

Hämatit und Ilmenit aus den Schweizer Alpen

Autor(en): **Weibel, Max / Bambauer, Hans Ulrich**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **38 (1958)**

Heft 2

PDF erstellt am: **06.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-29617>

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.

Hämatit und Ilmenit aus den Schweizer Alpen

Von *Max Weibel* (Zürich) und *Hans Ulrich Bambauer* (Zürich)

Zusammenfassung

Ergebnisse chemischer, erzmikroskopischer und röntgenographischer Untersuchungen an Hämatiten und Ilmeniten aus den Schweizer Alpen werden mitgeteilt. Alpine Klufthämatite enthalten bis etwa 5% TiO_2 . Ilmenit ist auf Klüften relativ selten. Erzmikroskopisch zeigen die untersuchten Hämatite zum Teil Rutilausscheidungen. Ilmenitentmischungen dagegen fehlen. Der Titangehalt bewirkt in den Hämatiten eine Aufweitung des Gitters.

I. Einleitung

Die Anregung zur vorliegenden Untersuchung gab ein neuer Hämatitfund am Furkahorn (Probe Nr. 4) durch Herrn VALENTIN SICHER in Gurtellen. Der Finder vermutete in den blättrigen Kristallen zuerst Ilmenit, was sich aber nicht bestätigte. Die Unterscheidung von Hämatit und Ilmenit ist bei alpinen Kluftvorkommen tatsächlich nicht leicht, da alpine Hämatite normalerweise immer titanhaltig sind. Davon rührt auch die Unsicherheit hinsichtlich der Zuordnung in den Lehrbüchern. So schreibt RAMDOHR (1954) unter Ilmenit: „Aufgewachsen auf Klüften am St. Gotthard (Eisenrosen, z. T. am schwarzen Strich kenntlich)“. — Aber auch titanhaltiger Hämatit gibt einen schwarzen Strich! — MACHATSCHKI (1953) schreibt dagegen unter Ilmenit: „(die ‚Eisenrosen‘ mit schwarzem Strich sind titanreicher Eisenglanz)“. Die sehr auffällige Anordnung zu Eisenrosen, die bei alpinen Hämatiten lokal beobachtet wird, hängt übrigens nicht unmittelbar mit dem Chemismus zusammen.

Titanfreier Hämatit, z. B. von der Insel Elba, zeigt eine rote Strichfarbe. Dagegen sind die alpinen Hämatite, die hier untersucht wurden und alle Titan enthalten, im Pulver schwarz mit einem kaum merklichen Stich nach Rot. Ilmenit endlich gibt ein völlig schwarzes Pulver. Hämatit

ist auf den alpinen Kluftlagerstätten weit häufiger als Ilmenit, wenn letzterer auch gelegentlich übersehen wurde. So erwiesen sich grosse, dünntafelige Kristalle vom Piz Lucendro (Probe Nr. 11), die ebenfalls von Herrn SICHER gefunden wurden, als Ilmenit. Die Ilmenittafeln sind meist abgebrochen und waren angeblich in Chlorit eingebettet. Dieses Mineralvorkommen in einem Gebiet, das für seine reichen Hämatitkristallisationen bekannt ist, scheint unter etwas ungewöhnlichen Bildungsbedingungen entstanden zu sein. Anstelle von Ilmenit finden sich auf alpinen Klüften normalerweise Hämatit und Rutil nebeneinander. Die Bildung von Ilmenit deutet auf Sauerstoffmangel.

Das im vorliegenden beschriebene Material ist zum grössern Teil alten Sammlungen entnommen. Aus neuen Funden der letzten Jahre stammen die Proben Nr. 4, 7, 10 und 11. Acht Vorkommen wurden erzmikroskopisch untersucht. Titanhaltiger Hämatit zeigt ein etwas geringeres Reflexionsvermögen als das reine Mineral und einen Ton ins Bräunliche statt der bläulichen Farbe des reinen Eisenglanzes. In einem Teil der Erzanschliffe beobachtet man Rutilausscheidungen.

II. Chemische Untersuchungen

Der Titangehalt wurde in allen Proben quantitativ-spektralanalytisch ermittelt. Als Eichproben dienten Mischungen von Fe_2O_3 und TiO_2 . Die gemessene Linie war Ti 2956,1. Der Magnesiumgehalt dagegen wurde lediglich abgeschätzt. Er überschreitet ausser in einer Probe (Nr. 2), wo Verunreinigungen von Chlorit verantwortlich sind, nirgends die Grössenordnung von einem Zehntelprozent. Die Spektren wurden mit dem JARRELL-ASH EBERT 3,4-Meter-Plangitterspektrographen auf Kodak-S.A.-1-Platten aufgenommen, und zwar wurden die Spektren aus der 2. Ordnung (Dispersion 2,5 Å/mm) verwendet. Die Ergebnisse finden sich in Tabelle 1, die zum Vergleich auch einen Hämatit von der Insel Elba, also von ganz anderer Herkunft, enthält. Die Genauigkeit der Titanbestimmungen liegt zwischen 5 und 10%.

Bemerkenswert ist der durchweg hohe Titangehalt in den Proben alpiner Vorkommen. Das Titan rührt nur zum geringen Teil von eingelagertem Rutil her. Zur Hauptsache muss es im Hämatit gelöst sein, wie die rutilfreien Proben und die veränderte Reflexion des Hämatits schliessen lassen. Dabei bleibt allerdings unentschieden, in welcher Wertigkeit das Titan im Hämatit vorliegt. Diese Frage lässt sich chemisch überhaupt nicht beantworten. Durch Bestimmung des Oxydationsgrades in den

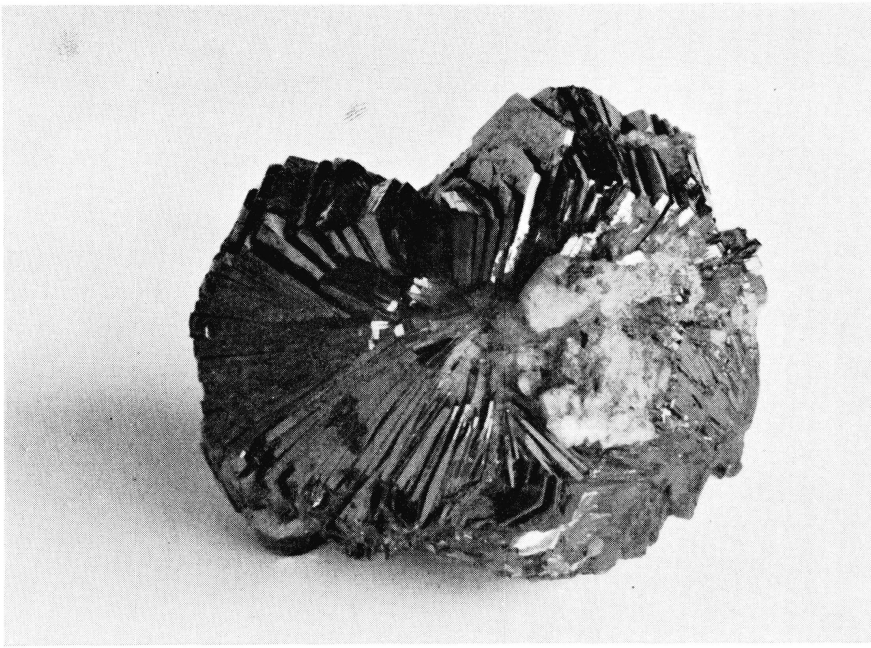


Fig. 1. Tafeliger Hämatit, subparallel verwachsen. Piz Lucendro, Gotthard.
Natürliche Grösse.

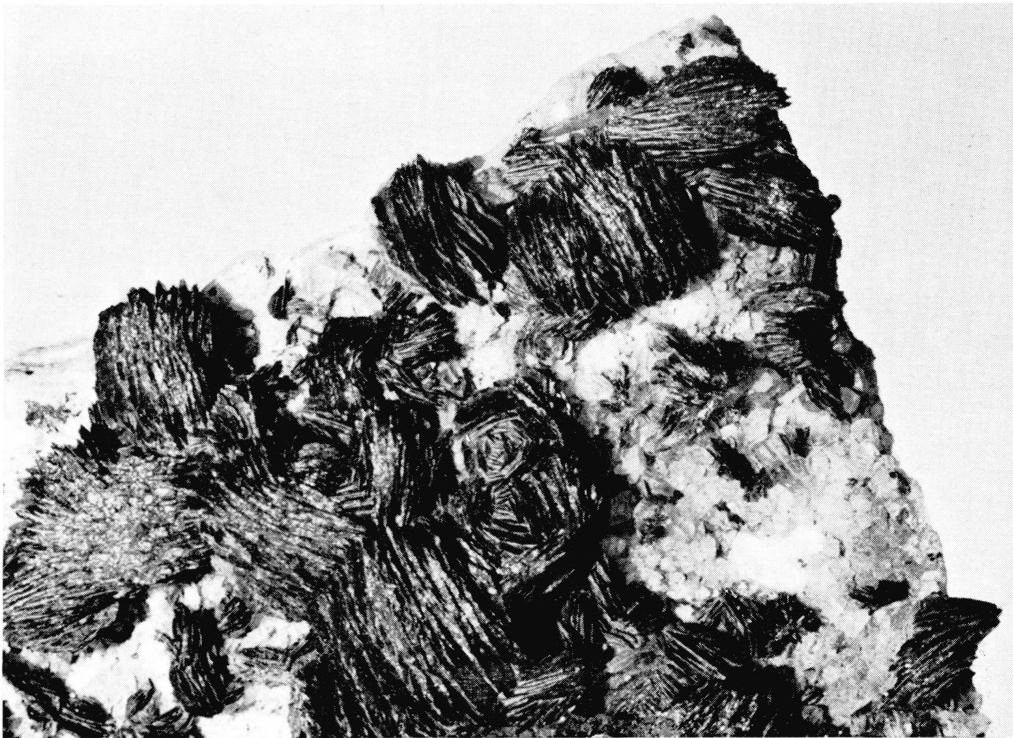


Fig. 2. Blättriger Hämatit, rosettenartige Aggregate. Trübtensee, Grimsel.
1,5× vergrössert.

Tabelle 1. Chemische und erzmikroskopische Untersuchung

Nr.	Fundort	Mineral	Gewichts- % TiO ₂	Gewichts- % MgO (Abschätz.)	Habitus, Paragenese	Erzmikroskopischer Befund
1	Rio Marina, Elba	Hämatit	<0,1	0,1	rhomboedrisch	—
2	Val Strem, Tavetsch	Hämatit	1,8	1 (Chlorit)	blättrig, neben viel Chlorit	—
3	Mutchnengia, Medel	Hämatit	1,9	0,1	dünntafelig, neben Calcit	—
4	Furkahorn, Furka	Hämatit	2,0	0,1	dünne Blättchen, mit Chabasit überwachsen	kein Rutil. Hämatit zonar, Aussenzonen heller (titanärm.)
5	Staldental, Maderanertal	Hämatit	2,5	<0,1	blättrig	kein Rutil
6	Mte Prosa, Gotthard	Hämatit	2,8	<0,1	dicktafelig, auf Adular aufgewachsen	feine, tröpfchenförmige Rutil- ausscheidung
7	Trübtensee, Grimsel	Hämatit	3,5	0,1	blättrig, rosettenartige Aggregate	fast kein Rutil. Saum v. reinem Hämatit (als jüngste Bildung)
8	P. Lucendro, Gotthard	Hämatit	4,5	<0,1	tafelig, rosettenartige Aggregate	viel Rutil, teils in Lamellen, teils fein verteilt
9	Fedenstock, Fellital	Hämatit	5	0,01	dünntafelig, subparal- lele Verwachsungen	kein Rutil
10	Cavradischlucht, Tavetsch	Hämatit	6	<0,1	dicktafelig, neben Rutil	Rutil aufgewachsen und ein- gewachsen
11	P. Lucendro, Gotthard	Ilmenit	~50	0,1	dünntafelig, lose in Chlorit	völlig homogen
12	Ob. Griesertal, Maderanertal	Ilmenit	~50	0,1	blättrig	—

einzelnen Proben kann lediglich die Summe der Wertigkeiten von Eisen und Titan festgestellt werden. Man misst dann, chemisch gesprochen, die Menge Sauerstoff, die zur vollständigen Überführung von Eisen und Titan in deren höchste Valenzstufen erforderlich ist, worauf hier aber verzichtet wurde.

III. Röntgenographische Untersuchungen

An mehreren Proben, die unter dem Erzmikroskop hinreichend homogen erschienen, wurden die Gitterkonstanten bestimmt. Alle Messungen wurden mit dem PHILIPS-NOBELCO-Zählrohr-Goniometer mit Cu-K_α -Strahlung ausgeführt. Die technisch bedingte Verwendung von Kupferstrahlung brachte ausser einer weitgehend kompensierbaren Steigerung des Untergrundes keine sonstigen Nachteile. Als Eichsubstanz zur Kontrolle des Goniometers diente das der Apparatur beigegebene Siliciumpräparat (a_0 5,4306).

Zur Bestimmung der Gitterkonstanten hexagonaler Aufstellung a_0 und c_0 wurde die Lage der Interferenzen $30\bar{3}0$ und $11\bar{2}6$ durch Impulszählung ermittelt. Es wurden von Hundertstels- zu Hundertstelsgrad (2θ) je 6 bis 10 Messungen von durchschnittlich $2,2 \cdot 10^4$ Impulsen/Minute für den Untergrund und $3,8 \cdot 10^4$ Impulsen/Minute für die Maxima ausgeführt. Vor allem bei den titanreicheren Proben tritt im Vergleich zu spektralreinem $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ eine Verschlechterung der Linienqualität auf, welche sich in einer zum Teil asymmetrischen Verbreiterung an der Basis der Linien äussert. Obschon sich alle Interferenzen noch ohne Schwierigkeit ausmessen liessen, mag aus der jeweils etwas unterschiedlichen Linienform ein systematischer, wenn auch geringfügiger Fehler resultieren, der sich einer zahlenmässigen Angabe entzieht. Die Streuung der Messungen beträgt auf a_0 bezogen weniger als $\pm 0,001 \text{ cm}^{-8}$ und auf c_0 bezogen weniger als $\pm 0,002 \text{ cm}^{-8}$.

Die so gewonnenen Gitterkonstanten hexagonaler Aufstellung und die daraus für rhomboedrische Aufstellung berechneten sind in Tabelle 2 zusammengestellt. In Figur 3 sind a_0 und c_0 gegen den Titangehalt aufgetragen, der hier formal als Mol. % Ilmenit ausgedrückt ist. Die Gitteraufweitung mit steigendem Titangehalt ist in der c-Richtung merklich stärker als in der a-Richtung, auch wenn man berücksichtigt, dass c_0 dem doppelten c der einfach primitiven hexagonalen Zelle entspricht. Die eingezeichnete Kurve für c_0 gibt die mittlere Steigungstendenz wieder.

Weiterhin wurde aus Guinier-Aufnahmen mit Fe-K_α -Strahlung die

Tabelle 2. Gitterkonstanten von Hämatit und Ilmenit

Nr.	Substanz	Fundort	Mol. % Ilmenit	a_0 cm ⁻⁸	c_0 cm ⁻⁸	a_{rh} cm ⁻⁸	α
	α -Fe ₂ O ₃		0	5,031	13,736	5,422	55° 17'
4	Hämatit	Furkahorn	4	5,035	13,765	5,432	55° 13'
5	Hämatit	Staldental	5	5,035	13,770	5,433	55° 12'
7	Hämatit	Trübtensee	7	5,036	13,768	5,432	55° 14'
9	Hämatit	Fedenstock	10	5,037	13,782	5,437	55° 12'
11	Ilmenit	P. Lucendro	~100	5,084	14,103	5,542	54° 30'

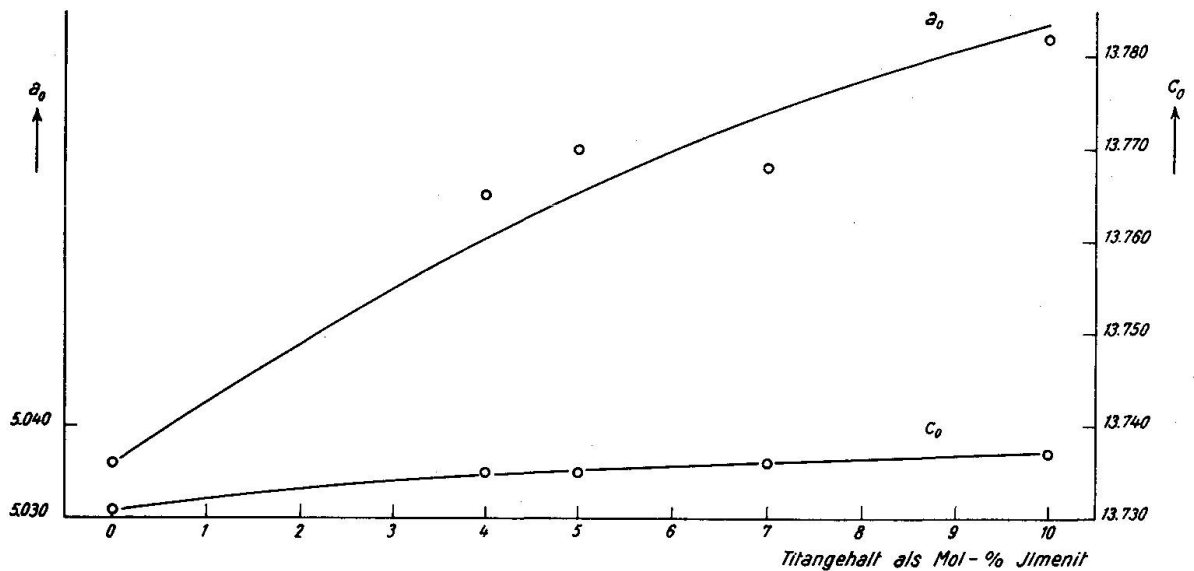


Fig. 3. Gitterkonstanten alpiner Klufthämatite in Abhängigkeit vom Titangehalt.

Nachweisgrenze von Rutil neben Hämatit zu 4—5 Gewichtsprozent bestimmt. Es war somit nicht möglich, die Rutileinlagerungen in den untersuchten Hämatiten auch röntgenographisch zu erfassen.

IV. Zum System Fe₂O₃-FeTiO₃

Nach dem Gesamtchemismus lassen sich alle hier untersuchten Kristalle als Glieder des Systems Fe₂O₃-FeTiO₃ betrachten. Von diesem System entwirft RAMDOHR (1926, 1956) aus einer grossen Zahl von Einzelbeobachtungen an natürlichem Material und ergänzenden Versuchen folgendes qualitative Bild:

- Bei 700—900° lückenlose Mischbarkeit. Die Mischkristalle lassen sich durch rasche Abkühlung auch bei Zimmertemperatur bewahren.
- Unter etwa 700° beginnt eine Mischungslücke, die bereits den grössern (mittlern) Teil des Systems einnimmt. Bildung von Entmischungskörpern 1. Generation aus den noch eisen- bzw. titanreichen Endgliedern.
- Bei 500—600° findet (vermutlich als Folge einer Modifikationsänderung) eine Verbreiterung der Mischungslücke statt, was zur Bildung einer 2. Generation von Entmischungskörpern führt.
- Bei Zimmertemperatur scheint bei beiden Endgliedern eine Mischkristallbildung nur noch in engen Grenzen möglich zu sein.

Eine erschöpfende quantitative Untersuchung der Phasenbeziehungen fehlt bis jetzt. Infolgedessen sind auch die in der Literatur verstreuten kristallstrukturellen Angaben recht lückenhaft. So teilen POSNJAK und BARTH (1934) die Gitterkonstanten für einen künstlich hergestellten Mischkristall aus der Mitte des Systems mit. In einer neuen Arbeit von VINCENT, WRIGHT, CHEVALLIER und MATHIEU (1957) über Titanomagnetit wird auch das vorliegende System am Rande berührt. Die Autoren führen aus einer Dissertation (BASTA, 1953, kein Titel referiert) ein Diagramm an, das die Gitterkonstanten von drei natürlichen Mischkristallen zwischen $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ und $\alpha\text{-FeTiO}_3$ (Titangehalte über 25 Mol. % FeTiO_3) enthält. Die Lage der Punkte vermittelt den Eindruck einer angenähert linearen Beziehung zwischen Gitterkonstanten und Chemismus.

Vergleicht man die hier mitgeteilten Untersuchungsbefunde an alpinen Hämatiten mit den zitierten Angaben aus der Literatur, so gelangt man zu folgenden Feststellungen:

Die mikroskopisch homogenen Hämatite entsprechen anscheinend den erwähnten Mischkristallen. Der Temperaturbereich ihrer Entstehung ist nach allgemeiner Ansicht über die Bildungstemperaturen der Kluftparagenesen mit maximal etwa 300° anzunehmen. Wie weit titanhaltige Hämatite auch bei Zimmertemperatur stabile Phasen darstellen, ist noch ungewiss.

Auf der Fe_2O_3 -Seite des Systems ist nach RAMDOHR (1926, 1956) als Entmischungsprodukt Ilmenit zu erwarten. Ilmenit konnte jedoch in keinem der untersuchten Anschliffe beobachtet werden, wohl aber mehrfach Rutil. Rutilbildung bei niedriger Temperatur beschreibt RAMDOHR als Zerfall von Ilmenit, der sich in Gegenwart von Sauerstoff in ein Gemenge von Hämatit und Rutil umwandelt. Es bleibt die Frage, in wel-

cher Weise bei alpinen Klufthämatiten, d. h. bei titanhaltigem α -Fe₂O₃ niedriger Entstehungstemperatur, die Rutileinlagerungen zustande gekommen sind. Nach dem erzmikroskopischen Befund scheint es nicht ausgeschlossen, dass sich der überschüssige Titangehalt unter oxydierenden Bedingungen direkt in Form von Rutil ausgeschieden hat. Eine genaue Kenntnis der Stabilitäts- und Löslichkeitsverhältnisse würde eventuell ermöglichen, die alpinen Hämatitvorkommen als geologische Thermometer zu verwenden.

Die Untersuchungen sind durch einen Kredit des Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung ermöglicht worden. Herrn Prof. Dr. F. LAVES danken wir für die Durchsicht des Manuskriptes. Ganz besonderer Dank gilt auch Herrn Prof. Dr. P. RAMDOHR für seine wertvolle Hilfe bei der erzmikroskopischen Durchmusterung der Proben.

Literatur

- MACHATSCHKI, F. (1953): Spezielle Mineralogie auf geochemischer Grundlage. Springer Verlag, Wien.
- PARKER, R. L. (1954): Die Mineralfunde der Schweizer Alpen. Wepf & Co. Verlag, Basel.
- POSNJAK, E. und BARTH, T. F. W. (1934): Notes on some structures of the ilmenite type. Z. Krist. Abt. A 88, S. 271—280.
- RAMDOHR, P. (1926): Beobachtungen an Magnetit, Ilmenit, Eisenglanz und Überlegungen über das System FeO, Fe₂O₃, TiO₂. N. J. Min. 34, Beil. Bd. Abt. A, S. 320—379.
- (1954): Klockmann's Lehrbuch der Mineralogie. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart.
- (1956): Die Beziehungen von Fe-Ti-Erzen aus magmatischen Gesteinen. Bull. Comm. Géol. Finlande, Nr. 173.
- VINCENT, E. A., WRIGHT, J. B., CHEVALLIER, R., and MATHIEU, S. (1957): Heating experiments on some natural titaniferous magnetites. Min. Mag. 31, S. 624—655.

Institut für Kristallographie und Petrographie der Eidg. Technischen Hochschule, Zürich.

Eingegangen am 30. September 1958.