiltrationen in diesen (Saastal) bildeten. Diese Lösungen führten im Gegensatz zum Hauptgestein, das (in Selva) nahezu titan- und phosphorsäurefrei ist, diese Elemente in wesentlicher Menge. Die Gänge hätten demnach pegmatitischen Charakter. Jüngere kalkführende Lösungen benützten die gleichen Adern zur Zirkulation, die Olivine und Titanklinohumite wurden ankorrodiert und teilweise durch Diopsid verdrängt; zuletzt erfolgte direkt stellenweise Absatz von Kalkspat in noch vorhandene drusenartige Hohlräume.

Diese Hypothese der Entstehung der Gangbildungen ist insofern nicht befriedigend, als sie dem Kalkspat, der von den meisten Fundstellen als wesentlicher Gemengteil vermerkt wird, nur eine sekundäre Rolle zuspricht. Es ist deshalb auch daran gedacht worden, ob nicht die obenerwähnten titanführenden Lösungen vorzugsweise da

zur Bildung des Titanklinohumites Veranlassung gaben, wo sie auf im Peridotit bereits vorhandene Kalklinsen trafen. Bekanntlich treten die Humitminerale meist in kontaktmetamorphen Kalken auf, in ähnlicher Weise hätte der Kalk im vorliegenden Fall die Bildung des Titanklinohumites begünstigt. Dieser Auffassung steht allerdings entgegen, dass in den Kalkspatpartien bisher keine Kontaktminerale gefunden wurden, wie sie zu erwarten wären bei im Peridotit eingeschmolzenen Relikten kalkiger Gesteine (es wäre an Bündnerschiefer zu denken). Überdies sind gerade im Serpentin des Rimpfischhorns kalkreiche Einschlüsse mit vielen Kontaktminerale (Vesuvian, Hessonit, Epidot, Andradit) verbreitet, von denen der Titanklinohumit nicht beschrieben wurde.

Der Paragenese: Titanklinohumit-Olivin (in oft grossen, nicht serpentinisierten Individuen) -Diopsid-Kalkspat-Magnetit begegnet man bei den meisten Beschreibungen, die nähere Angaben über die Vorkommen enthalten. Als Beispiele seien angeführt: Chiesa im Val Malenco (1), Findelengletscher, Monte Rosso di Verra (2), viele Vorkommen in Val d'Ala im Piemont (13). Von einzelnen Fundstellen werden noch Apatit, Perowskit, Tremolit, Epidot, Chlorite, ganz vereinzelt Granat und Aragonit vermerkt. Die meisten Literaturangaben beschränken sich auf eine Aufzählung der Minerale ohne nähere Angaben über deren engere Beziehungen zueinander oder über die Form des Auftretens. Die paragenetische Analogie lässt vermuten, dass an den verschiedenen Fundstellen die Vorkommen den vorstehend beschriebenen nahe verwandt sind und auch ähnlicher Entstehung sein werden.

Es mag noch bemerkt werden, dass die meisten Vorkommen an sehr grosse Serpentinmassen geknüpft sind (Grössenordnung meist viele km<sup>2</sup>), ferner dass das Nebengestein vorwiegend Antigoritserpentin ist, der heute in meist stark geschieferter Form vorliegt, somit von der alpinen Metamorphose stark beeinflusst wurde.

#### D. CHEMISCHE UNTERSUCHUNG DES TITANKLINOHUMITS

Trotz der grossen Dimensionen ist es allgemein schwierig, reines Material für die Analyse zu erhalten. Die Proben von Selva und aus dem Saastal waren von Einschlüssen so stark durchsetzt, dass die chemische Untersuchung nur von beschränktem Werte wäre. Dagegen fand sich auf Alpe Canciano bei Poschiavo, ca. 1,5 km westlich von Selva, im gleichen Serpentinvorkommen sehr reichlich Titanklinohumit, der gutes, fast einschlussfreies Material abgab. Die Verun-

reinigungen des gereinigten Analysenmaterials (Magnetit, Chlorit, Antigorit) können auf wenige Zehntelsprozent geschätzt werden. Herr Prof. J. JAKOB hatte die grosse Freundlichkeit, die Analyse auszuführen, wofür ihm bestens gedankt sei.

Titanklinohumit, Alpe Canciano

SiO <sub>2</sub>	36,24	Si	6 034	= 4 × 1 508 (X)
TiO <sub>2</sub>	5,20	Ti	649	}
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,37	Al	72	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,69	Fe	1 450	
FeO	6,20			= 9 × 1 515 (Y)
MnO	0,30	Mn	42	}
MgO	46,05	Mg	11 421	
H <sub>2</sub> O+	1,23	O,OH	27 363	
H <sub>2</sub> O-	0,00			= 18 × 1 520
	100,28			

BeO und CaO, auf die speziell geprüft wurde, sind abwesend.

Nimmt man die Berechnung nach MACHATSCHKI (8) auf die Klinohumitformel  $Y_9X_4(O, OH)_{18}$  vor, so ergibt sich, wie die obigen Zahlen zeigen, eine sehr gute Übereinstimmung. Für die Schreibweise  $4 Mg_2SiO_4 \cdot 1 Mg(OH)_2$  reicht der OH-Gehalt nicht ganz aus, dafür ist ein entsprechender O-Überschuss vorhanden, so dass das Mineral auf die Formel  $4 Mg_2SiO_4 \cdot Mg(O, OH)_2$  zu bringen ist. Mit der Analyse von BRUGNATELLI (1) aus dem Val Malenco besteht mit Ausnahme des in Selva viel höheren Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Gehaltes auf Kosten des FeO und etwas tieferen Wassergehaltes fast völlige Übereinstimmung.

Optische Daten (Na-Licht),  $n_\alpha$ : 1,691,  $n_\beta$ : 1,700,  $n_\gamma$ : 1,724,  $n_\gamma - n_\alpha$ : 0,033.

+ 2V (Mittel aus mehreren Messungen) 58°.

Die Werte für die Lichtbrechung sind wesentlich höher als die bisher publizierten (3,6).

Zur Nomenklatur des Titanklinohumits

Neben dem hier verwendeten Namen Titanklinohumit sind auch die Bezeichnungen Titanolivin und Titanhydroklinohumit in Gebrauch. Obwohl der Name Titanolivin die Priorität besitzt und das Mineral ausser in der Färbung sehr olivinähnlich ist und aus Olivin offenbar hervorgeht, ist aus chemischen Gründen die Bezeichnung Titanklinohumit (Titanhydroklinohumit ist zu lang) die richtigere. Allerdings ist es eigentümlich, ein sehr häufiges Mineral mit charakteristischen Eigenschaften als Varietät eines sehr seltenen Minerals von doch erheblich abweichendem Verhalten zu behandeln. Ein eigener kurzer Name wäre wohl das zweckmässigste.

## LITERATUR

1. BRUGNATELLI L. Über den Titanolivin der Umgebung von Chiesa im Val Malenco. — Z. Kristallogr., Bd. 39, 1904, S. 209—219.
2. CARPANESE, T. I giacimenti di minerali del Monte Rosso di Verra (gruppo del Monte Rosa). Parte II. Rend. R. Accad. Naz. Lincei. vol. XVII, serie 6a, 1933, p. 192—196.
3. — Contributo alla conoscenza della titanolivina. Per. Mineral., Anno IV, 1933, p. 3—36.
4. DAMOUR, M. Note sur un péridot titanifère. Annales des Mines, 1855, vol. 8, p. 90.
5. — Note sur le péridot titanifère de Zermatt en Valais. Bull. soc. franç. Mineral. t. 2, 1879, p. 15.
6. LACROIX, A. Sur les propriétés optiques du titanolivine de Zermatt en Valais. Bull. soc. franç. Mineral. t. 13, 1890, p. 15.
7. LÜTSCHG, O. Über Niederschlag und Abfluss im Hochgebirge (speziell: geolog. Karte des oberen Saastales von R. Eichenberger). Schweiz. Wasserwirtschaftsverband, Verbandsschrift Nr. 14. 1926.
8. MACHATSCHKI, F. Über „Titanolivin“. Ein Beitrag zur Frage der Rolle des Titans in Silikaten. Centralbl. Mineral., Jahrg. 1930, S. 191—200.
9. DE QUERVAIN, F. Serpentin als Dekorationsgestein von Poschiavo. Schweiz. mineral. petrogr. Mitt., Bd. 15, 1935, S. 319—326.
10. SCHÄFER, R. W. Über die metamorphen Gabbrogesteine des Allalingerbietes im Wallis zwischen Zermatt- und Saastal. Tschermaks mineral. petrogr. Mitt., Bd. 25, 1896, S. 91—134.
11. STAUB, R. Zur Tektonik der penninischen Decken im Val Malenco. Jahresber. Naturf. Ges. Graubünden, 1921.
12. — Übersicht über die Geologie Graubündens. Geolog. Führer der Schweiz, Fasc. III, 1934, S. 205—239.
13. ZAMBONINI, M. F. Sur la véritable nature du titanolivine. Bull. soc. franç. Mineral. t. 42, 1919.

Eingegangen: November 1938.

### Legende zur Tafel

- Fig. 1. Grosses Individuum von Titanklinohumit (grau), einschlussreich und von Magnetitschnüren durchsetzt. In der Mitte breite Rissbildung, von stengeligem Diopsid erfüllt, der den Titanklinohumit verdrängt. Vergr. 10-fach. Gew. Licht. Steinbruch Selva.
- Fig. 2. Spindeln und Lagen von Titanklinohumit (grau, meist in feine Körneraggregate zerfallen) durchziehen den Antigoritserpentin (hell). Magnetit (schwarz), ebenfalls in den Lagen angereichert, zementiert stellenweise die Titanklinohumitkörner. Vergr. 10-fach. Gew. Licht. Moräne Allalingsletscher.

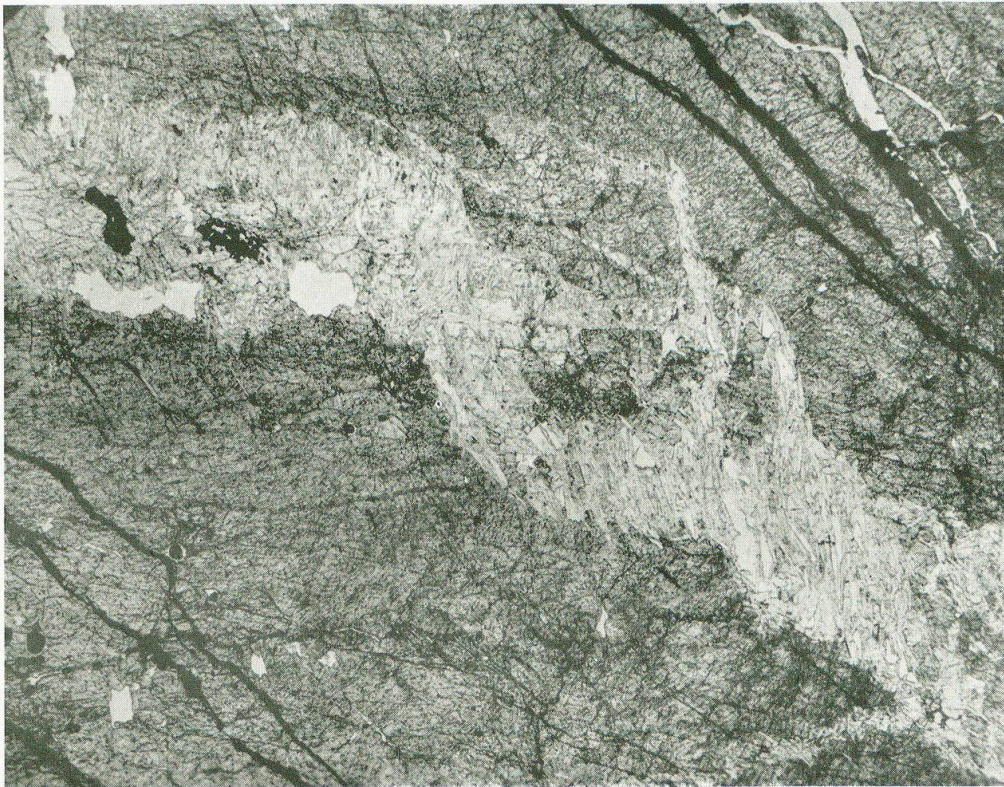


Fig. 1

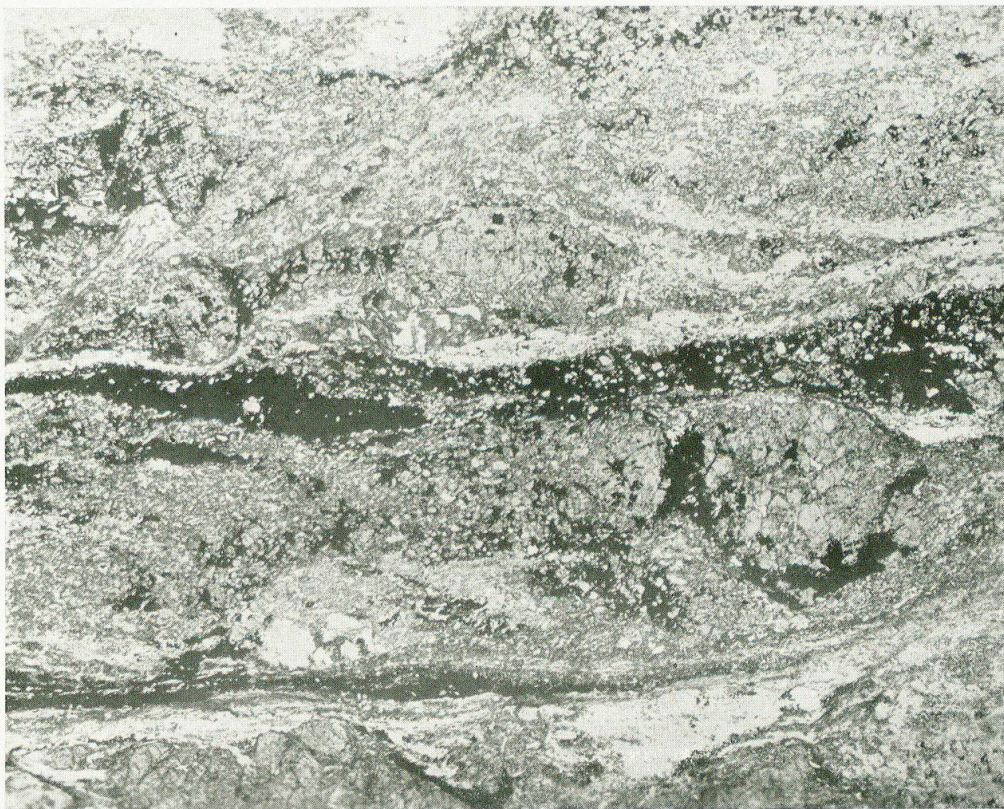


Fig. 2



Leere Seite  
Blank page  
Page vide