

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

Band: 38 (1958)

Heft: 1

Rubrik: Kurze Mitteilungen zur Mineralogie der Schweiz

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 26.04.2025

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

Kurze Mitteilungen zur Mineralogie der Schweiz

9

Chloritoid vom Hennensädel südlich Vals (nördliche Aduladecke)

Von *Leendert van der Plas*¹⁾, *Theodor Hügi*²⁾, *Micael Hiorth Mladeck*³⁾ und *Ernst Niggli*²⁾

Mit 4 Figuren im Text

Im Sommer 1954 fand der eine von uns (L. v. d. P.) anlässlich von petrographischen Kartierungsarbeiten in der nördlichen Adula am NW-Grat des Guralätschhorns (südsüdwestlich Vals) Chloritoid in bis 2½ cm grossen, dunkelgrünen Kristalltafeln. Die grobkörnige Ausbildung und relative Einschlussfreiheit der Kristalle liess eine nähere Untersuchung als wünschenswert erscheinen, an welcher die anderen Autoren teilnahmen (Th. H. insbesondere für die chemische und M. H. M. für die röntgenologische Untersuchung). Der untersuchte Chloritoid kommt in hellbraunen, quarzitischen Lagen (bis 1,2 m dick) vor, die einem kalkführenden Granatglimmerschiefer eingelagert sind; ferner in lateralsekretionären Quarzadern und Knauern derselben Gesteine. Der Fundort hat die Koordinaten 730.61/159.20 und liegt auf einer Höhe von 2560 m am Nordwest-Grat des Guralätschhorns bei der auf der Landeskarte angegebenen Lokalität „Hennensädel“, und zwar beim ersten „e“ dieses Wortes (Landeskarte Blatt 257).

Im Jahre 1956 fand R. MÜLLER, cand. min. petr. (Bern), am Weissgrätli, ca. 20 m südwestlich unter dem Gipfel, in Quarzknauern und -lagen ähnlicher Gesteine ebenfalls grosse Chloritoidkristalle (Koordinaten 728.85/157.16).

Der Granat-Carbonatschiefer mit den quarzitischen Lagen gehört (zusammen mit Dolomit, Anhydrit und Rauhwacke) zu einem Zuge metamorpher mesozoischer Gesteine, welcher nach J. KOPP (1923) die Grenze zwischen Zervreila- und Fanellalappen markiert. Beide tektonische Einheiten gehören zur Aduladecke, und zwar zu deren nördlichem Teil. J. KOPP erwähnt den Chloritoid nicht; ROTHAAAN (1919) war aber Disthen am Weissgrätli bekannt.

¹⁾ Geologisch-Mineralogisch Instituut der Rijksuniversiteit Leiden (Holland).

²⁾ Mineralogisch-petrographisches Institut der Universität Bern.

³⁾ Abteilung für Kristallographie und Strukturlehre der Universität Bern.

Die mikroskopische Untersuchung der chloritoidführenden Serie ist noch nicht abgeschlossen; die vorläufigen Resultate können wie folgt zusammengefasst werden.

Die *carbonatführenden Quarzite* bestehen zu 65 bis 90 Vol.% aus Quarz. Weitere Mineralien sind Muskowit (bis 18%), Carbonat (bis 13%, Calcit und ? Siderit), Granat, Chloritoid, Chlorit, Apatit, Rutil, Disthen, Turmalin, Zirkon, Epidot, opake Mineralien (inkl. ? Graphit). Chloritoid bildet 0,1 bis 2½ mm grosse, polysynthetische Zwillingstöcke; er zeigt oft Siebstruktur.

Die Struktur ist granoblastisch mit poikiloblastischer Tendenz; das Gestein zeigt eine deutliche Paralleltextur.

Die *carbonatreicheren Granat-Carbonatglimmerschiefer* besitzen ähnlichen Mineralbestand. Chloritoid ist seltener und ist häufig längs Rissen etwas limonitisiert; Disthen ist schon stark in Muskowit umgesetzt. In lateralsekretionären Quarzadern und -knauern des Granat-Carbonatschiefers findet man die größten Chloritoidkristalle (bis 2½ cm grosse Tafeln), die sich zu gekrümmten Aggregaten vereinigen. Die Quarzlinsen führen ebenfalls grössere Disthenkristalle (bläulich oder gelblich); einige Linsen und Knauern führen nur Chloritoid oder nur Disthen.

Auffällig im Mineralbestand der Gesteine ist das Zusammenvorkommen von Chloritoid und Disthen. Die beiden Mineralien kommen nie in unmittelbarer Berührung vor; ihre altersmässigen Beziehungen sind vorläufig nicht anzugeben. Manche Anzeichen deuten indessen darauf hin, dass die alpine Metamorphose mehrphasig war.

Chemische Untersuchung

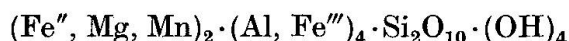
Der eine von uns (Th. H.) führte an möglichst reinem Chloritoidmaterial eine chemische Analyse durch. Das analysierte reine Material wurde aus einer Anreicherung grosser Kristalle gewonnen, und zwar durch Trennung nach dem spezifischen Gewicht (Clerici-Lösung) und magnetischer Scheidung. Die Kristalle entstammen einer Quarzlinse aus dem Granat-Carbonatglimmerschiefer.

Die Analyse fällt durchaus in den Rahmen der bisher publizierten Chloritoid-Zusammensetzungen. Der MgO-Gehalt ist recht niedrig; auffällig hoch ist der Na₂O-Gehalt. Die Analysen von Chloritoid aus dem Wallis besitzen viel höhere MgO-Gehalte (bis 8,51%), der Chloritoid von Ernen (W. OBERHOLZER, 1955) ist zwar ebenfalls Mg-arm, hat aber weit mehr dreiwertiges Eisen. Mg-arm ist ferner der Chloritoid vom Crestlianderstobel (C. FRIEDLÄNDER, 1930), aber auch hier ist der Oxydationsgrad des Eisens ein anderer.

Nach L. B. HALFERDAHL (1957) kann die Generalformel für Chloritoid molekularoxydisch wie folgt geschrieben werden:



Verdoppeln wir die Formel und modifizieren wir die Anordnung in Richtung Strukturformel, so erhalten wir:



Berechnen wir unsere Analyse auf der Basis von 10 Sauerstoffatomen, so resultiert die folgende Formel für den Chloritoid vom Hennensädel:

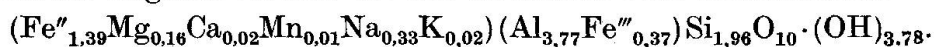


Tabelle 1. *Chemische Analyse des Chloritoids von Hennensädel, südlich Vals, Graubünden. Analytiker: TH. HÜGL, Bern*

		Mol.- Quotienten	Kationen auf Summe O = 10 bezogen *)
SiO ₂	23,92	0,3983	1,957
Al ₂ O ₃	39,13	0,3839	3,773
Fe ₂ O ₃	6,01	0,0376	0,369
FeO	20,38	0,2837	1,394
MgO	1,33	0,0330	0,162
MnO	0,16	0,0023	0,011
CaO	0,20	0,0036	0,017
Na ₂ O	2,08	0,0336	0,330
K ₂ O	0,15	0,0016	0,015
TiO ₂	Sp.	—	
H ₂ O +	6,92	0,3841	
	100,28		

*) ohne O in OH

Spezifisches Gewicht: 3,57

Auf den Fe"-Plätzen befinden sich demnach 1,93 Teilchen (nach Idealformel 2), auf den Al-Plätzen 4,14 (nach Idealformel 4). Es ist möglich, dass Fe''' in geringer Menge Fe'' ersetzt. Die Analyse zeigt demnach gute Übereinstimmung mit der Idealformel.

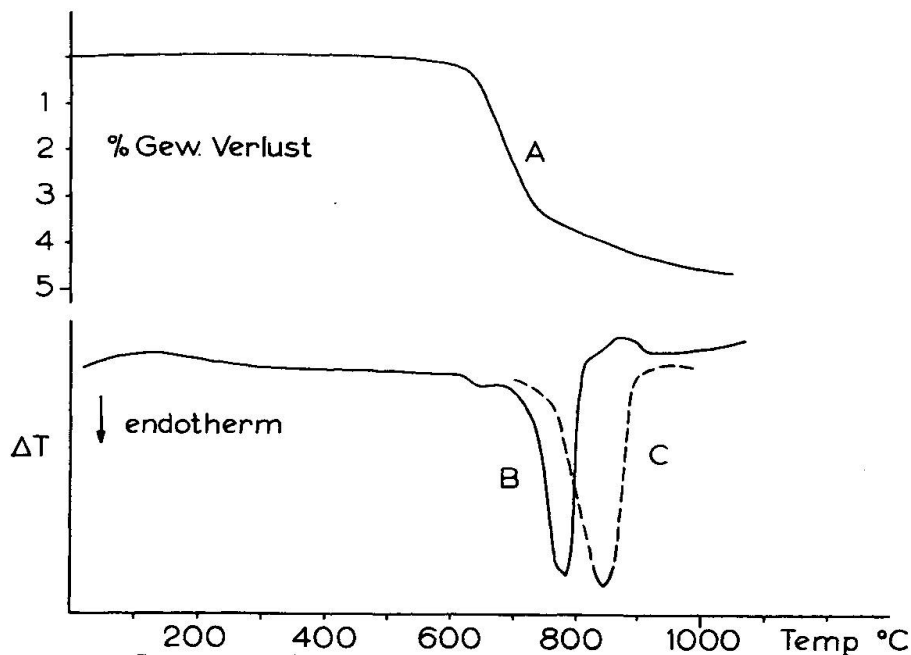


Fig. 1. Thermogravimetrische (oben, A) und Differentialthermo-Analysen (unten, B und C) von Chloritoid vom Hennensädel. Anheizgeschwindigkeiten: Kurve A (T. G. A.): 2½° pro Minute, Einwaage 2 g; Kurve B (D. T. A.): 10° pro Minute; Kurve C (D. T. A.): 20° pro Minute, Einwaage 1,2 g.

Differential-Thermo-Analyse (D. T. A.) und Thermogravimetrie

Frl. Dr. E. JÄGER (Bern) hatte die Freundlichkeit, eine D. T. A. und eine thermogravimetrische Analyse des Chloritoids vom Hennensädel durchzuführen. Fig. 1 zeigt die Resultate in graphischer Wiedergabe. Die endotherme Reaktion bei 770° C entspricht der Abgabe des Hydroxylwassers. Sie liegt bei höheren Temperaturen als bei Chlorit (siehe auch H. G. BACHMANN, 1956).

Der Gewichtsverlust bei der thermogravimetrischen Analyse beträgt bei 1050° C 4,7%. Er resultiert offensichtlich aus Wasserabgabe und aus Oxydation des zweiwertigen Eisens. Errechnet man nämlich diesen Gewichtsverlust aus den Daten der chemischen Analyse (6,92% H₂O minus 2,27% Gewichtszunahme durch Oxydation von zweiwertigem Eisen), so erhält man 4,65%, was mit dem aus der Thermogravimetrie erhaltenen Wert gut übereinstimmt.

Optische Untersuchungen (L. v. d. P.)

HIETANEN (1951) und später auch SNELLING (1956) stellten fest, dass Chloritoid sich optisch sowohl triklin wie monoklin verhalten kann. Später konnte HALFERDAHL (1957) mittels röntgenologischer Untersuchungen zeigen, dass Chloritoid tatsächlich in zwei polymorphen, feinstrukturell unterscheid-

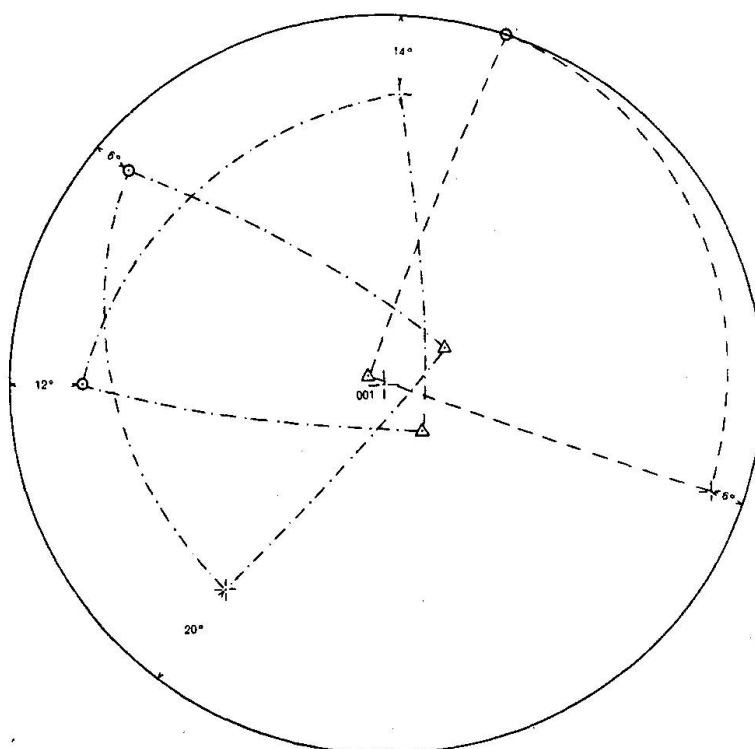


Fig. 2. Stereographische Projektion; Universal-Drehtisch-Vermessungen an Chloritoid vom Hennensädel. Drei miteinander verwachsene Individuen, und zwar zwei triklin (in Zwillingposition) und ein monoklines. Weitere Erläuterungen siehe Text.

baren Modifikationen, einer triklinen und einer monoklinen, vorkommt. Wir untersuchten daher unseren Chloritoid sowohl mit optischen wie mit röntgenologischen Methoden. Das Hauptresultat sei vorweggenommen: der Chloritoid vom Hennensädel besteht aus triklinen *und* monoklinen Individuen, die nach (001) parallel miteinander verwachsen und polysynthetisch verzwilligt sind.

Mit Hilfe des Leitz-Jelley-Refraktometers und des „Cargyll set of index liquids“ wurden in Na-Licht die folgenden Daten für die Lichtbrechung bestimmt:

Pleochroismus	
$n_\alpha = 1,720 \pm 0,002$	$n_\alpha =$ hellgelbgrün
$n_\beta = 1,723 \pm 0,002$	$n_\beta =$ schieferblau
$n_\gamma = 1,727 \pm 0,002$	$n_\gamma =$ hellgraubraun

Trikline wie monokline Lamellen ergaben dasselbe Resultat.

Den Achsenwinkel bestimmten wir mit dem Universaldrehtisch, unter Benutzung des Nomogramms von TRÖGER (1956, S. 124). Die Werte für $2V$ zeigen eine beträchtliche Variation; wir massen $2V = +54^\circ$ bis 69° . Auch hier wurde keine deutliche Abhängigkeit von der Symmetrie der Modifikation konstatiert.

An grösseren Verwachsungs-Kristallaggregaten von Chloritoid aus Quarz-linsen bestimmten wir mit Hilfe des Universaldrehtisches von Leitz die Lage

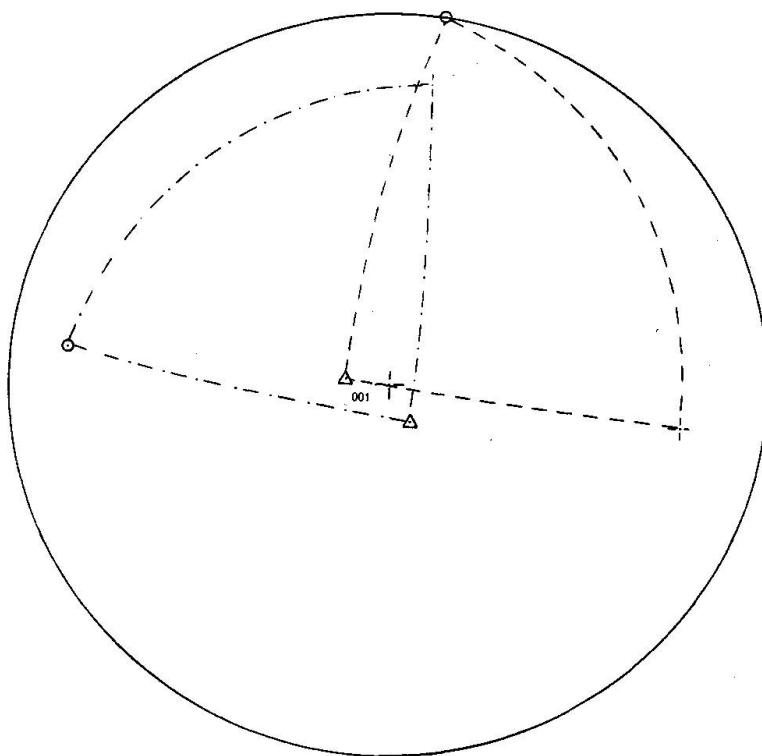


Fig. 3. Stereographische Projektion; Universal-Drehtisch-Vermessungen an Chloritoid vom Hennensädel. Ein monoklines und ein triklinen Individuum; Verwachsungsebene = (001). Weitere Erläuterung siehe Text.

der Indikatrix der Einzellamellen in bezug auf (001) = Tafelfläche, die zugleich Verwachsungsebene der Lamellen und Spaltbarkeitsebene ist. Wir fanden sowohl Lamellen mit streng monokliner Symmetrie ($n_\alpha = b$) wie auch solche mit eindeutig trikliner Symmetrie. Bei den letzteren macht n_α einen Winkel von 3—12° mit der (001)-Ebene. Sowohl triklone wie monokline Lamellen können unter ihresgleichen Zwillinge bilden. [Verwachsungsebene: (001)]. Ein triklones Individuum kann auch mit einem monoklinen parallel (001) verwachsen sein.

Fig. 2 und 3 illustrieren das gesagte. Es handelt sich um stereographische Projektionen, mit dem Pol von (001) im Mittelpunkt des Wulffschen Netzes.

Kreise = n_α , Kreuze = n_β , Dreiecke = n_γ . Bei zu monoklinen Individuen gehörenden Indikatrizien sind die Grosskreise langgestrichelt, bei triklinen Individuen strichpunktiert. Es sei noch bemerkt, dass auch der im Gestein selbst (und nicht in Quarzadern) auftretende Chloritoid sowohl triklone wie monokline Lamellen besitzt. Fig. 4 illustriert das mikroskopische Aussehen eines Verwachsungsaggregates.



Fig. 4. Zeichnung (nach einer Dünnschliffphotographie) eines Verwachsungs- und Zwillings-Aggregates von Chloritoid vom Hennensädel. M = monokline, T = triklone Lamelle. Die Länge des Doppelpfeils entspricht 1,6 mm.

Röntgenologische Untersuchung

Wir versuchten nun, optisch einheitliche Einkristall-Lamellen mit optisch trikliner oder monokliner Symmetrie zu isolieren (L. v. d. P.) und mit Röntgen-Einkristallmethoden zu untersuchen (M. H. M.). Ersteres gelang unter Zuhilfenahme der „Waldmannkugel“ (WALDMANN, 1947) für die genaue Bestimmung der Lage der Indikatrix in bezug auf (001) von kleinsten Spalt-

stücken. Die röntgenologische Untersuchung (M. H. M.) führte zu folgenden Ergebnissen.

Ein optisch monokliner Kristallsplitter erwies sich auch röntgenologisch als monoklin, wobei die b-Achse mit n_α zusammenfällt. Wir benutzten Schwenk- und Weissenbergaufnahmen (0 kl) und bestimmten die folgenden Werte für die reziproke Zelle:

$$b^* = 0,181 \text{ \AA}^{-1} \quad c^* = 0,056 \text{ \AA}^{-1} \quad \alpha^* = 90^\circ 0'$$

HALFERDAHL fand für die monokline Modifikation (umgerechnet aus seinen Daten):

$$\begin{array}{lll} a^* = 0,108 & b^* = 0,182 & c^* = 0,056 \text{ \AA}^{-1} \\ \alpha^* = 90^\circ 0' & \beta^* = 78^\circ 05' & \gamma^* = 90^\circ 0' \end{array}$$

Die Übereinstimmung unserer drei Werte mit den Bestimmungen HALFERDAHLS ist sehr gut.

Eine optisch triklin Kristall-Lamelle erwies sich auch feinstrukturell als triklin (Schwenkaufnahmen sowie Weissenbergaufnahmen (0kl) und (1kl)). n_g liegt ungefähr parallel der b-Achse, n_α entspricht ungefähr der a-Achse. Wir erhielten die nachstehenden Daten für die reziproke Zelle:

$$b^* = 0,183 \text{ \AA}^{-1} \quad c^* = 0,112 \text{ \AA}^{-1} \quad \alpha^* = \text{ca. } 83^\circ$$

HALFERDAHL (1957) fand für die triklin Modifikation (von uns umgerechnet für die reziproke Zelle):

$$\begin{array}{lll} a^* = 0,108 & b^* = 0,183 & c^* = 0,112 \text{ \AA}^{-1} \\ \alpha^* = 82^\circ 57' & \beta^* = 78^\circ 06' & \gamma^* = 88^\circ 32' \end{array}$$

Die Übereinstimmung unserer Werte mit denjenigen HALFERDAHLS ist demnach eine sehr gute; auch in unseren triklinen Lamellen ist c^* gegenüber den monoklinen verdoppelt.

Wir konnten also eindeutig zeigen, daß im gleichen Gestein und im gleichen Verwachsungsaggregat optisch wie strukturell triklin *und* monokline Kristalle von Chloritoid miteinander verwachsen sein können.

Wir stellten ferner Pulveraufnahmen nach Debye-Scherrer her, und zwar an Material, das beide Modifikationen unsepariert enthielt. Die Diagramme wurden mit Aufnahmen von rein triklinem und rein monoklinem Chloritoid verglichen. Diese Proben stellte uns Herr Dr. Halferdahl freundlicherweise zur Verfügung. Das Diagramm des Chloritoides vom Hennensädel (siehe Tabelle 2) kann als ein solches eines Gemenges der triklinen und der monoklinen Modifikation gedeutet werden.

Manche Linien sind breit und diffus, da sie sich aus benachbarten triklinen und monoklinen Linien zusammensetzen. Typisch für monoklinen Chloritoid ist die intensive Doppellinie mit den Röntgenperioden 2,35 und 2,29 Å; bei triklinem Chloritoid finden wir an deren Stelle 4 schwache Linien (Aufspaltung!), andererseits fällt eine intensive Linie bei 2,45 Å auf. Das Diagramm des Chloritoides vom Hennensädel zeigt die Kennzeichen sowohl der monoklinen wie auch der triklinen Modifikation.

Pulveraufnahmen von Chloritoid anderer schweizerischer Vorkommen ergaben folgendes Resultat:

Chloritoid von Runcahez (Tenigerbad); Porphyroblasten im Gestein triklin
 Chloritoid vom Crestlianderstobel (C. FRIEDLÄNDER, 1930) triklin
 Chloritoid vom Grundberg, Saastal monoklin

Alle drei Diagramme zeigten ausschliesslich Linien einer Modifikation.

Es scheint, dass in den nördlichen Teilen der Chloritoidzone (geringerer zonaler Metamorphosegrad) die triklone Modifikation vorkommt, während nach Süden, in Richtung stärkerer Metamorphose, auch monokliner Chloritoid auftritt.

Tabelle 2. *Tabelle der Röntgeninterferenzen des Chloritoids vom Hennensüdel von $d = 1,36 \text{ \AA}$ an aufwärts.*

Röntgenperiode d in $\text{\AA}$	Intensität	Röntgenperiode d in $\text{\AA}$	Intensität
4,90	ss	1,872	s
4,69	ss	1,742 b	ss
4,43	sst	1,578	st
3,08	ss	1,553 b	m
2,96	m+	1,502 b	ss
2,69 b	m+	1,479 b	s
2,60 b	s	1,469	s
2,45 b	m+	1,402 b	s+
2,35	m	1,381 b	ss
2,29	m	1,363 b	st
2,11 b	s+		

Fe-K-Strahlung. Intensitäten geschätzt; sst = sehr stark, st = stark, m = mittel, s = schwach, ss = sehr schwach. b = breite, diffuse Linie.

Schlussbemerkungen

HALFERDAHL (1957) stellte fest, dass Chloritoid, der zusammen mit Disthen und Almandin vorkommt, immer monoklin sei. Im hier beschriebenen Falle sind indessen sowohl triklone wie monokline Chloritoidkristalle zusammen mit Disthen und Granat gefunden worden. Immerhin ist möglich, dass die beiden letztgenannten Mineralien nicht während der gleichen Phase der Metamorphose wie der Chloritoid gebildet wurden.

Der hier beschriebene Chloritoid ist ohne Zweifel eine Bildung der alpidischen Metamorphose. Er markiert wohl die Südgrenze des Chloritoid-Verbreitungsgebietes in der Aduladecke.

Nach eigenen Untersuchungen und den Angaben der Literatur kommt junger, alpidischer Chloritoid in den Schweizer Alpen in einer einigermaßen zusammenhängenden Zone vor, die wie folgt umschrieben werden kann.

Im Wallis ist er recht häufig in den mittleren Teilen der Val de Bagnes und Val d'Hérémence (in „Casannaschiefern“ der Bernhard-Decke), dann im

obersten Saastal und Nicolaital (P. BEARTH, 1952). Nach Nordosten zu zieht die Chloritoid-Zone in schmaler werdendem Zuge von Brig durch das oberste Rhonetal Richtung Furkapass (in gotthardmassivischem Lias am Südrand des Gotthardmassives und im Permokarbon der Urseren-Mulde; zum Teil fälschlicherweise Clintonit genannt). Weiter östlich finden wir Chloritoid im Urserental und im Vorderrheintal (in Quartenschiefern der Urseren-Garveramulde) bis über das Somvix hinaus, dann auch im metamorphen Mesozoikum am Südrande des Gotthardmassives vom Nufenen über den Scopi, Val Campo bis östlich Ilanz und schliesslich in Quartenschiefern bei Reichenau. Das Chloritoid-Gebiet erstreckt sich nach Süden zu auch noch ins Gebiet der penninischen Decken, und zwar ins mittlere und obere Valsertal bis zum Weissgrätli (diese Arbeit) und zum San Bernardino.

Die Korngrösse der Chloritoid-Kristalle nimmt in Nord-Südprofilen im allgemeinen südwärts zu. So sind die Chloritoid-Kristalle in den liasischen Tonschiefern direkt südlich Ilanz durchwegs nur mikroskopisch erkennbar, während die hier beschriebenen Vorkommen südlich Vals eine beachtliche Grösse erreichen.

Nördlich (Aarmassiv und helvetische Zone) und in Graubünden auch östlich der Chloritoid-Zone schliesst sich das Gebiet alpidischen *Stilpnomelans* an. Im Tessin und Simplon-Gebiet liegt südlich (resp. südöstlich und südwestlich) der Chloritoid-Zone das Verbreitungs-Gebiet jungen *Stauroliths* und *Disthens*, wobei letzterer ganz im Süden, in der sogenannten Wurzelzone, teilweise durch Sillimanit ersetzt wird.

Die Autoren danken Frl. Dr. E. Jäger (Bern), Herrn Prof. Dr. W. Nowacki (Bern) und Herrn Prof. W. P. de Roever (Leiden) für manche Ratschläge und für tatkräftige Mithilfe. Die Pulveraufnahmen stellten die Herren H. Huber (Bern) und A. Verhoorn (Leiden) her.

Literaturverzeichnis

- BACHMANN, H. G. (1956): Dehydration von Chloritoiden. Z. Krist. 108, S. 145—156.
 BEARTH, P. (1952): Geologie und Petrographie des Monte Rosa. Beitr. z. geol. K. Schweiz, N. F. 96.
 BRINDLEY, G. W. and HARRISON, F. W. (1952): The structure of chloritoid. Acta Cryst. 5, p. 698.
 FRIEDLAENDER, C. (1929): Der Chloritoid vom Crestlianderstobel. Schweiz. Min. Petr. Mitt. 9, S. 247—264.
 HALFERDAHL, L. B. (1957): Chloritoid. Ann. Rep. Geoph. Lab. Carn. Inst. Wash. 1956—1957, p. 225—228.
 HIETANEN, A. (1951): Chloritoid from Rawlinsville, Lancaster county, Pennsylvania. Am. Min. 36, 859.
 KOPP, J. (1923): Geologie der Adula. Beitr. z. Geol. Karte d. Schweiz, N. F. 51.
 MILNE, I. H. (1949): Chloritoid from Megantic County, Quebec. Am. Min. 34, p. 422—434.
 OBERHOLZER, W. (1955): Geologie und Petrographie des westlichen Gotthardmassivs. Schweiz. Min. Petr. Mitt. 35, S. 320—410.

- ÖNAY TOGAN, S. (1949): Über die Smirgelgesteine SW-Anatoliens. Schweiz. Min. Petr. Mitt. 29, S. 357—491.
- PRIDER, R. (1947): Chloritoid at Kalgoorlie. Am. Min. 32, p. 471—474.
- ROOTHAAN, H. PH. (1919): Petrographische Untersuchungen in den Bergen der Umgebung von Vals (Bündner Oberland). Jahresb. d. Nat. Ges. Graubündens, 59.
- SIMPSON, E. S. (1929): Contributions to the Mineralogy of Western Australia. Journ. Roy. Soc. West. Australie, 16, p. 27.
- SNELLING, N. J. (1956): A contribution to the mineralogy of chloritoid. Min. Mag. 31 (237), p. 469—475.
- TRÖGER, W. E. (1956): Optische Bestimmung der gesteinsbildenden Minerale. Teil 1, 2. Auflage E. Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart 1956.
- WALDMANN, H. (1947): Glashohlkugel für Kristall- und Edelsteinuntersuchungen und ihre Verwendung als Zusatzgerät zum Universal-Drehtisch. Schweiz. Min. Petr. Mitt. 27, S. 472—520.

Leiden und Bern, den 30. März 1958.