

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

Band: 15 (1935)

Heft: 2

Artikel: Über Hydroxylapatit von der Kemmleiten bei Hospenthal (Kt. Uri)

Autor: Burri, Conrad / Jakob, Johann / Parker, Robert L.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-15340>

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: 27.01.2026

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

Über Hydroxylapatit von der Kemmleten bei Hospenthal (Kt. Uri)

Von *Conrad Burri* (Zürich), *Johann Jakob* (Zürich), *Robert L. Parker* (Zürich) und *Hugo Strunz* (München-Zürich)

INHALT:

	Seite
I. Allgemeines, von R. L. Parker	327
II. Chemische Untersuchung, von J. Jakob	331
III. Kohäsionseigenschaften, von H. Strunz	333
IV. Optische Untersuchung, von C. Burri	333
V. Röntgenometrische Untersuchung, von H. Strunz	337

I. ALLGEMEINES

(*Robert L. Parker*)

Anlässlich einer Exkursion des Min.-Petr. Institutes der E. T. H. in das Gebiet des St. Gotthards wurde diesen Sommer in dem Serpentin-Talk-Steinbruch der Kemmleten bei Hospenthal eine Anzahl von Handstücken gewonnen, die so reichlich mit Apatit versehen waren, dass die vorliegende Spezialuntersuchung dieses Vorkommens unternommen werden konnte. In diesem einleitenden Abschnitte sollen zunächst Art und Bedeutung des Fundes kurz erläutert werden.

Charakteristisch für das Auftreten von Apatit an der Kemmleten ist seine intime Assoziation mit Talk. Die Betrachtung des neugefundenen Materials zeigt, dass zwei in ihrem Wesen nicht ganz identische Erscheinungsarten des Minerals vorliegen. Bei der einen, häufigeren, erscheint der Apatit als eigentlicher Gesteinsgemengteil mit dem Talk des dort auftretenden Talkschiefers (siehe unten) auf das innigste verwachsen. Er kann durch vorsichtiges Wegschaben des Talkes aus dem Gestein herauspräpariert werden und erweist sich dann öfters als von bedeutenden Dimensionen, indem Individuen von bis zu 3 cm Länge vorkommen, und breitere Exemplare eine Querdimension von 1,5 cm erreichen können. Der einzige weitere nennenswerte Begleiter bei diesem Auftreten ist Magnetit, der in kleinen Oktaedern im Gestein etwelche Verbreitung hat und auch gelegentlich als Einschluss im Apatit erscheint. Manche der Magnetitindi-

viduen weisen eine auffällige Verzerrung auf, demzufolge sie eine langgestreckte, „stäbchenförmige“ Gestalt zeigen. Die andere Art des Auftretens ist die in Nestern des Talkschiefers, die vornehmlich mit prachtvoll grünem, grobblättrigem Talk, sowie mit grobspätigem, farblosem Karbonat, das als Magnesit bis Dolomit anzusprechen sein wird, ausgestattet sind. Soweit solche Stücke zur Untersuchung vorlagen, enthielten sie nur Apatitindividuen von wesentlich kleineren Dimensionen als das Hauptgestein.

Für die makroskopische Betrachtung lässt sich der Apatit wie folgt charakterisieren. Er zeigt einen gelblich bis grünlichen Farnton, der bei den dickeren Individuen mehr ins Grünliche, bei den dünneren mehr ins Gelbliche sticht. Speziell die kleinen Kristalle aus den Nestern verbinden eine fast als weingelb zu bezeichnende Farbe mit weitgehender Klarheit der Beschaffenheit. Im allgemeinen und speziell an grösseren Exemplaren ist die Beschaffenheit eine trübe. Durchgängig sind das Prisma (1010) und die Basis (0001) deutlich entwickelt und die sehr vorsichtige Durchmusterung der freigelegten Exemplare hat gezeigt, dass es an Andeutungen einiger weiterer Formen nicht ganz fehlt. So war manchmal (1011) unverkennbar vorhanden und es gelang sogar von dieser Fläche Reflexe am Goniometer zu erhalten, deren Qualität allerdings nicht hinreichend war, um ein Achsenverhältnis abzuleiten, das hinsichtlich der Genauigkeit mit dem röntgenometrisch erhaltenen (siehe unten) vergleichbar wäre. Es wurde deshalb von der Mitteilung solcher Messresultate abgesehen. Auch eine gewisse Ausgestaltung der Prismenzone schien an einem Individuum angedeutet zu sein. In allen wesentlichen Zügen muss aber die Morphologie als eine durchaus einfache bezeichnet werden. Es ist ersichtlich, dass die beschriebenen Eigenschaften dieses Apatits sich mit denjenigen der als „Spargelstein“ bekannten Varietät des Minerals decken.

Weitere schweizerische Vorkommen von Apatit mit dieser Paragenese und diesen Eigenschaften sind ausserordentlich spärlich. In seiner Beschreibung der schweizerischen Apatite erwähnt A. KENN-GOTT¹⁾ nur eine Fundstelle, auf welcher das Mineral entsprechend der obigen Beschreibung ausgebildet ist, und zwar handelt es sich um die benachbarte Lokalität von Weilerstauden zwischen Zumdorf und Hospenthal im Urserental. Als charakteristische Merkmale der Individuen dieser Fundstelle hob KENNGOTT (loc. cit., Seite 355) die bemerkenswert einfache Morphologie hervor, die ebenfalls nur (1010) und (0001) zu erkennen gab, und ferner die Assoziation mit weissem

¹⁾ A. KENNGOTT, Die Minerale der Schweiz. Leipzig 1866.

Dolomit, gelbem Magnesit, grünem blättrigem Talk, sowie mit limonitisierten Pyritwürfelchen. Der Apatit zeigte spargelgrüne Farbe bei durchscheinender Beschaffenheit und war oft als blosse Körner ohne deutliche Umgrenzung ausgebildet. Das Muttergestein des Vorkommens wird als Lavezstein angegeben. Allem Anschein nach muss dieser Fund wenig ausgiebig gewesen sein, denn in der WISER'schen Sammlung an der Eidg. Techn. Hochschule Zürich lässt sich feststellen, dass nur wenige Stücke vorhanden sind, die KENNGOTT als Unterlage für seine Beschreibung gedient haben können. Einige der mit Hospenthal oder Andermatt etikettierten Stufen tragen ganz anderen Charakter und entstammen offenbar dem Urserengneis oder verwandten Gesteinsarten.

Seit dem Erscheinen des KENNGOTT'schen Buches haben sich die schweizerischen Beispiele des Auftretens von Apatit in ultrabasischem Gestein kaum vermehrt. Auch J. KOENIGSBERGER²⁾ gibt nur einen einzigen paragenetischen Typ an (III a 22'), in welchem Apatit neben Talk eine leitende Rolle spielt, und vermag denselben auf schweizerischem Gebiet ausser mit dem genannten Vorkommen von Weilerstauden nur noch mit einer weiteren, benachbarten Lokalität, Gigestaffel bei Andermatt, zu belegen. Es erscheint die Annahme gerechtfertigt, dass auch an dieser Fundstelle das Mineral sehr selten sein muss, denn es ist auffallend, dass A. SCHNEIDER³⁾, der die Gesteine dieser Lagerstätte einer gründlichen Untersuchung unterzog, Apatit weder als makroskopischen noch mikroskopischen Gemengteil der verschiedenen auftretenden Gesteinsarten (siehe unten) überhaupt erwähnt. Dem Schreibenden ist ein weiteres Vorkommen von offenbar ganz gleichem Charakter durch die Freundlichkeit von Herrn F. N. ASHCROFT in London bekannt geworden, indem dieser in seiner Sammlung schweizerischer Mineralien einen grösseren gelbgrünen Apatitkristall aufbewahrt, der scheinbar als Unikum im Speckstein von Mompe Medel bei Disentis gefunden wurde. Das Individuum zeigt einen nach der c-Achse gestreckten Habitus, wobei die etwas grössere Entwicklung eines der Flächen von (1010) eine seitliche Abplattung hervorruft. Das vorliegende Auftreten an der Kemmleten wäre demnach das vierte in der Schweiz gefundene Beispiel dieser Erscheinungsart des Apatits. Etwas ausgiebigere Funde an der Lokalität wurden erstmals 1933 notiert und zwar anlässlich einer Exkursion,

²⁾ J. KOENIGSBERGER, Über alpine Minerallagerstätten, 3. Teil. Abh. Bayrische Akad. Wiss. XXVIII. (1919).

³⁾ A. SCHNEIDER, Der Diallag-Peridotit und seine Umwandlungsprodukte auf Gigestaffel südlich Andermatt. Diss. Zürich 1912.

die vorgängig der Altdorfer Sitzung der Schweiz. Naturforschenden Gesellschaft unter Leitung von P. NIGGLI in das Gotthard-Gebiet unternommen wurde. Die neuen Funde von 1935 haben in ihrer Reichhaltigkeit alle früheren bei weitem übertroffen.

Von den vier genannten Fundstellen sind die von Weilerstauden, Gigestaffel und der Kemmleten einander stark benachbart und als genetisch identisch zu betrachten. Aber auch das mehr östlich gelegene Vorkommen von Mompe Medel ist petrographisch-geologisch unmittelbar mit denjenigen von Andermatt-Hospenthal zu parallelisieren. In allen Fällen handelt es sich um ein Auftreten von epimetamorphen basischen Gesteinen, welche (vermutlich präherzynisch) in die vorwiegend sedimentogenen Gesteine des nördlichen Gotthardmassivs resp. der Tavetscher Zwischenzone eindrangen und dort kleinere Stöcke bildeten. Diese wurden alpin zu Linsen ausgequetscht, die in Zügen angeordnet sind und gleichzeitig wurde der primäre Mineralbestand (der ganz lokal, z. B. im Diallagperidotit auf Gigestaffel noch relikтив erhalten wurde) durch einen metamorphen ersetzt. Die vorwiegende Gesteinsart ist jetzt jeweilen Serpentin, doch ist dieser durch mehr oder weniger stark talkführende Zwischenglieder (Lavezstein, Ofenstein, Speckstein) mit eigentlichen Talk-schiefern verbunden, die lokal fast monomineralische Zusammensetzung aufweisen können. Diese Schiefer sind an der Kemmleten die Träger des Apatits. Nähere Einzelheiten über die Petrographie dieser Gesteinsarten, sowie der weiteren Begleitgesteine wie Chloritschiefer, Strahlsteinschiefer und Amphibolite können ausser bei A. SCHNEIDER (loc. cit.) in Arbeiten von ARN. HEIM, R. L. PARKER, E. AMBÜHL⁴⁾ u. a. gefunden werden. Vom systematischen Standpunkte aus sind diese Apatitvorkommen streng genommen zu J. KOENIGSBERGERS (loc. cit.) V. Gruppe zu rechnen, in welcher die besonders schön kristallisierten Gesteinsgemengteile untergebracht sind. Zum kleineren Teil, nämlich in den oben schon erwähnten Nestern, scheint allerdings ein Übergang zu den Kluftbildungen von alpinem Charakter gegeben zu sein, welche als die eigentlichen Vertreter der oben zitierten paragenetischen Gruppe III a 22' des genannten Autors anzusehen wären.

Auffallend stark ist der Kontrast zwischen diesen Apatiten und den sonst auf den schweizerisch-alpinen Minerallagerstätten recht verbreiteten Vertretern dieses Minerals. Letztere können trotz ganz

⁴⁾ ARN. HEIM, Der Talkbergbau von Disentis in Graubünden. Z. prakt. Geol. 26 (1918). — ROBERT L. PARKER, Serpentin und Talk von Disentis-Surrahein. Diese Mitt. 1 (1921). — E. AMBÜHL, Petrographie und Geologie des zentralen Gotthardmassivs südl. Andermatt. Diese Mitt. IX (1929).

erheblicher Variation im einzelnen⁵⁾ doch treffend derart charakterisiert werden, dass sie für gewöhnlich farblos bis schwach violett oder rosa sind und sehr flächenreich mit isometrischem Habitus entwickelt zu sein pflegen. Nur ein altes Vorkommen der Valle Maggia, das bereits von KENNGOTT als ungewöhnlich bezeichnet wird und auf welchem der Apatit mit Titanit, Chlorit, Byssolit und z. T. auch mit Turmalin assoziiert erscheint, ähnelt etwas den vorliegenden Kristallen, indem die dortigen Individuen blassgelbe Farbe und kurz- bis recht langäuligen Habitus bei relativer Flächenarmut aufweisen. Um so stärker ist dafür die Ähnlichkeit der neugefundenen Kristalle mit denjenigen der altbekannten Fundstelle vom Greiner im Tirol, welche KOENIGSBERGER als einen weiteren alpinen Beleg zu dem mehrfach genannten paragenetischen Typ III a 22' anführt. Nach den hiesigen Sammlungsbeständen zu urteilen, ist der Talk auf jenen Proben gerne entschieden gröber entwickelt als am vorliegenden Untersuchungsmaterial, doch ist die Analogie zwischen den Apatitkristallen eine fast vollkommene. Auch dort handelt es sich um morphologisch ganz einfache Individuen und ihre Färbung mag für die Schaffung der Spezialbezeichnung „Spargelstein“ mitbestimmend gewesen sein. Durchschnittlich erhält man den Eindruck eines etwas satteren Farbtons als am Material der Kemmleiten. Alles in allem hinterlassen die verschiedenen etwas näher besprochenen Vorkommen den Eindruck, dass das Auftreten von Apatit in Talkgesteinen zu einem auffallend einheitlichen Entwicklungstypus des Minerals führt, den möglichst genau zu beschreiben das Ziel der folgenden Abschnitte darstellt.

II. CHEMISCH-ANALYTISCHE UNTERSUCHUNG

(*J. Jakob*)

Dieser Apatit von der Kemmleiten bei Hospenthal hat sich als ein reiner Hydroxyapatit erwiesen, die Elemente Cl₂ und F₂ und auch die Atomgruppen CO₂ und SO₃ konnten nicht einmal in Spuren nachgewiesen werden. Es fehlen ausserdem auch FeO, MgO, V₂O₅ und die Alkalien. Es wurden folgende Daten erhalten:

CaO	55,47	in Mol. Zahlen.	98,93	99,01
MnO	0,06		0,08	
P ₂ O ₅	42,19		29,70	
+ H ₂ O	1,73		9,60	
- H ₂ O	0,00	d (18°) = 3,076 (Pyknometer)		
Unlöslich	0,60			
	100,05			

⁵⁾ ROBERT L. PARKER, Studien am Apatit vom St. Gotthard. Z. Kristallogr. 64 (1926), 224.

Das Unlösliche besteht vorwiegend aus sehr kleinen Talkblättchen, mit denen der Apatit dieser Lagerstätte gern verunreinigt ist. Vereinigen wir die molekularen Werte von CaO und MnO, dann ergibt sich die Summe von 99,01. Von dieser Summe subtrahieren wir den dreifachen Betrag für P_2O_5 (29,70), also 89,10, und wir erhalten den Rest 9,91, welcher dem Wert für H_2O entsprechen sollte. In Wirklichkeit ergab der Wert für H_2O die Zahl 9,60; die Übereinstimmung ist somit nicht schlecht.

Über das Methodische der Analyse ist noch einiges zu berichten. Die fein pulverisierte Substanz wurde in einem kleinen Becherglas mit etwa 50 cc Wasser auf dem Wasserbade erwärmt, bis keine Luftblasen mehr aufstiegen. Hernach wurde etwas konz. Salpetersäure zugesetzt, das Becherglas mit einem Uhrglas gedeckt, und längere Zeit erwärmt bis die Apatitsubstanz restlos in Lösung gegangen war und nur noch Talkschuppen zurückblieben. Während des Lösungsvorganges wurde sorgfältig beobachtet, ob etwa CO_2 -Blasen entweichen würden; es konnten jedoch keine Basen festgestellt werden. Damit ist der Beweis erbracht, dass CO_2 in diesem Apatit fehlt.

Der Gehalt an Wasser konnte durch blosses Glühen nicht genau ermittelt werden, das Wasser wird von der Substanz zu stark zurückgehalten. Um alles Wasser herauszubekommen, wurde in der folgenden Weise vorgegangen: In einem Platintiegel wurde eine grössere Menge Borax geschmolzen und so lange am Gebläse geglüht, bis die Schmelze vollständig blasenfrei war. Nach dem Erkalten wurde der Tiegel samt Deckel gewogen, dann etwa $1/2$ Gramm Substanz eingewogen und hernach wieder am Gebläse eingeschmolzen, bis alles gelöst war. Nach dem Erkalten wurde wieder gewogen, die Differenz ergab den Gehalt an Wasser.

Der Nachweis auf Cl_2 , H_2 und SO_3 , welcher quantitativ durchgeführt wurde, geschah in folgender Weise. Die in Salpetersäure gelöste Substanz wurde erst vom Unlöslichen abfiltriert, dann wurde gleich mit Hilfe der Woy'schen Fällung die Phosphorsäure abgeschieden. Die Lösung wurde sodann in zwei Hälften geteilt, in der einen Hälften wurde erst mit Baryumnitrat auf Schwefelsäure geprüft und gleich hernach mit Silbernitrat auf Chlor. Beide Proben fielen negativ aus. In der andern Hälfte wurde eine Fällung auf Fluor durchgeführt, die auch negativ ausfiel. Zur Bestimmung der Basen wurde eine besondere Einwage verwendet; es wurde auch zuerst nach Woy die Phosphorsäure abgeschieden und hernach die Basen in der üblichen Weise bestimmt, mit Ausnahme aber von CaO und MnO mit negativem Erfolg.

III. KOHÄSIONSEIGENSCHAFTEN

(*Hugo Strunz*)

Nach den Angaben in HINTZES Handbuch der Mineralogie⁶⁾ spaltet Apatit unvollkommen nach (0001) und (1010).

Die vorliegenden Apatitkristalle von Hospenthal spalten nach (0001) ebenfalls unvollkommen. Die Spaltbarkeit nach (1010) ist dagegen eine ziemlich vollkommene; es wurden bis 20 mm² grosse, glatte Spaltflächen erhalten, die auf dem Goniometer scharfe, einfache Reflexe lieferten.

Diese gute Spaltbarkeit kann nicht etwa durch Fremdeinschlüsse bedingt sein, denn sie wurde an reinen, durchsichtigen Kristallen beobachtet. Auch eine mechanische Beanspruchung während oder nach der Kristallisation erscheint ausgeschlossen, da die Kristalle im Talk vorkommen, der ja ein sehr plastisches Einbettungsmaterial ist. Es bleibt nun zu prüfen, ob die gute Spaltbarkeit durch eine charakteristische chemische Zusammensetzung bedingt sein kann. Die oben angeführte Analyse von J. JAKOB zeigt, dass es sich hier um einen reinen Hydroxylapatit handelt. Im Gegensatz dazu besitzen alle bisher beschriebenen Apatite einen gewissen Gehalt an Fluor, Chlor (oder CO₂). Betrachten wir von diesen Apatiten z. B. einen reinen Fluorapatit, so wäre es überraschend, wenn ein Ersatz der Fluorionen durch Hydroxylionen eine merkliche Änderung der Spaltbarkeit bedingen könnte; denn es ist bekannt, dass in vielen Silikaten und auch in Phosphaten Hydroxyl- und Fluorionen einander vertreten und dass dabei die Spaltbarkeit nicht merklich geändert wird. Der Ionenradius für Fluor ist 1.33 Å, für OH (= O) 1.32 Å, für Chlor 1.81 Å. Aus diesen Daten ist zu schliessen, dass grössere Unterschiede der physikalischen Eigenschaften zwar zwischen Fluor- und Chlorapatit zu erwarten sind, dass solche Unterschiede jedoch zwischen Fluor- und Hydroxylapatit kaum bestehen werden.

Es muss nach diesen Überlegungen weiteren Beobachtungen überlassen bleiben, ob die Spaltbarkeit für Apatite verschiedener Fundorte tatsächlich verschieden ist und ob eine Abhängigkeit von der chemischen Zusammensetzung besteht.

IV. OPTISCHE UNTERSUCHUNG

(*Conrad Burri*)

Wie die w. o. angeführte Analyse von J. JAKOB zeigt, handelt es sich beim vorliegenden Apatit um reinen Hydroxylapatit. Da diese

⁶⁾ C. HINTZE, Handbuch der Mineralogie, erster Band, vierte Abteilung, erste Hälfte, herausgegeben von G. Linck; Berlin und Leipzig 1933.

Mineralart in dieser Reinheit bis jetzt nicht bekannt gewesen zu sein scheint, wurde eine eingehendere optische Untersuchung vorgenommen. Diese erstreckte sich auf optischen Charakter und Anwesenheit von ev. anormaler Zweiachsigkeit, Pleochroismus, Licht- und Doppelbrechung.

Zuerst wurde mit dem WÜLFING'schen Schleifapparat ein Basis-schliff hergestellt. Dieser zeigte bei konoskopischer Untersuchung optisch negativen Charakter bei vollkommener Einachsigkeit.

Da viele Apatite schwach pleochroitisch sind, wurde zur Prüfung auf diese Eigenschaft eine ca. 0.6 mm dicke Platte parallel einer Prismenfläche geschliffen und beidseitig poliert. Die Untersuchung dieser Platte auf Pleochroismus gab ein vollständig negatives Resultat.

Aus dem gleichen Kristall wurde darauf ein Prisma mit der brechenden Kante parallel c geschliffen. Da die natürlichen Kristallflächen nicht reflektierten, konnte die Lage der angeschliffenen Prismenflächen auf dem Goniometer nicht festgelegt werden. Dagegen konnte die Parallelität der Prismenkante mit c unter dem Mikroskop gut kontrolliert werden. Die Abweichung erreichte den Wert von 0.5° nicht. Nach P. REINER⁷⁾, der den Fehler, der aus derartigen fehlerhaften Orientierungen von Prismen für die Bestimmungen der Brechungsindizes erwächst, systematisch untersuchte und diskutierte, ist eine derartige Abweichung für den vorliegenden Fall ohne Einfluss, da der durch die Fehlorientierung bewirkte Fehler nur ein Bruchteil des Messfehlers beträgt. Die schlechte Beschaffenheit der Flächen war auch der Hauptgrund, weshalb zur Messung der Lichtbrechung nach der Prismenmethode nicht einfach das Prisma (1010) benutzt werden konnte, wie dies gerade bei Apatit vielfach geschehen ist.

An dem so erhaltenen Prisma wurden die Brechungsindizes für eine Anzahl Wellenlängen nach der Methode der Minimalablenkung gemessen. Die Herstellung des monochromatischen Lichtes geschah mittels eines Monochromators nach TUTTON von A. HILGER in London, auf dessen Eintrittsspalt der positive Krater einer Gleichstrom-Liliputbogenlampe durch einen Kondensor abgebildet wurde. Die Qualität der Signale litt etwas unter dem Vorhandensein von Trübungen im Apatitprisma, sowie infolge der durch die gute Spaltbarkeit bedingten innern Reflexe. Da die beiden Signale infolge der geringen Doppelbrechung des Apatits sehr nahe beinander lagen, und da die Qualität des Materials die Anwendung eines grössern Prismenwinkels nicht

⁷⁾ P. REINER, Beiträge zur Kenntnis der Turmalingruppe. Diss. Heidelberg 1913. 301—5.

zuließ, wurden die Ablesungen unter Vorschaltung eines Nicols gemacht. Dabei bestätigte sich aufs neue der optisch negative Charakter.

Die Resultate der Messungen gibt untenstehende Tabelle. Die erste Kolonne gibt die den am Monochromator eingestellten Wellenlängen entsprechenden FRAUENHOFER'schen Linien, wobei auf die Berücksichtigung von Bruchteilen von λ verzichtet wurde. Um den Vergleich mit ältern Bestimmungen an andern Apatiten zu erleichtern, wurden auch die früher oft benutzten Li- und Tl-Linien aufgenommen. Der mittlere Fehler der einzelnen Bestimmungen wurde auf ± 0.0002 geschätzt.

Lichtbrechung des gelblichen Hydroxylapatites von Hospenthal (Uri)

Prismenwinkel $\varphi = 37^\circ 15\frac{1}{2}'$ $t = 22^\circ \text{ C.}$

Linie	$\lambda_{\mu\mu}$	ω	ε	$\omega - \varepsilon$
G	431	1,6574	1,6535	0,0039
F	486	1,6520	1,6489	41
E	527	1,6489	1,6450	39
Tl	535	1,6482	1,6443	39
D	589	1,6452	1,6413	39
C	656	1,6427	1,6387	40
Li	671	1,6421	1,6381	40
B	688	1,6417	1,6378	39
a	719	1,6410	1,6370	40
A	762	1,6399	1,6359	40

Diskussion und Vergleich mit andern Apatiten

Die Licht- und Doppelbrechung variiert bei den Apatiten verschiedener Fundorte und verschiedener chemischer Zusammensetzung innerhalb ziemlich enger Grenzen, wie die folgenden bis jetzt gefundenen extremen Werte zeigen:

	ω_D	ε_D	$(\omega - \varepsilon)_D$
1.	1,6335	1,6316	0,0019
2.	1,6507	1,6452	0,0055

1. Cl-freier Apatit von Minot Me. USA. J. E. WOLFF und CH. PALACHE, Z. Kristallogr. 36. 1902. 445.
2. Oxyapatit von der Rossa, Val Devero, Italien. A. BIANCHI, Atti. Soc. Ital. Sc. Nat. 58. 1919. 321.

Der Hydroxylapatit von Hospenthal ordnet sich somit nach Licht- und Doppelbrechung gut in den Variationsbereich der Apatitgruppe ein.

H. BAUMHAUER glaubte seinerzeit ⁸⁾ für farblose Apatite der Reihe F-Cl-Apatit eine Beziehung zwischen den optischen Eigenschaften

⁸⁾ H. BAUMHAUER, Über die Brechungsexponenten und die Doppelbrechung des Apatites von verschiedenen Fundorten. Z. Kristallogr. 45. 1908. 555—68.

und dem kristallographischen Achsenverhältnis gefunden zu haben, derart, dass mit abnehmendem F- und zunehmendem Cl-Gehalt der Winkel $c:x = (0001):(10\bar{1}1)$ kleiner, die Licht- und Doppelbrechung aber grösser würde. Es ist nun interessant, zu sehen, dass der Hydroxylapatit von Hospenthal, dem nach H. STRUNZ (w. u.) ein relativ grosser c-Wert (röntgenographisch bestimmt) von ca. 0.736 zukommt, optische Verhältnisse zeigt, wie sie nach BAUMHAUER den Gliedern mit kleinem c, resp. kleinem Winkel $c:x$ zukommen. In Bezug auf das Achsenverhältnis lässt er sich somit mit den F-reichen, Cl-armen Apatiten vergleichen, in Bezug auf die Optik eher mit den F-armen und Cl-reichen.

Schon BAUMHAUER hatte seinerzeit bemerkt, dass sich die von ihm gefundene Gesetzmässigkeit nicht auf alle Apatite anwenden lasse. Insbesondere ordneten sich die gefärbten Apatite nicht ein. Daran dürfte vor allem ein ev. vorhandener Mn-Gehalt schuld sein. Schon K. WALTER⁹⁾ hatte erkannt, dass mit zunehmendem Mn-Gehalt Lichtbrechung, Doppelbrechung und Dispersion wachsen. Als weiterer Grund für ein Abweichen von der BAUMHAUER'schen Gesetzmässigkeit dürfte nach den obigen Ausführungen nun auch noch ein erheblicher Gehalt an Hydroxylapatit in Betracht zu ziehen sein.

Interessant sind auch die Doppelbrechungsverhältnisse. Ein Vergleich mit andern untersuchten Vorkommen zeigt, dass sich der Hospenthaler Apatit offenbar durch eine ausnehmend geringe Dispersion der Doppelbrechung auszeichnet. Wie w. o. erwähnt wurde, beträgt der Fehler in der Bestimmung der einzelnen Brechungsindices ± 0.0002 , somit für die Doppelbrechungen maximal ± 0.0004 . Die Angaben der oben erwähnten Tabelle sind somit nicht genügend genau zur Charakterisierung der Dispersion der Doppelbrechung. Es wurde daher an der an dem für die Untersuchung auf Pleochroismus hergestellten Schliff parallel c mit einem sieben Ordnungen umfassenden Kombinationsquarzkompensator nach A. EHRINGHAUS die Doppelbrechung für die den FRAUENHOFER'schen Linien C, D und F entsprechenden Wellenlängen gemessen und der relativen Dispersion der Doppelbrechung nach A. EHRINGHAUS¹⁰⁾ berechnet.

$$N = \frac{\Gamma_D}{\Gamma_F - \Gamma_C} = 47,0$$

9) K. WALTER, Über Apatit von Epprechtstein in Bayern und von Luxullian in Cornwall. N. Jahrb. f. Min. etc., Beil., Bd. 23. 1907. 581—643.

10) A. EHRINGHAUS, Beiträge zur Kenntnis der Dispersion der Doppelbrechung einiger Kristalle. N. Jahrb. f. Min. etc., Beil., Bd. 41. 1917. 342—419. — Derselbe: Über Dispersion der Doppelbrechung bei Kristallen. Ibid., Beil., Bd. 43. 1920. 557—618.

Eine Dickenbestimmung der Platte zur Bestimmung der absoluten Doppelbrechungen auf diesem Wege wurde unterlassen, da die Platte bei der Präparation leicht keilförmig herausgekommen war. Für die Bestimmung des N-Wertes war sie gleichwohl zu gebrauchen, da die Messungen an ein und derselben Stelle gemacht werden konnten und sich die Plattendicke bei Bildung des Quotienten heraushebt.

Der Wert $N = 47.0$ spricht für eine sehr geringe Dispersion der Doppelbrechung, was die Resultate obiger Tabelle bestätigt. Er ist auch bedeutend grösser als der von EHRINGHAUS für den Apatit vom Katzenbuckel gegebenen $N = 21.5$.

In der Tabelle der N-Werte für die verschiedenen Mineralien (EHRINGHAUS, l. c., 1920, p. 608) würde der Hydroxylapatit von Hospenthal zusammen mit Hambergit ($n_\gamma - n_\alpha$) den 6. Platz besetzen, während der Apatit vom Katzenbuckel erst den 30. einnimmt.

V. RÖNTGENOMETRISCHE UNTERSUCHUNG (*Hugo Strunz*)

Der vorliegende Apatit wurde von J. JAKOB analysiert und von C. BURRI optisch untersucht. Die oben mitgeteilten Ergebnisse dieser Untersuchungen zeigten, dass es sich hier um einen reinen Hydroxylapatit handelt und dass dessen Optik mit derjenigen von Fluor-armen und Chlor-reichen Apatiten zu vergleichen ist. Nach den Befunden von R. L. PARKER (siehe oben) besitzen sämtliche Kristalle so schlecht ausgebildete Flächen, dass eine Bestimmung des Achsenverhältnisses auf goniometrischem Wege nicht möglich war.

Eine röntgenometrische Paralleluntersuchung soll nun versuchen, die Gitterdimensionen und somit das Achsenverhältnis festzustellen, damit auch auf dieser Grundlage ein Vergleich mit anderen Apatiten durchgeführt werden kann. Es liegen bereits röntgenographische Untersuchungen für eine Reihe von Apatiten verschiedener chemischer Zusammensetzung vor. Für Hydroxylapatit stand bisher nur synthetisches Material zur Verfügung; an diesem wurde früher eine röntgenometrische Untersuchung durch HENDRICKS, JEFFERSON und MOSLEY ausgeführt¹¹⁾.

¹¹⁾ HENDRICKS, S. B., JEFFERSON, M. E., MOSLEY, V. M., The Crystal Structures of some Natural and Synthetic Apatite-Like Substances. Zeitschr. Kristall. 81 (1932). 352.

TRÖMEL, G., und MÖLLER, H., führten für die von ihnen hergestellten und publizierten Pulveraufnahmen von Hydroxylapatit keine Berechnungen durch. „Die Bildung schwerlöslicher Calciumphosphate und die Beziehungen dieser Phosphate zur Apatitgruppe“. Zeitschr. anorgan. Chemie 206 (1932). 227.

Zur gegenwärtigen Untersuchung diente dieselbe Probe, die J. JAKOB zur chemischen Analyse und Dichtebestimmung verwendet hätte (siehe oben). Es wurden zwei Pulveraufnahmen, eine mit reinem Apatit und eine mit einem Gemisch von Apatit + Steinsalz, hergestellt. Für beide Aufnahmen wurden zunächst sämtliche Reflexe indiziert und davon die folgenden zur Bestimmung der Gitterkonstanten ausgewählt: 2130, 3030, 3140, 3250, 5160, 6170, 7070 = 5380, 0002, 0004 und 0006. Aus den Abständen dieser Reflexe wurden die Mittelwerte für die sin-Quadrat der Glanzwinkel bestimmt und mit diesen die Gitterkonstanten berechnet:

$$a = 9,42 \text{ \AA} \quad c = 6,935 \text{ \AA} \quad a : c = 1 : 0,736$$

(Strahlung Fe - K_{α} ; Kameradurchmesser = 57,2 mm)

$$\sin^2 \vartheta_a = 0,01403 \quad \sin^2 \vartheta_c = 0,01941$$

Die Anzahl der Moleküle im Elementarkörper berechnet sich nach der Formel:

$$Z = \frac{V \times s \times N}{M} = \frac{533 \times 10^{-24} \times 3,076 \times 0,606 \times 10^{24}}{1004,9} = 0,99$$

V = Volumen des Elementarkörpers

s = spezifisches Gewicht (nach J. JAKOB, siehe oben)

N = Avogadrosche Zahl

M = Molekulargewicht.

Es ist also 1 Molekül von der Zusammensetzung $\text{Ca}_{10}(\text{OH})_2(\text{PO}_4)_6$ im Elementarkörper enthalten. Die Annäherung an eine ganze Zahl ist gut.

Folgende Tabelle enthält für einige Apatite von verschiedener chemischer Zusammensetzung die Werte für die Gitterkonstanten und Achsenverhältnisse. Die Angaben für Fluorapatit (1.) stammen aus einer Arbeit von NÁRAY-SZABÓ¹²⁾, diejenigen für Chlorapatit und synthetischen Hydroxylapatit (2. und 3.) sind aus der oben erwähnten Arbeit von HENDRICKS, JEFFERSON und MOSLEY entnommen.

		a	c	a : c
1. Fluorapatit	$\text{Ca}_{10}\text{F}_2(\text{PO}_4)_6$	9,37	6,88	0,734
2. Chlor-X-Apatit	$\text{Ca}_{10}\text{Cl}_2(\text{PO}_4)_6$	9,52	6,85	0,719
3. Hydroxylapatit synthetisch	$\text{Ca}_{10}(\text{OH})_2(\text{PO}_4)_6$	9,40	6,93	0,737
4. Hydroxylapatit von Hosenthal	$\text{Ca}_{10}(\text{OH})_2(\text{PO}_4)_6$	9,42	6,935	0,736 .

¹²⁾ ST. NÁRAY-SZABÓ, The structure of apatite. Zeitschr. Kristall. 75 (1930). 387. — In guter Übereinstimmung damit befinden sich die Werte, die M. MEHMEL gefunden hat. „Über die Struktur des Apatits“. Zeitschr. Kristall. 75 (1930). 323.

Aus der Tabelle ist zu sehen, dass zwischen dem synthetischen Hydroxylapatit (3.) und dem Hydroxylapatit von Hospenthal (4.) hinsichtlich der Gitterkonstanten gute Übereinstimmung besteht. Der geringe Unterschied liegt innerhalb der experimentellen Fehlergrenze (er kann aber auch durch einen geringen Alkaligehalt bedingt sein, der im angeführten synthetischen Apatit enthalten war). Das Achsenverhältnis der beiden Hydroxylapatite ist 1:0.736 bzw. 1:0.737; beide Achsenverhältnisse weisen gegenüber demjenigen für Fluorapatit einen geringen Unterschied auf, gegenüber demjenigen für Chlorapatit ist der Unterschied ein ziemlich grosser.

Mineralogisch-petrographisches Institut der E. T. H.

Eingegangen: 3. Dezember 1935.