

Zeitschrift: Bulletin de la Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles = Bulletin der Naturforschenden Gesellschaft Freiburg
Herausgeber: Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles
Band: 50 (1960)

Artikel: Die Lokalität Lengenbach : Historie und Bestandsaufnahme : Studien über die Freiburger Binnentalsammlung I
Autor: Nickel, E. / Schaller, I.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-308378>

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: 04.04.2026

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

Die Lokalität Lengenbach

Historie und Bestandsaufnahme

mit einem Profil und 12 Abbildungen auf Tafeln

von E. NICKEL und I. SCHALLER

Institut für Mineralogie und Petrographie der Universität Freiburg

INHALTSVERZEICHNIS

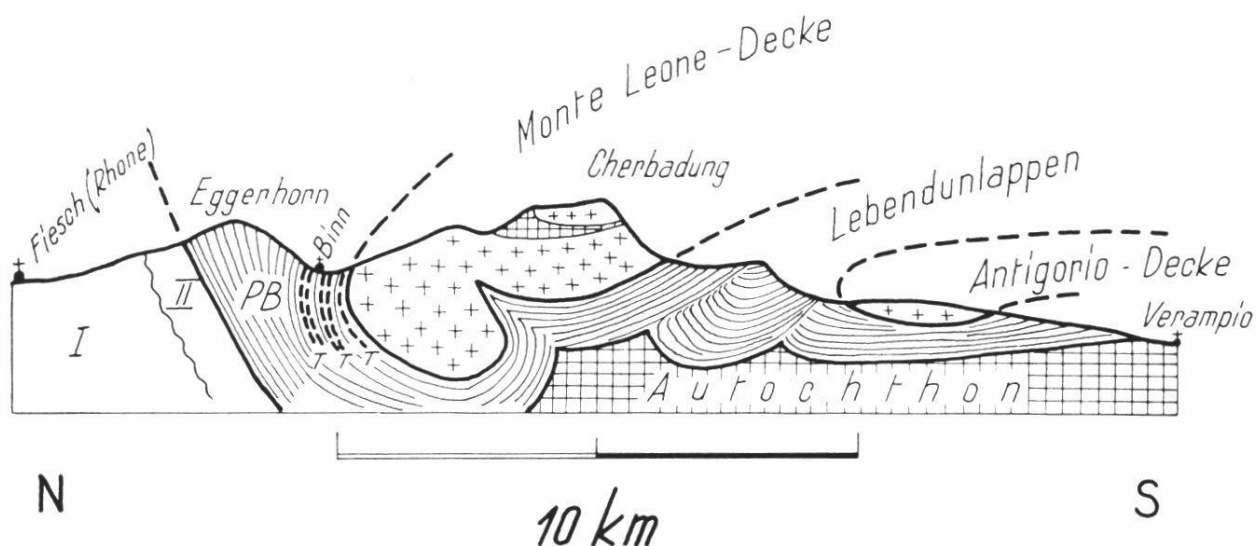
A. Einleitung und Überblick	15
1. Die Lokalität Lengenbach	15
2. Die Minerale des Lengenbacher Dolomits (mit Tabelle I)	16
3. Zur Genese der Lagerstätte	16
4. Die Freiburger Binnentalsammlung im Spiegel einiger « historischer Briefe »	21
B. Allgemeine Geschichte der Ausbeutung am Lengenbach	36
1. Erste Bergbauversuche im Binnental (um 1731)	36
2. Beginn der wissenschaftlichen Bearbeitung (ab 1833)	38
3. Periode des intensiven Abbaus auf seltene Minerale (ab 1850)	39
4. Die Ruhepause bis 1900	42
5. Der Abbau unter Jentsch (ab 1900)	43
6. Der Verfall des Aufschlusses ab 1912	45
C. Geschichte der Sulfosalze vom Lengenbach	46
1. Erste Nachrichten über die « Grauerze »	46
2. Periode der zwiespältigen Bezeichnungen	48
3. Klärung der Namensverwirrung durch v. Rath 1864.	51
4. Periode der Neufunde ab 1896	54
5. Periode der Vertiefung 1905-1909	57
6. Ausbauperiode ab 1909	59
7. Anwendung röntgenographischer Methoden seit 1928	64
8. Gleichzeitige nicht-röntgenographische Untersuchungen	71
9. Moderne Untersuchungen ab 1945	72

D. Synoptische Tafeln der mineralogischen Erforschung von Lengenbach-Sulfosalzen (Tabelle II-V)	76
E. Physiographie der Lengenbacher Sulfosalze (und Hinweis auf Vertreter in der Freiburger Mineraliensammlung)	91
Dufrenoyisit	93
Sartorit	101
Jordanit	115
Rathit	126
Liveingit	137
Baumhauerit	140
Seligmannit	148
Lengenbachit	155
Hatchit	160
Hutchinsonit	163
Trechmannit	171
Smithit	176
Proustit	182
Marrit	184
Sollyit und Tellit	185
(Der Binnit ist hier nicht genannt, da ihm die spezielle Beschreibung von I. Schaller gewidmet ist.)	
F. Literatur über die Lengenbachparagenese (ergänzt durch einige allgemeinere Binnentalarbeiten)	186

Tafelbilder nach S. 136.

ERLÄUTERUNGEN ZU DEN TAFELBILDERN

- Abb. 1. Binnit B 138 (mit Pyrit).
- Abb. 2. Binnit B 240 ; Durchmesser 0,9 cm. Näheres zu den Binniten siehe Teil II / I. Schaller : Die Binnite des Binnentals.
- Abb. 3. Skleroklas B 153 ; $0,9 \times 0,25$ cm. Pseudorhombischer, nach der b-Achse gestreckter Kristall (Aufstellung v. Rath rhombisch, von Trechmann monoklin).
- Abb. 4. Dufrenoyisit B 584 ; $1,8 \times 1,8 \times 0,6$ cm. Vgl. Baumhauer (4h) ; Bildebene ist a c (monoklin/Solly) mit Riefung parallel a (Solly).
- Abb. 5. Jordanit B 743 ; $1,2 \times 1,2$ cm. Nach [010] pseudohexagonal entwickelter Kristall. Das aufrechte Prisma (hk0) geht parallel den längsten Kanten. Die im Bilde hell reflektierende schmale Fläche gehört zu dieser Zone [001].
- Abb. 6. Jordanit B 60 ; größter Durchmesser ca. 1 cm. Pseudohexagonal wie Abb. 5 ; mit aufblitzender (010). Links die Zwillingsriefung nach $(\bar{1}01)$; rechts sich über die (010) herüberziehende breitere Zwillingslamellierung nach $(30\bar{1})$.
- Abb. 7. Rathit B 742 ; ca. 0,5 cm dick, 0,7 cm hoch. Von Baumhauer in (4f) beschriebener Kristall, seinerzeit rhombisch aufgestellt mit der großen Fläche als Basis ; später (Solly) rhombisch mit großer Fläche als (010) und mit den längeren Kanten als [001].
- Abb. 8. Jordanit B 301 ; ungewöhnlich groß : ca. $3 \times 1,5$ cm. Dieser hervorragend entwickelte Kristall zeigt als große Fläche das Klinopinakoid (010) (Baumhauer). Die Riefung entspricht einer polysynthetischen Verzwilligung nach $(\bar{1}01)$.
- Abb. 9. Baumhauerit B 228 ; 2,5 cm lang, 1 cm breit. Großer Kristall mit charakteristischem Oberflächenrelief.
- Abb. 10. Seligmannit B 313 ; ein Mineral, das gern auf anderen Sulfarseniten aufwächst ; hier in der säuligen, geriefen Ausbildung.
- Abb. 11. Lengenbachit B 250 ; $0,8 \times 0,5 \times 0,1$ cm. Kristall vom Typus der Lengenbachite, die zwei sich unter ca. 60° schneidende Zwillingsriefungen zeigen.
- Abb. 12. Lengenbachit B 242 ; strahlige Gruppe schwertförmiger Blättchen ca. 0,6 cm lang in Dolomit.



Schematisches Nord-Südprofil im Raume Binn.
(Abb. 18 des Exkursionsführers Nickel).

Von Norden her reicht bis auf halbe Höhe des Eggerhorns das Gotthardmassiv mit Gneisen (I) und gotthardmassivischen Bündner Schiefern (II). Diese Bündner Schiefer sind beidseitig gesäumt von Trias.

Es folgen penninische Bündner Schiefer (PB) mit Triaseinschaltungen (T), die bei Binn z. T. vererzt sind. Die Lengenschachlagerstätte liegt in einem solchen Triasdolomit.

Südlich Binn tritt man in Monte-Leone-Gneise ein; am Cherbadung sind Serpentine eingeschaltet (Karoschraffur). Weiter im Süden stülpt sich in die Schiefer die Antigoriodecke ein. Das autochthone Kristallin tritt bei Verampio an die Oberfläche.

A. Einleitung und Überblick

I. Die Lokalität Lengenschbach

Die bekannte Mineralfundstelle liegt im Binnental, einem linken Nebental der Rhone, nahe dem Orte « im Feld » (Imfeld), ca. 3 km oberhalb Binn. Die geologische Simplonkarte von C. Schmidt und H. Preiswerk hat die ca. 1700 m hoch liegende Stelle mit dem Zeichen für « Bergwerk » angegeben. Auf der Landeskarte der Schweiz, Blatt Nufenenpaß 1:50 000, entsprechen ihr die Koordinaten 660, 2/135, 1.

Den anstehenden penninischen « Bündner Schiefer » sind Triasdolomite eingelagert ; der bedeutendste Streifen geht dem linken Talhang der Binna annähernd parallel und ist durch die der Binna zuströmenden Bäche freigelegt. Der Anschnitt des Lengenschbach/Messerschbachs liefert den Aufschluß der seit dem 16. Jahrhundert bekannten Lokalität.

Schon Desbuissons gibt 1909 (Seite 31) die geologische Position – Schmidt und Preiswerk referierend – im heutigen Sinne an ¹, indem die Fundstätte als der penninischen Monte Leone-Decke zugehörig angesehen wird. Bader (1934) bringt eine dem fortgeschrittenen Stande der geologischen Erforschung angemessene Beschreibung ; über die geologischen Zusammenhänge wird daher im Folgenden nicht referiert. Eine dem « Kleinen Schweizführer » (E. Nickel, Sonderheft des « Aufschlusses » 1961) entnommene Skizze veranschaulicht die geologische Situation.

Der typische zuckerkörnige, rein weiße Dolomit, der an vielen Stellen Phlogopit und Pyrit führt, hat am Lengenschbach zusätzlich eine sulfidische Paragenese, die in den « Mineralien der Schweizer Alpen » (89) als Fundortgruppe 11b gekennzeichnet ist. Vom Dolomit, der etwa 150 m mächtig ist und 80° nach Süden einfällt, sind im hangenden Drittel etwa 20 m in mehreren schichtparallelen Horizonten vererzt,

¹ Die Desbuissons'sche Karte, erschienen nach der Simplonkarte (mit Erläuterung) von Schmidt und Preiswerk (1908), enthält auch Beiträge von Baumhauer. Es ist interessant, die Korrespondenz zwischen Schmidt und Baumhauer von 1901 zu studieren ; siehe die « historischen Briefe ». Die Entwicklung der geologischen Konzeption bis zum Erscheinen der geologischen Karte von 1908 ist durch die Forscher Studer (1844), Gerlach (1869), Heim (ab 1883), Schmidt (1895), Lugeon (1902) und Schardt (ab 1902) bestimmt.

wobei die nördlichen Partien die Sulfosalz-reichsten gewesen sein sollen.

Während heute nur die mineralogischen Raritäten der Sulfosalze (und anderer Sulfide) von Interesse sind, hat man einst versucht, die Lokalität auf Eisenerz abzubauen. Von 1958 an wurde von der « Bernischen Arbeitsgemeinschaft Lengenbach » und im Zusammenhang mit dem dortigen Strahler J. Imhof die verfallene Lokalität ausgeräumt, bis man an die früheren Stollen kam. Man hofft, die bekannten, andernorts seltenen Mineralien wiederzufinden und event. neue Mineralien zu entdecken ; Erfolge und Ergebnisse sind noch nicht publiziert.

2. Die Mineralparagenese des Lengenbacher Dolomits ¹ (Tabelle I.)

In der Mannigfaltigkeit der Paragenese des Binnentals steht Lengenbach an erster Stelle. Die nachfolgende Tabelle (Reihenfolge der Mineralien nach Strunz) gibt zugleich an, wer im Binnental zuerst das Mineral erwähnt oder beschrieben hat.

Abgesehen von Hamlinith und Hyalophan liegt das Hauptinteresse bei den Sulfosalzen. Ein großer Teil von ihnen kommt, wie die Tabelle zeigt, nur am Lengenbach vor. Aber auch die Mineralien, die man hernach auch an anderen Stellen gefunden hat, wie Dufrenoyisit, Jordanit, Baumhauerit, Seligmannit, Hatchit, Hutchinsonit, Smithit wurden zuerst vom Lengenbach beschrieben. Einer Klärung bedürfen die seinerzeit mangels gutem Material noch « unbekanntem Mineralien » von Solly (134) sowie Smith 1920 (130), für welche Gagarin u. Cuomo (32) neuerdings die Namen Sollyit bzw. Tellit vorgeschlagen haben. Es könnte sich auch um verzernte Kristalle bereits bekannter Mineralien handeln.

3. Zur Genese der Lagerstätte

Wie schon Bader (1), so versteht man auch heute die Genese dahingehend, « daß eine ursprünglich durch Imprägnation und Metasomatose entstandene Erzlagerstätte in Dolomit infolge der alpinen Metamorphose verändert wurde, wobei die sulfidischen Komponenten unter

¹ Der Binnentaler Dolomit führt auch Skapolith. Dieser ist allerdings bisher nur aus dem Raum Ofenhorn bekannt : GRAESER, Schw. Min. Petr. Mitt. **39**, 1959, S. 337.

Tabelle I. Die Paragenese vom Lengenbach

Mineral	Am Lengenbach zuerst nachgewiesen von	Hinweise auf andere Vorkommen
Sulfide und Arsenide		
Bleiglanz	1895 Zeller (154a+b) ; 1899 Solly (131a) u. w. ¹	—/— ²
Zinkblende	1833 Lardy (79b) ; 1838 Wiser (153a) u. w.	—/—
Pyrit	1833 Lardy (79b) ; 1838 Wiser (153a) u. w.	—/—
Realgar	1833 Lardy (79b) ; 1839 Wiser (153c) u. w.	—/—
Auripigment	1833 Lardy (79b) ; u. w.	—/—
Arsenkies	1877 Engelmann (24) ; 1895 Zeller (154a+b)	—/—
Sulfosalze		
Binnit	1854 Waltershausen (147a) ; u. w.	= Tennantit !
Dufrenoyzit	1845 Damour (19a+b+c) ; u. w.	OS, Hall (Tirol), Tasmanien, etc.
Skleroklas	1854 Waltershausen (147a+b) ; u. w.	nur im Lengenbach
α -Sartorit?	1907 Trechmann (140c)	nur im Lengenbach
Sartorit II	1959 Rösch und Hellner (112)	nur im Lengenbach
Jordanit	1864 vom Rath (109a+b) ; u. w.	Nagyak, OS, Trazien, Japan (Reniformit), Zuni (Guitermanit)
Rathit	1896 Baumhauer (4f+g) ; u. w.	Wiesloch, Sala nur im Lengenbach
Rathit II	1953 Berry (12c) ; 1959 Rösch und Hellner (112)	nur im Lengenbach
Liveingit	1901 Solly und Jackson (131b) ; u. w.	nur im Lengenbach
Baumhauerit	1901 Solly (12. Nov. Vortrag) ; u. w.	Zuni (Colorado)
Baumhauerit II	1959 Rösch und Hellner (112) ;	nur im Lengenbach
Seligmannit	1901 Baumhauer (4k) ; u. w.	Utah, Recksk, Butte, Kalgoorlie, Cerro de Pasco, Wiesloch etc.
Lengenbachit	1904 Solly (15. Nov. Vortrag) ; u. w.	nur im Lengenbach
Hatchit	1912 Solly (23. Jan. Vortrag) ; u. w.	(evt. = Gratonit?)
Hutchinsonit	1903 Solly (132j) ; u. w.	Wiesloch
Trechmannit	1903 Solly (4. Nov. Vortrag) ; u. w.	nur im Lengenbach
α -Trechmannit	1911 Solly (21. März Vortrag) u. w.	nur im Lengenbach
Smithit	1903 Solly (4. Nov. Vortrag) ; u. w.	Wiesloch?

¹ u. w. (= und weiterhin) bedeutet, dass das Mineral auch später noch erwähnt wird.

² —/— bedeutet, dass das Mineral allgemein verbreitet ist.

Mineral	Am Lengenbach zuerst nachgewiesen von	Hinweise auf andere Vorkommen
Proustit	1905 Solly (14. Nov. Vortrag); (132m)	—/—
Marrit	1904 Solly (15. Nov. Vortrag); u. w.	nur im Lengenbach
Sollyit	1919 Solly (134); Name seit 1949 (32)	nur im Lengenbach
Tellit	1920 Smith (130b); Name seit 1949 (32)	nur im Lengenbach
Oxyde		
Quarz	1840 Wisser (153e); 1877 Engelmann (24) u. w.	—/—
Rutil	1838 Wisser (153a) aus dem Binnental; 1855 Waltershausen (147b) vom Lengenbach; u. w.	—/—
Ilmenit	1906 Solly (132m); 1912 Lewis (83m):	—/—
Magnetit	1855 Waltershausen (147b); 1877 Engelmann (24);	—/—
Saphir	1855 Heuser (51a); von Engelmann (24) abgelehnt; 1887 Ritz (111)	—/—
Hämatit	1866 Kenngott (68i)	—/—
Karbonate		
Dolomit	1833 Lardy (79b); u. w.	—/—
Calcit	1877 Engelmann (24); u. w.	—/—
Malachit	1895 Zeller (154a+b); 1901 Solly (132c) in der englischen Fassung (131a) nicht erwähnt	—/—
Cerussit	Desbuissons (21b) gibt an, das Mineral sei von Solly nachgewiesen worden, also 1909 (« tout récemment »)	—/—
Aragonit	wie bei Cerussit!	—/—
« Bitterspat »	1838 Wisser (153a,b,e); u. w. Wisser: « Zinkblende mit Eisenkies und Bitterspat in Dolomit eingewachsen » (153a, Nr. 13)	—/—
Eisenspat	1855 Waltershausen (147b);	—/—
Sulfate		
Baryt	1840 Wisser (153e); u. w.	—/—
Barytcoelestin	1854 Waltershausen (147a); u. w.	—/—
Phosphate		
Hamlini	1904 von Solly als Bowmanit veröffentlicht (132 I ₁ , i); 1909 von Bowman als Hamlini erkannt (15)	—/—
Silikate		
Hyalophan	1854 Waltershausen (147a); u. w.	zuerst im Binnental erkannt

Mineral	Am Lengenbach zuerst nachgewiesen von	Hinweise auf andere Vorkommen
Adular	1833 Lardy (79b) ; u. w.	—/—
Albit	1903 Solly (132 f.) ;	—/—
Turmalin	1840 Wisser (155e) ; u. w.	—/—
Muskowit	1839 Wisser (153b) ; u. w.	—/—
Phlogopit	1866 Kenngott (68i) ; u. w.	—/—
Fuchsit	1877 Engelmann (24) ; u. w.	—/—
Talk	1855 Waltershausen (147b) ; u. w.	—/—
Chlorit	1887 Ritz (111) ;	—/—
Asbest	1887 Ritz (111) ;	—/—
Tremolit	1887 Ritz (111) ; 1895 Zeller (154a+b) ; 1905 Baumhauer (4p)	—/—

Bedingungen umkristallisierten, die an anderen Orten sonst kaum realisiert sind. Es sind die Bedingungen der alpinen Gesteinsmetamorphose und Zerrklüftbildungen » (89).

Bader (1) : « Die Entstehung der Drusen muß man der Tätigkeit der zirkulierenden Lösungen zuschreiben. Der spezielle Charakter der alpinen Klüftminerale äußert sich unzweifelhaft in der Ausbildung der Nichterze, wie Quarz, Dolomit, Calcit, Adular und Glimmer. Die Verwachsungen dieser Minerale mit den Erzen beweist, daß beide Gruppen in ein und derselben Ausscheidungsphase auskristallisierten ... unter erheblichem Kohlendruck ... Es ist ... anzunehmen, daß während der Auskristallisation wässrige Lösungen im ganzen Lagerstättenkomplex ziemlich frei zirkulierten, denn die Drusen sind z. T. fast vollständig ausgefüllt, beispielsweise mit Pyrit ... » (S. 390).

Nach Dan Giusca (35), der die Minerale erzmikroskopisch untersucht hat, sind Verdrängungsprozesse der hauptsächlichste Grund der heutigen Mineralassoziation. Ein Teil der Verdrängungen geht von Spalt- und Absonderungsrichtungen aus. Nach seinen Untersuchungen kommt er zu folgendem Schema :



« Das allgemeine Ergebnis dieser Untersuchungen wäre demnach die Schlußfolgerung, daß die arsenärmeren Glieder durch arsenreichere und oft silberreichere verdrängt werden, sodaß Thalliumsilbersulfosalze und Realgar als zuletzt gebildete Mineralien erscheinen. In Übereinstimmung damit zeigt die Gesamtheit der bekannten Analysen dieser Mineralien eine stetige Anreicherung an Silber bei zunehmendem Arsengehalt. »

An dieses Ergebnis schließt Dan Giusca folgende Überlegung : « Die mesozoische Lagerstätte war vielleicht ihrer Natur nach eine metasomatische, die auf eine basische Intrusion zurückging. Vielleicht waren die primären Mineralien : Arsenkies, Zinkblende, Bleiglanz, Pyrit, Chalkopyrit, Fahlerz, Jordanit (?). Durch die alpine Faltung wurde die Lagerstätte vollständig umgewandelt und umkristallisiert ; die Mineralien Pyrit, Zinkblende, Bleiglanz, Jordanit (vielleicht auch Realgar, der durch die Verwitterung der früheren Lagerstätte schon entstanden war) wurden dabei zonenartig im Dolomit konzentriert. Nach dieser Phase begann eine solche der Kluftaktivität, welche die Lagerstätte in ihre heutige Form gebracht hat. »

« Zinkblende, Pyrit, Bleiglanz sind ein letztes Mal in Spalten umkristallisiert. Die Arsenmineralien, wohl hauptsächlich Jordanit und Binnit, wurden teils umkristallisiert, teils zerstört durch schwach alkalische Zirkulationswässer. »

« Der Prozeß verlief derart, daß immer an Arsen, Silber und Thallium reichere Lösungen entstanden, aus denen sich einerseits neue Mineralien ausschieden und von denen auch andererseits eine metasomatische Wirkung auf die gebildeten Sulfarsenite und den Dolomit ausging. In dieser gleichen Phase sind auch die weiteren Mineralien der Paragenese entstanden, wie Hyalophan, Quarz, Adular etc. » (S. 175).

Huttenlocher (62) verweist hinsichtlich der Paragenese auf Ahlfelds Bemerkung über die Realgarformation (Z. f. prakt. Geol. 41,1933).

Schließlich sind die Verhältnisse in der Lagerstätte Wiesloch zum Vergleich – bedingt – heranziehbar. Dort fand Seeliger (124) 1954 den Hutchinsonit, den man bisher nur in Lengenbach vertreten wußte. Das Mineral verifizierte er durch Vergleich mit Binnentaler Material, da die Wieslocher Kristalle infolge subparalleler Verwachsungen Einmeßschwierigkeiten bringen ; aber auch eine Weißenbergaufnahme bestätigte den Befund.

Bei der erzmikroskopischen Untersuchung entdeckte Seeliger mit

Vorbehalt auch Smithit. Wenn (nach Ramdohr) außerdem Gratonit mit Hatchit identisch ist, würden sowohl Smithit wie Hatchit nicht auf Lengenbach beschränkt bleiben. Die ähnliche Mineralparagenese beider Lagerstätten¹ läßt auf vergleichbare Bildungsbedingungen schließen. Auch in Wiesloch bildet sich Hutchinsonit als junges Glied der Paragenese unter Anreicherung von As. Seeliger schreibt: « Die Tendenz zur Bildung As-reicher Restlösungen, in denen gleichzeitig Ag, Tl, Cu, Sb, Hg u. a. Metalle angereichert vorliegen, ist nicht nur für die Bildung und Umbildung des Hutchinsonits, sondern auch auf die Lagerstättengenese mitbestimmend » (S. 176).

4. Die Freiburger Binnentalssammlung im Spiegel einiger « historischer Briefe »²

Die Sammlung, die seinerzeit von Baumhauer eingerichtet wurde, hat zwar inzwischen mehrfach ihren Aufstellungsort geändert, ist aber seit dem damaligen Stand nicht wesentlich vermehrt worden. Sie konnte mit einem Teil von Binnentalstufen, die das naturhistorische Museum in Besitz hatte, vereinigt werden und befindet sich jetzt zusammen mit Stücken, die aus dem Privatbesitz von Baumhauer stammen, im mineralogischen Institut. Für alle wurde eine einheitliche Kartei hergestellt.

Die Schaustücke sind in Glasvitrinen untergebracht, die Herr Gübelin aus Luzern gestiftet hat.

Weitere Einzelheiten über das Werden der Sammlung (wie Ankäufe, Preise etc.) können hier nicht mitgeteilt werden, aber es ist interessant, Einblick in die seinerzeitige wissenschaftliche Korrespondenz zu nehmen.

In den Unterlagen zu unserer Binnentalssammlung und dem Nachlaß, der in Händen von Frau P. Gockel (verw. Prof. A. Gockel; Tochter von Prof. Baumhauer) ist, finden sich nämlich unter anderem auch einige Briefe, die die damalige Situation erhellen, sei es hinsichtlich von Namensgebungen, von Prioritäten, Übernahme von Mitteilungen durch Dritte oder von Fundpunktmitteilungen.

¹ Wiesloch/Baden enthält neben Zinkblende (+ Wurtzit) Bleiglanz und Pyrit noch Jordanit und Gratonit. Ferner Geokronit, Semsyit, Auripigment, Hutchinsonit, Kupferkies, Meneghinit, Realgar und weitere (vgl. RAMDOHR, Fortschr. Min. **31**, 1952).

² xxx bedeutet, dass Skizzen in den Briefen sind.

Als erstes sind einige Briefe von Seligmann, dem gönnerhaften Freunde Baumhauers, wiedergegeben. Baumhauer, an den die Briefe gerichtet sind, hatte Seligmann zu Ehren ein Binnentaler Sulfosalz « Seligmannit » genannt. Wir hören den Dank des Geehrten, vernehmen von Bestimmungsschwierigkeiten (also auch der Experten !) und von den persönlichen Verhältnissen Seligmanns und Baumhauers.

Briefe von G. Seligmann an Baumhauer von 1891 bis 1901

GS

Coblenz, Schloßbrondell 18. 18. 6. 1891

Sehr geehrter Herr Doktor !

Ihr freundlicher und höchst interessanter Brief traf hier ein als wir grade von der Reise heimgekehrt waren ; er traf es aber insofern unglücklich, als meine Frau grade damals, als er in meine Hände gelangte, recht schlimm erkrankt war. Ich fand in Folge dessen nicht die Zeit, die gewünschte Litteratur Ihnen zugehen zu lassen und nun ich endlich dazu komme, kann ich Ihren Brief, den ich in der Aufregung verkrämt habe, nicht finden. Ich glaube aber, daß die beiden beiliegenden vom Rathschen Arbeiten das sind, was Sie wünschten. Es ist sehr merkwürdig, wenn der Jordanit jetzt monoklin wird, nachdem er den Versuchen, ihn nach dem für monoklin gehaltenen Meneghinit isomorph zu machen siegreich widerstanden hat und nachdem nun der Meneghinit selbst rhombisch geworden ist. Ist es nicht möglich, daß ein neues Mineral vorliegt ? Wäre nur das Material nicht so infam selten und theuer !, man könnte dann einmal eine Analyse machen lassen. Sie erinnern sich wohl, daß ich schon, als Sie hier waren, die Vermutung aussprach, es könne ein neues Mineral vorliegen. Ich kenne keinen Jordanit, der nicht Zwillingsbildung resp. Streifung zeigt und an den Krystallen, deren Ausbildung im Übrigen garnicht mit dem Dufrenoyzit übereinstimmte, habe ich keine Spur einer Andeutung von Zwillingsbildung finden können. Nun freue ich mich, daß die Krystalle für Ihre wissenschaftliche Verwerthung schöne Verwendung gefunden haben. Zu dem, was Sie über die Baryte sagen, ist zu bemerken, das die bis jetzt beschriebenen völlig verschieden von denjenigen sind, die Sie in Händen haben. Die vermeintliche Xenotimstufe habe ich noch nicht wieder zur Hand nehmen können. — Meiner Frau geht es wieder leidlich und ich hoffe, sie kann bald auch wieder das Bett verlassen. Wenn ich nicht die richtigen Schriften sende, so bitte ich um freundliche Angabe dessen, was Sie gewünscht haben. Mit besten Grüßen Ihr ergebener G. Seligmann.

GS

Coblenz, Schloßbrondell 18. 20. 11. 1895

Sehr geehrter Herr Doktor !

Nehmen Sie zunächst meinen herzlichsten Dank für Ihren liebenswürdigen Brief und die besten Glückwünsche zu der Freiburger Professur. Zu dieser darf man nicht nur Ihnen, sondern vor allem auch der Wissenschaft gratulieren,

der Sie dort Ihre reichen Kräfte in ganz anderer Weise widmen können. Diese Nachricht hat mich sehr erfreut, wenn sie auch den Stachel hat, daß es in Zukunft dann wohl leider noch seltener sein wird, daß ich das Vergnügen habe, Sie zu sehen. Ehe Sie übersiedeln, hoffe ich jedenfalls noch einmal Sie hier begrüßen zu können. Vielen Dank auch für die gütige Überlassung der beiden Stücke. Der Rathit hat sich bei mir in einer ganzen Anzahl von Exemplaren vorgefunden, die unter den Skleroklas gesteckt waren wegen der ziemlich starken Streifung der prismatischen Flächen. Auch die Zwillingsbildung findet sich vor. Eine zweite derartige, bei der sich die Individuen unter ca. 90° schneiden, kommt bei einem ähnlichen Mineral vor ; ob es Rathit ist, kann ich nicht sagen. Was ich nun für Rathit halte in meiner Sammlung, zeigt reiche domatische Ausbildung und meist nicht deutliche Pyramiden. Stimmt das mit Ihren Stücken ? Leider ist das Zeug so zerbrechlich, sonst schickte ich Ihnen einmal etwas zur Ansicht. Die Binnit-Arbeit von Trechmann sandte ich Ihnen unter Kreuzband. Haben Sie Zwillinge von Binnit ? Ich besitze einen aufgeklebten Krystall von Binnit, der anscheinend ein Zwilling ist. Ich habe die Formen $\infty 0$, 202 , $30\frac{3}{2}$ (202 auch hemiedrisch, matt und glänzend) constatirt, zwei Flächen — $\frac{202}{2}$ (matt) fallen in eine Ebene, ebenso zwei glänzende + $\frac{202}{2}$. Mit $\infty 0$ spiegelt eine Fläche $\infty 0 \infty$ (xxx) und umgekehrt mit $\infty 0 \infty 0 \infty$. Wenn Sie etwa die Stufe, auf der noch ein kleiner Rathit sitzt, haben wollen zur Bearbeitung, steht sie Ihnen gerne zu Diensten. — Ich bin nun noch so frei, Ihnen durch Postanweisung die frs 10 = M 8 für die beiden Stücke zugehen zu lassen. Sie werden stets mich zu herzlichstem Danke verpflichten, wenn Sie die große Liebenswürdigkeit haben wollen, mich von Ihrem Überflusse mit genießen zu lassen. Hoffentlich kommt es recht oft dazu. Wenn Sie von den großen Binniten einmal abgeben wollen, so denken Sie, bitte, an mich. Viele herzliche Grüße Ihr ergebener G. Seligmann.

G. S.

Coblenz, Schloßbrondell 18. 19. 10. 25. 10. 1898

Sehr geehrter Herr Professor !

In der ersten Hälfte August habe ich in strömendem Regen eine Reise durch die Schweiz gemacht, bei der ich alle Mineralfundstätten besuchte. Mit dem Erfolg meiner Sammelei bin ich sehr zufrieden. Ich konnte zum Theil sehr gute Sachen erwerben und auch einiges, wie mir scheint, neue. Da ist vor allem eine Binnenthaler Dolomitstufe mit einer etwa 1 cm großen metallischen Ausscheidung, die ich nicht anders als Sprödglasserz und Rothgültigerz bezeichnen kann. Die Krystalle sitzen leider an diesem einzigen Stück so ungeschickt, daß man nichts durch Messung zu entscheiden versuchen kann ; auch möchte ich mich nicht der Gefahr aussetzen, durch Abbrechen das ganze zu zerstören. Einige Stufen, die ich als Rathit mitgenommen hatte, hielten auf dem Goniometer dieser Annahme nicht stand, sondern erwiesen sich als Skleroklas, allerdings in einer Ausbildung, die durch das gänzliche Fehlen der Pyramiden und durch die tafelige Ausbildung sich von der gewöhnlichen Form unterscheidet. Eine einzige Stufe mit einem Krystall mit verkümmerter Endigung ließ Mes-

sungen an unzweifelhaftem Rathit zu, der eine von Ihnen nicht beobachtete Fläche zeigt (10.0.1). Von 001 ab gemessen fand ich die Winkel

			berechnet
37.19		102	38.22
29.57	67.16	302	67.10
5.51	73. 7	201	72.28
13.13	86.20	10.0.1	86.23
29.10	115.30	403	64.39
	(64.30)		

Das sind keine brillanten Messungsergebnisse, aber doch hinreichende, um die Formen festzustellen. Aus dem Binnenthal brachte ich außer diesen Dingen Anatase, Eisenglanz und Magnetit in besonders schönen Exemplaren mit. Mein Weg führte mich weiter ins Haslithal (gedrehte Quarze, Turnerit ein neues Vorkommen!) und später ins Maderaner Thal, Disentis (Apatite; Val Giuf; Anatas, Turnerit, Fluorit aus dem Walser Thal; Milarit, Turnerit aus Val Strim usw.), Göschenen (gedrehte Quarze). Sie sehen, es ist so ziemlich von Allem, was die Schweiz liefert, etwas geboten worden. In Genf besuchte ich den dortigen Händler Minod, fand aber sozusagen nichts mitnehmerswerthes. Ich bin neugierig von Ihnen zu hören, wie Sie sich in Ihrer neuen Heimath eingelebt haben; hoffentlich geht es Ihnen da recht gut. Vielen Dank für die liebenswürdige Zusendung Ihrer Arbeit über den Rathit sagend und mit besten Grüßen Ihr ergebener G. Seligmann.

G. S.

Coblenz, Neustadt 5. 18. 2. 01

Sehr geehrter Herr Professor!

Nehmen Sie meinen herzlichsten Dank für Ihren liebenswürdigen Brief von vorgestern und die mir zuge dachte, mich sehr erfreuende Ehrung. Daß Sie die Güte gehabt haben, meinen Namen gerade mit dem Binnthale in Verbindung zu bringen, ist mir besonders erfreulich, da ich ebenso wie Sie an diesem Fundorte mit besonderer Liebe hänge; hat er doch auch mir für meine schwachen mineralogischen Versuche so manches Stück geliefert. Leider hat es das Leben so mit sich gebracht, daß ich nicht mehr die Zeit finden kann, selbst zu beschreiben, was mir der Zufall Interessantes in die Hand spielt. Und da bin ich denn froh, wenn andere sich der Arbeit unterziehen, meine Erwerbungen genauer zu untersuchen. Ich bedauere es dabei immer, daß Sie nicht öfter mir wie früher die Freude machen können, zuzuschauen, was dann neues ein passiert ist. Vielleicht fänden Sie dann auch hier und da ein Stücklein, das Ihnen des Beschriebenwerdens werth dünkte. Ihre Idee, dem Binnenthal eine Monographie seiner Schätze zu schaffen, ist eine für alle Freunde unserer Wissenschaft hochehreliche und es wird aus Ihren Händen eine wichtige Bereicherung der Mineralogie hervorgehen. Bei der außerordentlichen Fülle des Materials wird Ihnen allerdings viel Arbeit bevorstehen und es freut mich deshalb sehr zu hören, daß Sie sich in Freiburg wohlfühlen. Da ist denn zu hoffen, daß Ihre Schaffensfreudigkeit Sie leicht über den Berg von Arbeit herüberbringt. Bei

uns geht es ganz gut ; wie Sie aus dem Briefkopfe ersehen, bin ich umgezogen in mein elterliches Haus, wo ich die Sammlung besser aufgestellt habe. Wir würden uns sehr freuen, wenn Sie uns in dem neuen Heime einmal aufsuchten ; daß es für mich eine ganz besondere Freude wäre, Ihnen meine weitergewachsene Sammlung zu zeigen, bedarf wohl keiner Versicherung. Mit nochmaligem Danke und vielen Grüßen Ihr ergebener G. Seligmann.

Nun folgen einige Briefe Sollys. Solly ist neben Baumhauer Hauptakteur in der klassischen Forschungsperiode. Seine Briefe spiegeln die intensiven Bemühungen der damaligen Zeit gut wieder. Solly war es auch, der den Namen Baumhauer auf ein neues, von ihm gefundenes Mineral fixierte. Sowohl der Baumhauerit (Solly) wie der Seligmannit (Baumhauer) wurden im Jahre 1901 aus der Taufe gehoben. Sollys Name selbst wurde leider erst posthum (1949) mit einem – noch nicht ganz in seiner Eigenexistenz gesicherten – Mineral der Lengenbachparagenese verknüpft.

Briefe von R. H. Solly an Baumhauer zwischen 1900 u. 1911

Cambridge 15 aug 1900
2 / S. Andrews Street

Dear Prof. Baumhauer

I hope you will excuse my writing to you in English. I have to-day sent you a copy of my paper on Jordanite with analysis by Jackson. You will see that Jackson differs with Römer about the amount of Sb. – I have added an abstract of my paper on Rathite. I obtained a little time ago a beautiful crystal of Rathite with pyramidal planes which gave excellent results. I do not, you will see, differ much in my elements from you. My crystals of Sartonite show that it must be oblique on account of the arrangement and angles of the pyramidal planes that appear on 3 of my crystals.

Believe me to be yours truly R. H. Solly.

Cambridge 18 oct 1901
2 / Wollaston Road

Dear Sir

You may have seen in « Nature » a short note of mine announcing a new mineral from the Lengenbach. – I should like if it is agreeable to you to name it « Baumhauerite » as no one has done more work on this group of minerals. I obtained one crystal unperfect three years ago but it was not till this summer I found enough to fully determine it

$$\begin{array}{ll} 101 \ 100 = 50^\circ \ 27 & 111 \ 010 = 53^\circ \ 51 \frac{1}{2} \\ 101 \ 001 = 32^\circ \ 15 \frac{3}{4} & \beta = 82^\circ \ 42 \frac{3}{4} \end{array}$$

In apparence it closely resembles dufrenoysite but 010 is large and the prism (dufrenoysite) shows well marked oblique symmetry. Jackson has just sent me his analysis on .8 grams

4 PbS + 3 As ₂ S ₃	
Pb = 48.92	48.75
S = 24.39	24.61
As = 26.42	26.64
99.73	100.00

S. G. 5. 31.

Most of my crystals are curiously rounded. I think the dealers have often named this mineral dufrenoysite.

With kind regards Yours truly R. H. Solly.

Krantz is trying to sell little crystals of black rutile as Seligmannite. Have you been able to obtain enough for analysis. I have not seen any of it.

Binn am 7. 8 1904

My dear Professor,

No Baumhauerite or Seligmanite has as yet been found, though Jentsch three times thought he had obtained a crystal but it was only rutile. – I have just send off to the meeting of the British Association at Cambridge a paper on I believe three new minerals :

Nr. 1 a beautifully developed small oblique crystal resembling Binnite, $\beta = 88^{\circ}45'$ with thirty two forms.

2) Another in very thin blade shaped crystals some 2 inche long with highly perfect cleavage. I have only ohne modified crystal which gave indifferent measurements it is curously twinned about planes perpendicular to the clivage plane like in jordanite at an angle close to 60° & another twin growth with an angle close to 45° . I have some crystals grown on a large cristal of jordanite. Dr. Hutchinson is now analysing it & taking the s. G.

3) minute long yellow rhombohedral crystals $100 : 111$ $53^{\circ}48'$ not affected by HCl. I hope it will be found to contain As_2O_5 . TiO_2 . MgO & so closely altered to Lewisite Sb_2O_5 . TiO_2 . CaO etc.

I have only one specimen with 17 crystals on it of No. 1 but a fair number of No. 2. No. 3 I have had a few crystals for the last two years but the faces were so curved I could make nothing out of them ; those of this year give sharp reflections.

For the last two weeks they have found nothing of interest so I hope this week something will turn up.

With kindest regards to you & your family Yours truly R. H. Solly.

Hierzu vergleiche Literatur 132 g. j.

Binn, 31 aug 1907

Dear Professor Baumhauer.

I am returning by this post the papers you kindly sent me to read. I am leaving tomorrow taking nothing or very little away of interest. Franz Jentsch found on the Ofenhorn a piece of iron stained quartz containing a few flakes of Molybdenite which is new to me also one crystal of brookite accompanying small crystals of anatase. This also I have not seen before. Have you specimens of them from the Ofenhorn. Have you been able to make out the little crystals on Jordanite I have not seen any like them. — We are going to the Hotel Victoria Genève tomorrow for a week and then on to Montreux, Hotel de Paris. — My wife joins me kind remembrances to your wife and yourself.

yours truly R. H. Solly.

I was unable to obtain an envelope before today ; Genève 3. 9. 07.

13 aug 1911

Dear Prof. Baumhauer

I see in « Nature » for aug 3rd and account of the German Mineralogical Society and that they have published a new Journal Fortschritte der Mineralogie etc. The review mentions a paper by yourself. I should be much obliged if you could let me know what are the terms for becoming a member. — I have been here since the 7 July with my daughter, but am sadly disappointed at the condition of the dolomite quarry. They have at present done very little work and nothing of interest has been found. For the last three years I have been unable to do any mineralogical work as my late wife who died to my great grief on the 6th July occupied all my attention. — Did you see an account of a new mineral named Wiltshireite from the Lengenbach quarry by Prof. Lewis of Cambridge last autumn. Last January I was able to get at my note books and found it was identical with my rathite and discribed before the Min. Soc. London in Nov. 1903. He discribes it as a simple crystal though his measurements prove it to be a twin. I have some years considered that rathite is oblique and the elements I gave for rathite α should be those now accepted for rathite. Just as those very good crystals of dufrenoyite of mine prove it to be oblique instead of rhombic. I am publishing in the next number a short paper on this subject which was read at Min. Soc. meeting (London) last March. I hope also to publish the angles of two new minerals I found some years ago, one I consider isomorphous with Trechmanite containing no silver (?) but the same hemihedrism so characteristic of that mineral. The other an anorthic (?) lead grey mineral. It is very disappointing to have waited so many years and obtain no more material and now the quarry looks like being closed.

With kind remembrances to Madame and yourself

yours sincerely R. H. Solly.

I should be here till September.

Nicht nur Solly befaßte sich aus dem englischen Sprachgebiet mit der Lengenbachparagenese, sondern auch Trechmann und Lewis.

Mister Trechmann, mit Seligmann und Solly bekannt, ein Liebhaberspezialist und gewissenhafter Beobachter, schrieb das Folgende an Baumhauer :

Brief von C. O. Trechmann an Baumhauer vom 1. 4. 1906

Hudworth Tower, Castle Eden

Sehr geehrter Herr Professor !

Da der Sonntag mein freier Tag ist und ich in einigen Tagen auf eine Woche verreise, so beeile ich mich Ihnen einige kurze Angaben über meine Skleroklase zu machen, welche Sie, glaube ich, wohl interessieren möchten, besonders weil Sie sich so viel und eingehend mit dem Binnental beschäftigt haben. – Für mich als Laien haben diese schönen Mineralien stets, seit meinem ersten Besuch des Binnenthals in 1875 in Begleitung meines Lehrers Prof. C. Klein, einen ganz besonderen Reiz gehabt und habe ich stets bedauert, daß meine anderwärtigen Beschäftigungen mich viel gehindert haben mich eingehender mit demselben beschäftigen zu können. – In letzter Zeit habe ich jedoch mehrere kleine interessante Beobachtungen gemacht, bis mir im August 1904 diese Skleroklase bei dem zweiten Besuch in Binn in die Hände fielen. Gute Krst. des S. scheinen äußerst selten zu sein, denn von mehreren Dutzend ausgesuchter Stufen in meinem Besitz habe ich außer den beiden Hauptkristallen meiner Untersuchung, nur ganz wenige gefunden, die auch nur einigermaßen zu Messungen brauchbar sind. Im Februar dieses Jahres verbrachte ich ferner einige Tage bei meinem Freunde Seligmann in Coblenz, und durchsuchte sorgfältig auch seine vielen Exemplare ohne einen einzigen guten Kristall zu finden. Allerdings brachte ich 2 Stufen zur Untersuchung mit nach Hause, aber diese scheinen nicht Skleroklase zu sein. – Meine beiden Hauptkristalle stammen von einer ganz kleinen Stufe, und waren ursprünglich miteinander verwachsen und trennten sich beim Herunternehmen. Mister Solly, der die Stufe bei mir sah, sprach sich gleich sehr verwundert über die vollkommene Entwicklung der Makro (jetzt Ortho-Domen) aus, und diese scheinen in ihrer Entwicklung fast einzig zu sein. Die Hauptflächen sind nämlich groß, glatt und ungestreift entwickelt und gestatten sehr genaue Messungen. Nach der Basis zu sind dieselben gestreift und gestört. – An diesen beiden Kristallen habe ich mehrere Hundert Messungen gemacht, und nach vielen Versuchen um Vergleiche mit der rhombischen Aufstellung und mit einigen Sollys zu machen, welche vergeblich waren, endlich ein ganz neues Axensystem aufgestellt, welches mit dem sehr deutlich monoklinen Habitus in Einklang ist und für alle Flächen verhältnismäßig einfache Indizes ergibt. – Dies wurde alles an dem Krst. Nr. 1 festgestellt, von welchem ich Ihnen eine Pause meiner ersten Skizze mit den Hauptmessungen und Hauptformen beilege, woraus Sie wohl vorläufig alle nötigen Daten für einen Vergleich werden ziehen können. – Sie haben ganz recht in Ihrer Vermutung über die neue Aufstellung. Die frühere Basis wird jetzt $\infty\bar{p}\infty$, meine $\infty p'\infty$ ist das frühere $\infty p^v\infty$, und die frühere Brachydomenzone wird jetzt Zone der Prismen.

Meine Skizze ist also eine Projektion auf die Symmetrieebene und da die Prismenzone fast stets bei Krst. mit Endausbildung gut entwickelt ist, so ist die Orientierung sehr einfach. – Mein Krst. Nr. 2 ließ sich erst entziffern, nachdem Nr. 1 vollständig berechnet worden war, denn es fehlen an ihm alle deutlichen Leitflächen (*a* äußerst klein, *c* schlecht, *b* nicht vorhanden) und es finden sich ganz andere Pyramiden, sodaß von einer Fläche des Hauptprisma und einer gut entwickelten Pyramide ausgegangen werden mußte. Dann entpuppte sich der Kristall als ein äußerst reicher Contactzwilling. Zwillingsebene = $a = \infty \bar{p} \infty$. – Ich habe aber vergessen zu erwähnen, daß das erste, welches mich auf die monokl. Symmetrie brachte, darin lag, daß Krst. 1 bei starker Vergrößerung u. d. M. sehr deutliche Zwll. Lamellen in Anzahl enthält, ganz ähnlich wie der Jordanit, nur sehr viel kleiner. Dies ist auf der Skizze durch die punktierten Linien angedeutet. Dieselben durchlaufen den ganzen Kristall von oben bis unten, sind aber auf den Prismen in keinem Falle bemerkbar (also nicht triclin) xxx. – Die Sache beschäftigt mich seit über einem Jahr und hat mir viel Kopfzerbrechen gemacht, erstens weil Mr. Solly mir einen ganz anderen $\beta \triangleleft$ angiebt und vorschlägt, und ferner weil ich mit Ihren und v. Rath's Resultaten so wenig Übereinstimmung ermitteln kann. – Ich habe 5 weitere Kristalle sorgfältig durchgemessen, und finde recht gute Übereinstimmung in der Prismenzone sowohl untereinander als mit den Ihrigen und v. Rath's Resultaten, aber in der Orthodomenezone herrscht die größte Verwirrung, sodaß ich vorläufig der Ansicht bin, daß entweder der Skleroklas in dieser Zone einen wechselnden großen Flächenreichtum besitzt, oder daß dieselbe durch Zwillingsbildung sehr gestört ist, oder endlich, daß zwei verschiedene Substanzen vorliegen, mit fast genau denselben Winkeln in der Prismenzone, die aber in der Orthodomenezone voneinander verschieden sind. Ich habe deshalb gezögert, meine Beobachtungen fertig zu machen, um womöglich weiteres beweisendes Material zu erhalten, welches mir aber bis heute nicht geglückt ist. Zum Schluß für heute möchte ich Ihnen noch folgende kleine Vergleichstabelle vorlegen :

	Prismenvergleich		beobachtet von v. R. u. B		von C. O. T. an 7 Kristallen beobachtet
	v. Rath	C. O. T. berechnet			
$5/2 \bar{f} =$	$4/5 f$	$26^\circ 30$	$26^\circ 20 \ 1/2$	2 mal	12 mal
$3/2 \bar{f} =$	$4/3 f$	$39^\circ 44$	$39^\circ 31 \ 1/2$	5 mal	12 mal
$f^{\wedge} =$	$2 f$	$51^\circ 16$	$51^\circ 4$	7 mal	14 mal
$2 f^{\wedge} =$	$4 f$	$68^\circ 9$	$68^\circ 0'$	7 mal	14 mal

Die Winkelschwankungen der Prismen selbst an einem und demselben Kristall und an anderen sehr guten Krst. sind stets sehr bedeutend und erhöhen die Schwierigkeiten. – Erst durch weitere eingehende Arbeiten wird sich ergeben, wie es wirklich mit dem S. steht. Er ist unbedingt wie schon v. R. sagt, einer der formenreichsten Minerale, denn ich habe alleine an diesen beiden Krst. mit ziemlicher Sicherheit folgende Partialformen bestimmt :

Pinakoide	3	
Prismen	17	(an den anderen Krst. noch einige mehr)
Klinodomen	6	
+ Orthodomen	19	} 26
– Orthodomen	7	
+ Pyramiden	16	} 35
– dies.	19	
Im Ganzen	<u>87</u>	

Ich möchte gerne bald einiges fertigstellen, und hoffe dasz unterdessen, diese wenigen Angaben, Ihnen behülflich sein werden. Ihren Gruß herzlichst erwidern, verbleibe ich mit vorzüglicher Hochachtung

Chas. O. Trechmann.

Anschließend der Briefwechsel, den Prof. Lewis mit Baumhauer führte ; er befaßt sich mit der Identität von Rathit, α -Rathit und Wiltshireit. Lewis erbat die Zusendung eines Originalkristalles von Baumhauer ; dieser zögerte und wir finden einen Briefentwurf, in dem er sich für die Nichtübersendung entschuldigt und nur eine Skizze übermittelt. Der Brief wurde nicht abgeschickt und Baumhauer übersandte an Lewis doch den kostbaren Kristall. Lewis schrieb ihm dann den zweiten hier wiedergegebenen Brief und sandte gleichzeitig den Kristall zurück mit dem Bemerkten : « Open the tube with care. Der Kristall ist aufgeklebt auf einen epingle ! » – Baumhauer notierte : « Kristall heil wieder angekommen » ...

Briefe von Prof. Lewis an Baumhauer von 1911

Mineral Museum Cambridge, England
8 July 1911

Dear Professor Baumhauer !

Mr. Solly has called attention to the fact that he discovered the mineral (which I called Wiltshireite) in 1903 and called it Rathite α owing to its likeness in angles to Rathite. Since his communication I have been examining all my crystals of rathite- α and should be very glad if you could let me see the specimen of which Fig. 1 in your paper is a representation. If you will intrust it to me I will take great care of it ; but I think it wright to warn you that if the crystal is cracked there will be great risk of its breaking in the journey. Cracked xs travel very badly. I am also thinking of using your fig. 1 in my paper and hope you will allow me to do so. I have got a cliché from Groth. I have the impression that your 045 is my $20\bar{1}$ and your 0.11.10 my $20\bar{3}$ thus making your crystal an oblique one with elements almost identical with those of wiltshireite. But the lustre and habit are totally different and I am inclined

to regard the two as closely related dimorphous substances. — Of course if you send me the specimen I will return it soon or bring it back when I come to Switzerland which I hope will be in some 5 weeks hence I have discovered some 40 different forms on Wiltshireite and now have evidence of twinning with my large 100 (your 001) as twin face. I trust you are well and with kind remembrances

remain yours sincerely W. J. Lewis.

25 July 1911

Dear Professor Baumhauer !

I beg to thank you most heartily for your great kindness in sending me your standard crystal of rathite for examination. I have come to the conclusion that it is a complex twin of an oblique mineral with 100 (your 001) as twin face and that the well marked striae across this face and parallel to all the other faces are due to twin-lamellae with the face you denote as $0.\bar{1}\bar{1}.10$ as twin face. My Wiltshireite has the same angles very nearly and I am inclined to think it is the simple crystal of which rathite is a twin. Hence I make all your (045) faces my $20\bar{1}$, and that one of them is in a false position due to twinning. Your $0.\bar{1}\bar{1}.10$ is a double face giving 2 images one corresponding to $30\bar{2}$ of W. (Wiltshireite) and the other with (101) in a twin orientation. (unleserlich) 79.55 agrees with my 100 : (001) of W. (79.16). You may either suppose it in a twin position, or that the $(20\bar{1})$, $(30\bar{2})$ are thus transposed. On one of the prism-faces (your 201, my 120) I noticed on different position two sets of striae — one nearly horizontal and the other nearly vertical as shown by their parallelism (or approximate parallelism) to the cross-wires of the goniometer. I have hopes of being able to send you a copy of my full paper before the end of the year but I don't know when the next number of Min. Mag will be published.

I trust the crystal will reach you safely. If I can get to Freiburg at the end of August I will let you know.

Believe me sincerely yours, W. J. Lewis.

	Wiltshireite computed	Rathite measured	
$\bar{1}20$ 122	56 40	56 26	
101 122	44 56	44 52	
101 $\bar{1}20$	78 24	78 39	
120 122	40 42	40 39	40 54
001 122	46 2 $\frac{1}{2}$	46 26	46 4
001 120	86 44	87 5	86 58
110 111	36 24 $\frac{1}{2}$	36 28	
110 001	84 14	84 40	
111 001	47 49 $\frac{1}{2}$	48 12	
$\bar{1}10$ 122	66 50	66 28	
302 122	47 50	47 39	
$\bar{1}10$ 302	114 40	114 7	

the 302 is really in rathite a face $20\bar{1}$ in twin orientation.

Damit verlassen wir die Goniometer-Spezialisten und bringen zunächst einen Auszug aus einem Briefe C. Schmidts an Baumhauer, der die damaligen Bemühungen (und den Anteil Baumhauers) an der geologischen Klärung ersehen läßt.

Brief von C. Schmidt an Baumhauer vom 2. 11. 1901

Verehrter Herr College,

... Betr. Binnenthal stehe ich Ihnen gerne zur Verfügung. Auf der Geol. Übersichtskarte der Schweiz 1 : 50 000 (1894) haben Sie das Binnenthal nach meinen damaligen Anschauungen, die im übrigen im Wesentlichen sich nur bestätigt haben, dargestellt ... — Über die Gruben und die Mineralführung des Dolomits im Längenthal habe ich diesen Sommer ein sehr interessantes Detailprofil aufgenommen, das ich Ihnen gerne zur Verfügung stelle ... Ich hoffe, Sie finden diesen Winter mal Zeit nach Basel zu kommen, damit wir die Binnentalfrage besprechen können ... Den zweiten Scheelit aus dem Maderaner Tal ... (möchte ich) selber untersuchen. Ich denke, Sie begreifen mich und entschuldigen mich, wenn ich den Krystall nicht Ihnen zur Untersuchung schicke.

Mit bestem Gruß von Haus zu Haus

Ihr ganz ergebener C. Schmidt.

Den Abschluß sollen einige Briefe (auszugsweise) bilden, in denen Herr Lehrer Camil Clemenz aus Binn auftritt. Über den Sohn dieses Camil, nämlich den Bergführer und Mineraliensammler Ernst Clemenz, der im Sommer 1932 verunglückte, schreibt Bader das Folgende : « Clemenz und ich haben wochenlang zusammen in den Bergen gearbeitet, wobei mir Clemenz überaus wertvolle Hilfe geleistet hat. » Über den Vater Camil findet sich aber weder hier noch anderswo ein Wort. Daher möchten wir ihn im Rahmen dieser Binnentalbearbeitung ausdrücklich genannt haben.

Herr I. Imhof gab mir noch folgende Auskunft : « Neben seinem Lehrerberufe war er Kräutersammler und kannte die Botanik besser als Mineralien. Herr C. suchte immer Kontakt mit den Kurgästen ; mit seinen 9 Kindern besorgte er noch eine kleine Landwirtschaft. Auch ging er hin und wieder mit meinem Vater in die Berge. Er war gebürtig aus Stalden (Vispental) und kam als zwanzigjähriger Lehrer 1882 nach Binn ... »

Briefe von Clemenz, bzw. solche, die Clemenz betreffen

Clemenz an Baumhauer 31. 10. 01

Anbei übersende ich Ihnen das Verzeichnis der Fundorte der Mineralien von Binn nebst einigen Notizen. Vom Lengenbach ... habe ich nichts geschrieben. Hochachtungsvoll grüßend Ihr Clemenz Camil.

... 1) Vom Fuß des Kohlerhorn bis oberhalb Figgerschen (ca. $\frac{3}{4}$ Stunden oben im Berge) findet man Anatas, Wiserin, Magneteisen, Eisenglanz, Turnerit, Rutil und Adular ... meist aber Anatas von Wiserin getrennt ; ... Turnerit sehr oft mit Magneteisen und Rutil. 2) Schweifengrad, Feldbach, Turbhörner bis Strahlhörner findet man meistens Rutil, dann kommt Rutil vor in großen, aber meistens nicht sehr glänzenden Kristallen im Metjental, wo das Band beim blauen See vorbei ins Steinenthal hinunter führt. Ferner findet man schöne Rutil jenseits des Kriegalppasses in der Boscagna in Italien. 3) Anatas, kleine spitze gelbe, mit schwarzen oder schwärzlich weißen Spitzen fand ich in 14 kleinen Handstücken in der Turbenalp etwa 10 Minuten unter dem Turben-gletscher. 4) Magneteisen in ganz kleinen Kristallen, welche in ziemlichen Gruppen beieinander stehen beim Ritterpaß, Metjental und beim Ghiacc.^o del Forno. 5) Eisenrosen sind zu finden in Kriegalpe, hinter Schwarzhorn zwischen Chervadone und Fleschhorn bis Gischihorn einschließlich. Ebendasselbst Eisenglanz und schwarzer Turmalin, dann in Eggerofen, beim Thälli-gletscher und beim Hohsandpaß. 6) Die Fundorte von Titanit sind Kriegalpe, Albrunhorn bis Scatta-Minojo. Ebendasselbst Albit ... 7) Rauchtropas beim Schienhorn, Marienbiel, Schwarzhorn, Blausee, Gischihorn und bei den Rittern. 8) Epidot : Helsenhorn, Eggerofen und Chervandone. 9) Amphibol : Kriegalpe und Geißpfad. 10) Granat und 11) Asbest : Geispfad, Grampielhorn, Schwarz- und Rothorn. 12) Adular in den meisten Schichten. 13) Amethyst. In der Kummern von Blattjengrat bis Hüllihorn. 14) Diopsid am Fuße des Chervandone. Wurde dieses Jahr von mir dort gefunden in grünlichen, Turmalin-ähnlichen Kristallen, mit hübschen geschnittenen Köpfen. 15) Turmalin. Eggerofen, Gischihorn und wie Nr. 5. 16) Dolomitkristalle. Auf der Balmen, in Turbenalp und oberhalb Binneltini. 17) Schwerspat : Im Dolomitfelsen und Schiefer ziemlich durch das ganze Thal verbreitet. 18) Stilbit im Schwarzhorn, vom Fuße desselben bis zur halben Höhe.

Die meisten Mineralien wurden gefunden in Felsspalten, hinter Quarzbändern. Der Mineraliensammler weiß, daß wenn er den Quarz fortschafft, sich hinter demselben kleine oder größere Felsspalten vorfinden, an denen zu beiden Seiten die Mineralien angewachsen sind. In den Spalten findet sich meistens feine Erde oder Lehm. Im letzteren findet man oft lose Körner von Mineralien, welche aber meistens Bruchstellen ... zeigen. Im Lehm findet man meistens die Kristallsachen, wie Bergkristall, Topas, Amethyst, Adular und ... Dolomit. Im Gestein verwachsen ... umkristallisierte Granaten, Hornblende, Amphibol und Diopsid. Für die Mineralien von Binn gilt für den Sammler überhaupt die Regel : « Ohne Quarz findest du Nichts ». Die hiesigen Mineralien kommen aber nur vor, wo sog. Quarzbänder sind. Diese Quarzbänder müssen aber die Schicht durch-

queren ... Eine Ausnahme hiervon machen die Eisenglanze vom Ritterpaß ... In Quarz verwachsen trifft man meistens Rutil an ... die schönsten sind zu finden, wo Quarz mit Schiefer sich vereinigen. Schiefer hat dann meistens eine blauschwärzliche Farbe.

Clemenz an Baumhauer 25. 11. 1901.

Sie mögen gütigst entschuldigen, daß ich Ihren Brief vom 10. nicht sofort beantwortete; durch Kränklichkeit wurde ich daran gehindert. 1) a) Bergkristall in langen Prismen mit Dolomitkristallen kommt vor am Fuße des Albrunhorns; etwa 15 Minuten vom Albrunpaß entfernt. Der Ort heißt auf der Balme. Habe Ihnen denselben auf der Karte bezeichnet. b) Bergkristall ganz wasserhell mit Chloriteinschlüssen rührt vom Ofenhorn her und zwar ... in der gleichen Schicht wo Sphen vorkommt. 2) und 7) Unter « Feldspat und Schwerspat » bin ich wahrscheinlich im Irrtum. Wir Sammler hier in Binn verstehen unter beiden das gleiche Mineral und (es) sind für das betr. Mineral wahrscheinlich beide Namen unrichtig. Habe ein Muster beigelegt (Ist wohl eine Art Kalkspath?). 3) Desmin habe ich in Binn keinen gefunden, wohl aber oberhalb Fiesch im Giblischbach und im alten Bach, beide Orte ungefähr 40 Minuten von Fiesch entfernt. Und zwar kommt er vor mit Stilbit und grünem Flußspat. 4) Die großen Titanite, die Sie von Jentsch gekauft haben, kommen vom Ofenhorn in der Schichte, die ich Ihnen auf der Karte bezeichnete und werden von anstehendem Gestein oder Eis abgeschlagen. 5) und 6). Die Eisenglanze, Eisenrosen und schwarzen Turmaline, die Sie in meiner Gegenwart gekauft haben, stammen aus der Schichte ... die sich zwischen Schwarzhorn, Fleschhorn und Chervadone nach dem Gischihorn hinzieht. 8) Die sog. Wiserine sind so selten, weil das Gebiet in Lercheltini, obwohl ziemlich groß, so abgesehen ist, daß ein Finden derselben, ohne große Sprengungen und Arbeiten zu machen, sehr selten ist ...

Hochachtungsvoll grüßend

Ihr Clemenz Camil.

Clemenz an Baumhauer 17. 3. 1905

Im Besitze Ihres geehrten Schreibens ... habe ich Ihnen in Bezug des Sphenfundortes vom Ofenhorn folgendes mitzuteilen: ... Die Schichte beginnt im Eggeroffen, zieht sich hin bis etwas südöstlich vom Ofenhorn, bis zur Stelle, wo der Längsgrat zwischen Ofenhorn und Scatta Minojo beginnt, hier verzweigt sich die Schichte und zu beiden Seiten des Längsgrades ist die Schichte offen, wie sie aus beiliegender Zeichnung sehen (geht aber nicht bis Scatta Minojo, sondern nur etwa die Hälfte dieses Grades, nachher kommt Granit). Da wo der Längsgrat von Ofenhorn nach Scatta Minojo abzweigt, geht eine Schichte östlich, wo ein Gradrücken vom Ofenhorn gegen das Lebendun hinabfällt ... NB. Teile Ihnen noch mit, daß ich mit Herrn Dr. Königsberger und Dr. Preiswerk die Sphenstelle besucht habe. Diese erklären das Gestein für amphibolitisch ...

Brief von Koenigsberger an Baumhauer 13. 11. 1917

Sehr geehrter Herr Professor !

Einer Aufforderung von Herrn Prof. P. v. Groth folgend, habe ich für die Münchener Sammlung eine Karte der zentralalpinen Mineralfundorte gezeichnet und stelle einen Text hierfür zusammen, in dem auf ausdrücklichen Wunsch von Groth auch die Mineralfundorte vom Binnental berücksichtigt werden. Ihre Abhandlung ... (*gemeint ist 4 p – d. ref. –*) und das Buch von Desbuissons geben eine Fülle von Beobachtungen und ermöglichen in Verbindung mit dem, was ich im Binnental selbst gesehen habe, die Vergleichung mit den Mineralvorkommen der Zentralschweiz. – ... Bezüglich der Angaben von Desbuissons bin ich nicht immer ganz sicher, ob er die Fundpunkte selbst besucht hat, oder durchaus zuverlässigen Angaben gefolgt ist. So ist z. B. nicht klar, welche Mineralassoziation am Ritterpaß (p. 81) und welche an der Kriegalp (p. 80) auf *einer* Stufe oder in *einer* Kluft wirklich vorkommt. – Ist der Fundort Turbenalp für Anatas ganz sichergestellt ? Und ist dort die Assoziation ungefähr dieselbe wie an der Alp Lercheltini ? – In welchen Gesteinen findet sich der Rauchquarz am Schienhorn und Marielbiel ? Ist es Granit ? – Ist der Turmalin von Blauen See und seine Assoziation schon beschrieben ? Ist für Amethyst der Fundort « Gibelalp » wohl richtig ? Und welches ist dessen Muttergestein und die Assoziation ? ... Zu Studien an Ort und Stelle kann ich in der nächsten Zeit nicht kommen ...

Mit hochachtungsvollem Gruß

Ihr ergebener I. Koenigsberger.

Entwurf der Antwort von Baumhauer an Koenigsberger vom 18. 11. 1917

S. g. H. K. !

Als man mich 1904 aufforderte, für das Bulletin der Murithiana eine Beschreibung der Mineralfunde des Binnentales zu liefern, hatte ich mich schon 1901 an den Ihnen bekannten Lehrer Clemenz Camil mit der Bitte um nähere Mitteilungen ... gewandt ..., da mir dieselben meist nicht aus eigener Anschauung bekannt waren. Was mir der Genannte freundlichst mitgeteilt hatte, verarbeitete ich mit anderen Notizen ..., bin aber nicht in der Lage, Ihnen noch weitere Auskünfte zu geben ... Jedenfalls würde Ihnen Herr Clemenz gute Auskunft geben können ... Ob Herr Desbuissons die einzelnen Fundstätten selbst besucht und untersucht hat ... kann ich nicht sagen ...

B. Allgemeine Geschichte der Ausbeutung am Lenggenbach

1. Erste Bergbauversuche im Binnental

Die ersten Abbauprobe gehen auf das 18. Jahrhundert zurück. Es liegt die Vermutung nahe, daß man den im Dolomit enthaltenen Pyrit wirtschaftlich abzubauen suchte. Von der Literatur belegt fand sich diese Annahme jedoch an keiner Stelle. Der älteste gefundene Stollen soll nach Solly und Desbuissons aus dem Jahre 1731 stammen.

Das wäre also der Zeitpunkt, an dem nach Angaben von W. Epprecht (25), sowie von Hugi u. Huttenlocher (59) bzw. Hirschi (59₁) der Abbau der Eisenerze bei Feldbach (1731-1757) in Gang kam, während der Abbau der Eisenerze am Helsenhorn und bei Fleschstaffel (siehe Hugi und Huttenlocher S. 110 und Bader) nach Rossi (115) und Epprecht (25) bereits 1716 eingesetzt hatte. Der Abbau bei Rosswald begann im Jahre 1870, also erst später (Epprecht (25), Hugi und Huttenlocher (59), Schmidt und Preiswerk (120)).

Das genaue Ende der Abbauperiode der beiden letztgenannten Lagerstätten ist nicht bekannt.

Die Eisenerze von Feldbach wurden zusammen mit denen von Helsen und Fleschstaffel in einem « Blaseofen » bei Schaplermatte im Langental, dem unterhalb von Binn in das Binnental einmündenden Seitental, verhüttet (Hugi u. Huttenlocher S. 111 bzw. Hirschi (59₁) S. 13).

Nach Ermittlungen von Rossi (115) S. 338 stammen die ersten Nachrichten über dieses Eisenwerk aus dem Jahre 1716. Nach den Mißerfolgen seines ersten Inhabers « Swery » oder Schwery habe das Werk von 1723-1727 stillgelegt, weil man sich darüber nicht einigen konnte, wem die Leitung zu übertragen sei. An Bewerbern habe es nicht gemangelt. Das Werk war zu der Zeit zur Hälfte im Besitz der Stadt Sitten.

Ab 1730 sollte das Werk von dem in Paris wohnenden Engländer Mandel und dem Basler Johann Linder übernommen werden (siehe Rossi (115) S. 340). Hugi (59₁) spricht von zwei Engländern: Mandel und Aston. Er schreibt (S. 13): « Nach den Akten des kantonalen Archives in Sitten (Archive cant. de Sion, Dossier Rivaz, CXXXIII) hat sich über diesen einstigen Bergbau (bei Feldbach) folgendes fest-

stellen lassen : Als anfangs des 18. Jahrhunderts bekannt wurde, daß im Binnental mehrere Vorkommen von Magneteisenstein gefunden worden seien, beauftragte der Walliser Landrat den Landammann Jean Caspar Courten, einen Unternehmer zu suchen, der über genügende bergmännische Kenntnisse und Kapitalien verfüge, um diese Vorkommnisse zu erschürfen und abzubauen. Nach Verhandlungen, die einige Jahre dauerten, wurde ein zehnjähriger Vertrag mit den beiden Engländern Mandel und Aston abgeschlossen und die Arbeiten wurden im Jahre 1731 begonnen.

Die Bevölkerung sah es aber ungern, daß Fremde diese einheimischen Bodenschätze, denen sie einen großen Wert beimaß, ausbeuteten. Die Aufregung im Volk war bald so groß, daß der Plan gefaßt wurde, bewaffnet gegen die Hauptstadt Sitten zu ziehen, um gegen diese Ausbeutung durch fremde Unternehmer zu protestieren. Der Landammann mußte den Forderungen der Bevölkerung nachgeben und veranlassen, daß die beiden Engländer abreisten. Der abgeschlossene Vertrag wurde gekündigt und die Unternehmer mußten entschädigt werden. »

Der Vertrag wurde also 1732, ohne daß etwas getan war, wieder annulliert, (Rossi, 115), da die Gemeinden, weil man sie über den Inhalt des Vertrages nicht in Kenntnis setzen wollte, sich gegen die Obrigkeit auflehnten.

1742-1745 soll der Betrieb von Kastellan de Rivaz wieder aufgenommen worden sein, mußte aber bald darauf wieder eingestellt werden, da die festgesetzten Eisenpreise unter den Selbstkosten lagen. Auch der nachfolgende Konzessionär, Fischer von Bern, konnte ihn nicht wieder in Gang bringen.

1767 beschlossen die Zenden das Werk selbst zu verwalten. Um 1770 muß es jedoch endgültig eingegangen sein.

Hugi und Hirschi (59₁) datieren das Ende der Eisenverhüttung bereits mit dem Jahr 1757, und bis auf den heutigen Tag sind die Eisenerze des Binnentales nicht mehr ausgebeutet worden.

Der schlechte Gang der Eisenhütte ist ohne weiteres verständlich, wenn man die zur Verhüttung zur Verfügung stehenden Erze, also die vom Feldbach, Fleschstaffel und Helsen betrachtet :

Was die im Triasdolomit von Feldbach vorkommenden Erzimprägungen von Magnetit und Pyrit mit Beimengungen von Hämatit und Kupferkies (als Schlieren hauptsächlich im mittleren Horizont des Dolomits angereichert) angeht, so wurde bereits von Epprecht (25)

referiert, daß der Abbau 1757 wegen Unrentabilität eingestellt werden mußte. Von Hugi und Hirschi wird das folgende Urteil de Rivaz darüber mitgeteilt : « Il y avait une minière appelée Feldbach la plus riche de toutes, c'est celle que Martin Schoeri¹ fit travailler, le filon était fort grand et promettait beaucoup, mais il lui est arrivé ce qui arrive à presque toutes les minières de ce pays, il avait de fort belles apparences en commençant, il a continuellement diminué et se perdit enfin cette année dernière. Le quintal, qui ne coûtait au commencement à Martin Schoeri que 6 basches lui revenait sur la fin 7 1/2 basches. Cette minière ne se fondait que difficilement, elle est mélangée de beaucoup de soufre, ce qui prend le fer. »

Der am Fleischstaffel in schlierigem, granitartigem Gneis liegende Magnetit hat (siehe Hugi u. Huttenlocher S. 111) in seiner stärksten Anreicherung bloß 2 - 3 cm mächtige, pyritführende Magnetit-Linsen.

Die am Helsen in aplitischem Granit liegenden kleinen Magnetitlinsen sind etwas zahlreicher ; es lohnt aber auch hier den Abbau nicht, da dieses Vorkommen in großer Höhe liegt und von jeglichen Verkehrswegen abgeschnitten ist.

Um die Hütte zu beschicken, ist es daher begreiflich, daß man jedes Eisenerzvorkommen des Binnentales auf seine Nutzbarkeit hin untersuchte, und so auch zeitweilig auf das nicht abbauwürdige Pyritvorkommen des Lengenbacher Dolomits zurückgegriffen hat.

Die während des Weltkrieges 1914-18 auf Veranlassung des schweiz. Bergbaubüros durchgeführten Untersuchungen konstatierten endgültig, daß die betreffenden Lagerstätten keine wirtschaftliche Bedeutung mehr haben. Vom alten Bergbau am Feldbach seien nur noch spärliche Reste des reichlich schwefelhaltigen Erzes übriggeblieben. Das Erz dürfte nur noch 1/10 des Fördergutes ausmachen.

2. Beginn der wissenschaftlichen Bearbeitung 1833 durch Lardy

Was über das Magnetitvorkommen des Simplongebietes von Fehlmann 1932 (27) S. 212 gesagt wurde, gilt in verstärktem Maße für den Lengenbacher Dolomitaufschluß : daß er zwar von größtem wissenschaftlichem Interesse wegen seiner seltenen Mineralien ist, jedoch in wirtschaftlichem Sinne, als nutzbares Erzvorkommen, gar keine Rolle spielt.

¹ hatte nur kurze Zeit hindurch vor de Rivaz das Eisenwerk geleitet.

Die erste Nachricht, daß außer dem seinerzeit gesuchten Pyrit auch andere, bisher unbekannte Mineralien im Dolomit aufgefallen waren, stammt von Lardy 1833 (79b). Er schreibt dort: « La dolomie de Binden renferme, en outre du Feldspate adulaire, de l'arsenic sulfuré rouge et jaune, du Zinc sulfuré jaune en beaux cristaux et une substance métallique d'un gris de plomb qu'on a prétendu être de l'antimoine. »

Die ersten Analysen dieser unbekanntes Substanz gehen auf Wiser/Zürich 1839 und 1840 zurück (153 b, c, d, e), welcher 1840 bereits helle und dunkle Grauerze voneinander unterscheidet. Auch von Damour werden 1845 Analyseergebnisse veröffentlicht.

3. Periode des intensiven Abbaues auf seltene Mineralien

Die unbekanntes bleigrauen Erze, die also nicht nur eine, sondern mehrere – mindestens jedoch zwei, helle und dunkle – Mineralien repräsentierten, veranlaßten besonders ab 1850 die Mineralogen die Lagerstätte in Augenschein zu nehmen und sich guter Stufen zu versichern.

Zur Veranschaulichung der seinerzeitigen Aufschlußverhältnisse sei hier auf die nach dem Entwurf von Solly 1906 angefertigte Skizze von Desbuissons 1910 verwiesen. 1852 wurde an der Stelle F gearbeitet, die die Mineralien für die Untersuchungen von Descloizeaux und Marinac etc. (22) 1855 lieferte.

Sartorius von Waltershausen teilt (147b) seine Eindrücke mit, die er auf seinen Reisen in den Sommern 1854 und 1855 ins Binnental unternommen hat:

« ... Von besonderem Interesse für die Dolomitformation des Binnentals ist eine Reihe fremder Mineralkörper, die sich etwa in der Mitte des Lagers in mehreren parallel zum Schichtstreichen, also in Richtung S 75° W fortlaufenden schmalen Gängen finden ... »

Etwas umfangreicher sind die Mitteilungen von Heusser 1855 (51a). Er berichtet, daß er (geführt von dem binnentaler Strahler Tenisch) den Dolomitsteinbruch aufgesucht habe.

Die seltenen Mineralien seien dort zu finden, wo etwa eine Viertelstunde über Imfeld der Lengenbach in ziemlich steilem Fall über diesen Dolomit herunterfließt.

« Die Mächtigkeit des Dolomits ist hier einige hundert Schritt; die erwähnten Mineralien finden sich aber nicht in der ganzen Ausdehnung dieses Durchschnittes des Dolomites, sondern die Blenden nur in einem

etwa 5 Zoll breiten Quarz führenden Band ; Realgar, Auripigment und der Binnit in einem ähnlichen, aber bloß etwa 2 Zoll breiten Band. Aus diesen beiden Bändern werden die Mineralien durch Sprengen gewonnen, daher es sehr oft vorkommt, daß die schönsten Kristalle vom Muttergestein abspringen, oder selbst in viele Stücke zerspalten werden. » Auch Heuser vermutet, daß es außer einem kubischen « Grauerz » noch ein rhombisches oder monoklines gebe.

1860-1870 wurde ein Flügelort (offene Galerie) senkrecht zum Streichen getrieben. Sie verläuft in west-östlicher Richtung und liegt in rechtem Winkel zum Bachbett (Wasserfall). Hier wurden die von Gerhard vom Rath beschriebenen Stücke gefunden (109a+b), siehe Desbuissons (21).

G. vom Rath äußert sich 1864, im Anschluß an eine Reise, über den Aufschluß am Lengenbach : « Die mineralführende Dolomitschicht streicht am unteren Gehänge der südlichen Talseite, und bildet die Grenze der metamorphischen Masse gegen den südlich unmittelbar anliegenden eruptiven Gneisgranit. Wenig südöstlich des Dorfes Imfeld ist durch das Rinnsal des Längenbaches die Dolomitschicht entblößt, 150 Schritte mächtig, h $6 \frac{1}{4}$ streichend, 85° gegen Süd fallend, wird sie unterteuft von grauen Schiefnern, überlagert von Gneißgranit. Im Allgemeinen ist dieser Dolomit ... sehr weiß ... Am Lengenbach aber ist die Dolomitschicht in einer Mächtigkeit von etwa 60 Fuß imprägniert mit kleinen Schwefelkieskristallen, welche kleine Schnüre und Streifen parallel dem Streichen der Schicht bilden. In dieser schwefelkiesreichen Dolomitschicht sind es drei schmale Straten, welche wegen ihrer Mineralführung so bemerkenswert sind. Diese Straten sind 1,5 bis 3 Fuß dick und durch mehrere Fuß breite Zwischenräume getrennt. In jenen drei Schichtenteilen gewinnt man durch Sprengarbeiten die Mineralien ... » Er zählt sodann die bis zu seiner Zeit bekannt gewordenen Mineralien auf und weist darauf hin, daß diese Mineralien durch den Binner Mineralienhändler Tänisch erhaltbar seien.

C. Klein/Heidelberg, teilt 1875 (70b) seine mineralogischen Ergebnisse einer Reise nach dem St. Gotthard und ins Oberwallis mit, die er im September 1875 (begleitet von seinem Studenten Trechmann) unternommen hatte : « Von den Dolomitmineralien war so ziemlich alles im Binnenthale erhältlich (durch Pfarrer Walpen) ... Nach der Aussage der Arbeiter soll die Mineralgewinnung an dem alten Fund-

orte nicht mehr sehr lohnend sein. Es ist zu hoffen, daß bei dem etwaigen Aufgeben desselben, eine andere, die Ausbeute lohnendere Stelle gefunden werden möge. »

Etwas nähere Angaben über die Abbauverhältnisse verdanken wir Th. Engelmann 1877 (24) : « Die Gewinnung der Mineralien ist mühsam und wird auf primitive Weise betrieben. Vor Juni kann gewöhnlich wegen Schnee und Hochwasser nicht gearbeitet werden. Neben dem Flußbette wird eine Art Schacht gegraben und in diesem der Dolomit in größeren Stücken gebrochen, die dann herausgeschafft und zersägt oder zerklopft werden. Der Hauptschacht wurde vor drei Jahren durch eine Lawine mit Felsblöcken und Erde verschüttet, seither wird zum Theil im Flußbette selbst gearbeitet, bis jetzt aber ohne großen Erfolg. Vor mehreren Jahren wurde an derselben Stelle ein alter Stollen entdeckt, der sich unter dem Bache durchzog. Die in der Nähe befindlichen Trümmer eines Hochofens lassen darauf schließen, daß er zur Gewinnung der früher in größerer Menge vorhandenen Erze diente ¹ »

« Die Besucher des Binnentales finden bei Herrn Pfarrer Walpen in Binn freundliche Aufnahme und Unterkunft. Auch hat derselbe stets eine große Auswahl von Binnenthalermineralien zum Verkaufe vorrätig. »

Wie sehr man beim Abbau des Vorkommens von den Witterungseinflüssen abhängig war, zeigt auch eine Erwähnung Seligmanns 1882 (125a) : « Leider ist die mit größeren Kosten wieder in Betrieb gesetzte Dolomitgrube durch schlechte Witterungseinflüsse unzugänglich geworden. »

Wie aus den obigen Quellen hervorgeht, müssen der Strahler Tänisch und Pfarrer Walpen Anrechte an der Ausbeute des Lengenbachsteinbruches gehabt haben. Zumindestens haben sie sich um dessen Abbau verdient gemacht. Weitere Männer, die sich daran beteiligten, werden von Ritz 1887 (111) aufgezählt : « Sprengungen sind bereits zu Anfang dieses Jahrhunderts vorgenommen worden (durch Murith, Pfarrer Mutter, Gemsjäger Weltschen, später sehr vorteilhafte durch Valentin Ritz, Pfarrer Brunner, Bürcher, Tennisch, Pfarrer Walpen, nicht mitgerechnet die wissenschaftlichen Untersuchungen der Lager durch einige berühmte Mineralogen, Kenngott, Studer und andere. »

¹ Der erwähnte Hochofen mag derjenige im Langental gewesen sein

4. Die Ruhepause bis 1900

In den Jahrzehnten von 1890-1900 wurde in jedem Sommer nur wenig gearbeitet (Desbuissons (21) S. 64 ; Solly (132n)). Die Funde, darunter einige neue Mineralien, wurden von Prof. Baumhauer untersucht. Sie stammen von der Stelle A. Aus dieser Abbauperiode datiert eine Beschreibung von Zeller 1895 : « Die schon alten Gruben werden neuerdings wieder von einem Syndikat von Binner Mineralsuchern ausgebeutet. Die Leute arbeiten abwechselnd, stets ihrer zwei bis drei Mann. Das Gestein ist der typische weiße, zuckerkörnige, hier an der Luft leicht zerfallende Dolomit, wie er überall im Binnental auftritt. Die Schichten fallen steil gegen den Berg und streichen etwas schräg durch das Bachbett ungefähr von Osten nach Westen. Die Ausbeute geschieht durch Sprengen in den trockengelegten Gruben, das Wasser des Lengenbaches wird durch Holzkanäle darüber weg geleitet. Es sind drei Gruben übereinander entsprechend drei Mineralbändern. Die drei Bänder, deren Mächtigkeit variiert zwischen mehreren Centimetern bis fast 1 m, liefern jeweils verschiedene Mineralien. Die unterste, erste Grube (erstes Band) ergibt vorzugsweise Schwefelkies, der in großer Masse, aber nur in kleinen Kristallen vorkommt, ferner Zinkblende, Bleiglanz, Jordanit, Binnit, Skleroklas. Grube 2 enthält Realgar, Auripigment, Hyalophan, Kugel- und Stangenbinnit. Grube 3 : Dufrenoyisit, Kugelbinnit, Skleroklas, Überzüge von grünem Turmalin auf den Schichtflächen. Der ganze Mineralreichtum dieser hier ca. 30 m mächtigen Dolomitzone beschränkt sich auf diese 3 Bänder, von denen die beiden oberen etwa 4 m, das mittlere vom unteren etwa 8 m entfernt sind. »

Eine weitere Beschreibung geht auf Solly 1898 zurück : Solly hat sich 1898 einen Teil des Sommers im Binnental aufgehalten und eine Menge Material gesammelt. Seine 50-60 Binnite gaben die Unterlage für Prior und Spencers Arbeit « The Identity of Binnite with Tennantite, and the chemical composition of Fahlerz ». Solly schreibt (131a₂, S. 285) : « The minerals are obtained by blasting, and the right of doing this is granted by the commune to a syndicate of seven farmers, who pay a fixed sum yearly for this right. On account of the altitude (5,500 feet) the quarries can only be worked during three months of the summer, and as that is the busiest time for the farmers, it is only on occasional wet days that they can be induced to work for the specimens.

The bed of dolomite, which is nearly vertical, is about 100 to 150 feet thick. In the centre is a layer about 50 feet in width, impregnated with numerous thin veins of small crystals of iron pyrites. These veins carry with them three lodes remarkable for the grey metallic minerals they sparsely contain. Two of them are called the upper lode, and are close together, while the lower lode is about 20 feet lower down the stream. They vary in width from 1 to 3 feet.

Damours specimens of binnite and dufrenoyite, with all the earlier finds, were obtained from the two upper lodes on the right bank. At the present time the work is carried on upon the left bank, as the old deposit is worked out. Through a good deal of blasting was done on these lodes while I was there, I found no dufrenoyite, but some rathite and jordanite, with a comparative abundance of sartorite. In the lower lode a tunnel has been run a short distance under the left bank. It was here that the three fine specimens of dufrenoyite described by Baumhauer were found. I found two small crystals dufrenoyite, also jordanite, rathite, binnite and sartorite. Sometimes when blasting, a geode about a foot across is exposed, and there the finest crystals are found. The cavity is largely filled with massive yellow dolomite, with a good deal of realgar and blende. »

5. Der Abbau unter Jentsch

Seit 1900 wurde der Steinbruch in jedem Sommer regelmäßig von Franz Jentsch und seinen Teilhabern abgebaut.

Außer Jentsch hat sich der Strahler Clemenz an der Ausbeute beteiligt (siehe auch die « historischen Briefe »).

Diese Periode eifrigsten Abbaues dauert etwa bis 1912. Auch aus dieser Zeit haben wir einige aufschlußreiche Quellen.

Prof. Baumhauer (4m) schreibt 1903, daß nach Ansicht der Mineraliengräber das Dolomitlager in ca. 12 Jahren ausgebeutet sein dürfte und beschreibt in einer weiteren Arbeit (4p) 1905 die Lengenbacher Mineralien, wobei er darauf hinweist, daß man über die Binnentaler Fundorte manche Auskünfte bei dem Lehrer Camil Clemenz aus Binn erhalten könne.

Das Vorkommen selbst beschreibt er (4p) S. 36 : « ..., am Lengenbach, gegenüber Imfeld ... treten drei schmale 0,4 - 1 m mächtige, durch mehrere Fuß breite Zwischenräume getrennte, pyritreiche Schich-

ten auf, welche die sog. Dolomitmineralien beherbergen. Alle älteren Funde der letzteren stammen aus den beiden oberen, nahe beieinander gelegenen Schichten, und zwar von der rechten Seite des Lengenbachs, während jetzt nur das etwa 20 Fuß abwärts gelegene Stratum an der linken Seite, dessen Ausbeute von der Gemeinde an eine Gesellschaft von Mineraliensuchern verpachtet ist, durch Sprengen abgebaut wird. Leider werden oft die besten Kristalle durch diese Art der Gewinnung zerstört. » Auf S. 46 schreibt er : « Es scheint übrigens, als ob in verschiedenen Schichten des weißen Dolomits die Bleisulfarsenite ungleichmäßig verteilt seien, so daß die Mineraliengräber dort in den aufeinander folgenden Jahren leicht verschiedene Kristalle gewinnen. So kommt es, daß immer neue Glieder dieser merkwürdigen Gruppe entdeckt werden.

Eine sehr eingehende Beschreibung des Aufschlusses verdanken wir Solly, der auf der Londoner Mineralogentagung am 13. November 1906 eine « Beschreibung des Steinbruches von Lengenbach und der im Jahre 1906 darin gefundenen Mineralien » vortrug. Außer den bereits angeführten Daten erwähnt er, daß im Jahre 1902 von Jentsch und seinen Mitarbeitern ein alter Stollen entdeckt worden sei, der im Jahre 1731 gebaut worden und dessen Existenz ganz in Vergessenheit geraten war.

Weitere Angaben stammen von Desbuissons 1909. *Zusammenfassend* sei hier, mit Beziehung auf seine Skizze ¹, gesagt : Die Punkte A und B geben die alten Arbeitsstellen an, an denen seit 1733 gearbeitet wurde. Von 1890-1900 lieferten Grabungen bei A neue, von Baumhauer untersuchte Mineralien. Mit den Buchstaben B, C, D und E bezeichnet Desbuissons Fundstellen, an denen der große

¹ Inzwischen ist von W. NOWACKI in den Mitt. der Naturforschenden Ges. Bern (NF, 18. Bd., Nr. 113 : « Die Neuerschließung der Mineralfundstelle Lengenbach ») ein bebildeter Bericht erschienen, dem man die topographischen Verhältnisse gut entnehmen kann. Da die Skizze Desbuissons' (nach Solly 1906) in jenem Bericht wiederholt wird, konnten wir hier von einer entsprechenden Abbildung absehen, zumal ja wohl die Bernische Arbeitsgemeinschaft bessere Situationspläne bringen wird als das bisher Skizzierte.

Leider sind in der Reproduktion die Buchstaben A - G nicht zu entziffern, sodaß man hierfür auf die Originalarbeit zurückgreifen muß. Wo diese fehlt, kann man sich wie folgt orientieren :

Der Steinbruch besteht (in Desbuissons Skizze) aus einem Vorplatz (links), einem dicken Sack (rechts unten) und einer schmalen « Galerie ouverte » (rechts oben). Der Hang neigt sich \pm parallel der Strichsignatur nach oben links, quer dazu die Schichten.

Fundpunkt A liegt im dicken Sack ; von hier schließen sich im Uhrzeigersinne B, C, D, E an. F liegt am Eingang, G am Anfang der Galerie.

Jordanit des Britischen Museums, sowie Lengenbachit, Marrit und die besten Baumhauerite und Seligmannite gefunden wurden. Die Fundstelle bei F war 1852 geschlagen worden, deren Minerale von Descloizeaux und Marignac untersucht wurden. Die mit G bezeichnete offene Galerie wurde 1860 bis 1870 angelegt. Die von G. v. Rath beschriebenen Stücke stammen von hier. Diese Galerie liegt wenige Schritte über dem 1902 wiedergefundenen alten Stollen, über den Desbuissons schreibt : « Ce vieux tunnel a 55 pieds de long, 6 1/2 pieds de haut et 3 1/2 de large. Il se termine à la partie des couches dolomitiques privée de minéraux métalliques. A 6 pieds de son extrémité, sur la paroi est, un autre tunnel a été ouvert, à angle droit avec le premier ; il mesure 10 pieds de long sur 6 pieds de large et s'enfonce de 6 pieds environ. Quelques marches de bois donnent accès à cette excavation. Les parois et le plafond des tunnels sont creusés de marques faites par les ciseaux des anciens carriers. »

Nach 1900 wurde von Jentsch und seinen Leuten systematisch in der warmen Jahreszeit gearbeitet. Man erreichte eine Tiefe von 24 Fuß. Die Arbeiten fanden an der Wand H ein Ende, wo man keine Spuren metallischer Mineralien mehr findet.

6. Der Verfall des Aufschlusses ab 1912

Nach 1912 fiel der Steinbruch zunehmendem Verfall anheim. Schon Desbuissons hatte berichtet (S. 183) : ¹ « Dans l'hiver 1907-1908, le mineur Franz Jentsch, qui dirigeait, avec beaucoup d'intelligence, la petite équipe de travailleurs occupés à la carrière et était, en même temps, chargé de la vente des minéraux extraits, mourut des suites d'un accident de traîneau. Cet évènement causa une grande perturbation dans l'exploitation du gisement, car aucun des carriers ne possédait l'expérience et l'instruction relative du défunt. Il fut même question d'abandonner les travaux de recherche. On paraît revenu aujourd'hui sur cette décision, mais il faudra un peu de temps pour que l'exploitation se poursuive méthodiquement et avec fruit, comme autrefois. Au printemps de 1908, les mineurs ont fait sauter toute la paroi sud-ouest de la carrière et le Lengenbach a repris son cours primitif. »

So kam das Ende der fruchtbaren Periode, und wir lesen bei Solly (1912) unter dem Titel « Hatchite, a new (anorthic) mineral from the Binnental », daß eine Beschreibung von Stücken, die er bereits 1902 erhalten hatte, noch zurückgehalten worden war in der Hoffnung, daß

¹ Siehe auch FERRARI u. CURTI (28).

weitere Mineralien der Sorte gefunden würden. Aber « since it is uncertain how much sustained work may be done in the quarry in the future, it was felt desirable not to delay longer the publication of the results of the goniometrical examinations. »

Eine weitere Angabe geht 1917 auf Smith und Solly zurück (Min. Mag. 18, S. 269) : « In 1909 however, the Lengenbach quarry was closed down, and during the years that have since elapsed the disintegrating effect of snow and rain have filled it with huge boulders and tons of drift. The reopening of the quarry would therefore now be such a difficult and costly task that it may be questioned whether any one will be found sufficiently enterprising to undertake it, especially since there were signs that the veins containing the coveted sulpharsenites were fast becoming exhausted. »

Bader, der 1934 die Ergebnisse persönlicher Untersuchungen an Ort und Stelle veröffentlichte, schreibt : « Der Zerfall ist in den letzten 30 Jahren so weit fortgeschritten, daß ein Vergleich des Planes von Desbuissons mit dem heutigen Bild der Lagerstätte wenig Auskunft gibt. » (1).

Bis 1958 wurde an dem Lengenbachsteinbruch keinerlei Arbeit mehr getan.

C. Geschichte der « Sulfosalze » vom Lengenbach

Bei einer so komplexen Mineralassoziation wie am Lengenbach nimmt es nicht wunder, daß am Anfang die Namengebung unklar blieb und das gleiche Mineral mit verschiedenen Namen versehen oder der gleiche Name für unterschiedliche Minerale verwendet wurde. Es ist fast eine « literarische Arbeit », den Anfangswirrwarr « historisch richtig » darzustellen. Abgesehen vom nachstehenden Text sind die Stadien noch auf 4 Tabellen festgehalten, die einen Auszug aus den im Institut vollständig vorliegenden synoptischen Unterlagen darstellen.

1. Erste Nachrichten über die « Grauerze »

Gruner erwähnt 1775 (41) in seinem Buch « Versuch eines Verzeichnisses der Mineralien des Schweizerlandes » als Mineralien des Binnentales lediglich : « Spatdrusen mit Spatkristallen, unechten Amethyst »

und event. noch Pyrit. Von den seltenen Mineralien Lengenbachs ist nirgendwo die Rede.

Das Vorkommen wurde in dem Augenblick für die Mineralogie interessant, als Lardy 1833 (79b) feststellte, daß im Dolomit eine metallische Substanz von bleigrauer Farbe vorkomme, die man für « Antimonit » halten könne.

Wiser hat 1839 (153b+c) und 1840 (153d) derbes Grauerzmaterial aus dem Dolomit – er unterscheidet 1840 bereits helles und dunkles voneinander – auf sein Lötrohrverhalten hin untersucht und an zwei Proben als deren chemische Komponenten Pb, S, As mit geringen Spuren von Cu (153b) bzw. in der zweiten Pb, Ag, S, As (Sb) erkannt. Das in der ersten Analyse neben Pb nachgewiesene Cu, welches auf den späteren Seligmannit oder Lengenbachit hinzudeuten scheint, glaubt er (153c) nachträglich wieder streichen zu müssen. Es stand ihm zur Klärung der Frage kein auskristallisiertes Material zur Verfügung, daher wohl die Unsicherheit gegenüber den Analysenergebnissen.

In der nun anschließenden Zeit kommt unter den Schweizer Sammlern der Name Binnit auf zur Bezeichnung der bleigrauen Minerale des Binnentales. Dabei unterschied man zwischen « Stangenbinnit » (Heutiger Dufrenoyzit ?) und « Kugelbinnit », je nachdem, ob der Habitus der Mineralien kugelig oder langgestreckt war ; und diese Bezeichnung ist dann auch in die Kataloge der Mineralienhändler eingegangen (67).

1845 gibt Damour als quantitative Analyse eines derben Stückes Grauerz die Formel $\text{As}_2\text{S}_3, 2\text{PbS}$ an (19a-c). Ein später erhaltener Kristall wurde von ihm als kubisch erkannt. Er glaubte sich zu dem Schluß berechtigt, daß das Komponentenverhältnis der seinerzeitigen chemischen Analyse auf dieses kubische Mineral hinweise. Er nannte es Dufrenoyzit.

Auch Hausmann gibt 1852 in Millers Lehrbuch einen kubischen Grauerzkristall der Kombination $\langle 101 \rangle + \text{Tristetraeder}$ wieder und fügt ihm das Damoursche Analysenergebnis bei (46).¹

Damour hatte sich insofern geirrt, als er die Analysenformel für den heutigen Dufrenoyzit fand, die gemeinten regulären Kristalle aber dem heutigen Binnit zuzuordnen sind. Trotzdem war damit der Anlaß zu exakten wissenschaftlichen Untersuchungen gegeben.

¹ Die Klammern $\langle \rangle$ stehen für die Form, anstelle geschweiffter Klammern.

2. Periode der zwiespältigen Bezeichnungen

1854 erkannte Sartorius von Waltershausen den Irrtum Damours und bemerkte, daß es außer dem regulären Mineral, für das er, den Namen Dufrenoyit beibehaltend, die Zusammensetzung $S = 27,039$ $As = 30,552$, $Ag = 1,249$, $Pb = 2,794$, $Cu = 38,366$ fand (aus welcher er die Formel $Cu_2S \cdot As_2S_3 + CuS$ bestimmte, also ohne Blei!) noch ein orthorhombisches Mineral der Damourschen Analysenzusammensetzung $2 PbS \cdot As_2S_3$ gebe, das er Skleroklas nannte. Sein hierzu dargestellter Kristall entspricht dem heutigen Dufrenoyit!

Die Existenz eines zweiten rhombischen Minerals folgert er aus dem Abweichen einiger Analysen von dem theoretischen Wert $2PbS \cdot As_2S_3$ des Skleroklas. Durch Rechnung trennte er die Analyse in 2 Bestandteile: $2PbS \cdot As_2S_3$ und $PbS \cdot As_2S_3$ und gab der letzteren Verbindung den Namen Arsenomelan. Er hält es für wahrscheinlich, daß diese beiden Mineralien isomorph mischbar seien (147a).

Kenngott, der die mineralogischen Forschungsergebnisse des Jahres 1854 zusammenfaßt (68/b), referiert die Arbeit S. v. Waltershausen, hält jedoch die Annahme isomorpher Mischbarkeit der beiden Mineralien nicht für vertretbar.¹

Weitere Messungen an « rhombischem » Mineral gehen auf Descloizeaux und E. Marignac 1855 (22) zurück. Das « rhombische » Mineral wird von ihnen – im Gegensatz zu S. v. Waltershausen – Dufrenoyit genannt. Ihre Messungen, die sie an einer Reihe von Kristallen und Kristallfragmenten vorgenommen haben, sowie die zugefügten Abbildungen beziehen sich, wie G. v. Rath 1864 (109/a) nachwies, jedoch auf heutigen Jordanit und heutigen Skleroklas.

Eine weitere Arbeit S. v. Waltershausen 1855 (147/b) beschäftigt sich mit den « rhombisch » kristallisierenden Grauerzen. Er findet bestätigt, daß die nicht kubischen Kristalle auf verschiedene Mineralien aufzuteilen sind, und zwar versucht er hier den Nachweis zu erbringen, daß das bisher als rhombisch bezeichnete Mineral eine isomorphe Mischung der beiden Endglieder Skleroklas und Arsenomelan sei, eine Vermutung, die er bereits schon ein Jahr zuvor ausgesprochen hatte.

Die Existenz eines zweiten, rhombischen Minerals, wie es S. v. Waltershausen in seinem Arsenomelan dargestellt sieht, scheint zu seiner

¹ Für ihn existiert nur ein rhombisches Mineral, für das er die Namen Arsenomelan und Skleroklas synonym verwendet.

Zeit durchaus nicht von allen Forschern angenommen zu sein. Kenn-gott hält ein weiteres rhombisch kristallisierendes Mineral nicht für wahrscheinlich (68/c) : « Beide Species, Skleroklas und Arsenomelan sind nur durch Rechnung gewonnen und als solche nicht anzuerkennen. Das Ergebnis des Ganzen läuft darauf hinaus, daß ein wesentlich kupferhaltiges und ein wesentlich bleihaltiges Mineral vorkommen, von denen jenes, tessular (kubisch), dieses ortho-rhombisch sein soll. »

Auch Heusser 1855 (51/a und b) erwähnt nichts von einem solchen zweiten rhombischen Mineral. Heusser teilt (51/a) seine Eindrücke von dem Lengenbacher Aufschluß und dessen Mineralien mit und schreibt : « Was den Binnit oder Dufrenoyzit betrifft, so ist es möglich, daß wir beide Namen, die bisher synonym für ein Mineral, und zwar der Zusammensetzung $2\text{PbS As}_2\text{S}_3$ (Damour) gebraucht wurden, für zwei verschiedene Mineralien beibehalten können. Ich war nämlich so glücklich, zwei ziemlich deutlich kristallisierte Individuen (das eine bei A. Tenisch, das andere später bei Herrn Domherrn Rion in Sitten) dieses grauen Schwefelmetalls zu finden, die entschieden nicht, wie der von Herrn Damour beschriebene Dufrenoyzit dem regulären System angehört ; vielmehr scheinen sie dem rhombischen oder dem monoklinen System anzugehören, was nur durch eine Messung entschieden werden kann. » An einer weiteren Stelle (51/b) setzt er sich nachdrücklich dafür ein, daß dem regulären Mineral der Name Dufrenoyzit zustehe, während das rhombische anstatt Arsenomelan Binnit genannt werden müsse, weil beide Namen sich bereits in einem alten Katalog von Hr. Kranz so angewandt fänden.

Auch ein Jahr später beschreibt Heusser (51/c) das kubische Mineral unter dem Namen Dufrenoyzit und das rhombische unter dem Namen Binnit, ohne von der Existenz eines weiteren rhombischen Minerals überzeugt zu sein. Der von Heuser als Binnit (rhombisch) beschriebene Kristall scheint heutiger Skleroklas zu sein.

S. v. Waltershausen brachte 1857 (147/c) weitere Mitteilungen über die Mineralien aus dem Lengenbacher Dolomit : « Für den Dufrenoyzit (= Binnit) ist wohl zunächst noch bemerkenswert, daß er nicht in (kubisch) hemiedrischer, sondern nur in holoedrischer Ausbildung erscheint und daher mit Fahlerzen, Tennantit usw. nicht verwechselt werden kann. » Diese Ansicht lehnt Kenn-gott (68/d) entschieden ab : « Hierbei ist zu bemerken, daß der Dufrenoyzit auch hemiedrische Ausbildung zeigen kann, wenn selbst die im Besitze Eines befindlichen

Kristalles sie nicht zeigen und daß S. v. Waltershausen wohl nicht beanspruchen kann, daß die in seinem Besitze befindlichen Kristalle allein über die Formenverhältnisse des Dufrenoyzit als Species entscheiden. »

Was die rhombischen Mineralien betrifft, so teilt S. v. Waltershausen in seiner Arbeit die Analysenbefunde von Uhrlaub/München und Nason/Göttingen mit, welche, wie Kenngott (68d) schreibt, auf eine Formel $3\text{PbS As}_2\text{S}_3$ schließen lassen. Bei den von Urlaub sowie Nason durchgeführten Analysen stimmen einige mit der Zusammensetzung des heutigen Rathit überein, ohne daß man daraus schon auf die Existenz eines neuen Minerals geschlossen hätte.

Kenngott geht in seiner bereits erwähnten Arbeit (68/d) auf die Mitteilungen S. v. Waltershausen (147/c) ein und fügt noch von Stockar-Escher/Zürich gefundene Analysenergebnisse bei, die für heutigen Binnit auf ein Formelverhältnis $\text{Cu}^3\text{As}^{\dots}$ bzw. nach heutiger Schreibweise ¹ auf die Formel Cu_3AsS_3 (bzw. Cu_3AsS_4) schließen lassen.

Vier weitere Analysen Stockar-Eschers an rhombischem Material, von Kenngott als « Skleroklas oder Binnit, inkl. Arsenomelan » bezeichnet, werden diskutiert : « Aus der Vergleichung der Stücke dieses Minerals, namentlich der Kristalle ergibt sich, daß der Binnit sich zersetzt und davon mögen wohl am ehesten die Differenzen der Analysen herrühren. Auch hier würde die Formel Pb^3As^2 als annähernde mittlere nicht widersprechend sein, ohne daß man dieselbe für jetzt als endgültig annehmen kann, da selbst anscheinend das beste Material Abweichungen zeigt. So die unter 2., 3. und 4. angegebenen Mengen, welchen Material ohne irgend welche Spur von Umänderung zu Grunde liegt. Den beiden letzteren würde auch die Formel Pb^4As^3 (d. h. $4\text{PbS } 3\text{As}_2\text{S}_3$) entsprechen. »

Zu erwähnen ist noch eine Arbeit von Hugard, der 1858 (58) unter dem Titel : « Über den Dolomit des Binnenthal, seine Charaktere, Mineraleinschlüsse und Lagerung » den Aufschluß und seine Mineralien beschreibt.

Delafosse reiht in seinem Buch « Nouveau cours de Minéralogie » 1860 den Binnit als kubisches Arsenfahlerz dem Tennantit unter. Dieses ist ein wesentlicher Gesichtspunkt, der erst 1899 von Prior und Spencer

¹ d. h. $3\text{Cu}_2\text{S} \cdot 1\text{As}_2\text{S}_3$. — Im weiteren Text sind zwischen den Sulfidgruppen keine Punkte mehr gesetzt.

(102) bewiesen wird. Außerdem wird in dem Lehrbuch rhombischer Dufrenoyzit beschrieben. Von einem weiteren rhombischen Grauerz ist nicht die Rede (20).

3. Klärung der Namensverwirrung durch G. vom Rath 1864

Eine Klärung in die Namensverwirrung brachte G. vom Rath 1864 (109/a und b), und seine Benennungsweise gilt bis heute. Er bezeichnet das reguläre Mineral als Binnit und weist nach, daß es nicht nur zwei rhombische Mineralien, für die die Hypothese der isomorphen Mischbarkeit unhaltbar ist, sondern sogar drei rhombische Mineralien gebe, denen er die Namen wie folgt zuordnet :

1. Als Dufrenoyzit bezeichnet er das rhombische Mineral mit der von Damour gefundenen Zusammensetzung $2\text{PbS As}_2\text{S}_3$.
2. Skleroklas ist nach ihm das von S. v. Waltershausen mit der Zusammensetzung $\text{PbS As}_2\text{S}_3$ beschriebene Mineral,
3. Als Jordanit bezeichnet G. v. Rath das neu hinzugefundene Mineral, für das derzeit eine Analyse noch ausstand.

Kenngott 1866 (68/h und i) sowie zunächst noch Groth 1874 schlossen sich seiner Nomenklatur nicht an ; später (siehe Dana 1868, Hessenberg 1874, Lewis 1878 usw.) setzte sich jedoch die v. Rath'sche Bezeichnungsweise durch.

In den dreißig Jahren, die nun auf die Arbeit G. v. Raths folgten, ist zu der weiteren Erkenntnis der Binnentaler Mineralien kein wesentlicher Schritt getan worden, insofern, als keine weiteren neuen Mineralien entdeckt wurden. Man vertiefte die Erkenntnisse über die bisher bekannt gewordenen Mineralien :

Kenngott beschreibt 1866 in seinem Buch über die Mineralien der Schweiz (68/i) auch die am Lengenbach gefundenen Mineralien und fügt der Beschreibung der Grauerze : Dufrenoyzit (kubisches Erz), Binnit (heutiger Dufrenoyzit), Jordanit und Arsenomelan eigene Meßergebnisse zu.

Petersen schreibt 1867 über die Grauerze des Binnentales (99) und untersucht ihre chemische Zusammensetzung. Er unterscheidet : Dufrenoyzit (kubisch), Skleroklas (heutiger Dufrenoyzit), Arsenomelan und Jordanit, und teilt ihnen folgende chemische Formeln zu :

Dufrenoyzit : $3 \text{Cu}_2\text{S } 2\text{As}_2\text{S}_3$ bzw. $3 \text{CuS As}_2\text{S}_3$ (bzw. As_2S_5 ?)

Jordanit : (vielleicht kristallisierter Binnit) $3 \text{PbS } 2\text{As}_2\text{S}_3$

Binnit : $3\text{PbS} \cdot 2\text{As}_2\text{S}_3$ oder $2 \text{PbS} \cdot \text{As}_2\text{S}_3 + \text{PbS} \cdot \text{As}_2\text{S}_3$

Skleroklas : $2 \text{PbS} \cdot \text{As}_2\text{S}_3$

Arsenomelan : $\text{PbS} \cdot \text{As}_2\text{S}_3$

« Analysen insbesondere von derben Stücken Grauerz zeigten eine Mischung von Skleroklas und Arsenomelan nahe der Formel



Von zwei verschiedenen, aber reinen Probestücken erhielt Petersen die gleiche Formel.

Von Dana wird in der ersten Auflage des « System of Mineralogy » 1868 (18/e) über die Grauerze referiert ; er schließt sich der Bezeichnungsweise v. Raths an.

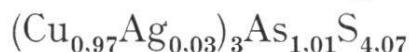
Wiser schreibt 1872 in einem Bericht über neue Anschaffungen für seine Sammlung (153/h) von einem Dufrenoyzit (kubisch), der auf Binnit (rhombisch) aufgewachsen sei, und einem Jordanit. Schrauf bringt 1873 in seinem Atlas der Kristallformen des Mineralreiches (123) die bis dahin bekannten Formen des Binnit und Abbildungen, und fügt eigene Meßergebnisse hinzu.

L. Sipöcz gibt 1873 (127) die ersten Analysenergebnisse von Jordanit bekannt. Auf Grund der Mengenverhältnisse

As	=	12,78		12,86
Pb	=	69,99		68,95
S	=	18,18		18,13
		100,95		99,94

errechnet er die Formel $\text{As}_2\text{Pb}_4\text{S}_7 = 4 \text{PbS} \cdot \text{As}_2\text{S}_3$. Eine Diskussion zu der Arbeit Sipöcz liefert Wartha 1873 (148), die sich hauptsächlich mit der Interpretation der Formel befaßt und die Existenz der von Sipöcz angenommenen Sulfosäure erörtert.

Tschermak schreibt 1873 über Jordanit von Nagyag (141). – Einen weiteren Beitrag zum Thema « Jordanit » bringt v. Rath 1873 (109c). Macivor veröffentlicht 1874 seine Ergebnisse einer Analyse an Binnit (85). Er erhält eine Zusammensetzung der Formel



Groth beschreibt 1874 (38a) in seinem tabellarischen Übersichtswerk die Grauerze, benutzt jedoch nicht die von Rath'sche Bezeichnungsweise. So versteht er unter Sesquicuprosulfarsenit den Binnit, unter Bleiarsenit heutigen Dufrenoyzit, und unter Bleiarsenglanz heutigen Skleroklas.

Hessenberg gibt in einem Brief an Rath 1874 vorläufige Beobachtungen an einem Binnit wieder (50e), die er 1875 (50f) vervollständigt. Er schließt aus seinen Beobachtungen, daß Binnit holuedrisch kristallisiere.

Kenngott war der erste, der 1854 (68b) und 1865 (68h) die holuedrische Symmetrie des heutigen Binnit in Frage stellt. Groth schließt sich 1874 (38a) seiner Auffassung an und beschreibt 1878 einen hemiedrisch ausgebildeten Binnit der Mineraliensammlung der Universität Straßburg (38b). Baumhauer gelingt es 1893 (4c) auf Grund goniometrischer Messungen und besonders durch Beobachtung der Flächenätzungen die vermutete tetraedrische Hemiedrie zu beweisen. Auch Trechmann kann diese Tatsache 1894 (140b) bestätigen.

Demgegenüber glaubten Dana 1892 (18f), Schrauf 1873 (123), und Lewis 1878 (83a+b), sowie Hessenberg 1875 (50f), daß die Beweise der Hemiedrie unzureichend seien und die Unvollständigkeit der Flächen nur eine zufällige sei, was seinen Grund darin hat, daß manche Flächen der äußerst flächenreichen Binnite nur sehr klein entwickelt sind. —

C. Klein schreibt 1875 über zwei Jordanite, die in einem Blende-kristall eingewachsen seien (70b). Engelmann vergleicht 1877 das Dolomitvorkommen am Lengenbach und seine Mineralien mit demjenigen von Campolungo. Die Mineralparagenesen der beiden Vorkommen sind einander sehr ähnlich, nur fehlen in demjenigen von Campolungo/Tessin die Sulfosalze (24). Zu erwähnen sei hier noch der mit der Jahreszahl 1876 versehene A. E. Foote's naturalists agency catalogue (161), der u. a. auch eine Angabe über die physikalischen Eigenschaften und das Kristallsystem der Grauerze des Binnentales gibt. 1882 erschien die zweite Auflage zu Groths Tabellenwerk (38c). R. Ritz (111) und Th. Walpen (146) beschreiben 1887 das Mineralvorkommen im Lengenbacher Dolomit und zählen die darin nachgewiesenen Mineralien auf. Die dritte Auflage von Groths Tabellenwerk erschien 1889 (38d). Auch hier zieht er für Skleroklas (rhombisch, $\text{PbS} \cdot \text{As}_2\text{S}_3$) noch die den Chemismus kennzeichnende Beschreibung « Bleiarsenglanz » vor, um Irrtümer zu vermeiden. Für Binnit (kubisch $\text{Cu}_6\text{As}_4\text{S}_9$), Dufrenoyisit (rhombisch, $2\text{PbS} \cdot \text{As}_2\text{S}_3$) und Jordanit (rhombisch, $4\text{PbS} \cdot \text{As}_2\text{S}_3$) wird bereits die heute übliche Bezeichnungsweise angewandt.

Gegen 1891 bemerken wir ein erneutes Aufleben des Interesses an den Erzmineralien. 1891 bringt Baumhauer insofern eine Neuigkeit, als er an 5 Herrn Seligmann gehörenden Jordaniten die monokline Sym-

metrie nachweist (4a+b). Die Bestätigung erfolgte 1901 durch Solly (132c). Dana berücksichtigt 1892 (6. Aufl. (18f)) dieses Ergebnis noch nicht, sondern führt Jordanit neben Dufrenoyzit und Skleroklas als rhombisch auf. Recht merkwürdig ist es, daß in dem bereits erwähnten Mineralienkatalog von Foote (161) 1876 (gedruckt in Philadelphia) schon die Minerale Dufrenoyzit, Jordanit und Sartorit als monoklin aufgeführt sind.

Weitere Meßergebnisse an Jordaniten veröffentlicht Baumhauer 1893 (4c) « Über einen Zwillingskristall von Jordanit » und 1894 (4d) « Ein weiterer Beitrag zur Kenntnis des Jordanit von Binn, und Dufrenoyzit aus dem Binnenthal », sowie 1896 (4g) in einem Vortrag. Zeller beschreibt 1895 (154a+b) « Zur Kenntnis der Minerallagerstätten des Binnenthal » auch den Lengenbacher Dolomitaufschluß mit seinen Mineralien.

4. Periode der Neufunde ab 1896

1896 teilt Baumhauer Messungen mit über ein von ihm neu gefundenes Mineral aus dem Binnentaler Dolomit (4f+g). Er gibt ihm den Namen Rathit und fügt gleichzeitig das von Bömer und König für dieses Mineral gefundene Analysenverhältnis 5 $(\text{Pb}_2\text{As}_2\text{S}_6) + \text{Pb}_2\text{Sb}_2\text{S}_6$ hinzu. Diese Formel hat jedoch später eine Modifikation erfahren. Wegen der schlecht meßbaren Flächen hielt Baumhauer damals noch den Rathit sowie auch den Dufrenoyzit (4d+h) und den Skleroklas (4e) für rhombisch. Erst in einer Arbeit von Solly und Jackson 1900 (131a₂), wird von Solly nachgewiesen, daß Sartorit monoklin kristallisiert. Eine in der gleichen Arbeit von Jackson mitgeteilte Analyse des Rathit führt auf die Formel 3 PbS 2As₂S₃. Eine der von Petersen 1865 (99) angefertigten Analysen hatte mit der Zusammensetzung von Rathit übereingestimmt, ohne daß man zu der Zeit daraus geschlossen hätte, daß ein neues Mineral vorliegt; vgl. auch Uhrlaub und Nason in S. v. Waltershausen (147c). In einer Dissertation « Beiträge zur Kenntnis der natürlichen Sulfosalze » 1900 werden von Guillemain die chemischen Zusammensetzungen von Dufrenoyzit und Jordanit untersucht. Er hält für Dufrenoyzit die Formel 2PbS As₂S₃ und für Jordanit die Zusammensetzung 4PbS As₂S₃ für sicher, womit er die von Sipöcz veröffentlichte Jordanitanalyse bestätigte (42).

1899 erkennen Prior und Spencer die Identität von Binnit mit Ten-

nantit. Sie weisen definitiv nach, daß der Binnit den Fahlerzen zuzuordnen ist (102a, b,c).

Versuche von Sommerlad 1897 (135a) zur Herstellung von Sulfantimoniten und Sulfarseniten des Silbers auf trockenem Wege lieferten synthetischen Proustit, sowie zwei zu der Zeit in der Natur noch nicht beobachtete Mineralien der Verbindung AgAsS_2 und $\text{Ag}_4\text{As}_2\text{S}_5$ von denen die erstere die Zusammensetzung des später im lungenbacher Dolomit gefundenen Smithit bzw. Trechmannit aufweist.

Als Nachschlagewerke aus diesem Zeitabschnitt seien erwähnt: Goldschmidt, Kristallographische Winkeltabellen 1897 (36a), der Skleroklas, Jordanit und Dufrenoyzit noch als rhombisch aufführt, während Rathit fehlt. Außerdem erschien die vierte Auflage von Groths « Tabellarische Übersicht der Mineralien 1898 » (38e), in welcher Dufrenoyzit als rhombisch mit einer Zusammensetzung $\text{As}_2\text{S}_5\text{Pb}_2$, der Binnit als hexakistetraedrisch mit der Zusammensetzung $\text{As}_4\text{S}_9\text{Cu}_6$, der Rathit als rhombisch mit noch unsicherer Zusammensetzung, der Skleroklas als rhombisch der Zusammensetzung $\text{As}_2\text{S}_4\text{Pb}$ und Jordanit als monoklin $4\text{PbS As}_2\text{S}_3$ aufgeführt sind.

Die nun folgenden ersten zehn Jahre des 20. Jahrhunderts waren insofern für die Erforschung der Binnentaler Sulfarsenite kennzeichnend, als Schlag auf Schlag neue Mineralien erkannt und vermessen wurden.

1901 teilte Baumhauer bei den Berliner Tagungen (4k und l) mit, daß von ihm ein neues rhombisches, dem Bournonit homöomorphes Mineral im Binnentaler Dolomit nachgewiesen sei, welches er Seligmannit nennt. Er bestimmt die Formen. Eine chemische Analyse ist wegen Mangels an Material nicht gemacht worden.

Im gleichen Jahr, 1901, kündeten Solly und Jackson ein weiteres neues Mineral an, welches den Namen Liveingit erhält (131b). Die Analyse von Jackson wird zunächst als $4\text{PbS} \cdot 3\text{As}_2\text{S}_3$ gedeutet, jedoch ein Jahr später von Jackson als $5\text{PbS} \cdot 4\text{As}_2\text{S}_3$ mitgeteilt (131c). Gleichzeitig veröffentlicht Solly seine Messungen an Baumhauerit (132b), einem von ihm nachgewiesenen Mineral des Binnentaler Dolomits, dessen chemische Zusammensetzung von Jackson nun als $4\text{PbS} \cdot 3\text{As}_2\text{S}_3$ gedeutet wird. Außerdem weist Solly darauf hin, daß Dufrenoyzit monoklin und nicht wie bisher angenommen, rhombisch sei (131c). Dieser Nachweis erfolgte auf Grund goniometrischer Messungen. 1903 bestimmt Solly den Achsenwinkel von Seligmannit und gibt weitere Formeln von Baumhauerit an (132d₂+e).

Das Hintze-Handbuch der Mineralogie I₁ 1904 (54a) faßt die bisherigen Forschungsergebnisse übersichtlich zusammen. Dabei ist jedoch der Dufrenoyzit nach Rath noch als rhombisch angegeben, obwohl ihn Solly inzwischen 1902 als monoklin nachgewiesen hatte (131c). Eine Beschreibung der « Mineralien aus dem Binnental, Kanton Wallis » wird 1903 von Baumhauer gegeben (4m). – Auf der Mineralogen-Tagung in London (83f) spricht Lewis über einen großen Sulfarsenitkristall vom Binnental. Eine Analyse von Jackson zeigt, daß es sich um Sartorit handelt.

Baumhauer schreibt 1904 über die Entwicklung der Kristallflächen im Zonenverband und bespricht als Beispiele die Verhältnisse bei Dufrenoyzit, Jordanit und Baumhauerit (40).

1904 gibt Solly anlässlich der Tagungen der mineralogischen Gesellschaft in London am 14. November bekannt, daß noch ein weiteres Sulfosalz von den bisher bekannten Sulfosalzen zu unterscheiden sei (132g=1₁). Er gibt ihm den Namen *Lengenbachit* nach der Fundstelle am Lengenbach. Solly vermutet trikline Symmetrie. Die zugehörige chemische Formel wird von Hutchinson 1906 (61a₁+a₂), (vorher in 132 I₁ erwähnt) als die eines « sulpharsenite of lead containing some copper and antimony » mit $7\text{PbS } 2\text{As}_2\text{S}_3$ angegeben. Ein weiteres Mineral nennt Solly *Marrit* und vermutet, daß es monoklin kristallisiere. Eine Analyse stand derzeit noch aus ; und einem neu beobachteten Phosphat aus dem Binnentaler Dolomit gab Solly den Namen *Bowmanit* (132d=1₁) ; er gibt rhombische Symmetrie an. Jedoch kann Bowman drei Jahre später nachweisen, daß dieses Mineral identisch ist mit Hamlinit (nach heutiger Kenntnis $\text{Sr Al}_3 [(\text{OH})_6/\text{PO}_4\text{PO}_3\text{OH}]$), einem bereits 1884 aus Minas Geraes/Brasilien bekannt gewordenen Mineral (15a₁+a₂). Außer diesen drei neuen Mineralien werden von Solly auf der Tagung ein verzwilligter Seligmannit, und große Kristalle von Dufrenoyzit und Baumhauerit beschrieben. Im gleichen Jahr (Proc. Camb. Phil. Soc. 1904 (132j)) hatte Solly auch die Angaben seiner Untersuchungen an dem von ihm gefundenen und später benannten Hutchinsonit veröffentlicht, für den Prior 1905 (103c) die Komponenten bestimmt.

1904/05 werden von Solly außer den auf den Mineralogentagungen in London vom 14. November 1904 (s. o.) beschriebenen Mineralien eine ganze Reihe neuer, zum Teil bisher unbekannter Sulfosalze aus dem Binnentaler Dolomit beschrieben (132m+f, besonders aber i), nämlich :

- 1) der ein Jahr zuvor schon angegebene *Hutchinsonit*, für den er jetzt die rhombische Symmetrie und das Verhältnis der Achsenabschnitte bestimmt. Prior konnte zwar zunächst keine chemische Formel angeben, fand jedoch als Komponenten Thallium, Schwefel, Blei, Silber und Kupfer, wobei das Thallium bis zu 20 % der Mineralsubstanz ausmachen könne.
 - 2) der als neu erkannte, monokline *Smithit*. Der Beschreibung der Formen und dem berechneten Achsenabschnittsverhältnis fügt Solly noch das Analyseergebnis von Prior zu : Ag As S_2 .
 - 3) *Trechmannit*, ein ebenfalls neu erkanntes Mineral, dessen Symmetrie von Solly als rhombisch angegeben wird. Formen werden bestimmt. Eine Analyse für dieses Mineral stand noch aus.
 - 4) der bereits seit dem Vorjahre bekannte *Marrit*, der mit monokliner Symmetrie beschrieben wird und dessen Formen sowie das Achsenverhältnis angegeben werden. Aus Mangel an Material standen chemische Bestimmungen noch aus.
- Von 5) *Bowmanit*, 6) *Lengenbachit* und 7) *Seligmannit* werden ergänzende Angaben gemacht.

5. Periode der Vertiefung 1905-1909

Um 1905 sind bis auf *Hatchit*, der 1912 von Solly und Smith (Sitzung vom 23. Januar) (133a₁) und (133a₂) nachgewiesen wurde, alle heute vom Binnental bekannten Spießglanze entdeckt.¹ Die nun folgenden Jahre bis 1928 bringen eine Vertiefung der Kenntnisse dieser bisher gefundenen Mineralien : goniometrische Bestimmung der Symmetrie und der Flächen, sowie eine genauere Erfassung der quantitativ chemischen Verhältnisse. Auch die Minerallagerstätte an sich wird eingehend beschrieben. In diesem Zusammenhang müssen folgende Arbeiten erwähnt werden :

Baumhauer schreibt 1905 über « die Mineralien des Binnentales » (4p) und gibt neben einer Einführung in die Morphologie des Binnentales, einer Beschreibung der Gneis- und Schiefermineralien des Ofenhorns, der Alpe Lercheltini und anderer berühmter Binnentalfundorte auch Angaben über die Abbauverhältnisse im Dolomitsteinbruch am Lengenbach und die Morphologie seiner Mineralien.

Prior liefert 1905 weitere Analyseergebnisse von Binnentaler Sulfosalzen. Die von ihm vermutete Formel für *Hutchinsonit* bestätigt sich auf Grund quantitativer Analyse : $(\text{Tl, Cu, Ag})_2\text{S As}_2\text{S}_3 + \text{PbS As}_2\text{S}_3$. (103a+c). Er macht Angaben über die Symmetrie von *Trechmannit*

¹ Von den α - Abarten abgesehen.

(128b) und, wie Solly erwähnt (132 i), führt die Analyse Priors für Trechmannit auf die Formel Ag As S_2 . (gleiche Formel wie Smithit!).

Trechmann beschreibt in den Sitzungen der Lond. Mineral. Ges. am 12. Juni 1906 und (140c₁+c₂) den Sartorit als monoklines Mineral. Sartorit hatte man bisher für rhombisch gehalten. Solly hatte 1900 (131a₁+a₂) die monokline Symmetrie des Sartorits nachgewiesen, ohne Einzelheiten zu veröffentlichen. Trechmann bestimmt die Achsenabschnittsverhältnisse und gibt neue Formen an.

Solly beschreibt 1906 auf der Lond. Mineralogen-Tagung vom 13. November (132n) die Abbauverhältnisse im Lengenbacher Dolomitsteinbruch und die 1906 darin gefundenen Mineralien.

In Verbindung mit Prior veröffentlicht Solly auf den Lond. Mineralogen-Tagungen am 19. März 1907 (134a) Analysen eines zinkhaltigen Tennantits vom Binnental, die nahezu 8 % Zn gezeigt hätten. Ein Kristall sei als Würfel ausgebildet gewesen, mit Flächen, die in Richtung von kleinen Tetraederflächen tief gerieft seien. Auf den Tagungen in London am 12. November des gleichen Jahres (132q) beschreibt Solly Kristalle von Binnit, von denen einer der einzige gefundene Zwilling war. Außerdem bespricht er Beispiele regelmäßiger Verwachsung von Sartorit mit Baumhauerit.

Prior und Smith beschreiben 1907 (128a₂) die « Rotsilbermineralien » Hutchinsonit, Smithit und Trechmannit. Für den rhombischen Hutchinsonit bestätigt Prior die Formel : $(\text{Tl, Ag, Cu})_2\text{S As}_2\text{S}_3 + \text{PbS As}_2\text{S}_3$ auf Grund zweier Analysen. Das Achsenabschnittsverhältnis wird bestimmt und neue Formen angegeben. Prior und Smith sind die ersten, die den Hutchinsonit auf seine optischen Eigenschaften hin untersucht haben. Sie stellen fest, daß die optische Achsenebene parallel a (100) liegt, die spitze Bisektrix negativ ist und senkrecht zu b (010) liegt.

Auch für den monoklinen Smithit werden die Formen und die optischen Eigenschaften bestimmt. Eine Analyse führt auf die Formel $\text{Ag}_2\text{S As}_2\text{S}_3$.

Für Trechmannit wird hier die hexagonal-rhomboedrische Symmetrie angegeben, und nicht die trapezoedrische, wie Solly vorher vermutete. Formen werden mitgeteilt. Prior erwähnt, daß eine quantitative Analyse noch nicht angefertigt worden sei, es sich aber wahrscheinlich um ein Silbersulfarsenit handle.

Ferner kann Prior auf den Lond. Min. Tagungen vom 16. Juni 1908 (103e) erstmals den Nachweis erbringen, daß die Annahme Baum-

hauers, Seligmannit sei eine dem Bournonit $2 \text{PbS Cu}_2\text{S Sb}_2\text{S}_3$ chemisch analoge Arsenverbindung, richtig war. Auf Grund zweier Analysen errechnet er die Formel : $2\text{PbS Cu}_2\text{S As}_2\text{S}_3$. Veröffentlicht wurde dieses Ergebnis von Prior 1910 zusammen mit den Analysen von zinkhaltigem Binnit und Fuchsit vom Binnental (103f). In Groths « Chemischer Krystallographie » 1908 (38f) werden die derzeitigen Erkenntnisse über die Sulfosalze unter anderem referiert.

Von Lewis wird auf den Lond. Min. Tagungen vom 16. November 1909 (83g) ein großer Sartoritkristall mit Zwillinglamellen beschrieben.

Erwähnt werden muß hier besonders das Buch « La Vallée de Binn » (Valais) von Léon Desbuissons 1909 (21b). – Es gibt nicht nur die mineralogischen Besonderheiten des Binnentales im Ganzen wieder, sondern beleuchtet es auch von geologischem, geographischem, ethnographischem und historischem Gesichtspunkt her und erhält deshalb von vielen Seiten (Lacroix, Baumhauer ...) ungeteiltes Lob. In seiner geologischen Beschreibung stützt er sich, abgesehen von eigenen Untersuchungen, auf die Ergebnisse von Schmidt und Preiswerk 1908 (120). Als die bedeutendsten Mineralfundstellen des Binnentales hebt er folgende hervor :

- 1) das Dolomitlager am Lengenbach,
- 2) Alp Lercheltini mit Glimmerschiefer-Material
- 3) Ofenhorn und Geißpfad-Fleschenhorn mit Serpentin und amphibolitischem Gestein.

Dabei sind alle Lengenbacher Mineralien beschrieben mit Angabe der derzeitigen Meßergebnisse und guten photographischen Abbildungen. Beigefügt ist ein geschichtlich geordnetes Verzeichnis der Originalarbeiten über die Mineralien.

6. Ausbauperiode ab 1909

Seit der Schließung des Lengenbachsteinbruches 1909/1910 war man darauf angewiesen, zu den Untersuchungen auf die in den Sammlungen aufbewahrten Lengenbachmineralien zurückzugreifen. Am 17. Nov. 1903 (132f₁) war der Mineralogischen Gesellschaft in London von Solly ein Mineral vorgelegt worden, welches Solly nun, 1910 in einer Mitteilung an Desbuissons (21b) (siehe 132r₂) nachträglich α -Rathit nannte. Solly glaubte in dem, dem Rathit ähnlichen Mineral, welches er jedoch als monoklin erkannte, ein neues Mineral vor sich zu haben. Auf der

Londoner Mineralogen-Tagung vom 21. März (83k₂) wies aber Lewis nach, daß dieses Mineral identisch mit dem von ihm als Wiltshireit beschriebenen Mineral sei (83 h+i+j, und Lond.-Tag. v. 15. Nov. 1910 (83k₁)). Daraufhin vermutete Solly (132r₂) 1911, daß Wiltshireit, α -Rathit und Rathit identische Mineralien seien, und daß Rathit an sich monoklin sei und nicht, wie bisher angenommen, rhombisch.

Die gleiche Vermutung äußert er vor der Mineralogischen Gesellschaft in London am 18. Juni 1912 (132u). Daß diese Vermutung richtig war, konnte Lewis 1912 (83k₃) bestätigen. Die wahre Symmetrie des Rathit läßt sich deshalb so schwer erkennen, weil die fast ausschließlich verzwillingt vorkommenden Kristalle eine höhere Symmetrie vortäuschen.

Solly erkennt ferner ein dem Trechmannit isomorphes, rhomboedrisches Mineral, über dessen Existenz er auf den Lond. Mineralogen-Tagungen vom 21. März 1911 spricht (132r₁). Nähere Bestimmungen an diesem Mineral wurden von Solly 1919 (132w) veröffentlicht. So fand er 21 Formen, von denen alle bis auf sechs auch am Trechmannit bekannt waren. Es gibt jedoch, wie er meint, genügend Unterschiede zwischen beiden Mineralien. Beide kristallisieren zwar in derselben « diploedrisch-rhomboedrischen » Klasse, der Winkel zwischen (111) : (100) ist jedoch bei dem neuen Mineral 38°18' während er bei Trechmannit 37°1' beträgt. Außerdem: « Trechmannit, which is scarlet-vermilion in colour and has a streak of the same colour, contains sulphur, arsenic, and silver; the new mineral, on the other hand, is lead-grey in colour, and gives a chocolate-coloured streak, and probably therefore contains sulphur, arsenic, and lead. » Da die beiden Mineralien isomorph sein sollen, nennt Solly die Abart α -Trechmannit.

Das zweite neue Mineral beschreiben Solly und Smith 1912 auf den Tagungen der Lond. mineralogischen Gesellschaft am 23. Jan. (133a₁) und (133a₂) unter dem Namen *Hatchit*. Es sind freilich nur fünf Kristalle von diesem Mineral gefunden worden, an denen trikline Symmetrie nachgewiesen wurde. 21 Formen wurden beobachtet. Eine Analyse wurde nicht hergestellt.

Weitere Arbeiten erweitern die bisherigen Kenntnisse.

So befaßt sich Solly in einem Vortrag auf den Mineralogen-Tagungen in London am 14. Nov. 1911 (132s₁) mit der Beschreibung von Dufrenoy'sitkristallen, die auf Bruchflächen bedeckt sind mit Kristallen von Seligmannit. Diese Kristalle stammen aus einer kleinen, noch im Som-

mer 1911 im Dolomit freigelegten Druse. Die Meßergebnisse erschienen in « The Mineralogical Magazine » (132s₂).

Lewis beschreibt auf den Londoner Mineralogen-Tagungen vom 23. Januar 1912 (83l) ein bleigraues Sulfarsenit von Binn, welches er für Liveingit hält. Bei Annahme monokliner Symmetrie zeigten die Symbole der Flächen sehr hohe Zahlen, die sich vereinfachen bei Annahme trikliner Symmetrie. Trotzdem wiesen die Kristalle einige Beziehungen auf, die für monokline Symmetrie charakteristisch sind und deshalb wohl für Liveingit sprechen können. Die kristallographischen Verhältnisse des Liveingit sind auch heute nicht völlig geklärt. Rösch u. Hellner bezeichnen 1959 die Existenz des Liveingit als fraglich (112).

Von Jäger und Klooster werden 1912 Untersuchungen über natürliche und künstliche Sulfantimonite und Sulfarsenite vorgenommen (64). Aus Zusammenschmelzen von Silbersulfid mit Arsensulfid entstehen als Verbindung : Proustit $\text{Ag}_3\text{As S}_3$ und eine, wie die Verfasser meinen, in der Natur unbekanntes Verbindung vom Miargyrittypus, die von ihnen Arsenomiargyrit Ag As S_2 genannt wird. Diese Verbindung liegt am Lengenbach als Smithit vor. Die Zustandsdiagramme (Schmelzpunkte im eutektischen System) werden untersucht (siehe Beschreibung des Smithit).

Baumhauer stellt in einer Veröffentlichung 1913 (4v) die bisher gefundenen Formen des Binnit zusammen und fügt neu gefundene Formen hinzu. Über die Analyse und Zusammensetzung der Fahlerze schreibt Kretschmer 1911 (76) und beschreibt neben solchen von anderen Fundorten auch Binnite von Lengenbach.

Auf den Tagungen der Londoner Mineralogischen Gesellschaft vom 17. März 1914 (103g) wird von Prior ein Sulfarsenit von Blei aus dem Binnental beschrieben, dessen Analyse mit $3 \text{ PbS } 2 \text{ As}_2\text{S}_3$ auf Rathit schließen lasse, dessen Kristallformen jedoch dem Dufrenoyisit näher stehen (siehe auch Hinweis auf Sollyit (134b) unten).

Neue Formen von Sartorit werden von Solly auf der Lond. Mineralogen-Tagung am 16. Juni 1914 (132v) mitgeteilt. Goniometrische Untersuchungen an 200 Kristallen führen ihn zu dem Schluß, daß zwei der von Trechmann als Sartorit beschriebenen Kristalle zu einer neuen, dem Sartorit und Smithit sehr nahestehenden Spezies gehören. Dieses Mineral wird von Solly und Smith (129) 1919, und Smith (19. Juni 1917) (130a) unter dem Namen α -Sartorit beschrieben. Obgleich keine Analyse des Materials gemacht werden konnte, vermuten

die Verfasser, daß α -Sartorit sich chemisch nicht von Sartorit unterscheidet, sondern daß der Unterschied vielmehr in der andersartigen kristallographischen Ausbildung liege, wenn auch gewisse Winkel einander sehr ähnlich seien. So seien die Flächenwinkel in der Domenzone meist mit denen von Sartorit identisch, in jeder anderen Zone weichen sie jedoch von denen des Sartorit ab. Für α -Sartorit fand Solly trikline Symmetrie. Die Existenz des α -Sartorit gilt auch in neuerer Literatur noch nicht für gesichert (siehe Dana 1944 (18g)). Dagegen gilt der von Solly 1911 bekanntgegebene α -Trechmannit als nachgewiesene Abart des Trechmannit.

In einer Betrachtung über die Zusammensetzung der Sulfosalze 1923 (17b) versucht Cesaro die natürlichen Sulfosalze nach chemischen Gesichtspunkten zu ordnen und sie einer allgemeinen Konstitutionsformel für Sulfosalze unterzuordnen. Berücksichtigt werden Tennantit, Dufrenoyisit, Skleroklas, Jordanit, Rathit, Baumhauerit und Seligmannit.

M. von Goetze befaßt sich 1919 (37) mit « Schiebungen am Jordanit des Binnentales », da der Jordanit als pseudosymmetrischer Kristall Schiebungen leicht zugänglich sein sollte. Jordanit bildet polysynthetische Zwillinge nach (101), die auch künstlich durch Druck erzeugt werden können. Goetze deutet die Verzwilligung an zwei Binnentaler Jordaniten als mechanisch entstanden.

Die gegenseitige Beziehung der Kristallflächen wird 1925 von Baumhauer (4w) für Binnit, sowie Jordanit und einige andere Nicht-Bleispießglanze mit Hilfe der Komplikationsmethode untersucht. Man glaubte damals, aus solchen Untersuchungen weitgehende Schlüsse auf die Struktur der Kristalle tun zu können.

Zu besprechen sind zwei weitere Mineralien, die sich in ihren kristallographischen Eigenschaften nicht mit den bisher bekannten Bleispießglanzen vergleichen lassen. Das eine wurde von Solly und Prior 1919 (134b₂) als « A lead-grey, fibrous mineral from the Binn valley » beschrieben. Die von Prior vorgenommene Analyse läßt mit $3 \text{ PbS} \cdot 2 \text{ As}_2\text{S}_3$ auf Rathit schließen. Die Messungen der Flächenwinkel an vier Kristallen lassen jedoch eine nähere Verwandtschaft zum Dufrenoyisit erkennen (vgl. auch (103g) oben). Von Gagarin und Cuomo wird 1949 (32) für dieses Mineral der Name *Sollyit* vorgeschlagen.

Das zweite Mineral wird von Smith 1920 als « A curious crystal from the Binn Valley » veröffentlicht (130b). Es stand nur ein Kristall dieses Materials zur Verfügung. An ihm wurde trikline Symmetrie

bestimmt. Für das eine Zwillingsindividuum wurden 16 Formen, für das andere 15 Formen bestimmt. Die chemische Zusammensetzung konnte nicht ermittelt werden. Von Gagarin und Cuomo wird 1949 (32) der Name *Tellit* für dieses Mineral vorgeschlagen.

Außer diesen Originalarbeiten sind noch einige einschlägige Lehr- und Nachschlagewerke zu nennen, die unter anderem die Binnentaler Sulfosalze beschreiben :

In Goldschmidts « Atlas der Kristallformen » Bd. I (1913) bis Bd. IX (1923) sind die kristallographischen Verhältnisse der Sulfosalze zusammengestellt (36b). Bd. II (1916) enthält die von Binnit gemessenen Formen. Außerdem werden die in der Originalliteratur gegebenen Abbildungen veröffentlicht.

1921 faßt Larsen die optischen Eigenschaften der Kristalle in seinem Werk « The microscopic Determination of the nonopaque minerals » zusammen. Von den Sulfarseniten werden dort Dufrenoyzit, Trechmannit, Smithit, Hutchinsonit, Proustit und Tennantit beschrieben (80).

In der 7. und 8. Auflage des Lehrbuches der Mineralogie von Klockmann (1922) finden sich unter anderem die Binnentaler Sulfarsenite aufgezählt (71). Unverständlicherweise ist dort Rathit als rhombisch angegeben – ungeachtet der von Lewis 1912 nachgewiesenen monoklinen Symmetrie.

Von Groth und Mieleitner werden 1921 in den « Mineralogischen Tabellen » (39) die Binnentaler Grauerze behandelt. Die Einteilung der Sulfosalze erfolgt nach chemischen Gesichtspunkten, wobei das Verhältnis $As_2S_3 : R''S$ entscheidend ist (R'' ist zweiwertiges Metall). Rathit wird noch als rhombisch-dipyramidal aufgeführt mit den von Solly angegebenen Achsenabschnittsverhältnissen.

Auch in dem Handbuch der Mineralchemie von Doelter und Leitmeier 1926 (23) findet man die Bleispießglanze behandelt. Es werden die bis zu der Zeit angefertigten Analysen der Mineralien aufgeführt und diskutiert. Rathit wird mit Vorbehalten als rhombisch angegeben. Die an den Kristallen gefundenen Formen werden hier nicht mitgeteilt.

Goniometrische Messungen von Charles Palache bestätigen 1928 (93) das von Solly 1903 für Seligmannit gefundene Achsenverhältnis. Er gibt außerdem Formen an und vergleicht Binnentaler Seligmannit mit solchem, den man bei Bingham/Utah gefunden hatte.

Im gleichen Jahr befaßt sich L. Weber (149b) in einer Arbeit « Zur

Morphologie einiger Binnentaler Mineralien » mit der Kristallographie von Seligmannit, Rathit, Jordanit und Baumhauerit.

Um die Sulfarsenite miteinander zu vergleichen und event. Schlüsse auf ihre Entstehung zu tun, wendet Dan Giusca in seiner Arbeit « Die Erze der Lagerstätte von Lenggenbach im Binnental » die erzmikroskopische Methode an (35a+b) :

Die einzelnen Mineralien zeigen Verdrängungen. Vgl. die Bemerkungen zur Genese. Jordanitkristalle zeigen öfter innerhalb eines Individuums polysynthetische Zwillinge und werden von Dufrenoyisit und Baumhauerit verdrängt. Demgegenüber sei bei Dufrenoyisit ein fast völliges Fehlen von Zwillingslamellierung festzustellen. Rathitindividuen seien in der Regel aus polysynthetischen Zwillingen nach (074) zusammengesetzt. Für Rathit gibt Giusca – offenbar nach Solly – die rhombische Symmetrie an, ungeachtet der späteren Untersuchungen von Lewis. Rathit ist neben Binnit das gegen Ätzung unempfindlichste Sulfosalz. Leicht wird es durch Liveingit, Baumhauerit, Skleroklas und Hutchinsonit verdrängt.

Zwillinge seien bei Liveingit, Baumhauerit und Skleroklas häufig, jedoch bei Hutchinsonit nicht beobachtet worden. Er habe festgestellt, daß fast alle Sulfosalze durch Hutchinsonit verdrängt würden. Wie er meint, seien auch bei Seligmannit polysynthetische Zwillinge häufig. Er habe beobachtet, daß Seligmannit feine Risse in Jordanit und Dufrenoyisit ausfülle und schließt daraus, daß Seligmannit diese beiden Mineralien verdränge.

7. Anwendung röntgenographischer Methoden seit 1928

In den dreißiger Jahren setzen die röntgenographischen Strukturuntersuchungen auch an Binnentaler Mineralien ein. Diese Arbeitsmethode erlaubt eine Kontrolle der auf goniometrischem Wege gefundenen Symmetrien sowie auch der chemischen Zusammensetzung.

Machatschki hat bereits 1928 die Struktur der Fahlerze zu klären versucht (84a+b). Er diskutiert zunächst die Ergebnisse zweier Strukturarbeiten an Fahlerzen, die zur gleichen Zeit erschienen waren : J. Palacios (Chem. Cbl. 1927 II, S. 2492) hatte gefunden, daß vier Moleküle $3 \text{ Cu}_2\text{S Sb}_2\text{S}_3$ auf die Elementarzelle des Tetraedrits entfallen, was mit den Messungen Machatschki's übereinstimmt. De Jong, der Autor der zweiten Arbeit, ist der Meinung, daß die Elementarzelle

mit $a_0 = 10,190$ bis $10,555$ und acht Molekülen $\text{Cu}_3\text{As S}_{3-4}$ der Raumgruppe T_d^5 doch reduzierbar sei auf eine achtfach kleinere Zelle der Raumgruppe T_d^1 und dem Zellinhalt von einem Molekül $\text{Cu}_3\text{Sb S}_4$, wobei die Anordnung in der Zelle folgende sei: $\text{Sb} = 000$; $\text{Cu} = \frac{11}{22}0$; $\frac{1}{2}0\frac{1}{2}$; $0\frac{11}{22}$; $\text{S} = \text{uuu}$; $\text{u}\bar{\text{u}}\bar{\text{u}}$; $\bar{\text{u}}\text{u}\bar{\text{u}}$; $\bar{\text{u}}\bar{\text{u}}\text{u}$; wo u ungefähr $\frac{1}{8}$ ist. Dieses Gitter käme dem Zinkblendegitter sehr nahe.

Machatschki jedoch schließt auf eine Raumgruppe T_d^3 und eine größere Unterschiedlichkeit des Fahlerzgitters von dem der Zinkblende. Für Fahlerz schloß er auf eine chemische Zusammensetzung von $\text{Cu}_3\text{Sb S}_3$. Die von ihm vorgeschlagene Struktur der Fahlerze läßt sich nicht auf flächenzentrierte, sondern auf körperzentrierte Teilgitter zurückführen. In einer Elementarzelle der durchschnittlichen Kantenlänge $a_0 = 10,32 \text{ \AA}$ befinden sich nach seiner Meinung 8 Moleküle $\text{Cu}_3\text{Sb S}_3 =$ vier Moleküle $3 \text{ Cu}_2\text{S Sb}_2\text{S}_3$, wobei die Cu in den Mitten der Kanten der Oktanten und die Sb-Atome fast in der Mitte der Oktanten sitzen. Jeder Oktant besitzt drei S-Atome, die so angeordnet sind, wie die O-Atome um die Sb bzw. As-Atome im Gitter von Sb_4O_6 und As_4O_6 . Das Arsenfahlerz Tennantit hat das gleiche Gitter wie das Antimonfahlerz Tetraedrit, nur daß bei ihm die Plätze der Sb-Atome durch As-Atome eingenommen sind.

Für die Binnentaler Fahlerze wird eine Gitterkonstante von $a_0 = 10,205 \text{ \AA}$ nach De Jong angegeben. Dieser Wert ist kleiner als die Zelldimension bei Fahlerzen anderer Fundorte. Als Erklärung dafür wird angegeben, daß die Gitterkonstanten bei zunehmendem Ag-Gehalt größer werden. Binnentaler Fahlerze sind aber mit $1-4\%$ Ag relativ Ag-arm.

Die Hauptperiode der Röntgenuntersuchungen beginnt jedoch erst 1934.

Eingehende röntgenographische Untersuchungen an Binnit gehen auf Pauling und Neumann 1934 (97) zurück.

In den meisten Punkten werden die Ergebnisse Machatschkis bestätigt, $a_0 = 10,19 \pm 0,020 \text{ \AA}$ Raumgruppe T_d^3 . Nach Meinung der Verfasser kommt die Zusammensetzung der Fahlerze der Machatschkischen Formel $\text{Cu}_3\text{As S}_3$ näher als der von De Jong vorgeschlagenen: $\text{Cu}_3 \text{ As S}_4$. Jedoch lasse sich dadurch der in der Analyse auftretende Überschuß an S nicht erklären, deshalb wird von ihnen die Formel $(\text{Cu, Fe})_{12} \text{ As}_4 \text{ S}_{13}$ angegeben, von der zwei Moleküle in der Elementarzelle enthalten seien.

Die Strukturformel soll besagen, daß die Cu'- und Fe''-Atome auf 12 gleichberechtigte Gitterplätze verteilt sind. Im wesentlichen war diese Strukturformel schon 1894 von Tschermak für Tetraedrit in der Form $\text{Cu}_{10}\text{Zn}_2\text{Sb}_4\text{S}_{13}$ und von Kretschmer 1911 (76) in der Form $(\text{Cu}_x\text{Zn}_y)\text{SbS}_{3+y/2}$ mit $x + y = 3$ vorgeschlagen worden.

Die Anordnung innerhalb der Elementarzelle des Fahlerzes wird von Pauling und Neumann folgendermaßen beschrieben :

In einer achtfachen Zinkblendezelle ersetze man acht Zn (bei $\frac{111}{444}$, $\frac{\bar{1}\bar{1}\bar{1}}{444}$ etc.) durch As und die restlichen 24 durch Cu. Dann nimmt man 8 S (bei $\frac{111}{888}$ etc.) fort, sodaß As nur von 3 S-Atomen umgeben ist und füge 2 S-Atome an den Stellen 000 und $\frac{111}{222}$ an. Im wesentlichen stimmt diese Zellbeschreibung mit derjenigen von Machatschki überein.

Im gleichen Jahr veröffentlichen Ferrari und Curti (28) Untersuchungen an Binnentaler Sulfosalzen.

Sie stellen neue chemische Analysen her und finden die folgenden Verhältnisse :

Skleroklas	PbS : $\text{As}_2\text{S}_3 = 1,023$	(theoretisch 1,00)
Rathit	PbS : $\text{As}_2\text{S}_3 = 1,496$	(theoretisch 1,5)
Guitermanit	PbS : $\text{As}_2\text{S}_3 = 3,309$	(theoretisch 3,00)

Zum erstenmal führen sie an solchem analysierten Material des Binnentals auch röntgenographische Untersuchungen nach der Pulvermethode durch. Für Skleroklas, also $\text{PbS As}_2\text{S}_3$ finden sie

$$a_o = 5,94 \text{ \AA} \qquad b_o = 3,67 \text{ \AA} \qquad c_o = 13,65 \text{ \AA}$$

Sie beschäftigen sich mit der Verwandtschaft zwischen Gliedern der Bleisulfarsenite und geben an, daß zwischen Auripigment und Dufrenoyt Mischkristalle auftreten können, von denen in der Natur aber nur gewisse Konzentrationsverhältnisse realisiert sind.

In einer Arbeit Hofmanns 1935 (55) wird die Vermutung geäußert, daß im Aufbau gewisser Sulfosalze die Anordnung der S- und As-Atome zu Pyramidenketten eine wichtige Rolle spiele, was dann auch den stengeligen Habitus der Kristalle erklären würde. Es fehlt ihm jedoch noch an genügend röntgenographischen Daten um diese Annahme zu beweisen.

Eine Klärung der Struktur des Proustit wird 1936 (45) von D. Harker versucht. Die Gitterkonstanten ergaben sich zu $a_o = 10,74 \text{ \AA}$, $c_o = 8,64 \text{ \AA}$ $c_o/a_o = 0,804$, Raumgruppe C_{3v}^6 . Angaben über die Punktverteilung innerhalb der rhomboedrischen Elementarzelle werden gemacht.

Zur gleichen Zeit ausgeführte Messungen an Proustit von R. Hocart stimmen mit den oben angegebenen Zelldimensionen überein (56).

In einer gemeinsamen Arbeit bringen Palache, Richmond u. Winchell 1938 (94) Messungen der Kristallformen des Jordanit, wobei die gemessenen Winkel Sollys 1900 (131a₂) bestätigt und fünf neue Formen den bereits bekannten hinzugefügt werden. Dabei berichtigt man die Aufstellung des Jordanit. Die röntgenographische Untersuchung ergibt eine Elementarzelle der Dimensionen : $a_0 = 7,529 \text{ \AA}$, $b_0 = 31,87 \text{ \AA}$, $c_0 = 4,421 \text{ \AA}$, $\beta = 93^\circ 59'$ und bestätigt die bisher angenommene Symmetrie als monoklin prismatisch $- 2/m$.

Nach einer Diskussion der von Jackson 1900 (131a₂) angefertigten Analyse wird der Formel $\text{Pb}_{14}\text{As}_7\text{S}_{24}$ vor der Formel $\text{Pb}_{13}\text{As}_7\text{S}_{23}$ der Vorzug gegeben. Bei der Dimensionsangabe der Zelle hatte Richmond jedoch nur die halbe Elementarzelle erfaßt. Eine Berichtigung erfolgt 1940 durch Berry (12a und 13). Für Baumhauerit werden die von Solly 1903 gefundenen Achsenabschnitte von Palache nun modifiziert und eine Tabelle der bisher bekannt gewordenen Formen mit ihren Winkeln zusammengestellt.

Röntgenographische Untersuchungen an Baumhauerit werden 1939 (60) von Hurlbut vorgenommen. Die Ergebnisse der Messungen wurden als private Mitteilungen in Dana (18g) veröffentlicht. Er maß eine Elementarzelle der monoklin-prismatischen Raumgruppe $P 2_1/m$ mit den Dimensionen $a_0 = 22,68 \text{ \AA}$, $b_0 = 8,32 \text{ \AA}$, $c_0 = 7,92 \text{ \AA}$, $\beta = 97^\circ 17'$. Die Zelle enthält drei Moleküle $\text{Pb}_4 \text{As}_6 \text{S}_{13}$. (Diese Werte erfahren jedoch durch die neueren Untersuchungen von Berry 1953 (12c) eine Überprüfung und teilweise Änderung. s. w. u.)

Im gleichen Jahr, 1939 (2), werden von Bannister, Pabst und Vaux Röntgenuntersuchungen an Skleroklas durchgeführt. Sie bestätigen die monokline Symmetrie des Skleroklas. Die monokline Elementarzelle ergab nach ihren Messungen die Dimensionen $a_0 = 58,38 \text{ \AA}$, $b_0 = 7,79 \text{ \AA}$, $c_0 = 83,30 \text{ \AA}$, $\beta = 90^\circ$, d. s. 240 ($\text{PbS} \cdot \text{As}_2\text{S}_3$) in der Zelle. Als Dimensionen der orthorhombischen Pseudo-Zelle fanden sie $a_0 = 19,46$, $b_0 = 7,79$, $c_0 = 4,17$ in der Raumgruppe $P 2_1 2_1 2_1$.

Dabei erhält man Gitterkonstanten, die, abgesehen von den Smith-Solly'schen (1919) und den Trechmann'schen (1907) Winkelwerten für den « triklinen » α -Sartorit, mit allen bisherigen Metriken für Sartorit in einfacher Beziehung stehen. Die von Solly und Smith als α -Sartorit bezeichneten Originalkristalle weichen röntgenographisch

nicht von Sartorit ab. Auf die Arbeit Ferraris und Curtis wird nicht Bezug genommen. Die gefundenen Zelldimensionen weichen auch wesentlich von denen Ferrari-Curti's ab.

Einige der von Bannister, Pabst und Vaux röntgenographisch untersuchten Sartorite werden von Palache 1940 (93c) noch einmal goniometrisch überprüft, wobei man eine bessere Übereinstimmung der meisten von ihnen mit den von Trechmann 1907 gefundenen Resultaten feststellt. Dieses wird als private Mitteilung in Dana (18g) veröffentlicht. Ebenfalls in einer privaten Mitteilung von 1939 bestätigt dort Palache (93b), daß α -Sartorit eine von Sartorit unterschiedliche Morphologie zeige. Außerdem wählt Palache 1939 (93a) für Dufrenoyisit eine andere Aufstellung, überprüft die bisher gefundenen Formen und fügt neue hinzu (18g). Die Richtungen der Spaltbarkeit bei Lengenbachit werden 1939 von Bermann (155) mitgeteilt, veröffentlicht in Dana (18g).

J. Fisher diskutiert 1940 (29) die Zusammensetzung des Jordanit. Er kommt zu dem Ergebnis, daß die Formel $\text{Pb}_{14}\text{As}_7\text{S}_{23}$ der Zusammensetzung des Jordanit näher komme als die von Richmond (94) vorgeschlagene Formel $\text{Pb}_{14}\text{As}_7\text{S}_{24}$.

Die Röntgenuntersuchungen durch Berry 1940 (12a) sowie Berry und Peacock 1940 (13) an Rathit und Jordanit liefern für Jordanit neben einer Orientierung, die derjenigen von Palache und Richmond (94) vorzuziehen ist, auch die Gitterkonstanten: Als Dimensionen der Elementarzelle ergaben sich $a_o = 8,89 \text{ \AA} \pm 0,03$ $b_o = 31,65 \text{ \AA} \pm 0,03$ $c_o = 8,40 \pm 0,02$ $\beta = 118^\circ 21'$ mit einer Raumgruppe $P2_1/m$ oder $P2_1$. Der Inhalt der Elementarzelle ist $\text{Pb}_{27}\text{As}_{14}\text{S}_{48}$ also 27 PbS 7 As_2S_3 . Das spez. Gew. wurde zu 6,49 berechnet. Mit dieser Zelle von Berry stehen die beiden kleineren Zellen von Fisher 1940 und Richmond 1938 als Halbzellen in Beziehung.

Für Rathit bringen die Röntgenuntersuchungen von Berry und Peacock (13) die Achseneinheiten und eine (gegenüber der von Lewis für Wiltshireit gewählte Aufstellung) geänderte Orientierung. Dabei liefert die Röntgenuntersuchung eine Elementarzelle, zu der die alte chemische Formel $\text{Pb}_3\text{As}_4\text{S}_9$ nicht mehr paßt, obwohl sie mit den chemischen Analysenwerten besser harmoniert. Nach Berry entspricht dem Gitter mit den Elementargrößen $a_o = 25,00 \pm 0,03$ $b_o = 7,91 \pm 0,03$ $c_o = 8,42 \pm 0,03$ $\beta = 99^\circ 00'$ ein Zellinhalt von $\text{Pb}_{13}\text{As}_{18}\text{S}_{40}$. Auch für Baumhauerit und Sartorit werden die Gitterkonstanten angegeben:

Für Sartorit bestätigen sich die von Bannister, Pabst und Vaux (2) gemessenen Gitterkonstanten. Berry wählt jedoch eine andere Aufstellung für das Mineral. — Für Baumhauerit ergeben sich die bereits von Hurlbut (60) gemessenen Gitterkonstanten, jedoch wird der Zellinhalt gegenüber dem von Hurlbut angegebenen zu $4(3\text{PbS } 2\text{As}_2\text{S}_3)$ geändert.

1940 unternimmt Hiller (53) den Versuch, auf Grund der inzwischen bekannt gewordenen röntgenographischen Daten, die Sulfide strukturell zu klassifizieren. Die « Sulfosalze » werden hierbei zu Doppelsulfiden, bei denen die Komponenten der « Doppelsalze » (als Strukturgruppen) auf einfache Sulfide bezogen werden können. Binnit kommt natürlich zur Zinkblendegruppe, andere zur Antimonitgruppe, die die meisten Doppelsulfide enthält. Ihre Glieder haben eine Gitterkonstante von rund 4 \AA oder ein Vielfaches davon, die bei den Mineralien mit nadeligem Habitus in Richtung der Nadelachse liegt (vermutlich S-Sb-S-Kette). Bei den monoklinen Mineralien ist das die Richtung der b-Achse, die rhombischen werden analog aufgestellt.

Die Gitterkonstanten werden in dieser Arbeit von Jordanit (nach Palache, Richmond, Winchell (94)), Sartorit (nach Bannister, Pabst, Vaux (2)) und Binnit (nach Pauling, u. Neumann (97)) angegeben.

Mit Bezug auf Ferrari und Curti 1934 (28) sollen die Bleiarsensulfarsenite mit einem Verhältnis von PbS zu As_2S_3 zwischen 1,25 und 2 eine Mischkristallreihe bilden. Sie würde also die Mineralien Skleroklas, Baumhauerit, Liveingit, Rathit und Dufrenoyit umfassen. Geokronit (Bleiarsenspießglanz) und Jordanit (Bleiarsenspießglanz) zeigen völlig identische Debey-Scherrer-Diagramme. Nach Ferrari und Curti würde auch Guitermanit zum Jordanit gehören, obwohl die Pulverdiagramme dieser beiden Mineralien keine Ähnlichkeit zeigen. Unter den Typen von unbekannter Gitterstruktur zählt Hiller den Hutchinsonit, Smithit und Trechmannit auf.

1943 wird von Berry (12b) ein weiterer Versuch unternommen, die Sulfosalze nach strukturellen Gesichtspunkten zu ordnen, nachdem auch Versuche von Strunz und Dana vorausgegangen waren. (Wie in der Besprechung dieser Arbeit von Ramdohr in Zentr. Bl. Min. I, 1945 mitgeteilt wird, sollen die von Hiller benutzten Daten teilweise falsch gewesen sein). Unter anderem werden von Berry zu einer Gruppe zusammengefaßt: Sartorit, Baumhauerit, Rathit, Gratonit und Jordanit. Tetraedrit, Tennantit, Colusit, Sulvanit und Germanit seien besonders eng verknüpft.

Eine Strukturarbeit von Frondel 1941 (31) beschreibt auf Grund von Weissenbergaufnahmen an Seligmannitmaterial von Bingham (Utah) erstmalig das Kristallgitter des Seligmannits.

Er gibt folgende Zelldimensionen an :

$a_0 = 8,04 \text{ \AA}$ $b_0 = 8,66 \text{ \AA}$ $c_0 = 7,56 \text{ \AA}$ Zellinhalt : $4(\text{Cu Pb As S}_3)$, und nach Solly (132d₂) für Binnentaler Seligmannit ein Achsenabschnittsverhältnis von $a : b : c = 0,9233 : 1 : 0,8734$. Die Raumgruppe ist $P nmm$. Das spezifische Gewicht des Binnentaler Seligmannits ergibt sich zu $5,44 - 5,48$. Die Röntgenuntersuchungen bewiesen, daß Seligmannit und Bournonit isotype Gitter haben, wie es schon auf Grund der verwandten Morphologie und chemischen Zusammensetzung vermutet worden war.

Über gewisse Beziehungen innerhalb der Gruppe der Bleiarsensulfosalze geben einige Arbeiten näheren Aufschluß : Ramdohr teilt mit, daß er in den Oberschlesischen Bleierzgruben Pseudomorphosen von Gratonit nach Jordanit, und weiter nach Bleiglanz und Dufrenoyisit beobachtet habe 1941 (106a). (Vgl. auch Ramdohr 1960 (106d), S. 702.) Von Ramdohr und Websky wird 1943 (107) von einer Pseudomorphose von Bleiglanz nach einem oder zwei der Arsensulfosalze berichtet. Die Bleiarsensulfosalze seien jedoch stets zerstört. Die z. T. nur schwer erkennbaren Formen lassen auf hexagonale oder pseudo-hexagonale Symmetrie schließen, was auf ehemaligen Jordanit hindeuten würde.

1943 (106b) schreibt Ramdohr, daß der nur unvollkommen beschriebene, triklone Hatchit durch Vergleich der Formen und Zonen mit denjenigen von Gratonit eine so gute Übereinstimmung der Winkelwerte gezeigt habe, daß die Identität der beiden Mineralien wahrscheinlich sei.

Meßwerte von Pulverdiagrammen an den uns interessierenden Binnentaler Bleiarsenspießglanzen : Baumhauerit $4\text{PbS } 3\text{As}_2\text{S}_3$, Dufrenoyisit $2\text{PbS } \text{As}_2\text{S}_3$, Jordanit $4 \text{ PbS } \text{As}_2\text{S}_3$, Rathit $3 \text{ PbS } 2 \text{ As}_2\text{S}_3$, Sartorit $\text{PbS } \text{As}_2\text{S}_3$, Seligmannit von Butte/Montana $\text{Cu}_2\text{S } 2 \text{ PbS } \text{As}_2\text{S}_3$ und Tennantit von Cornwall sind in der von Harcourt 1942 (44) herausgegebenen Tabelle « Tables for the identification of ore minerals by x – ray powder patterns » enthalten. Ein Vergleich der Intensitäten zeigt die große Verwandtschaft von Jordanit mit Geokronit, worauf schon Hiller hingewiesen hatte. Auch bei diesen Messungen zeigte sich die Isotypie von Seligmannit mit Bournonit.

8. Gleichzeitige nicht-röntgenographische Untersuchungen

Wenn auch in den Jahren 1928-1945 auf dem Gebiet der Binnentaler Sulfarsenite hauptsächlich mit röntgenographischen Methoden gearbeitet worden ist, so sind doch auch einige große Lehr- und Handbücher, sowie nicht-röntgenographische Originalarbeiten zu nennen, die sich den Binnentaler Sulfosalzen widmen.

So werden von Schneiderhöhn und Ramdohr 1931 (121) Lengenbachit, Hutchinsonit, Sartorit, Jordanit, Dufrenoyisit, Liveingit, Baumhauerit und Seligmannit erzmikroskopisch beschrieben.

Von Huttenlocher werden die « sulfarsenitischen Lagerstätten des Binnentales » 1934 (62a=b) beschrieben und Ursachen der Entstehung diskutiert (siehe auch Kapitel I).

Besonders zu erwähnen ist hier H. Bader mit der Arbeit « Beitrag zur Kenntnis der Gesteine und Minerallagerstätten des Binnentales » 1934 (1), in der er die geologischen Verhältnisse im Binnental und alle dortigen Minerallagerstätten beschreibt. Die Mineralassoziationen der einzelnen Fundorte werden besprochen und die einzelnen Mineralien nach ihrer Morphologie und dem physikalischen und chemischen Verhalten beschrieben. Diese Arbeit ist neben dem Buch von Desbuissons (21b) das einschlägigste Gesamtwerk über das Binnental.

In dem Ergänzungsband von Hinze (1938, 54b) finden sich die Beschreibungen der zuletzt gefundenen Sulfosalze : Trechmannit, Smithit, Marrit und Hatchit nachgetragen.

Zu erwähnen ist sodann « Die Mineralien der Schweizeralpen » von P. Niggli, Koenigsberger, Parker 1940 (89), in dessen erstem Teil, der systematischen Übersicht der Mineralien, auch die Lengenbacher Mineralien kurz beschrieben werden. Im zweiten Teil folgt ein Studium der Lengenbacher Lagerstätte.

Der von Quervain und Friedländer fortgesetzte 1. Nachtrag zu « Chemismus schweizer. Gesteine » 1942 (104) enthält eine Zusammenstellung einiger Analysen der Binnentaler Sulfosalze : Binnit, Dufrenoyisit, Sartorit, Jordanit, Rathit, Baumhauerit und Seligmannit.

Die 7. Auflage (18g) des Dana – « System of Mineralogy » (1944) – beschreibt alle Lengenbacher Mineralien nach ihren physikalischen (und opt.) Eigenschaften, ihrem Gitterbau und der chemischen Zusammensetzung, sowie der Flächenformen mit Angabe der bis dahin erschienenen Originalliteratur. Dabei sind zu seiner Zeit die Gitter-

konstanten des Dufrenoyits noch nicht bestimmt gewesen, ebenso nicht diejenige von Liveingit und Lengenbachit – für welche auch die Symmetrie nur näherungsweise als triklin angegeben wird. Auch die Gitterkonstanten von Hutchinsonit, Trechmannit, Smithit, Marrit und Hatchit sind noch unbekannt. Von Hatchit wird keine chemische Zusammensetzung genannt. Struktureinzelheiten über die Spießglanze fehlen !

Auf Klockmanns « Lehrbuch der Mineralogie » von Ramdohr, dem analogen deutschsprachigen Übersichtswerk, wird nicht hier, sondern in seiner 14. Auflage von 1954 weiter unten eingegangen (71b).

9. Moderne Untersuchungen

auf hydrothermalsynthetischem und strukturanalytischem Wege seit 1945

Die Periode von 1945 bis heute bringt weitere Klärung in den Strukturfragen der Binnentaler Sulfosalze, besonders, da seit 1950 die Analysen mit Hilfe der Patterson-Methode ausführbar sind, die auch bei so niedrigsymmetrischen Gittern mit großen Gitterkonstanten, wie sie die Spießglanze aufweisen, zu brauchbaren Ergebnissen führen (Hellner und Leineweber 47, 48a, b, c).

Die Versuche, die Bleispießglanze hydrothermalsynthetisch herzustellen, werfen ein Licht auf die Entstehungsbedingungen dieser Mineralien.

Es kann nicht Sinn dieser Zusammenstellung sein, auf Einzelheiten dieser *neuesten* Entwicklungsperiode einzugehen. Die Synthese der Sulfarsenite wird wohl die endgültige Gruppierung und Klärung bringen.

1945 stellen Béland und Peacock (7) Smithit her und bestimmen die Gitterkonstanten an synthetischem und natürlichem Material. Die Zelldimensionen wurden zu : $a_0 = 17,20 \text{ \AA}$, $b_0 = 7,76 \text{ \AA}$, $c_0 = 15,16 \text{ \AA}$, $\beta = 101^\circ 12'$ angegeben. Zellinhalt ist : 24 (Ag As S₂).

Ein angeblicher Trechmannit habe die gleichen Gitterwerte geliefert, was aber, wie betont wird, kein Beweis gegen die Existenz des Trechmannit sei.

1947 spricht E. Nuffield (91a+b) über « Franckite in relation to lengenbachite ». Drehkristallaufnahmen an Franckite haben gezeigt, daß eine, beim Franckite ausgesprochen entwickelte Pseudozelle sehr

große Ähnlichkeit mit den Zelldimensionen der Pseudozelle des Lengenbachits zeige. Für den Lengenbachit werden die Werte $a_0 = 5,80$, $b_0 = 5,74$, $c_0 = 18,36$ kX $Z = 1$ [6PbS (Ag, Cu)₂S 2As₂S₃] für die Pseudozelle angegeben. Die Dimensionen der Elementarzelle des Lengenbachit ergaben sich zu $a_0 = 6 \times 5,80$ $b_0 = 2 \times 5,7$ $c_0 = 18,4$ $\beta = 94^\circ 18'$ $Z = 12$.

Eine im gleichen Jahr (91c) von Nuffield herausgegebene Arbeit bringt die Gitterkonstanten des Hutchinsonit, welche mit Hilfe einer Drehkristallaufnahme bestimmt wurden :

$$a_0 = 10,78 \quad b_0 = 35,28 \quad c_0 = 8,14 \text{ kX ; Raumgruppe } D_{2h}^{15}$$

Der Inhalt der Zelle ist 4 [(Tl, Pb) (Ag, Cu)₂ As₁₀S₁₇]. Aus den Gitterkonstanten bestätigt sich das kristallographisch gemessene Achsenverhältnis.

Ebenfalls 1947 gelingt Peacock die Hydrothermalsynthese von Proustit. Seine Röntgenuntersuchungen zeigen, daß die Gitterkonstanten an synthetischem und natürlichem Material gemessen, die gleichen Werte liefern (98).

Ein Jahr später, 1948, werden durch Béland (8) Smithit und Proustit synthetisch hergestellt. Die Synthese gelang in Alkalisulfidlösung bei Temperaturen unter 500°.

Auf Grund röntgenographischer Untersuchungen disqualifiziert W. Uytendogaardt 1949 (143) den seither in der Reihe der Bleiarsensulfosalze : Skleroklas bis Jordanit (siehe u. a. Hiller), aufgeführten Gittermanit als Jordanit oder ein Gemenge aus Skleroklas und Jordanit.

1953 veröffentlicht Berry (12c) die Röntgendaten mehrerer Spießglanze. Für Baumhauerit werden die Gitterdimensionen zu $a_0 = 22,74$ $b_0 = 8,33$ $c_0 = 7,89$ Å gegenüber den Werten von 1940 (13) modifiziert, mit $\alpha = 90^\circ$ $\beta = 97^\circ 25'$ $\gamma = 90^\circ$.

Die trikline (pseudomonokline) Zelle enthält 4 [3PbS 2As₂S₃].

Für Dufrenoyisit werden die Gitterkonstanten erstmalig bestimmt. Es ergeben sich für eine monokline Zelle der möglichen Raumgruppe $P2_{1/m}$ die Werte :

$a_0 = 8,41$ $b_0 = 25,85$ $c_0 = 7,88$ Å $\beta = 90^\circ 30'$ $Z = 8$ [2PbS As₂S₃], wobei das röntgenographisch bestimmte Achsenverhältnis

$$a_0 : b_0 : c_0 = 0,326 : 1 : 0,306$$

gut mit den von Palache (93a) in Dana (18g) bestimmten Werten übereinstimmt.

Die berechnete Dichte von 5,61 weicht nicht sehr von der gemessenen Dichte 5,53 ab.

Ein Fragment des von Jackson 1899 (132c) (vgl. bei Rathit Analyse 12) analysierten Rathit der Dichte 5,421 lieferte von Rathit völlig abweichende strukturelle und morphologische Werte. Man gab ihm den Namen « *Rathit II* » und fand monokline Symmetrie, wahrscheinliche Raumgruppe : $P2_{1/m}$ und die Gitterkonstanten :

$$a_0 = 8,32 \quad b_0 = 70,9 \quad c_0 = 7,91 \text{ \AA} \quad \beta = 90^\circ \quad Z = 2 [19PbS \ 13As_2S_3].$$

Berechnete Dichte : 5,52.

In Klockmanns « Lehrbuch der Mineralogie » 1954 (71b) hat Ramdohr die derzeitigen Erkenntnisse der Binnentaler Mineralien zusammengefaßt. Deutlich wird auch hier, daß die Strukturen einer ganzen Reihe dieser Mineralien noch unbekannt sind. Die von ihm angegebene Gruppierung der Spießglanze erfolgt nach chemischen Gesichtspunkten, nämlich nach steigenden Werten von $PbS : (As, Sb, Bi)_2S_3$; sie ist jedoch von der Gruppierung nach Hiller (53) unterschiedlich, weil nach dem neueren Stand der Erkenntnis die Formeln einiger Bleiarsenspießglanze eine Änderung erfahren haben. Rathit und Baumhauerit sollen nach Ramdohr die gleiche Formel $Pb_3As_4S_9$ haben. Das Gitter des Sartorit wird nach den Meßergebnissen von Bannister, Pabst und Vaux (2) beschrieben. Die Beschreibung der Jordanitzelle stimmt mit den Maßangaben Berrys überein (13). Das Gitter des Gratonit wird nach Palache und Fisher 1940 (96) mit $a_0 = 17,69 \text{ \AA} \quad c_0 = 7,83 \text{ \AA} \quad c/a = 0,443$ der Klasse C_3 beschrieben und, wie schon Ramdohr 1943 (106b) vermutete, die Erwähnung angeschlossen, daß Hatchit wohl mit Gratonit identisch sei. Für Liveingit, Baumhauerit, Rathit, Dufrenoyisit, Lengenbachit, sowie Trechmannit und Smithit wurden in diesem Lehrbuch keine Angaben über die röntgenographischen Daten gemacht.

Machatschki befaßt sich 1954 (84c) mit der Struktur der Sulfide und bespricht kurz die Fahlerze und die Sulfosalze. Das Fahlerz wie auch andere Sulfosalze haben pyramidal gebaute $(As S_3)^{-3}$ - Komplexe.

In der schon im I. Kapitel erwähnten Arbeit von Seeliger 1954 (124) wurde Wieslocher Hutchinsonitmaterial auf röntgenographischem Wege im Vergleich mit Binnentaler Hutchinsonit identifiziert. Diese anhand von Weissenbergaufnahmen gemachten Untersuchungen bestätigten gleichzeitig die Richtigkeit der Aufstellung Nuffields 1947 (91c), seine Zelldimensionierung und mit Vorbehalt seine Raumgruppe.

Erwähnt sei hier noch, daß erste Strukturuntersuchungen an Hamlinit, einem auch im Binnentaler Dolomit vorkommenden Phosphat, von Bannister 1955 (3) gemacht wurden. Wie auch aus den Mitteilungen im Hintze (54c) hervorgeht, sind weitere Untersuchungen nötig, um zu entscheiden, ob Hamlinit, wie seit 1917 behauptet wird, identisch mit Goyazit sei oder nicht. In dem Falle würde der Name Hamlinit entfallen.

1956 ergaben Patterson- und Fourier-Synthesen, die von Leineweber (82b) und Hellner-Leineweber (47) an Seligmannit und Bournonit angefertigt wurden, daß die von Frondel 1941 (31) angegebene Raumgruppe D_{2h}^{13} - Pnmm zu Gunsten der Raumgruppe C_{2v}^7 - Pn2m zu ändern sei, während die früher gefundenen Gitterkonstanten mit geringen Modifikationen dieselben blieben :

$$a = 8,081 \text{ \AA} \quad b = 8,747 \text{ \AA} \quad c = 7,636 \text{ \AA} \quad Z = 3 \text{ CuPbAsS}_3$$

Die beiden Mineralien haben, abgesehen von kleinen Parameterunterschieden, identische Strukturen und sind mit Aikinit verwandt. Weiteres zur neuen Systematik der Spießglanze auf Grund ihrer Struktur findet man bei Hellner in (48c) und (49).

Hier muß jedoch die Besprechung abgebrochen werden, da die Entwicklung noch im vollen Fluß ist, und sich zwischenzeitliche Widersprüche erst in der Zukunft auf einen gemeinsamen Nenner bringen lassen werden. Die Verfeinerung der röntgenographischen Methoden wird, zusammen mit den Syntheseerfahrungen viele Details zutagebringen, und es scheint so, als ob die Klassifikation der « Sulfosalze » dadurch zunächst nicht einfacher wird.

Besonders Hellner hat in den Jahren 1958-59 weitere experimentelle Daten veröffentlicht (Hydrothermale Untersuchungen am System $PbS - As_2S_3$ gemeinsam mit Rösch (112)). Auch die an der Berner Arbeitsgemeinschaft teilhabenden Forscher (Nowacki) arbeiten gegenwärtig an diesem Problem (158).

Von den in letzter Zeit erschienenen Arbeiten seien nur noch Kostow und Ross erwähnt : Kostow, der sich 1957 mit Isomorphiebeziehungen bei Spießglanzen beschäftigt (Sapiski Wsesojusn. Miner. Obsch. 86, 336 – Zbl. Min. 1957 I, S. 104) zweifelt die Möglichkeit von Isomorphismen zwischen Bleiarsensulfosalzen und Bleiantimonsulfosalzen wegen der großen Differenz der Atomradien an. V. Ross diskutiert 1957 (114) die Strukturen der Sulfide und Sulfosalze und schlägt eine strukturelle Klassifikation vor. Erwähnt sei schließlich : E. K. Lasarenko

«Über die Fahlerze» (Schrifttumsübersicht). Mineralog. Sbornik. Ljwow. geol. Obsch. (russ.) 10, 1956, 171-211, ref. in Zbl. Min. 1957 I, S. 105.

D. Synoptische Tafeln der mineralogischen Erforschung von Lengensch-Sulfosalzen (Tabelle II - V)

Nach der Beschreibung der reichlich komplexen Geschichte der Lengensch-Sulfosalze wird eine tabellarische Übersicht nützlich sein.

Die Übersicht ist in vier Tabellen aufgeteilt. Tabelle II beinhaltet die Zeit von 1775 bis 1895. Bis dato hatte man maximal 4 Mineralien unterschieden ; es sind Jordanit, Skleroklas, Dufrenoyzit, Binnit. Es bestehen aber noch Unklarheiten und die Namen wechseln ihre Besitzer.

Tabelle III beinhaltet die « Pionierperiode », also von 1896 bis 1909. Bis auf Hatchit werden alle Sulfosalze gefunden. Entsprechend muß die Tabelle erweitert werden ; die in der Tabelle II genannten Minerale bleiben aber beisammen. Genannt sind alle Einzelliteraturstellen sowie die Handbücher. – Die Periode endet mit Desbuissons Monographie des Binnentals.

Tabelle IV betrifft die Ausbauperiode ; sie beginnt mit dem Jahre 1910 und endet (für unsere Bearbeitung) mit dem Jahre 1950. In diese Zeit fällt auch die Bearbeitung von Bader. Diese Arbeit aber wird erst in der V. Tabelle ausgewertet ; ebenso fehlen die lediglich referierenden Handbücher.

Tabelle V bringt den Stand der Forschung nach Handbüchern oder Sammelarbeiten. Sie ist also zugleich die Darstellung des heutigen Wissensstandes. Berücksichtigt wurden die folgenden vier Autoren :

Groth-Mieleitner	(39)	1921
Bader	(1)	1934
Strunz	(160)	1957
Rösch-Hellner	(112)	1959

In Tabelle II werden keine Abkürzungen angewandt, sodaß der Leser auf die in Tabelle III und IV notwendig werdenden Abkürzungen vorbereitet ist. Die Autoren erscheinen nur noch mit dem Anfangsbuchstaben ; dafür bleibt aber die Literaturnummer angegeben. – Behandelte Mineralien sind jeweils angekreuzt ; nur dort, wo etwas

Besonderes beobachtet wurde, ist anstelle des Kreuzes ein Stichwort angegeben. Die Angabe R bzw. GK bei jüngerer Arbeit besagt, daß röntgenographische Untersuchungen vorliegen bzw. Gitterkonstanten oder komplette Strukturen (Str.) angegeben werden. – Die Angaben auf Tabelle V verstehen sich ohne besondere Erläuterungen; die Reihenfolge der Minerale wird auch für das folgende Kapitel beibehalten.

Tabelle II

JORDANIT	SARTORIT	DUFRENOYSIT	BINNIT	Jahr	Autor	Literatur
erwähnt noch keines dieser Mineralien				1775	Gruner	(41)
« bleigraue Substanz, die man für Antimonit halte »				1833	Lardy	(79b)
Analyse an derbem Material gibt Pb, Sb, S				1839	Wiser	(153b)
Lötrohranalyse : Pb, Ag, S, As, (Sb) ; kein Cu				1839	Wiser	(153c)
helles und dunkles Grauerz ; die dunkle Varietät ist Ag-ärmer.				1840	Wiser	(153d+e)
		Analyse : 2 PbS.As ₂ S ₃ ; Material wird Dufrenoyisit genannt.		1845	Damour	(19a, b, c)
		referiert Damour (es handelt sich um kubische Kristalle !)		1852	Hausmann	(46)
	Arsenomelan, rhomb. PbS.As ₂ S ₃ (diese beiden isomorph mischbar ...)	Skleroklas, rh. 2PbS.As ₂ S ₃	Dufrenoyisit kub. Cu ₂ S.As ₂ S ₃	1854	Waltershausen	(147a)
	Arsenomelan, rh. = Skleroklas	Dufrenoyisit kub. hemiedrisch	(wie 147a)	1854	Kenngott	(68b)
Es werden unter dem Namen « Dufrenoyisit » Formen beschrieben, die v. Rath später dem Jordanit und Sartorit zuweist				1855	Waltershausen	(147b)
Neben Binnit wird ein weiteres rh. oder monokl. Mineral vermutet		Binnit = Dufrenoyisit, und zwar kubisch mit der Formel 2 PbS.As ₂ S ₃		1855	Descloizeaux + Marignac	(22)
	Binnit, rhomb.	Dufrenoyisit, kub. (wie 68b)		1855	Heusser	(51a)
				1855	Heusser	(51b)
				1855	Kenngott	(68c)

Unterscheidung von « Stangenbinnit » und « Kugelbinnit » bei den Schweizer Sammlern	1855	Katalog der Mineralienhändler (Ann. Physik)	(67)
die dem « rhomb. Binnit » zugeschriebenen Formen gehören zum Sartorit	1856	Heusser	(51c)
Skleroklas=Binnit (incl. Arsenomelan) mit Analysen von Stockar-Escher	1856/57	Kenngott	(68d)
(wie 147a), jetzt mit Analysen von Uhrlaub und Nason ...	1857	Waltershausen	(147c)
Dufrenoyisit (Skleroklas + Arsenomelan)	1858	Hugard	(58)
Dufrenoyisit, rh. Binnit	1860	Delafoss	(20)
Dufrenoyisit, rh. Binnit	1860	Rammelsberg	(108)
Skleroklas, rhomb. PbS.As ₂ S ₃ (nicht isomorph mischbar	1864	v. Rath	(109a, b)
Dufrenoyisit	1864	Berendes	(10)
Arsenomelan, rhomb.	1862/65	Kenngott	(68h)
Arsenomelan, rh. PbS.As ₂ S ₃ Binnit, rhomb.	1866	Kenngott	(68i)
J. ist vielleicht « kristallisierter Binnit »	1866	Petersen	(99)
3 PbS.2 As ₂ S ₃			

JORDANIT	SARTORIT	DUFRENOYSIT	BINNIT	Jahr	Autor	Literatur
Jordanit, rhomb.	Sartorit, rhomb.	Dufrenoyisit, rhomb	Binnit, kubisch	1868	Dana	(18e)
Jordanit		Binnit, rhomb.	Dufrenoyisit, kub.	1872	Wiser	(153h)
Jordanit			Binnit, kub. hol.	1873	Schrauf	(123)
4 PbS.As ₂ S ₃				1873	Sipöcz	(127)
« Formel » wird besprochen				1873	Wartha	(148)
Jordanit von Nagyak				1873	Tschermak	(141)
Jordanit	Bleiarsenglanz	Bleiarsenit		1873	v. Rath	(109c)
			Binnit, Analyse	1874	Macivor	(85)
Jordanit			Sesqui-Cupro- sulfarseniat	1874	Groth	(38a)
			Binnit	1874	Hessenberg	(50e)
			Binnit, kub. hol.	1875	Klein	(70b)
			Binnit	1875	Hessenberg	(50f)
Jordanit, rhomb.	Skleroklas, rhomb.	Dufrenoyisit	Dufrenoyisit, kub.	1875	Brush	(156b)
Jordanit			Binnit, kub. hol. oder hem.	1877	Engelmann	(24)
Jordanitkristalle der Arbeit (109a)	(Skleroklas)	Dufrenoyisitkristall der Arbeit (109a)	Binnit, kub. hem.	1878	Lewis	(83a, b)
Jordanit, monokl.	Sartorit, monokl.	Dufrenoyisit, mkl.	Binnit	1880	Sjörgren	(159)
			Binnit, kubisch	1880	Footes Katalog	(152 bzw. 161)

Jordanit, rhomb.	Bleiarsenglanz, rhomb.	Dufrenoyisit, rhomb	Binnit, kub. (hemiedr.)	1882	Groth	(38c)
Jordanit	Skleroklas	Dufrenoyisit	Binnit	1887	Ritz	(111)
Jordanit	Skleroklas	Dufrenoyisit		1887	Walpen	(146)
Jordanit, rhomb. 4 PbS.As ₂ S ₃	Bleiarsenglanz, rh. PbS.As ₂ S ₃	Dufrenoyisit, rh. 2 PbS.As ₃ S ₃	Binnit, kub. hem. Cu ₆ As ₄ S ₉	1889	Groth	(38d)
Jordanit, monokl.				1891	Baumhauer	(4a, b)
Jordanit, rhomb. 4 PbS.As ₂ S ₃	Skleroklas, rhomb. PbS.As ₂ S ₃	Dufrenoyisit, rh. 2 PbS.As ₂ S ₂	Binnit, kub. Cu ₆ As ₄ S ₉	1892	Dana	(18f)
Jordanit, monokl. Zwillinge			Binnit, kub. hem.	1893	Baumhauer	(4c)
Jordanit, monokl. Zwillinge		Dufrenoyisit, rh. Analyse v. König	Binnit, kub. hem.	1893	Trechmann	(149d)
Jordanit	Skleroklas	Dufrenoyisit	Kugelbinnit	1894	Baumhauer	(4d)
	Skleroklas			1895	Zeller	(154a, b)
				1895	Baumhauer	(4e)

Marrit	Prousttit	Smithit	Trechmannit	Hutchinsonit	Hatchit	Lengenbachit	Seligmannit	Baumaherit	Liveingit	Rathit	Jordanit	Skleroklas	Dufrenoyisit	Binnit	Jahr	N.	Lit.
X		X	X	Analyse X		X 7PbS. 2As ₂ S ₃	X								1905 P.	(103c)	
															1905 S.	(132i)	
															1905 H.	(61a ₁)	
X	1. Fund im Binnental		Hemiedrie	Analyse			X								1905 P.	(103a)	
															1905 S.	(132m ₁)	
X			X				X	X	X	X	X	X	X	X	1905 B.	(4p)	
			X				X								1906 S.	(132m ₂)	
			X				X					X			1906 T.	(140c ₁)	
			X				X	X			X		X		1906 S.	(132n)	
																(132o)	
														Zn-haltig	1907 S+P.	(134a)	
															1907 H.	(61a ₂)	
						X						X			1907 T.	(140c ₂)	
			(Ag!)	X								X			1907 S+P.	(128a ₂)	
								X				X		X	1907 S.	(132q)	
							Pb Cu As S₃					X		X	1908 P.	(103e)	
												X		X	1908 G.	(38f)	
X			X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	1909 D.	(21b)	

Tabelle V (Handbücher und « letzter Stand »)

x bedeutet: keine Änderung gegenüber der älteren Angabe.

Mineral	1921 Groth u. Mieleitner (39)	1934 Bader (1)	1957 Strunz (160)	1959 Rösch u. Hellner 112)
<i>Fahlerz, hexakistetraedrisch (Tennantit)</i>				
BINNIT	Arsenfahlerz, also etwa $3\text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{As}_2\text{S}_3$	silberhaltig: $(\text{Cu, Ag, Fe})_3\text{AsS}_3$	(der Lokalname Binnit wird aufgegeben)	
<i>reine Bleispießglanze</i>				
DUFRENOYSIT	$2\text{PbS} \cdot \text{As}_2\text{S}_3$ monoklin-prismatisch	x	x (C_{2h}^2 ; $\beta = 90^\circ 30'$)	
SKLEROKLAS	$\text{PbS} \cdot \text{As}_2\text{S}_3$	x	x (monoklin-pseudo- rhombisch; $\beta = 90^\circ$)	88
SARTORIT	monoklin-prismatisch			
ARSENOMELAN				Sartorit I und II ($P 2_1 2_1 2_1$) Sartorit II nur synthe- tisch bekannt.
JORDANIT	$4\text{PbS} \cdot \text{As}_2\text{S}_3$ monoklin-prismatisch	x	$5\text{PbS} \cdot \text{As}_2\text{S}_3$ (C_{2h}^2)	$27\text{PbS} \cdot 7\text{As}_2\text{S}_3$
RATHIT	$3\text{PbS} \cdot 2\text{As}_2\text{S}_3$ rhombisch-bipyramid.	x (= Wiltshireit)	Rathit (I) (D_{2h}) $3\text{PbS} \cdot 2\text{As}_2\text{S}_3$ Rathit II (C_{2h}^2 ; $\beta = 90^\circ$) $19\text{PbS} \cdot 13\text{As}_2\text{S}_3$	Rathit (I) ($P 2_1/n$) $13-14\text{PbS} \cdot 9\text{As}_2\text{S}_3$ Rathit II ($P 2_1/m$) $19\text{PbS} \cdot 13\text{As}_2\text{S}_3$

LIVEINGIT	5PbS.4As ₂ S ₃ monoklin	wie Groth, oder aber : 4PbS.3As ₂ S ₃	4PbS.3As ₂ S ₃ monoklin-pseudorhom- bisch, $\beta = 90^{\circ}17'$	x
BAUMHAUERIT	4PbS.3As ₂ S ₃ monoklin-prismatisch	wie Groth, oder aber : 5PbS.4As ₂ S ₃	3PbS.2As ₂ S ₃ triklin, pseudomonoklin ; $\alpha = \gamma = 90^{\circ}$	mit gleicher Formel : Baumhauerit I und II (P $\bar{1}$)

Blei-Kupfer- und Blei-Silberspießglanze

SELIGMANNIT	2PbS.Cu ₂ S.As ₂ S ₃ rhombisch-bipyramidal		x (C _{2v} ⁷)	
LENGENBACHIT	Pb ₆ (Ag,Cu) ₂ As ₄ S ₁₃ = 7R · S. 2As ₂ S ₃ triklin ?	7PbS.2As ₂ S ₃	x (monoklin; zwölfmal die Grothsche Formel als Zellinhalt)	Pb ₃₆ Ag ₇ Cu ₅ As ₂₄ S ₇₈ (« ist kein reiner Spieß- glanz »)
HATCHIT	Bleisulfarseniat triklin ?			Hatchit : fraglich. – Der ggf. damit identische Gratonit hat : 9PbS.2As ₂ S ₃ (C _{3v} ⁵)
HUTCHINSONIT	(Tl,Ag) ₂ Pb(AsS ₂) ₄ rhombisch-bipyramid.	6(Pb,Tl,Ag,Cu)S. 5As ₂ S ₃	(Pb,Tl)S.Ag ₂ S.5As ₂ S ₃ (D _{2h} ¹⁵)	also R 3m

1959
Rösch u. Hellner (112)

1957
Strunz (160)

1934
Bader (1)

1921
Groth u. Mieleitner (39)

Minéral

reine Silberspießglanze

TRECHMANNIT Silberulfantimoniat Trechmannit (Ag, As, $\text{Ag}_2\text{S} \cdot \text{As}_2\text{S}_3$
hexagonal kein Tl) und α -Trechmannit sind beide
rhomboedrisch rhomboedrisch

SMITHIT $\text{Ag}_2\text{S} \cdot \text{As}_2\text{S}_3$ x (Formel also wie
monoklin-prismatisch x Trechmannit) (C_{2h}^6)

Nichtspießglanze

PROUSTIT $3\text{Ag}_2\text{S} \cdot \text{As}_2\text{S}_3$ x (C_{3v}^6)
ditrigonal-pyramidal

mit unbekannter Zusammensetzung

MARRIT monoklin x fraglich

Bei Hatchit schreibt Strunz lediglich : « Wahrscheinlich Bleisulfarsenit a : b : c = 0,9787 : 1 : 1,1575
 $\alpha = 116^\circ 53' 1/2'$ $\beta = 85^\circ 12'$ $\gamma = 113^\circ 44' 1/2'$, triklin »

Bei Marrit schreibt Strunz lediglich : « Monoklines Sulfosalz a : b : c = 0,5763 : 1 : 0,4739 $\beta = 91^\circ 15'$ ».

E. Physiographie der Lengenbacher Sulfosalze und Hinweis auf ihre Vertreter in der Freiburger Binnentalsammlung

Viele Fragen, die die Struktur der « Sulfosalze » betreffen, sind noch offen, was angesichts der komplexen Aufbauverhältnisse (Pseudozellen; Variabilität der Koordinationspolyeder: CuS_4 -Tetraeder; Pb,AgS_6 -Oktaeder; AsS_3 -Pyramiden; Kettenbildung AsS_2 ; – und gegenseitigen Vertretungen) verständlich ist. Bei diesem Stand der Dinge ist es angebracht, die bisher bekannten physiographischen Daten als « vorläufige Hilfe » zusammenzustellen. Sicher werden sich nach Klärung der strukturellen Beziehungen manche der nachfolgenden Eigenschaftsangaben anders beziehen lassen; auch konnten nicht alle sachlichen Widersprüche bei Referierung der Literatur beseitigt werden; hierzu bedarf es einer Einzelbearbeitung der jeweiligen Minerale. Auch die « historischen Briefe » haben wohl gezeigt, daß es hierbei nicht ohne Schwierigkeiten abgehen wird.

Die metallisch glänzenden, bleigrauen Minerale sind einander sehr ähnlich, auch der Strich kann täuschen. Die meisten sind monoklin, aber pseudorhombisch; die triklinen bzw. trimetrischen fallen aus dem Rahmen. In den meisten Fällen ist eine sichere Ansprache ohne goniometrische Winkelkontrolle nicht möglich; derbes Material bedarf auf jeden Fall einer röntgenographischen Analyse. Daß auch die seinerzeitigen Bestimmer irren konnten, beweisen Röntgenaufnahmen an scheinbar eindeutigem Material, die uns zur Umetikettierung zwangen.

Um ein für alle Mal Verwechslungen zu vermeiden, wurde für jedes Handstück der Sammlung eine Karteikarte angelegt; die betr. Nummern sind bei der Physiographie angeführt. Das goniometrisch Publierte muß auf die chemischen und röntgenographischen Mitteilungen beziehbar sein. Wie die geschichtliche Darstellung gezeigt hat, hat die Unbeziehbarkeit von Analysen einerseits und Goniometermessungen andererseits gleich zu Anfang Verwirrung in die Lengenbachforschung hineingetragen.

Die Reihenfolge der Beschreibung deckt sich mit der auf Tabelle V angegebenen. Der dort zuoberst angeführte Binnit entfällt bei *dieser* Physiographie, weil er von I. Schaller getrennt beschrieben wird. Es folgen dann auf die reinen Bleispißglanze die Cu- und Ag-haltigen,

entsprechend der Gliederung nach Strunz. Folgende Minerale werden also besprochen :

Mineralname und Abarten

1. Dufrenoyisit	93
2. Sartorit = Skleroklas = Arsenomelan ; α -Sartorit	101
3. Jordanit	115
4. Rathit ; α -Rathit ; Wiltshireit ; Rathit II	126
5. Liveingit	137
6. Baumhauerit ; Baumhauerit II	140
7. Seligmannit	148
8. Lengenbachit	155
9. Hatchit (?Gratonit)	160
10. Hutchinsonit	163
11. Trechmannit ; α -Trechmannit	171
12. Smithit	176
13. Proustit	182
14. Marrit	184
15. Sollyit und Tellit	185

Für die Karteiangaben der Freiburger Sammlung wurden folgende Abkürzungen verwandt :

B = Binnentalsammlung ; bei allen Handstücken

f = (fest) aufgewachsener oder aufgeleimter Kristall

l = loser Kristall, Kristallsplitter

u w M = am Handstück sind noch weitere Minerale

() = die in Klammern angegebenen Ziffern besagen, daß diese Kristalle in der Literatur unter () beschrieben sind.

Die Herren Hellner und Nowacki entnahmen Proben von einigen Kristallen ; die Stücke sind wie folgt gekennzeichnet :

RH = Probeentnahme von Rösch und Hellner (vgl. auch Lit. 112)

NK = Probeentnahme von Nowacki und Kunz (vgl. auch Lit. 158)

Weitere gelegentliche Angaben :

d = an diesem Stück wurde die Dichte bestimmt

ZW = bemerkenswerte Zwillinge

F = das Stück ist in dieser Arbeit fotografisch wiedergegeben.

Die Seltenheit der Minerale bringt es mit sich, daß man gute Kristalle weder der Röntgenanalyse opfert noch aufgewachsene Kristalle für die Goniometermessung vom Untergrund ablöst. Eine zusätzliche

Unsicherheit ergibt sich daraus, daß man bei der Entnahme für Röntgen-Aufnahmen oder chem. Analysen nicht mit möglicher Krustenbildung gerechnet hat.

Jedes Mineral wird in der nachstehenden Abfolge besprochen :

- 1) Angabe der Literatur in zeitlicher Anordnung ; Bezug auf die allgemeine Literaturliste am Schluß der Arbeit.
- 2) Sammlungsregister ; Angaben wie oben besprochen. Für wiss. Zwecke kann unter Angabe der Nr. das Material gegebenenfalls zur Verfügung gestellt werden. Derbes Material, das nicht in Drusenräumen des Dolomits, sondern bandweise im dichten Dolomit sitzt, ist nicht numeriert.
- 3) Historisches ; Bemerkungen zur Namensgebung etc.
- 4) Allgemeine Ansprache des Minerals ; diese ist der ins Einzelne gehenden Kristallographie *vorangestellt*, damit man sich orientieren kann, ehe man sich mit den Details beschäftigt. Nach der Morphologie wird kurz auf Farbe, Härte, Strich, Spaltbarkeit, event. besondere optische Eigenschaften eingegangen.
- 5) Kristallographie ; Angabe der goniometrischen Ergebnisse, Symmetrieüberlegungen, Zwillinge. – Bemerkungen zur Strukturforschung.
- 6) Chemismus ; von der Analyse her wurde vielfach über Identität oder Nichtidentität entschieden. – Abgesehen von der Formelgebung wird auch kurz über Synthesen berichtet und bekannte Dichten werden angegeben.
- 7) Erzmikroskopie ; hier finden sich, der Aufgabenstellung dieser Arbeit entsprechend, nur kurze Hinweise.
- 8) Vorkommen ; hier ist vor allem auf Funde außerhalb des Binnentales verwiesen ; Bemerkungen zur Genese schließen sich an.

I. DUFRENOYSIT

I. Literatur

- | | |
|---------------------------------|---------------------------------------|
| 1845 Damour (19) | 1860 Rammelsberg (108) |
| 1852 Hausmann (46) | 1864 G. v. Rath (109a+b) |
| 1854 S. v. Waltershausen (147a) | 1864 Berendes (10) |
| 1854 Kenngott (68b) | 1862-1865 Kenngott (68h) |
| 1855 S. v. Waltershausen (147b) | 1866 Kenngott (68i) |
| 1855 Heusser (51a) | 1866 Petersen (99) |
| 1855 Heusser (51b) | 1868 Dana (18e) |
| 1855 Kenngott (68c) | 1872 Brush (156a) |
| 1856 u. 1857 Kenngott (68d) | 1872 Wisner (153 i) |
| 1857 S. v. Waltershausen (147c) | 1874 Groth (38a) |
| 1858 Hugard (58) | 1875 Brush (156b) |
| 1860 Delafoss (20) | 1876 Footes nat. catal (152) u. (161) |

- | | |
|--|--|
| 1877 Engelmann (24) | 1911 Solly (132s ₁) |
| 1878 Groth (38b) | 1912 Solly (132s ₂) |
| 1880 A. Weisbach (152) | 1912 Solly (132t) |
| 1882 Groth (38c) | 1915 Cesaro (17b) |
| 1887 Ritz (111), 1887 Walpen (146) | 1920 Schmidt (119b) |
| 1889 Groth (38d) | 1921 Groth u. Mieleitner (39) |
| 1892 Dana (18f) | 1921 Larsen (80) |
| 1894 Baumhauer (4d) | 1922 Klockmann (71a) |
| 1895 Zeller (154a+b) | 1926 Doelter u. Leitmeier (23) |
| 1896 Baumhauer (4g) | 1930 Dan Giusca (35b) |
| 1897 Baumhauer (4h) | 1934 Huttenlocher (62a+b) |
| 1897 Goldschmidt (36a) | 1934 Bader (1) |
| 1897 Sommerlad (135) | 1934 Ferrari u. Curti (28) |
| 1898 Groth (38e) | 1939 Palache (93a) |
| 1899 Solly u. Jackson (131a ₁) | 1940 Hiller (53) |
| 1900 Solly u. Jackson (131a ₂) | 1940 Niggli, Koenigsberger, Parker
(89) |
| 1900 Guillsmain (42) | 1942 Quervain u. Friedländer (104) |
| 1901 Solly (132b) | 1944 Dana (18g) |
| 1902 Solly u. Jackson (131c) | 1950 Ramdohr (106c) |
| 1903 Baumhauer (4m) | 1953 Berry (12c) |
| 1903 Baumhauer (4 o) | 1954 Klockmann-Ramdohr (71b) |
| 1904 Solly (132g) | 1957 Strunz (160) |
| 1904 Köchlin (72) | 1958 Hellner, Weitz, Rösch (49) |
| 1904 Hintze (54a) | 1959 Rösch u. Hellner (112) |
| 1904 Groth (38g) | 1959 Nowacki, Kunz (158) |
| 1905 Baumhauer (4p) | 1960 Ramdohr (106d) |
| 1906 Solly (132n) | |
| 1909 Desbuissons (21b) | |

2. Sammlungsregister

B 78 (f) ; B 79 (l) (Zw?) (d) (RH-Rathit !) (NK) ; B 122 (l) (d) ; B 208 (f) ; B 208a (l) ; B 231 (f) (uwM) (RH-Jordanit !) ; B 456 (f) ; B 584 (l) (4h) (F) ; B 586 (f) ; B 589 (l) (d) (4d) ; B 590 (l) (d) ; B 590a (f) ; B 795 (f) ; B 786 (f).

Eine von Dufrenoy'sit B 79/Schule entnommene Kruste erwies sich nach RH als Lengenbachit.

3. Historisches

Der Name Dufrenoy'sit wurde dem Mineral von Damour, der die ersten quantitativen Analysen durchführte, 1845 (19a+b+c) zu Ehren des Mineralogen P. A. Dufrenoy an der Ecole des Mines/Paris gegeben.

An dieser Stelle kann über die « Irrungen und Wirrungen » der Anfangszeit (Binnit/Dufrenoy'sit) nicht mehr referiert werden. Man orientiere sich im historischen Kapitel und der Tabelle II.

Das Mineral kommt am Lengenbach im Verhältnis zu anderen Spießglanzen selten vor. Nach den Schätzungen Baders 1934 (1) wäre es seltener als Tennantit, Rathit und Jordanit, jedoch häufiger als die anderen.

4. Allgemeine Ansprache des Minerals

Morphologie: Die auftretenden Kristalle sind relativ groß; ein von Solly gefundener Kristall maß $25 \times 16 \times 6$ mm, ein von Baumhauer beschriebener Kristall war $18 \times 18 \times 6$ mm groß; Photo B 584. Im allgemeinen sind die Kristalle dicktafelig ausgebildet mit Winkeln, die der rhombischen Symmetrie sehr nahe kommen. Deshalb sind die Kristalle lange für rhombisch gehalten worden.

Der Dufrenoyzit kommt in zweierlei verschiedenen Habitus vor [Solly (131c), Bader (1) S. 397, Desbuissons (21b) S. 113]:

- 1) gestreckt nach $[100]_{so}$ ¹, (010) liegt parallel der vollkommen ausgebildeten Spaltbarkeit und ist groß und glatt. Die Zone [100] ist gut entwickelt, die Zone [001] weniger gut, Flächen anderer Zonen fehlen oder sind schlecht ausgebildet;
- 2) gestreckt nach $[010]_{so}$, (010) ist klein und gestreift parallel der Richtung [100]. In der Zone [010] sind die Flächen (100), (101), (001) und (10 $\bar{1}$) gut entwickelt.

Die *Farbe* ist bleigrau und selten angelaufen.

Die *Härte* wird in der Literatur mit 3 angegeben.

Der *Strich* ist, verrieben, von schokoladebrauner Farbe.

Die *Spaltbarkeit* nach (010) ist vollkommen, der Bruch muschelig, das Material spröde.

Optische Eigenschaften: Dufrenoyzit ist im Dünnschliff durchscheinend mit dunkel rotbrauner Farbe. n_{Li} wird mit $>2,72$ angegeben. Die Doppelbrechung ist hoch (Larson 1921 (70)), der Pleochroismus schwach.

5. Kristallographie

Symmetrie: Das Mineral ist noch bis 1901 für rhombisch gehalten worden mit den von Rath bestimmten Achsenabschnittsverhältnissen: $a : b : c = 0,9381 : 1 : 1,5309$. Erst Solly (132b und 131c) wies 1902 die

¹ Bedeutet: Fläche ()_{so} oder Richtung []_{so} in der Aufstellung nach Solly; entsprechend im weiteren Text auch andere Aufstellungen!

monokline Symmetrie nach. Die Achsenabschnittsverhältnisse wurden von ihm zu $a : b : c = 0,6510 : 1 : 0,6126$ $\beta = 90^\circ 33\frac{1}{2}'$ bestimmt. (Jedoch wurde ohne Bezug auf Originalliteratur in Footes catalog 1876 (161) und (152) der Dufrenoyisit bereits als monoklin aufgeführt.)

Die Umrechnung der Formen von Rath (rhombisch) zu Solly (monoklin) ist mit einer Drehung verbunden. Dabei wird die Fläche (001) v. Rath's in die Symmetrieebene (010) bei Solly überführt.

Die Rath'sche Fläche (100) geht in die Fläche (001) bei Solly über, die Fläche (010)_{Ra} wird (100)_{So}. Die Fläche (111) bleibt als (111) erhalten. Die von Baumhauer (4h) veröffentlichten Meßergebnisse an Dufrenoyisit beziehen sich auf die v. Rath'sche Symmetriangabe.

Der Goldschmidt-Atlas der Kristallformen 1916 (36b) referiert 131 Formen, von denen die folgenden als die wichtigsten anzusehen sind (nach der Aufstellung und Schreibweise Sollys 1902-1912) :

(001) (010) (100) (110) (230) (120) (012) (011) (032) (074) (021) (052) (041) (101) ($\bar{1}01$) (111) ($\bar{1}11$) (212)

Dana (18g) gibt auf Grund einer privaten Mitteilung von Palache (93a) an, daß die Solly'sche Aufstellung und das Achsenverhältnis erst dann korrekt sind, wenn die (100) als ($\bar{1}00$) berechnet wird.

Im Goldschmidt-Atlas findet sich die Parallelisierung der rhombisch indizierten Formen mit denselben der monoklinen Symmetrie in der Aufstellung von Solly. Die schon erwähnte Arbeit von Solly 1911 (132s₁₊₂) enthält 26 neue Formen, weitere Formen wurden von Palache 1939 (95a) gemessen.

Die sieben abgebildeten Dufrenoyisite im Abbildungsband von Goldschmidt gehen auf Berendes (10) 1864 : Abb. 1 ; v. Rath (109b) 1864 : Abb. 2 ; Solly 1902 (131c) : Abb. 3, 4, 5 ; Solly 1912 (132s₂) : Abb. 6 und 7 zurück und zeigen den schon erwähnten tafeligen Habitus. Zwillinge existieren nach (001) : Solly 1906 (132n) und 1912 (132s₂).

Eine Beschreibung der Flächenbeschaffenheit der am Dufrenoyisit charakteristischsten Formen wird von Solly 1902 (131c) gegeben : « Die Flächen in der Zone (010) (101) sind gewöhnlich schmal, eben oder gestreift parallel ihrer Schnittkante und sind begleitet von zahlreichen winzigen Pyramiden, wogegen die Flächen in der Zone (010) ($10\bar{1}$) oft groß entwickelt sind, mit starker Streifung oder Furchung, rauhen Oberflächen und zuweilen begleitet von Flächen aus der Zone (010) ($20\bar{1}$). Der Flächenreichtum der Zone (100) (010) ist sehr groß und manche derselben haben hohe Indices ; es mag dies auf die Nei-

gung zur wiederholten Zwillingsbildung nach einer nur unter geringem Winkel zur (010) geneigten Ebene in diesem Teile der Kristalle zurückzuführen sein. Eine solche Verschiebung in der Lage der Flächen ist auch öfters in der ähnlichen Zone am Rathit zu beobachten. Die Flächen in der Zone (010) (001) sind sehr zahlreich und gewöhnlich fein gestreift parallel ihrer gemeinsamen Schnittkante. — (210), (023), (012) und (011) sind groß entwickelt (410), (530), (052) und (031) von mittlerer Größe, während (110) zwar oft entwickelt, aber rauh oder löcherig ist. Das Klinopinakoid (010) ist zuweilen groß und eben, aber manchmal auch schmal und fein gestreift parallel der Zonenachse[100]. Die Pinakoide (100) und (001) sind gelegentlich gut entwickelt und das erstere zeigt deutliche unsymmetrische Zeichnungen.» Soweit Solly (131c).

Wie Bader (1) schreibt, sind die Domenflächen und die Pyramidenflächen des Dufrenoybits niemals abgerundet, und die Prismenflächen zeigen keine Zwillingsstreifung.

Im übrigen ist Dufrenoybit stets schwer von Baumhauerit und Rathit zu unterscheiden.

Die *röntgenographischen Untersuchungen* ergaben eine Elementarzelle von $a_0 = 8,41 \text{ \AA}$, $b_0 = 25,85 \text{ \AA}$, $c_0 = 7,88 \text{ \AA}$, $\beta = 90^\circ 30'$ der Raumgruppe $P 2_1/m$ und den Zellinhalt $2\text{PbS} \cdot 4 \text{As}_2\text{S}_3$ (Berry (12c), Rösch und Hellner 1959 (112)).

Die Struktur des Minerals ist noch nicht beschrieben worden. Pulverdiagramme an Dufrenoybit hatten schon Ferrari und Curti 1934 (28) angefertigt. Die von Harcourt 1942 (44) herausgegebene Tabelle «Tables for the identification of ore minerals by x-ray powder patterns» enthält Meßwerte von Pulverdiagrammen des Dufrenoybit.

6. Chemismus

Die chemische Zusammensetzung $2\text{PbS} \cdot 4 \text{As}_2\text{S}_3$ wird später auch durch die Röntgenuntersuchungen bestätigt. Die bisher veröffentlichten Analysen gibt die Tabelle wieder. Lötrohruntersuchungen wurden bereits 1839/40 von Wiser (153b, c, d) durchgeführt. Sie lieferten den Nachweis von Schwefelblei, Arsen sowie Spuren von Ag und Cu; Cu wurde in einer späteren Veröffentlichung wieder gestrichen.

Die von S. v. Waltershausen genannten, durch Uhrlaub und Nason 1857 (147c) ausgeführten Analysen der « isomorphen Mischung » stim-

men sehr schlecht mit den Werten des Dufrenoyzit überein. Eine der Analysen würde auf Rathit hindeuten. Ebenso lieferten die von Kenn-gott durch Stockar-Escher ausgeführten vier Analysen an diesem Material vom Dufrenoyzit abweichende Werte.

Die beiden von G. v. Rath 1894 veröffentlichten Analysen von Berendes wurden später als Analysen von Rathit gedeutet. Sie lieferten bei einer Dichte von 5,562 (I) bzw. 5,534 (II) die Werte :

I	II	I	II	I	II
Ag = 0,05	—	Fe = 0,30	—	S = 23,27	23,11
		Pb = 53,62	52,02	As = 21,76	21,35

Zwei weitere Analysen gehen auf Petersen 1866 (99) zurück. Auch sie scheinen eher gemischtem Material als dem Dufrenoyzit zu gehören.

Ein von Gramont 1895 (Bull. soc. min. 18, S. 292) durchgeführtes Funkenspektrum von Dufrenoyzit enthielt die Linien von Cu und Tl. Daß Tl in den Bleispießglanzen in geringen Mengen beteiligt ist, wird auch von Brun 1919 (16), sowie von Kündig und Quervain 1941 (77) mitgeteilt.

Die *Dichte* des Dufrenoyzit beträgt nach Dana (18g) $5,53 \pm 0,03$ (Rath 5,569 ; Baumhauer : 5,553 ; König : 5,52 ; Solly : 5,50).

Die *Synthese des Dufrenoyzit* glückte schon sehr früh. 1826 erhielt Berzelius (9) Dufrenoyzit durch Fällen einer Bleilösung mit Natrium-sulfarsenit als rotbraunen Niederschlag.

1898 stellte Sommerlad (Z. anorg. Chem. 18, 445) synthetischen Dufrenoyzit dar : Durch Zusammenschmelzen von 2PbS mit As_2S_3 entstanden helle, stahlgraue, glänzende, nadelig ausgebildete Kristalle, deren Analyse, bei einer Dichte von 5,505, zu den Werten :

$$\text{S} = 22,15 \quad \text{As} = 20,86 \quad \text{Pb} = 57,21 \quad \text{Summe} = 100,22 \text{ führte.}$$

Eine weitere Synthese wird von Wagemann (Metall., 9, S. 518, 1908) mitgeteilt.

Von einer Synthese des Dufrenoyzit auf hydrothermale Wege aus den Ausgangskomponenten PbS und As_2S_3 berichten Rösch und Hellner 1959 (112).

7. Erzmikroskopie

Die Eigenschaften des Dufrenoyzit im Anschliff wurden von Schneiderhöhn und Ramdohr 1931 (121), sowie von Dan Giusca 1929/30 (35a+b) untersucht. Eine zusammenfassende Beschreibung dieser

Tabelle der Analysen von Dufrenoyisit aus dem Binnental

Nr.	Autor	Jahr	Literatur	Dichte	Pb	Ag	Cu	Fe	As	S	Σ	berechnete Formel
	Theoretisch : $Pb_2As_2S_5$											
1	Damour	1845	19c	5,549	57,18	—	—	—	20,72	22,10	100,00	$Pb_2As_2S_5$
2	Damour	1845	19c	—	55,40	0,21	0,30	0,44	20,69	22,49	99,53	$(Pb_{0,948}Ag_{0,007}Cu_{0,016}Fe_{0,028})_2 AS_{1,96}S_{5,02}$
3	Damour	1845	19c	—	56,61	0,17	0,22	0,32	20,87	22,30	100,49	$(Pb_{0,961}Ag_{0,0056}Cu_{0,012}Fe_{0,021})_2 AS_{1,965}S_{4,92}$
4	S.v. Walters- hausen	1854	147a	5,393	55,441	0,519	—	—	20,73	22,18	100,00	$Pb_2As_{2,01}S_{5,08}$
5	König in Baumhauer	1895	4d	—	57,42	—	—	—	21,001	22,482	100,00	$(Pb_{0,946}Ag_{0,02}Fe_{0,035}) AS_{1,98}S_{4,98}$
6	Guillemain	1898	42	—	57,38	—	—	—	20,89	22,55	100,86	$Pb_2As_2S_{5,08}$
7	Guillemain	1898	42	—	56,73	—	—	—	21,01	21,94	100,33	$Pb_2As_{2,05}S_{4,96}$
									20,04	21,18	97,95	$Pb_2As_{1,95}S_{4,83}$

Bemerkung :

Die beiden Analysen von Damour (1 und 2) würden nach Abzug der isomorphen Beimischungen Ag, Cu, Fe der idealen Formel $Pb_2As_2S_5$ sehr nahe kommen.
 Die Analyse 4 von S. v. Waltershausen ist ermittelt durch Aufteilung aus einer Gesamtanalyse mit : S = 25, 910, As = 28,556, Pb = 44,564, Ag = 0,424, Fe = 0,448, Summe = 99,902, wobei der Sartoritanteil der hypothetisch angenommenen Mischung des Dufrenoyisit mit Sartorit weggelassen worden ist. Da eine solche Mischung jedoch nachgewiesenermaßen nicht existiert, ist eigentlich auch die Teilanalyse für Dufrenoyisit zu streichen.

Eigenschaften, wie Polierverhalten, Reflexionsvermögen, Ätzverhalten findet sich in Ramdohrs « Die Erzminerale und ihre Verwachsungen » 1950/1960 (106c+d), der die Untersuchungsergebnisse Giuscas bestätigt. Nach Ramdohrs Angaben ist Dufrenoyzit auch im Anschliff schwer von Baumhauerit zu unterscheiden. Das Reflexionsvermögen beider Mineralien ist bleiglanzartig, jedoch ist Dufrenoyzit heller als Baumhauerit und Seligmannit. Im Gegensatz zu Baumhauerit fehlen beim Dufrenoyzit Zwillingslamellen fast völlig.

8. Vorkommen

Solly erwähnt 1902, daß als einzige Fundstelle für Dufrenoyzit das Lengenbachvorkommen bekannt sei. Auch Doelter und Leitmeier (23) führen noch 1926 das Lengenbachvorkommen als einzige Fundstelle an.

Nach Mitteilungen Desbuissons sind nach 1898 keine Dufrenoyzite mehr am Lengenbach gefunden worden (21b), S. 65.

Solly zählt (132n) aber unter den im Jahre 1906 gefundenen Mineralien einen Dufrenoyzitzwilling nach (001) auf. Ob sich seit der Neueröffnung des Dolomitsteinbruches durch die Berner Arbeitsgemeinschaft Dufrenoyzite gefunden haben, ist nicht bekannt.

Auch scheint der Dufrenoyzit im Lengenbacher Dolomit nur in gewissen Lagen vorzukommen. So schreibt Desbuissons (21b) S. 61 : « Les minéraux des couches dolomitiques sont répartis dans la roche d'une façon un peu différente, suivant les niveaux. Tandis que les couches supérieures ont fourni plus particulièrement de magnifiques cristaux de Dufrénoyite, Binnite, Realgar, Hyalophane, Orpiment, les couches inférieures ont été plus particulièrement riches en Jordinite, Scléroclase, Blende et Galène. »

Eine ähnliche Äußerung wurde auch von Baumhauer 1905 (4p) S. 46 getan. Wie ferner aus der Literatur hervorgeht, kommt Dufrenoyzit in den Hohlräumen meist allein vor, ohne Anwesenheit der anderen Spießglanze.

Hintze 1904 (54a) erwähnt als *Fundort außerhalb des Binnentalles* Hall/Tirol: Sandenberger (N. Jahrb. Min. 1869, 369) berichtet von einem tafelig ausgebildeten Kristall aus der Sammlung des bayr. Bergwerkdirektors Schenk, den er als « Skleroklas » identifiziert habe. Das Mineral komme im körnigen, grünlichweißen Gips und Anhydrit neben gelber Blende, Auripigment und Realgar vor. Sofern sich Sandberger

der Bezeichnungsweise Petersens (99) und S. c. Waltershausens angeschlossen hatte, handelt es sich tatsächlich um heutigen Dufrenoyzit. —

Nach Petterd: Min. Tasm. 1896, 33 kommt Dufrenoyzit auch in Tasmanien, nämlich auf der Fahlerzgrube von Dundas neben Fahlerz und Kupferkies vor.

Von Dana 1944 (18g) werden außer diesen beiden Lokalitäten noch Idaho und Californien angegeben.

Wie die Syntheseveruche Rösch und Hellners (112) zeigten, entsteht Dufrenoyzit unter hydrothermalen Bedingungen.

II. SARTORIT = SKLEROKLAS = ARSENO MELAN

I. Literatur

- | | |
|---|---|
| 1854 Sartorius v. Waltershausen
(147a) | 1889 Groth (38d) |
| 1854 Kenngott (68b) | 1892 Dana (18f) |
| 1855 S. v. Waltershausen (147b) | 1895 Zeller (154a+b) |
| 1855 Descloizeaux (22) | 1895 Baumhauer (4e) |
| 1855 Kenngott (68c) | 1897 Goldschmidt (36a) |
| 1856 Heusser (51c) | 1897 Sommerlad (135b) |
| 1856 u. 1857 Kenngott u. Stockar-
Escher (68d) | 1898 Groth (38e) |
| 1857 S. v. Waltershausen + Uhrlaub
u. Nason (147c) | 1899 Solly u. Jackson (131a ₁) |
| 1857 Shepard (126b) | 1900 Solly u. Jackson (131a ₂) |
| 1858 Hugard (58) | 1903 Lewis (83f) |
| 1864 G. v. Rath (109a+b) | 1903 Baumhauer (4m) |
| 1862-1865 Kenngott (68h) | 1903 Solly (132f ₁) |
| 1866 Kenngott (68 i) | 1904 Baumhauer (4q) |
| 1866 Petersen (99) | 1904 Köchlin (72) |
| 1868 Dana (18e) | 1904 Hintze (54a) |
| 1872 Brush (156a) | 1904 Groth (38g) |
| 1874 Groth (38a) | 1905 Baumhauer (4p) |
| 1875 Brush (156b) | 1907 Trechmann (140c ₁ +c ₂) |
| 1876 Foote's nat. catalogue (152) und
(161) | 1907 Solly (132q) |
| 1877 Engelmann (24) | 1909 Desbuissons (21b) |
| 1878 Groth (38b) | 1909 Lewis (83g) |
| 1882 Groth (38c) | 1914 Solly (132v) |
| 1887 Ritz (111) | 1915 Cesaro (17b) |
| 1887 Walpen (146) | 1917 Smith (130a) |
| | 1919 Smith u. Solly (129) |
| | 1920 Schmidt (119b) |
| | 1921 Groth u. Mieleitner (39) |
| | 1922 Klockmann (71) |

1922 Goldschmidt (36b)	1940 Niggli, Königsberger, Parker(89)
1926 Doelter u. Leitmeier (23)	1942 Quervain u. Friedländer (104)
1929 Dan Giusca (35a)	1942 Harcour (44)
1930 Dan Giusca (35b)	1944 Dana (18g)
1931 Schneiderhöhn u. Ramdohr(121)	1950 Ramdohr (106c)
1934 Huttenlocher (62a=b)	1954 Klockmann-Ramdohr (71b)
1934 Bader (1)	1957 V. Ross (114)
1934 Ferrari u. Curti (28)	1958 Hellner, Weitz, Rösch (49)
1939 Bannister, Pabst, Vaux (2)	1959 Rösch u. Hellner (112)
1940 Palache (93b+c)	1959 Nowacki-Kunz (158)
1940 Berry u. Peacock (13)	1960 H. Strunz (160)
1940 Hiller (53)	1960 Ramdohr (106d)

2. Sammlungsregister

B 69 (f) (uwM) ; B 76a (l) ; B 76b (f) (uwM) ; B 108 (f) ; B 109 (f) ; B 110a (l) ; B 110b (f) ; B 113 (f) ; B 114 (f) ; B 115 (f) ; B 116 (f) ; B 117a (f) ; B 117b (l) ; B 118 (f) (NK) ; B 119 (f) ; B 120 (f) ; B 124 (f) ; B 125 (f) (uwM) ; B 153 (f) (F) ; B 166 (f) ; B 171 (l) (d) ; B 171a (l ; 3 Stücke) (d : 3 Stücke) ; B 171b (l : 3 Stücke) (d) ; B 171* (l) (Proben A, C, D, E, G) ; B 189a (f) ; B 189b (l) ; B 192 (l) + (f) ; B 229 (l) + (f) (RH) ; B 241 (f) ; B 316 (f) ; B 345 (f) ; B 360 (f) ; B 385 (f) ; B 386 (l) ; B 387 (l) ; B 416 (l) ; B 604 (f 2 mal) ; B 605 (f) (ZW) ; B 606 (f) ; B 607 (f) ; B 608 (f) ; B 609 (f) ; B 610 (f) + (l) ; B 611 (f) ; B 612 (f) ; B 613 (f) ; B 615 (f) ; B 616 (l : 5 Stücke).

3. Historisches

Nach allgemeinen Mitteilungen [Baumhauer (4p) ; Trechmann (140c); Bader (1) etc.] ist Sartorit das häufigste der im Lengenbacher Dolomit vorkommenden Sulfosalze. Es wurde deshalb bereits früh erkannt.

1854 berichtete S. v. Waltershausen (147a) von im Dolomit vorhandenem « Arsenomelan », der von den anderen beiden, derzeit bekannten Sulfarseniten (Binnit und Dufrenoyisit) zu trennen sei. Er hatte jedoch nur auf Grund chemischer Analysen auf die Existenz dieses Minerals geschlossen, indem er es als Endglied einer isomorphen Mischungsreihe zwischen Arsenomelan ($\text{PbS} \cdot \text{As}_2\text{S}_3$) und « Skleroklas » = heutiger Dufrenoyisit ($2\text{PbS} \cdot \text{As}_2\text{S}_3$) auffaßte. Aus diesem Grunde zweifelten Kenn-gott (68b-d) und andere die Existenz dieses Minerals an und faßten « Arsenomelan » und « Skleroklas » als *ein* Mineral, und zwar den heutigen *Dufrenoyisit*, auf.

Die Meinung Kenngotts, daß die isomorphe Mischbarkeit nicht vertretbar sei, erwies sich durch die Forschungen G. v. Rath als richtig (109a+b) 1864. G.v. Rath sichert die Eigen-Existenz des Skleroklas und

beschreibt ihn als rhombisch mit der Zusammensetzung $\text{PbS} \cdot \text{As}_2\text{S}_3$. Die heutige Namengebung geht auf v. Rath zurück. Die Bezeichnungen: Sartorit, Skleroklas und Arsenomelan werden in der Literatur synonym für das gleiche Mineral gebraucht.

Die Kristallographie des Sartorits ist weitaus die komplizierteste der Spießglanze, da die Kristalle häufig parallel und subparallel miteinander verwachsen sind. Auch das ist ein Grund für die lang andauernde Unsicherheit über die Abtrennbarkeit des Minerals.

Wesentlich erschwert werden die Untersuchungen außerdem durch die Sprödigkeit des Minerals. Bader (1) schreibt: « Besonders größere Stücke scheinen in einem Zustand innerer Spannung zu sein, da sie schon infolge der Erwärmung durch die Hand (auch an der Sonne) oft mit hörbarem Knall zerspringen. Deshalb muß Sartorit auch in kleineren Kristallen mit großer Vorsicht behandelt werden. »

Sartorit wurde noch bis 1899 für rhombisch gehalten und so von v. Rath (109a+b) und Baumhauer (4e) beschrieben. Solly vermutet 1899 (131a₁+a₂) monokline Symmetrie.

Die monokline Symmetrie wird dann von Trechmann 1907 (140c₁+c₂) und Smith u. Solly 1919 (129) bestätigt.

1907 fand Trechmann (140c₂) und 1919 Smith und Solly (129) Kristalle, deren Formen bei Zugrundelegung der Metrik des Sartorit keine einfachen Symbole ergaben. Sie nannten das Mineral α -Sartorit. Röntgenographische Untersuchungen von Bannister, Pabst und Vaux 1939 (2) ergaben, daß die Röntgendiagramme des α -Sartorit identisch mit denen des Sartorit sind. Aber α -Sartorit zeigt Flächen, die am Sartorit nicht auftreten, und an ihm sind einige Formen nicht entwickelt, die am Sartorit häufig sind. Diese Untersuchungen wiesen für Sartorit monokline Symmetrie mit rhombischer Pseudozelle nach.

Die genannten Messungen (2), sowie die von Berry und Peacock 1940 (13) [vgl. auch Rösch und Hellner 1959] zeigten, daß sich alle kristallographisch gefundenen Elemente (Rath, Goldschmidt, Trechmann, Smith und Solly), abgesehen von Sollys « trikliner Metrik », in Einklang bringen lassen mit den röntgenographisch gefundenen Achsenverhältnissen.

Rösch und Hellner fanden hydrothermalsynthetisch eine zweite Modifikation, den Sartorit II, der sich in den Dimensionen der Pseudozelle von Sartorit unterscheidet. Sartorit II ist in der Natur noch nicht beobachtet worden.

4. Allgemeine Ansprache des Minerals

Morphologie: Der nach monokliner Symmetrie kristallisierende Skleroklas bildet meist prismatische, nach der Querachse (Rath) gestreckte und gestreifte Kristalle. Sie sind meist klein, können jedoch ausnahmsweise auch bis 4 cm lang sein, wobei die kleineren Kristalle störungsfreiere Ausbildung und deshalb besser entwickelte Formen zeigen. Auch nach (010) Rath wurden dicktafelige Kristalle beobachtet.

Parallele und subparallele Verwachsungen, erkennbar an der tiefen Riefung der Prismenflächen der Zone [b] Rath, sind die Regel, was das Entziffern der kristallographischen Verhältnisse sehr erschwert. Dazu fehlen meist die Endflächen, da die Kristalle oft an beiden Enden im Dolomit eingewachsen sind.

Die Baueigentümlichkeiten des Sartorit sind erzmikroskopisch gut zu beobachten. Ramdohr (106c) kennzeichnet das Gefüge wie folgt: «Zwillingslamellierung, anscheinend nach zwei Gesetzen, ist sehr verbreitet, breite Lamellen nach *einer* (wohl 100), schmale nach *zwei weiteren* untereinander gleichwertigen Richtungen. Selten durchsetzen die Lamellen den ganzen Kristall, häufiger ist ein System unregelmäßiger unterbrochener Lamellen, wie es auch bei Baumhauerit vorkommt. Die Lamellen sind manchmal verbogen und wohl durch mechanische Beanspruchung entstanden.»

Nach Smith und Solly (129) sowie Bader (1) lassen sich drei verschiedene Ausbildungen unterscheiden:

- 1) Die Flächen der Zone [001]/Solly sind groß, eben und glänzend. Zone [101]/Solly ist gut entwickelt und stark gestreift.
- 2) Die Flächen der Zone [001]/Solly sind groß, aber unregelmäßig. Die Kristalle zeigen oft rundliche Höhlungen mit gut reflektierenden Flächenstücken in den Wandungen. Die Kristalloberfläche sieht deshalb oft mosaikartig aus.
- 3) Kristalle, die nur die stark gestreifte Zone [010]/Solly aufweisen. Beide Enden dieser stengeligen Kristalle sind im Dolomit eingewachsen. Von diesem häufigst vorkommenden Typus wurden Kristalle von einem Gewicht bis nahezu 100 gr. gefunden. Besonders Kristalle dieser Art sind oft angewittert und lamelliert.

Die Kristalle aller drei Arten sind nach [010]/Solly gestreckt. Sofern die Endflächen entwickelt sind, erscheinen sie glänzend, glatt und ungestreift. Pyramidenflächen sind äußerst selten und meist gerundet

oder sehr klein. Oft zeigen sie Zwillingsstreifung parallel (100)/Trechmann.

Farbe: bleigrau, lichter Metallglanz. Das Aussehen des Sartorit ist meist frischer als das des Dufrenoyisit, weshalb er in der Farbe dunkler erscheint (Rath 1864).

Härte: wird mit 3 angegeben.

Strich: schokoladenbraun.

Spaltbarkeit: nach (100)/Tr-So = (001)/Rath deutlich. Bruch muschelig. Das Mineral ist extrem spröde.

Sartorit kommt meist zusammen mit Quarz, Realgar, Pyrit und Binnit in kleinen Hohlräumen des Dolomit vor. Verwachsungen mit Rathit (Trechmann 1907, 140c) und Pyrit (Solly und Smith 129, S. 275) wurden beobachtet. Auch regelmäßige Verwachsungen mit Baumhauerit werden beschrieben (Solly (132g)).

5. Kristallographie

Die kristallographischen Verhältnisse sind beim Sartorit sehr kompliziert, da, wie schon erwähnt, parallele und subparallele Verwachsungen sowie Zwillingslamellierung eine Streifung der Flächen in der Längsrichtung bedingen. Dazu sind meist die Kopfflächen der Prismen nicht ausgebildet.

Die ersten Arbeiten brachten nur die chemische Analyse des Minerals (147a, 68b). Rhombische Symmetrie wird vermutet.

S. v. Waltershausen bildet 1855 (147b) zwei abgeflachte prismatische Kristalle ab, für die er das Achsenverhältnis

$$a : b : c = 1 : 0,96948 : 0,63385$$

angibt, und die Formen $\langle 001 \rangle$, $\langle 011 \rangle$, $\langle 101 \rangle$, $\langle 110 \rangle$, $\langle 010 \rangle$ und $\langle 100 \rangle$ bestimmt. Das Mineral ließ sich jedoch später nicht mit Sicherheit identifizieren [Heusser 1856 (51c) S. 126 und Goldschmidt 1922 (36b) ; Smith und Solly 1919 (129) S. 260].

Waltershausens Kristall 9 stimmt zwar dem Aussehen nach mit Heusers ungemessenem Kristall 18 überein, bei näherer Kontrolle der Winkel und kristallographischen Elemente fand Heuser jedoch keine Übereinstimmung der Waltershausen'schen Ergebnisse mit den seinen.

Heuser bestimmte 1856 (51c) neun Formen und gab zwei Abbildungen. (Seine Abb. 19 ist im Goldschmidt-Atlas 1922 wiedergegeben.) Nach seiner Meinung besteht keine Veranlassung die rhombischen

Kristalle, wie Waltershausen angibt, in zwei Mineralsorten zu trennen, obwohl auch er den Unterschied zwischen dunkel- und hellbleigrauen Varietäten erkennt. Gleicher Ansicht ist Kenngott 1855 (68c+d).

Descloizeaux und Marignac veröffentlichen 1855 (22) Meßergebnisse an mehreren « rhombischen » Kristallen, die sie für Dufrenoyzit halten und von denen sie fünf Abbildungen geben (im Goldschmidt-Atlas unter Sartorit). Einige ihrer Formen : $a \frac{4}{5}$, $a \frac{3}{5}$, $a \frac{2}{5}$, $a \frac{1}{5}$ stimmen mit Heussers Flächen h' bis h'''' überein. G. von Rath wies 1864 (109a+b) nach, daß diese Messungen nicht, wie angenommen zum Dufrenoyzit gehören, sondern zum Sartorit (Abb. 1+2) und Jordanit (Abb. 3, 3a und 4). (Vgl. auch Smith und Solly 1919 (129)).

Goldschmidt zitiert v. Rath (109a) wie folgt : « Das Kristallsystem des Skleroklas ist leider von Descloizeaux dadurch verwirrt worden, daß derselbe Oktaeder, welche an Kristallen einer anderen Mineralgattung gemessen waren, dem Skleroklas zu Grunde legte. »

G. v. Rath gibt 1864 (109a+b) genauere kristallographische Untersuchungen bekannt, die den Skleroklas vom heutigen Dufrenoyzit deutlich unterscheiden. Er bestimmt an einem 2 bis 2,5 mm langen, 0,5 bis 1 mm dicken Kristall bei einer Aufstellung, bei der die größte Fläche zur Basis wird und die Streifung, wie auch die Streckung der prismatischen Kristalle parallel der b-Achse, also horizontal, verläuft (zwei Abbildungen) ein Achsenverhältnis von

$$a : b : c : = 0,5389 : 1 : 0,6188.$$

Die Spaltbarkeit nach der Basis ist deutlich. 22 Formen werden bestimmt. Die Zone [100] und die Zone [010] erweisen sich als besonders flächenreich. Auf Schwierigkeiten der Flächenbestimmung in der Zone b wegen starker Riefung (vielleicht infolge paralleler Verwachsung in dieser Richtung) weist auch Rath hin.

Referate in : Kenngott 1862-65 (68h) und 1866 (68i), S. 373, wo relativ zu v. Rath (109a+b) die a- und c-Achse miteinander vertauscht sind. Dana 1868 (18e) gibt das Achsenverhältnis

$$a : b : c = 1,1483 : 1 : 1,8553 \text{ an,}$$

welches man aus dem Rath'schen Verhältnis bei Vertauschen der Achsen a/b/c (Rath) \rightarrow b/c/a (Dana) erhält ; die Abbildung ist aus Rath's Arbeit.

Groths Angaben von 1874 (38a) erfolgen nach v. Rath, wobei die Isomorphie mit Zinkenit $PbS Sb_2S_3$, Emplektit $Cu_2S Bi_2S_3$ und Wolfsbergit $Cu_2S Sb_2S_3$ hervorgehoben wird. Die Formen der vier Minera-

lien werden verglichen [vgl. Ferrari und Curti 1934 (28)]. Nach Röntgenuntersuchungen von Bannister, Pabst, Vaux 1939 (2) sind jedoch nur die beiden letzten Mineralien untereinander isomorph.

Weitere Referenten :

Engelmann 1877 (24) ; Groth 1878 (38b), S. 58 ; Groth 1882 (38c) ; Groth 1889 (38d) ; Dana 1892 (18f) mit dem Achsenverhältnis nach v. Rath. Ebenso Groth 1898 (38e).

Baumhauer veröffentlichte 1895 (4e) seine Messungen an vier Sartoritkristallen. Es ließen sich 37 neue Formen bestimmen, sodaß nun 59 Formen bekannt sind. Viele der beobachteten Formen erschienen nur in einzelnen Flächen ; einige von ihnen haben sehr hohe und komplizierte Indices, was später Veranlassung gab, eine andere Metrik zugrunde zu legen. Sein größter Kristall war $2 \times 2 \times 1$ mm groß. Bei der Schwierigkeit, die die Skleroklase der Vermessung entgegensezten, ist es nicht verwunderlich, daß Baumhauer noch rhombische Symmetrie annahm und das Rath'sche Achsenverhältnis zugrundelegte.

Goldschmidt gab 1897 (36a) ein Achsenverhältnis von

$$a : b : c = 0,9561 : 1 : 0,7707$$

bei rhombischer Symmetrie an. Transformation Rath/Goldschmidt :

$$p \ q \ (\text{Rath}) \rightarrow \frac{2}{p} \ \frac{12p}{5q} \ (\text{Goldschmidt}).$$

Solly veröffentlichte 1899 (14. Nov.) als erster die Bemerkung, daß Sartorit monoklin kristallisiere. Siehe auch Solly 1900 (131a), Schlußanmerkung S. 297.

In Foote's catalogue, Philadelphia 1876 (152) und (161), findet sich ohne weiteren Bezug und ohne ersichtliche Originalliteratur Sartorit als monoklin angegeben.

Einen großen Kristall von Sartorit der Größe $10 \times 2,5 \times 0,8$ cm beschreibt Lewis 1903 (83f). Die Analyse von Jackson entspricht der Formel $\text{PbS} \cdot \text{As}_2\text{S}_3$.

An fünf weiteren Kristallen findet Solly 1903 (132f) die monokline Symmetrie bestätigt. Die Elemente gibt er mit

$$\beta = 88^\circ 31' \quad 100 : 101 = 54^\circ 45' \quad \text{und} \quad 010 : 111 = 69^\circ 52\frac{1}{2}' \quad \text{an.}$$

(Diese Werte fand Trechmann 1907 an seinen Kristallen nicht bestätigt !)

Mit der Anordnung der Flächen im Zonenverband befaßt sich eine Untersuchung von Baumhauer 1904 (4q). Ein Vergleich der Flächen in der Zone [a] (Aufstellung wie Rath) ergibt, daß fast ausnahmslos ein Flächensymbol aus den beiden benachbarten durch einfache Kom-

plikation erhalten werden kann. Neue Formen werden hinzugefunden.

Im Hintze von 1904 (54a), ist Sartorit noch als rhombisch mit dem Rath'schen Achsenverhältnis angegeben ; es steht jedoch ein Hinweis auf Solly's monokline Symmetrie. Groth 1904 (38g) gibt rhombische Symmetrie und das Achsenverhältnis wie in den vorigen Groth-Ausgaben an.

Sorgfältige Bestimmung der Elemente geht auf Trechmann 1907 (140c₂) sowie (140c₁) zurück. Er fand :

$$a : b : c = 1,27552 : 1 : 1,19487 \quad \beta = 77^{\circ}48'$$

wobei seine Achsen $a / b / c$ den Achsen $c / b / a$ Rath's entsprechen. Die Achsenabschnitte von a und c sind dann ungefähr doppelt so groß wie bei G. von Rath. Er fand Zwillingsverwachsung parallel a $(100)_{\text{Tr}}$, erkennbar an einer feinen Lamellierung wie sie auch am Jordanit bekannt ist. Die Riefen durchqueren längs der Pyramiden $\langle hkl \rangle_{\text{Tr}}$ - und Klinodomenflächen $\langle 0kl \rangle_{\text{Tr}}$ den ganzen Kristall parallel zum Orthopinakoid $(100)_{\text{Tr}}$. Die $(001)_{\text{Tr}}$ war ebenfalls eng gestreift. 87 Formen wurden bestimmt, von denen 28 neu sind.

Nur in der Prismenzone $\langle hk0 \rangle_{\text{Tr}}$ = Brachydomenzone Rath's $\langle 0kl \rangle_{\text{Ra}}$ besteht Übereinstimmung der Winkel mit den Angaben aus der früheren Literatur (S. 226), alle anderen zeigen große Abweichungen. Vier Abbildungen sind beigelegt, wovon zwei die idealisierten Bilder der ersten sind. Man vergleiche den « historischen Brief » von 1906 ! Trechmann bemerkt, daß nicht alle seine Kristalle untereinander identisch seien. Sie würden sehr verschiedene Pyramidenflächen zeigen, und die Orthodomen $\langle h0l \rangle_{\text{Tr}}$ seien überhaupt nicht in Einklang miteinander zu bringen, obwohl es sich teilweise um zusammengehörige Zwillingsindividuen handle. Trechmann vermutet deshalb, daß besonders die Flächenwinkel in der Orthodomenzone durch die Zwillingsverwachsung gestört sein können. Es könnten auch Subparallelverwachsungen die kristallographischen Verhältnisse verdecken oder zwei verschiedene Substanzen vorliegen, die sich nur in den Flächenwinkeln der Orthodomenzone unterscheiden, in der dazu senkrechten Zone aber übereinstimmen.

Ein Sartoritkristall mit Zwillingslamellen wird auch von Lewis 1909 (83g) beschrieben. – Desbuissons 1909 (21b) S. 104 referiert die bisherigen kristallographischen Messungen.

Solly und Smith vergleichen die Resultate der Messungen an 200 Kristallen und schließen daraus, daß unter anderem zwei der fraglichen

Kristalle Trechmanns zu einer neuen Mineralart, dem von ihnen genannten α -Sartorit gehören, 1914 (132v) und 1919 (129) S. 259-316. Sie gehen dazu über, an einem Kristall einzelne Zonen auf verschiedene kristallographische Elemente zu beziehen, so daß also zwei gegeneinander um kleine Winkel verdrehte Achsenkreuze angewandt werden müssen (S. 277 u. 305 ff.).

So geben sie für fünf untersuchte Kristalle 12 verschiedene Metriken: 5 monokline und 7 triklone an, wobei sich die monokline Metrik I auf den Bereich der Domenzone bezieht, während die triklinen Metriken II und III, die sich durch Verzwillingung nach (010) noch verdoppeln, für den Rest der Flächen gelten. Nur die Prismenzone (hk0) hat in allen Metriken dieselbe Position.

So beziehen sie ihren « Kristall I » auf folgende Metriken :

Zone I $a : b : c = 2,5737 : 1 : 2,7118$ $\beta = 105^\circ 22'$

Zone II $a : b : c = 2,5769 : 1 : 2,7309$ $\alpha = 96^\circ 19'$ $\beta = 105^\circ 10'$
 $\gamma = 92^\circ 13\frac{1}{2}'$

Zone III $a : b : c = 2,5820 : 1 : 2,7786$ $\alpha = 102^\circ 28\frac{1}{2}'$ $\beta = 104^\circ 7'$
 $\gamma = 94^\circ 26\frac{1}{2}'$.

Dieser komplizierte Kristall war $1,2 \times 0,9 \times 0,5$ mm groß und hatte allein 67 verschiedene Endformen.

Die Aufstellung bei Solly und Smith ist die gleiche wie von Trechmann (140c₂): monokline Symmetrie, wobei die Spiegelebene senkrecht zur Kristall-Längsachse liegt, die also zur b-Achse wird. 9 Abbildungen sind beigelegt.

α -Sartorit soll nach Solly und Smith die gleiche chemische Zusammensetzung wie Sartorit haben. Durch Röntgenuntersuchungen von Bannister, Pabst, Vaux 1939 (2) ist α -Sartorit als eigene Mineralart in Frage gestellt.

Groth-Mieleitner 1921 (39) referiert nach Trechmann (140c₂); der Goldschmidt-Atlas 1922 (36b) parallelisiert alle Formen der vorangegangenen Originalarbeiten und gibt die Transformationsformeln an, bezieht sich jedoch nicht mehr auf die Arbeit von Solly und Smith (129).

Doelter-Leitmeier 1926 (23) referiert ebenfalls nach Trechmann (140c₂), desgleichen Dan Giusca 1930 (35b). Vgl. auch Bader 1934 (1).

Zwillinge :

- 1) Polysynthetische Zwillinge nach $a(100)_{Tr}$ sind häufig und erkennbar an der Streifung auf den Pyramiden- und Klinodomenflächen.
- 2) Einfache Verzwillingung nach $a(100)_{Tr}$ erkennbar an einspringen-

den Winkeln des Basispinakoids (140c₂, S. 224), und an dem einspringenden Winkel in den Prismenzonen, wenn die Endflächen nicht entwickelt sind; Solly (129).

- 3) Auch unter rechtem Winkel miteinander verwachsene Kristalle wurden beobachtet, wobei man nicht sicher ist, ob es sich um Zwillingsverwachsungen handelt; Trechmann (140c₂).

Anzeichen einer Zwillingsbildung wurden von Bannister, Pabst, Vaux 1939 (2) röntgenographisch nicht festgestellt. Als Untersuchungsmaterial dienten die Originalkristalle von Trechmann sowie Solly und Smith.

Struktur (Klärung der kristallographischen Verhältnisse): Ferrari und Curti 1934 (28) führten die ersten Pulverdiagramme aus. Aus einer Drehkristallaufnahme berechneten sie für Skleroklas die Gitterkonstanten zu: $a_0 = 5,94 \text{ \AA}$, $b_0 = 3,67 \text{ \AA}$, $c_0 = 13,65 \text{ \AA}$. Aus einem Vergleich der Pulverdiagramme schlossen sie, daß Skleroklas wie Liveingit, Baumhauerit und Rathit nur ein Glied einer lückenlosen Mischkristallreihe zwischen Auripigment und Dufrenoyisit sei.

Weitere Drehkristallaufnahmen von Bannister, Pabst, Vaux 1939 (2) zeigten, daß eine Auswahl der von Smith und Solly (129) und Trechmann (140c₂) vermessenen Sartorite mit Trechmanns α -Sartorit (140c₂) identische Diagramme zeigen. Die Aufnahmen zeigten rhombische Symmetrie, die aber (bei gegebener hoher Absorption der Röntgenstrahlen bei Bleimineralien) der Pseudozelle zugeschrieben wird. Die wahre Symmetrie sei monoklin. Von der Variabilität der kristallographischen Achsen nach Smith und Solly wurde nichts bemerkt.

Die Zelldimensionen wurden von ihnen zu $a_0 = 58,38 \text{ \AA}$ (= 3 PsZ) $b_0 = 7,79 \text{ \AA}$ $c_0 = 83,30 \text{ \AA}$ (≈ 20 PsZ) $\beta = 90^\circ$ ermittelt. Die orthorhombische Pseudozelle hat die Konstanten $a_0 = 19,46 \text{ \AA}$, $b_0 = 7,79 \text{ \AA}$, $c_0 = 4,17 \text{ \AA}$ und die Raumgruppe P $2_12_12_1$ sowie den Zellinhalt $3,95 \times (\text{PbS} \cdot \text{As}_2\text{S}_3)$ also $Z = 4$. Inhalt der Gesamtzelle ist $240 [\text{PbS} \cdot \text{As}_2\text{S}_3]$.

Nach den Untersuchungen seien die vier Mineralien Sartorit, Zinkenit, Chalkostilbit, Emplektit zwar nicht, wie früher (Groth, 38a) angenommen wurde, isomorph, zeigten aber alle in Richtung der Nadelachsen Perioden eines ganzzahligen Vielfachen von $3,89 \text{ \AA}$ des Stilbit. Aus den Zelldimensionen errechnet sich ein Achsenverhältnis von

$$a_0 : b_0 : c_0 = 7,49 : 1 : 10,69 \text{ bzw. für die Pseudozelle} \\ a_0 : b_0 : c_0 = 2,498 : 1 : 0,535$$

Mit diesen Werten sind alle kristallographisch gefundenen Achsenproportionen (Rath, Goldschmidt, Trechmann, Smith und Solly) mit Ausnahme der Solly'schen triklinen Metriken in Einklang zu bringen.

Sollys Kristall I würde einfache Flächensymbole bekommen, wenn man einen Teil der Flächen auf die wahren Zelldimensionen, den anderen auf die Dimensionen der Pseudozelle bezöge.

Einige der untersuchten Kristalle wurden von Palache 1940 (93b) noch einmal überprüft. Er fand sie zum großen Teil in besserer Übereinstimmung mit Trechmanns als Sollys Beschreibung.

Die Formen, die von Smith und Solly auf triklin Metrik bezogen worden waren, sind gewöhnlich schlecht entwickelt und unsicher in der Position. Nach Dana 1944 (18g) können sie deshalb anderen Subkristallen angehören, die in subparalleler oder geneigter Lage mit dem Hauptindividuum verwachsen sind.

Berry und Peacock fanden 1940 (13) Gitterkonstanten, die mit denen von Bannister, Pabst, Vaux (2) übereinstimmen. Sie wählen jedoch die Aufstellung so, daß die Nadelachse nicht wie bei (2) in die b-Richtung, sondern in die c-Richtung fällt.

Die Pseudozelle ist :

$$a_0 = 19,48 \text{ \AA} \pm 0,02, \quad b_0 = 4,15 \text{ \AA} \pm 0,05, \quad c_0 = 7,86 \text{ \AA} \pm 0,03$$

$$Z = 4 \text{ (PbS As}_2\text{S}_3\text{) Raumgruppe : P } 2_1 2_1 2_1,$$

während die wahre Zelle einen größeren Wert ergab :

$$a_0 = 77,9 \quad b_0 = 83,0 \quad c_0 = 7,86 \quad Z = 320 \text{ (PbS.As}_2\text{S}_3\text{)}.$$

Harcour (44) 1942 bringt in seinen « Tables for the identification of ore minerals by x-ray powder patterns » auch das Diagramm des Sartorits.

Referate : Niggli, Koenigsberger, Parker 1940 (89) bringen das Achsenverhältnis v. Raths ; Dana 1944 (18g) gibt die Gitterkonstanten nach Bannister, Pabst, Vaux (2) an. Ebenso Klockmann-Ramdohr 1954 (71b).

Auch die Angaben der Gitterkonstanten von Rösch und Hellner 1959 (112) erfolgen in Übereinstimmung mit den Werten von Bannister, Pabst, Vaux. Sie wählen jedoch in Übereinstimmung mit Berry und Peacock die c-Richtung zur Nadelachse. Auf die Angaben der Zelldimension von Bannister, Pabst, Vaux (2) bezieht sich auch Ramdohr (106d).

Die nähere Struktur des Sartorit ist noch nicht bestimmt (Hellner, Weitz, Rösch 1958 (49)).

Versuche einer systematischen Einteilung der Sulfosalze auf Grund teils chemischer, teils struktureller Kenntnisse bringt Hiller 1940 (53).

Ein Einteilungsprinzip auf rein struktureller Basis geben Hellner, Weitz, Rösch 1958 (49) an.

6. Chemismus

Auf Grund chemischer Analysen schloß S. v. Waltershausen auf die Existenz des Arsenomelan ($\text{PbS} \cdot \text{As}_2\text{S}_3$) = heutiger Sartorit, den er jedoch fälschlicherweise für isomorph mit Skleroklas ($2\text{PbS} \cdot \text{As}_2\text{S}_3$) = heutiger Dufrenoyzit hielt. Er wies auf die analoge Zusammensetzung von Zinkenit $\text{PbS} \cdot \text{Sb}_2\text{S}_3$ hin.

Kenngott 1854 (68b) und 1855 (68c) hielt die Existenz des Minerals für fragwürdig, zumal noch keine kristallographischen Messungen vorlagen und wendete beide Namen synonym auf heutigen Dufrenoyzit an. Auch Heusser spricht nur von der Existenz zweier Grauerzminerale, der Existenz des kubischen « Dufrenoyzit » = Binnit und des « rhombischen » « Binnit » = Dufrenoyzit [1855 (51b) und 1856 (51c)].

Die drei von Uhrlaub in Waltershausen 1855 (147b) veröffentlichten Analysen

	I	II	III
S	= 25,910	24,658	23,949
As	= 28,556	25,740	26,458
Ag	= 0,424	0,938	0,629
Pb	= 44,564	47,586	49,657
Fe	= 0,448	—	—
Summe	= 99,902	98,922	100,693
spez. Gew.	= 5,393	5,405	5,469

fallen bis auf Analyse I nicht in den Fehlerbereich der heute zugrundegelegten Sartoritzusammensetzung. Auch die weiteren vier Analysen von Uhrlaub und Nason [in Waltershausen 1857 (147c)] entsprechen, wie schon Kenngott (68d) bemerkte, eher der Zusammensetzung $3\text{PbS} \cdot \text{As}_2\text{S}_3$ als der des Skleroklas $\text{PbS} \cdot \text{As}_2\text{S}_3$.

Von den vier Analysen von Stockar-Escher [in Kenngott 1856/57 (68d)] käme ebenfalls keine der Sartoritzusammensetzung nahe.

Referat in Rammelsberg 1860 (108) ; die Analyse I von Uhrlaub ist hier durch einen Druckfehler Stockar-Escher zugeschrieben.

V. Rath's kristallographische Untersuchungen 1864 (109a+b) brachten

klare Unterscheidungsmerkmale zwischen heutigem Dufrenoyzit und heutigem Skleroklas. Auf ihn geht auch die heutige Bezeichnungsweise zurück. Nach seinen chemischen Untersuchungen käme die Uhrlaub-sche Analyse I (147b) der Skleroklaszusammensetzung am nächsten. Er hält jedoch den Schluß Waltershausens aus dieser Analyse, daß hier eine isomorphe Mischung $\text{PbS} \cdot \text{As}_2\text{S}_3 : 2\text{PbS} \cdot \text{As}_2\text{S}_3 = 3,124 : 1$ vorliege, für unvertretbar. – Vor dem Lötrohr verhalten sich Dufrenoyzit und Skleroklas gleich.

Tabelle der Analysen von Sartorit aus dem Binnental

Nr.	Autor	Lit.	Jahr	Dichte	S	As	Pb	Ag	Fe	Σ
1	$\text{PbS} \cdot \text{As}_2\text{S}_3$				26,39	30,93	42,68	—	—	100,00
2	Uhrlaub in Walters-hausen	147b	1855	5,393	25,910	28,556	44,564	0,424	0,448	99,902
3	König in Baumhauer	4e	1895	5,05	25,26	26,28	46,08	—	—	97,62
4	Jackson	131a ₂	1900	4,980	25,81	30,80	43,24	—	—	99,85
5	Jackson	131a ₂	1900	—	25,60	30,46	43,93	—	—	99,99
6	Jackson	131a ₂	1900	—	25,12	30,12	43,72	—	—	98,96
7	Jackson	83f	1903		25,32	31,11	42,93	—	—	99,36
8	Ferrari u. Curti	28	1934	Analyse im Text						

Referate: Petersen 1866 (99) beanstandet die nach Rammelsberg falsche Angabe von Uhrlaub's Analyse I ; Dana 1868 (18c) ; Groth 1874 (38a) führt Sartorit als Bleiarsenglanz auf und hält ihn für isomorph mit Zinkenit = $\text{PbS} \cdot \text{Sb}_2\text{S}_3$, Emplektit = $\text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{Bi}_2\text{S}_3$ und Wolfsbergit = $\text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{Sb}_2\text{S}_3$. Weitere Referate in Groth 1882 (38c) ; Groth 1889 (38d) ; Dana 1892 (18f).

Eine neue Analyse des Skleroklas wurde auf Veranlassung Baumhauers 1895 (4e) durch Koenig ausgeführt. Die lieferte :

$$\text{S} = 25,26 \quad \text{Pb} = 46,08 \quad \text{As} = 26,28 \quad \text{Summe} = 97,62.$$

Baumhauer schließt aus dieser Analyse analog Waltershausen auf eine Zusammensetzung $3(\text{PbS} \cdot \text{As}_2\text{S}_3) + 2 \text{PbS} \cdot \text{As}_2\text{S}_3 = \text{Pb}_5\text{As}_8\text{S}_{17}$.

Drei weitere Analysen an Sartorit gehen, wie die Tabelle zeigt, auf Jackson 1900 (131a₂ = 132c) zurück. Die Dichte wurde zu 4,980 gemessen.

Die Analyse Jacksons an einem von Lewis 1903 (83f) beschriebenen Sartorit kommt den theoretischen Werten der Zusammensetzung $\text{PbS As}_2\text{S}_3$ sehr nahe.

Baumhauer gibt 1903 (4m) als Formel $\text{PbS As}_2\text{S}_3$ an. Hintze 1904 (54a) verweist ebenfalls auf Baumhauer (4e). Trechmann 1907 (140c₂) gibt $\text{PbS As}_2\text{S}_3$ an. Ebenfalls Cesaro 1915 (17b) in seiner Systematik; Smith und Solly 1919 (129); Doelter-Leitmeier 1926 (23). Schließlich fanden Ferrari und Curti 1934 (28) bei einer Analyse von 0,0983 Gramm Skleroklas eine Zusammensetzung von

PbS	= 48,40	
As_2S_3	= 48,58	
Sb_2S_3	= 0,06	
Summe	= 97,04	$\text{PbS} : \text{As}_2\text{S}_3 = 1,023$

Alle weiteren Referenten übernehmen die Formel; so Niggli, Koenigsberger, Parker 1940 (89); Quervain und Friedländer 1942 (104).

Synthese: Sommerlad 1897 (135b) versuchte Skleroklas durch Zusammenschmelzen von PbS und As_2S_3 in geeignetem Verhältnis zu erhalten. Es fiel ein fast schwarzes, glänzendes, leicht zerdrückbares Produkt der Dichte 4,585 an; die Analyse der Schmelze entsprach zwar der Skleroklaszusammensetzung, aber die physikalischen Eigenschaften wichen ab. Nach Sommerlad lag deshalb wohl nur ein Gemisch vor. (Referat in: Doelter-Leitmeier 1926 (23).)

Unter hydrothermalsynthetischen Bedingungen wurde Sartorit von Rösch und Hellner 1959 (112) hergestellt. Es ergab sich neben Sartorit mit den Zelldimensionen von Bannister, Pabst, Vaux (2) nach der Aufstellung von Berry und Peacock (13)

$$a_o = 1946 \quad b_o = 4,17 \quad c_o = 7,79 \text{ \AA} \quad \beta = 90^\circ \quad P 2_12_12_1$$

eine zweite Modifikation des Sartorit: Sartorit II, mit den Gitterkonstanten:

$$a_o = 19,4 \quad b_o = 2 \times 4,15 \quad c_o = 7,82 \text{ \AA} \quad \beta = 90^\circ \quad P 2_12_12_1.$$

Sartorit II ist in der Natur noch nicht beobachtet worden.

Dichte: S. v. Waltershausen: 5,40 bis 5,469. Uhrlaub (in Waltershausen): 5,393; G. v. Rath 1864: 5,1 bis 5,4; Solly und Jackson 1900 (131a): 4,980; Baumhauer: 5,05; Berry und Peacock 1940 (13) berechnet: 5,04; Berman (priv. Mitt. in Dana 18g) (155), 1939: $5,10 \pm 0,02$; Bannister, Pabst, Vaux: berechnet aus der Pseudozelle: 5,07.

7. Erzmikroskopie

Erzmikroskopische Untersuchungen gehen auf Dan Giusca 1929/30 (35a+b) und Schneiderhöhn-Ramdohr 1931 (121) zurück. Zusammenfassung der Untersuchungen in Ramdohr 1950/60 (106c+d).

Skleroklas läßt sich gut polieren. Der Anschliff ist leicht mit Natriumhypochlorit ätzbar, ebenso von KOH unter Graufärbung, die die Struktur hervortreten läßt.

Im Reflexionsvermögen und der Reflexionsfarbe unterscheidet sich Skleroklas von Baumhauerit fast nicht; Reflexionsfarbe in Luft ist ziemlich reinweiß. Ein Reflexionspleochroismus in Luft ist nicht erkennbar, in Öl nur selten an Zwillingsgrenzen. Innenreflexe sind häufig und tiefrot. Die Anisotropieeffekte bei +Ni sind sehr schwach; grau-blaue bzw. graugelbe Farben. Die häufig auftretenden Zwillingslamellen (anscheinend nach zwei Gesetzen: wohl (100) und zwei weiteren, einander gleichwertigen Richtungen) sind deshalb bei +Ni oft schwer sichtbar. Sie durchziehen den Kristall meist unregelmäßig und sind oft unterbrochen und zuweilen verbogen, wie sie beim Baumhauerit auch beobachtet werden. Zwillingslamellierung tritt beim Baumhauerit viel häufiger auf und ist dort viel gleichmäßiger in der Breite und regelmäßiger in der Anordnung. Die Entstehung dieser Zwillingslamellierung wird auch beim Sartorit auf mechanische Druckbeanspruchung zurückgeführt.

Sartorit verdrängt nach Giusca Rathit, Liveingit und Baumhauerit. Er selbst wird von Hutchinsonit verdrängt, der zuweilen idioblastisch in ihn hineinwächst; Referat auch in Bader 1934 (1).

8. Vorkommen

Sartorit ist bisher nur aus dem Lengenbacher Dolomit bekannt. Man vergleiche auch die Angaben in den einleitenden «historischen» Kapiteln.

III. JORDANIT

1. Literatur

- | | |
|------------------------------------|----------------------|
| 1855 Descloizeaux u. Marignac (22) | 1866 Kenngott (68 i) |
| 1864 G. v. Rath (109a+b) | 1866 Petersen (99) |
| 1862-1865 Kenngott (68h) | 1868 Dana (18e) |

- 1872 Brush (156a)
1872 Wisser (153 i)
1873 Sipöcz (127)
1873 Wartha (148)
1873 Tschermak (141)
1873 G. vom Rath (109c)
1874 Groth (38a)
1875 C. Klein (70b)
1875 Brush (156b)
1876 Foote's catalogue (152) u. (161)
1877 Engelmann (24)
1878 Lewis (83a+b)
1878 Groth (38b)
1882 Groth (38c)
1887 Ritz (111)
1887 Walpen (146)
1889 Groth (38d)
1891 Baumhauer (4a+b)
1892 Dana (18f)
1893 Baumhauer (4c)
1894 Baumhauer (4d)
1895 Zeller (154a+b)
1896 Baumhauer (4g)
1897 Goldschmidt (38a)
1898 Sommerlad (135b)
1898 Groth (38e)
1899 Solly u. Jackson (131a₁)
1900 Solly u. Jackson (131a₂)
1900 Guillemain (42)
1900 Baumhauer (4j)
1901 Solly (132c)
1903 Baumhauer (4m)
1903 Baumhauer (4 o)
1904 Köchlin (72)
1904 Hintze (54a)
1904 Groth (38g)
1905 Baumhauer (4p)
1906 Solly (132n)
1909 Desbuissons (21b)
1915 Cesaro (17b)
1918 Goldschmidt (36b)
1919 Goetze (37)
1920 Schmidt (119b)
1921 Groth u. Mieleitner (39)
1922 Klockmann (71)
1925 Baumhauer (4w)
1926 Doelter u. Leitmeier (23)
1928 Weber (149b)
1929 Dan Giusca (35a)
1930 Dan Giusca (35b)
1931 Schneiderhöhn-Ramdohr (121)
1934 Huttenlocher (62a=b)
1934 Bader (1)
1934 Ferrari u. Curti (28)
1935 Hofmann (55)
1938 Palache, Richmond, Winchell
(94)
1940 Berry (12a)
1940 Berry u. Peacock (13)
1940 Fisher (29)
1940 Hiller (53)
1940 Niggli, Königsberger, Parker (89)
1942 Quervain u. Friedländer (104)
1942 Ramdohr (106a)
1942 Harcour (44)
1943 Ramdohr u. Websky (107)
1943 Berry (12b)
1944 Dana (18g)
1949 Uyttenbogaardt (143)
1950 Ramdohr (106c)
1954 Klockmann u. Ramdohr (71b)
1957 V. Ross (114)
1958 Hellner, Weitz, Rösch (49)
1959 Rösch u. Hellner (112)
1959 Nowacki u. Kunz (158)
1960 H. Strunz (160)
1960 Ramdohr (106d)

2. Sammlungsregister

B 59 (l) ; Proben 1, 2, 5, 6, 7) (Probe 1 : NK) ; B 60 (f) (ZW) (F) ; B 61 (f) ;
B 62 (f) (ZW) ; B 63 (f) (ZW) ; B 64 (f) ; B 65 (f) (ZW) ; B 66 (l : 2 Stücke) ;
B 67 (f) ; B 70 (l) (ZW) ; B 136 (l) ; B 140 (f) (ZW) ; B 175 (f) (ZW) ; B 176 (l)
(NK) ; B 277 (l) ; B 278 (f) (NK) (RH) ; B 281 (f) (ZW) ; B 301 (f) (F) ; B 346 (f)

(uwM) ; B 361 (f) ; B 440 (l : Proben 3 und 4 in 4j) ; B 449 (f) ; B 450 (f) ; B 585 (f) ; B 591 (f) ; B 592 (f) ; B 593 (f) ; B 594 (f) ; B 595 (f) ; B 596 (f) ; B 597 (f) ; B 598 (f) (« Krist. I » in : 4j) ; B 599 (l : Proben 6 und 7) (« Krist. IV » in : 4j) ; B 600 (f) ; B 601 (l) ; B 603 (f) ; B 743 (f) ; B 763 (f) ; B 775 (f) ; B 787 (f : 2 Stücke) ; B 788 (l : Proben 1, 2, 3, 4) (Probe 1 auf S. 78 in 4d) (Probe 2 auf S. 73 in 4d) (Probe 3 auf S. 207 in 4c) ; B 789 (l) (kugelig) B 790 (f).

Die Probe B 231, Dufrenoyisit, erwies sich nach RH als Jordanit.

3. Historisches

Das Mineral wurde 1864 von G. vom Rath (109a+b) unter den Binnentaler Bleiarsenspießglanzen nachgewiesen. Diese Entdeckung schloß derzeit die lange Periode, in der man sich auf die Annahme beschränkt hatte, daß die « bleigraue Substanz im Dolomit » nur von *zwei* isomorph mischbaren Spießglanzen (heutigem Dufrenoyisit und heutigem Skleroklas) sowie dem kubischen Binnit dargestellt werde. Seit der Arbeit vom Raths unterschied man nun *drei* nicht isomorph mischbare Spießglanze. Den Namen Jordanit hatte Rath zu Ehren des um die Mineralogie verdienten Saarbrückers Dr. Jordan gewählt.

Mit dieser Unterscheidung glaubte man nun endgültig alle Mineralien der bleigrauen Substanz erfaßt zu haben und war in den folgenden dreißig Jahren mit diesem Forschungsergebnis zufrieden, bis 1896 Baumhauer den Rathit (4f) nachweisen konnte.

Nach Schätzungen Baumhauers (4p, S. 46) und Baders (1, S. 390) wäre Jordanit neben Skleroklas und Rathit eines der häufigsten Spießglanze im Lengenbacher Dolomit.

4. Allgemeine Ansprache des Minerals

Morphologie: Von den anderen Sulfarseniten des Binnentales läßt sich der Jordanit leicht unterscheiden. Er erscheint, wo er in kleinen Hohlräumen des Dolomit auskristallisiert vorliegt, wegen seiner ausgesprochen pseudohexagonalen Symmetrie meist in annähernd regelmäßig ausgebildeten sechsseitigen « Tönnchen », deren « Basis » dem Klinopinakoid (010) Baumhauers entspricht. Charakteristisch ist eine manchmal sehr dichte Zwillingsstreifung auf dieser Tafelfläche nach der Zwillingssebene $(\bar{1}01)_B$. Die im übrigen sehr flächenreichen Kristalle können bis zu drei cm groß werden ; sie sind jedoch meist viel kleiner. Stark entwickelt zeigen sich die drei Zonen : $[001]_B$, $[101]_B$, $[\bar{1}01]_B$. Bei sehr ungleicher Ausbildung der Zonen kann der pseudohexagonale Charakter jedoch auch zuweilen ganz verschwinden (Hintze 54a).

Außer in wohlausgebildeten Kristallen kommt Jordanit jedoch auch in glaskopffartig-gerundeten Exemplaren vor. Ein solcher Jordanit wurde von Baumhauer 1894 (4d, S. 85) beschrieben : B 789 unserer Sammlung. An manchen Stellen brechen zahlreiche Kristallkanten und Ecken aus der sonst gerundeten Oberfläche hervor, was Baumhauer als einen Hinweis dafür nimmt, daß dieses Gebilde primär gerundet entstanden sei und nicht durch nachträgliche Ätzung so geformt wurde.

Die *Farbe* des Jordanit ist bleigrau, wie die der anderen Spießglanze ; jedoch sind seine Flächen meist angelaufen, wie Wisner 1872 (153h) zuerst bemerkte. Baumhauer 1894 (4d, S. 78), Solly 1900 (131a₂) und Bader 1934 (1) weisen darauf hin, daß die Anlauffarben meist gesetzmäßig verteilt sind : $[001]_B$ wird rot, $[\bar{1}01]_B$ wird hellgrün und $[101]_B$ wird blaugrün. Daß die Kristalle anlaufen, wurde zuerst von Wisner 1872 (153h) beobachtet.

Der *Strich* des Jordanit ist schwarz.

Die *Spaltbarkeit* nach $(010)_B$ ist sehr vollkommen. Ferner läßt sich eine Absonderung nach $(\bar{1}01)_B$ wahrnehmen. Der Bruch ist muschelrig.

Die *Härte* wird mit 3 angegeben.

5. Kristallographie

Das Mineral wurde 1864 von G. vom Rath (109a+b), der es zuerst identifizierte, noch für rhombisch gehalten, und die Achsen mit $\ddot{a} : \bar{b} : \bar{c} =$ (also : « Brachydiagonale » : « Makrodiagonale » : « Hauptachse ») = 0,5375 : 1 : 2,031 bestimmt. Er maß neben der stark entwickelten Basis (seine beiden Kristalle zeigten polysynthetische Zwillingstreifung) noch weitere 19 Flächen ein. Seine Abbildungen sind im Goldschmidt-Atlas wiedergegeben (36b). Rath weist gleichzeitig darauf hin, daß einer der von Descloizeaux und Marignac (22) 1855 als (heutiger) Dufrenoyzit gemessenen und gezeichneten Kristalle dem Jordanit entspricht.

Als rhombisches Mineral wurde der Jordanit dann ferner von Kennigott 1862-1865 (68h) und 1866 (68i) ; Petersen 1866 (99) ; Dana 1868 (18e) und abermals von v. Rath 1873 (109c) beschrieben. Groth 1874 (38a), 1878 (38b), 1882 (38c) und 1889 (38d), der die jeweiligen Forschungsergebnisse zusammenfaßt, sowie Engelmann 1877 (24) beschrieben den Jordanit in gleicher Weise. Messungen an einem Jordanit des Britischen Museums teilt Lewis 1878 (83a+b) mit. Er bezieht die Flächen auf das v. Rath'sche Achsenkreuz und fügt den bekannten

Formen fünf neue hinzu. Ritz 1887 (111) und Walpen 1887 (146) zählen den Jordanit auf, ohne weiter auf seine kristallographischen Verhältnisse einzugehen. Auch in der 6. Auflage der Dana 1892 (18f) wird Jordanit noch mit dem v. Rath'schen Achsenverhältnis aufgeführt und 37 Formen mitgeteilt, unter denen auch diejenigen von Siebenbürger Jordanit sind.

1891 weist Baumhauer (4a+b) die monokline Symmetrie nach.

Baumhauer erhält ein Achsenabschnittsverhältnis von

$$a : b : c = 0,4945 : 1 : 0,2655 \quad \beta = 90^\circ 33 \frac{1}{2}'$$

Infolge dieser Messungen muß die Aufstellung des Minerals geändert werden. Die seither als Basis angenommene größte Fläche wird nun zur (010) und die alte a-Achse zur c-Achse.

Die Transformation lautet also :

$$\text{Rath } a / b / c \rightarrow \text{Baumhauer } c / a / b.$$

Die Baumhauer'schen Achsenverhältnisse ergeben sich durch einfache Umrechnung mit geringer Modifikation¹ aus den v. Rath'schen.

1891 veröffentlicht Baumhauer Messungen an fünf weiteren Jordaniten (4b). Es werden zwei verschiedene Zwillingsgesetze beobachtet. Das eine liefert polysynthetische Zwillinge nach $(\bar{1}01)$, wie sie schon v. Rath beobachtet hatte. Sieben neue Flächen wurden eingemessen :

$$(501)_B, (\bar{5}01)_B, (2 \ 15 \ 0)_B, (2 \ 11 \ 2)_B, (381)_B, (521)_B, (1 \ 14 \ 1)_B.$$

Das zweite Zwillingsgesetz liefert eine Fläche als Zwillingsebene, die den Winkel $(\bar{1}01)_B : (101)_B$ entweder gerade abstumpft oder halbiert. Dieses für Jordanit neue Zwillingsgesetz studiert Baumhauer in zwei weiteren Arbeiten 1893 (4c) und 1894 (4d). Als Zwillingsebene ergibt sich die Fläche $(\bar{3}01)_B$, im Original infolge eines Druckfehlers mit $(\bar{1}03)_B$ angegeben. Dieses Gesetz ist an dem untersuchten Stück kombiniert mit Verzwilligung nach $(\bar{1}01)_B$. Die Untersuchungen bestätigen abermals die monokline Symmetrie und das oben angeführte Achsenverhältnis. Weitere neue Flächen kommen hinzu, sodaß bis 1896 (Baumhauer 4g) bereits 105 Formen bekannt waren.

Solly fügt 1900 (131a₂, übersetzt 1901 in : 132c) 10 weitere Formen hinzu und bestätigt durch Messungen an 20 Kristallen das Baumhauer'sche Achsenverhältnis, gibt jedoch den Supplementwinkel von β an ; vgl. auch Hintze 1904 (54a), Baumhauer 1925 (4w). Solly beobachtet zwei neue Zwillingserwachsungen des Jordanit :

¹ v. Rath mit vertauschten Achsen (1 : 2,0308 : 0,5375) ergibt 0,4923 : 1 : 0,2616.- Baumhauer hat 0,4924 : 1 : 0,2647.

- 1) Zwillingssebene nach $(101)_B$ -von Baumhauer nicht für möglich gehalten.
- 2) Zwillingssebene nach $(301)_B$ stets kombiniert mit dem gewöhnlichen Gesetz $(\bar{1}01)$.

Neun weitere neue Formen von Baumhauer (4j) aus dem gleichen Jahre vermehren die bekannten Formen auf 127.

In den Winkeltabellen von Goldschmidt 1897 (36a) findet sich Jordanit noch als rhombisch aufgeführt, wobei das Achsenverhältnis mit $a : b : c = 0,5375 : 1 : 1,0154$ angegeben wird, welches bis auf $\frac{c}{2}$ dem Rath'schen Verhältnis entspricht. Dieses Symmetrieverhältnis wird auch vom Goldschmidt in seinem Atlas 1918 (36b) zur Angabe der nach rhombischer Symmetrie gemessenen Formen beibehalten ; da selbst auch eine vergleichende Winkeltabelle.

Zonenverband: Die Untersuchung der Verteilung und Anordnung der Flächen im Zonenverband ist deshalb wichtig, weil durch sie der pseudohehexagonale Charakter des Jordanit bedingt ist.

Solly betont 1900 (131a₂), (132c), daß er eine sehr unterschiedliche Entwicklung der Pyramidenzone + $[010, 101]_B$ von derjenigen der Pyramidenzone – $[010, 101]_B$ gefunden habe. In der ersten seien die Flächen um (010) gehäuft, während bei der zweiten die Flächen um (111) gehäuft seien. Die zweite Zone sei stets flächenreicher entwickelt als die erste.

Die Verteilung der Flächen beim Jordanit wird von Baumhauer in verschiedenen Arbeiten nach der Komplikationsmethode untersucht : 1903 (4 o) und 1925 (4w) ; ebenso von Weber 1928 (149b).

Hintze 1904 (54a, S. 1144) referiert die Flächenverteilung wie folgt : « Die Flächen gruppieren sich um 12 in der Symmetrieebene liegende Zonenachsen und je drei dieser Zonen liefern Gestalten von hexagonalem Habitus, wobei die Symmetrieebene als hexagonale Basis erscheint, die pseudohehexagonalen Gestalten als Pyramiden erster und zweiter Ordnung, sowie zuweilen (rechte und linke) Pyramiden von Zwischenstellungen ; doch tritt auch der pseudohehexagonale Charakter gelegentlich ganz zurück, wie durch ungleiche Ausdehnung der Zonen der negativen und positiven Hemipyramiden, sowie verschiedene Anlauffarben. »

Alle oben stehenden Flächenangaben sind nach der Baumhauer'schen Aufstellung angegeben. Spätere röntgenographische Untersuchungen machten eine Änderung der Aufstellung notwendig. Die Umrechnung erfolgt leicht nach den dort beigefügten Transformationsformeln.

Struktur: Erste röntgenographische Untersuchungen mit Hilfe von Puderaufnahmen an Binnentaler Jordanit gehen auf Ferrari und Curti 1934 (28) zurück. — Die Größe der Elementarzelle wird von Palache, Richmond, Winchell 1938 (94) ermittelt. Auf Grund goniometrischer Messungen wählen die Autoren eine andere Aufstellung, derart, daß die Flächen Baumhauers:

- (100) Baumhauer in (101) Palache
- (010) Baumhauer in (010) Palache
- (001) Baumhauer in (301) Palache übergehen.

Transformationsformel Baumhauer nach Palache: $\bar{1}03 / 0\bar{4}0 / 101$.

Das aus den Baumhauer'schen Achsenproportionen berechnete neue Verhältnis ergibt sich zu $a : b : c = 0,2354 : 1 : 0,1397$ $\beta = 93^\circ 53'$.

Da sich aus den in dieser Arbeit gemessenen Zelldimensionen:

$$a_o = 7,529 \text{ \AA} \quad b_o = 31,87 \text{ \AA} \quad c_o = 4,421 \text{ \AA} \quad \beta = 93^\circ 59'$$

ein Verhältnis von

$$a_o : b_o : c_o = 0,2362 : 1 : 0,1387 \quad \beta = 93^\circ 59'$$

berechnet, bestätigen also die Röntgenaufnahmen das Baumhauer'sche Achsenverhältnis. Der Zellinhalt entspräche nach dieser Arbeit eher der Formel $\text{Pb}_{14}\text{As}_7\text{S}_{24}$ als der Formel $\text{Pb}_{13}\text{As}_7\text{S}_{23}$.

Eine Einkristallaufnahme, die Berry 1940 (13) (vgl. auch (12a)) an einem Jordanit des spez. Gewichtes 6,44 vornahm, ergab die Zelldimensionen (\AA):

$a_o = 8,89 \pm 0,03$, $b_o = 31,65 \pm 0,03$, $c_o = 8,40 \pm 0,02$, $\beta = 118^\circ 21' \pm 30'$ in der Raumgruppe C_{2h}^2 , woraus sich ein Achsenverhältnis von:

$$a_o : b_o : c_o = 0,281 : 1 : 0,265 \quad (\beta = 118^\circ 21') \text{ errechnet.}$$

Transformiert man die Baumhauer'sche Aufstellung so, daß sie zur Berry'schen Zelle paßt, dann ergeben sich die folgenden Werte:

$$a : b : c = 0,2795 : 1 : 0,2655 \quad \beta = 117^\circ 49\frac{1}{2}'$$

Die notwendige Transformation lautet:

$$\text{Baumhauer in Berry } \frac{1}{2}0\frac{1}{2} / 0\bar{1}0 / 001.$$

Die Arbeit Berrys ergab, daß Richmond in der Arbeit Palache, Richmond, Winchell nicht die ganze Elementarzelle erfaßt hatte. In dem von Berry gemessenen Gitter würde die Richmond'sche Zelle von den Kanten $a' = \frac{1}{2}01$, $b' = 010$, $c' = \frac{1}{2}00$ begrenzt werden. Nach Berry ist der Zellinhalt $27\text{PbS } 7\text{As}_2\text{S}_3$ (mit einer errechneten Dichte von 6,49) und damit ungefähr doppelt so groß wie die von Richmond und von Fisher 1940 (29) angegebenen Zellen.

Die Transformation Palache, Richmond in Berry lautet :

$$00\bar{2} / 010 / 101.$$

In den « Tables for the identification ... » 1942 (44) von Harcour ist das Pulverdiagramm von Jordanit enthalten.

Auf Grund der kristallographischen und chemischen Verhältnisse schlossen Groth (38a), G. v. Rath 1873 (109f), Krenner (Z. Krist. 8, 1884, S. 623), Schmidt (Z. Krist. 8, 1884, S. 613), Miers (Min. Mag. 5, 1884, S. 533) und Groth 1898 (38e) auf eine Isomorphie des Jordanit mit Meneghinit, wobei Groth vermutet, daß sich der als rhombisch beschriebene Meneghinit bei eingehenderen kristallographischen Studien als monoklin erweisen könnte, was Hintze (Z. Krist. 9, S. 294) und Baumhauer (4a) jedoch nicht bestätigten. G. d'Achiardi (Soc. Tosc. Sc. Nat. 1901, 18, S. 115) wies auf ähnliche Winkelverhältnisse zwischen Jordanit und Geokronit hin ; Solly (131a₂) hatte Isomorphie zwischen beiden Mineralien angenommen und deshalb dem Geokronit fälschlich die Formel $Pb_4Sb_2S_7$ zugeschrieben.

Zwillingsgesetze an Jordanit :

- 1) Polysynthetische Verzwillingung mit $(\bar{1}01)_B$ als Zwillingssebene kommt sehr häufig vor. Beobachtet wurde sie zuerst von G. v. Rath (109a+b) 1864, von Baumhauer (4c) etc., und von Solly (131a₂).
- 2) Zwillingssebene $(301)_B$ wurde zuerst von Solly 1900 (131a₂) und 1906 (132n) beobachtet. Diese Verwachsung kommt immer in Verbindung mit der Zwillingsverwachsung nach $(\bar{1}01)_B$ vor.
- 3) Zwillingssebene ist $(101)_B$; diese Verwachsung ist sehr selten und wird durch Zwillingsstreifung angedeutet. Zuerst beschrieben wurde sie von Solly 1900 (131a₂), die Deutung von Baumhauer jedoch angezweifelt, und betont, daß Jordanit nach $(\bar{1}01)_B$, jedoch nicht nach $(101)_B$ verzwillingt vorkomme (4b, c, d).
- 4) Zwillingssebene ist $(\bar{3}01)_B$. Dieses Gesetz wurde von Baumhauer 1894 (4d) zuerst beobachtet und kam an dem von ihm untersuchten Exemplar in Verbindung mit dem Gesetz $(\bar{1}01)_B$ vor. Auch diese Verwachsung ist sehr selten.

Untersuchungen von Goetze 1919 (37) bewiesen durch Druckversuche an unverzwillingten Jordanitkristallen, daß Verzwillingung auch auf mechanischem Wege zu erreichen ist. Zwei natürlich verzwillingte Jordanite nach $(101)_B$ aus dem Binnentaler Dolomit wurden als mechanische Zwillinge gedeutet.

6. Chemismus

Von G. v. Rath war 1864 nur eine qualitative Analyse mitgeteilt worden. Petersen vermutet 1866 (99), daß Jordanit der Zusammensetzung $3 \text{PbS} \cdot 2\text{As}_2\text{S}_3$ entspreche. Analysen standen zu der Zeit noch aus.

Die erste quantitative Analyse geht auf Sipöcz 1873 (127) zurück und führt auf eine Formel $4\text{PbS} \cdot \text{As}_2\text{S}_3$. Er stellt gleichzeitig eine Konstitutionsformel für Jordanit auf, die später von Wartha 1873 (148) diskutiert und geändert wurde; siehe auch Doelter-Leitmeier 1926 (23). Auf Grund der chemischen Verhältnisse versucht Césaro 1915 (17b) Konstitutionsformeln für die Sulfosalze aufzustellen und sie in einem System zu ordnen. Ähnliche Versuche gehen auf Hofmann 1935 (55) und Hiller 1940 (53) zurück. Das Mineral tritt dann in den strukturellen Gliederungen von Berry 1943 (12b), Ross 1957 (114) und Hellner, Weitz, Rösch 1958 (49) auf.

Die nachstehende Tabelle faßt die bis heute an Binnentaler Jordanit gemachten quantitativen Analysen zusammen.

Zum Vergleich seien noch drei Analysen von Sachs (Zbl. Min. 1904, 723) an Jordanit von Beuthen/Oberschlesien angefügt, die sich nicht wesentlich von den Binnentaler Analysen unterscheiden.

	I	II	III
Pb	70,15	70,23	68,84
As	11,34	11,40	12,49
S	18,26	18,17	18,67
Fe	0,18	0,20	

Der Eisengehalt wird auf Verunreinigung zurückgeführt. Zum Chemismus vgl. auch die Diskussion in Ramdohr 1942 (106a): « Bei der Ähnlichkeit der Zusammensetzung kommen wechselweise Umsetzungen und Teilpseudomorphosen sehr leicht vor. Der Volumeffekt ist dabei klein, die Änderung des Aussehens so gering, daß auch ein sorgfältiger Beobachter ohne sehr genaue mikroskopische Untersuchungen von der Veränderung nichts merkt. Diese Veränderung verfälscht aber sowohl die Analysenwerte und damit die ‚Formel‘ wie die Dichte. »

1940 meinte Fisher (29), nach Diskussion verschiedener Analysen, daß unter Berücksichtigung der Dichte und der röntgenographischen Ergebnisse die Formel $\text{Pb}_{14}\text{As}_7\text{S}_{23}$ dem Jordanit angemessener sei. Berry hatte, wie schon oben erwähnt (12a) und (13), $\text{Pb}_{27}\text{As}_{14}\text{S}_{48}$ als Formel angegeben.

Tabelle der Analysen von Jordanit aus dem Binnental

(und Nr. 4 aus Nagyak, bzw. Nr. 5 künstlich)

Nr.	Autor	Jahr	Literatur	Dichte	Pb	As	Sb	S	Σ
1	Theoretisch 4PbS As ₂ O ₃	—	—	—	68,83	12,48	—	18,64	100,00
2	Sipöcz	1873	(127)	6,401	69,99	12,78	—	18,18	100,95
3	Sipöcz	1873	(127)	6,384	68,95	12,86	0,11	18,13	100,05
4	Ludwig Jordanit v. Nagyag	1873	Tscher. MPM. S. 213	—	70,80	9,90	1,87	17,06	99,63
5	Sommerlad künstlich	1898	(135b)	6,101	69,20	12,26	—	18,18	99,64
6	Jackson	1900	(131a ₂)	6,413	68,61	12,32	—	18,19	99,12
7	Jackson	1900	(131a ₁)	—	68,83	12,46	—	18,42	99,71
8	Guillemain	1900	(42)	5,484	68,67	12,46	—	18,81	99,94
9	Guillemain	1900	(42)	—	72,42	8,97	—	18,50	99,89
10	Guillemain	1900	(42)	—	72,37	8,99	—	18,63	99,99
11	Guillemain	1900	(42)	—	72,52	8,94	—	18,61	100,07
12	Guillemain	1900	(42)	—	72,50	8,77	—	18,73	100,00

Bemerkung: Die Analysen 9, 10, 11 von Guillemain sind offenbar nicht an frischem Material durchgeführt worden. Guillemain betont, daß die Kristalle mit einer Haut von As₂O₃ überzogen waren.

Die Angaben der *Dichte* schwanken in ziemlichen Grenzen : Die von Guillemain 1900 (42) gefundene Dichte von 5,484 ist offenbar zu niedrig ; sie ließe sich auf Pyriteinschlüsse innerhalb des Kristalls zurückführen. Dan Giusca fand 1930 (35b) eine Dichte von 6,24, die infolge von Dolomitverunreinigungen ebenfalls zu niedrig ausgefallen war. — Berry maß 1940 (12a) eine Dichte von 6,44. Seine errechnete Dichte liegt bei 6,49. Fisher gibt 1940 (29) die Dichte mit 6,49 an, und Palache 1940 (96) mit 6,39.

Synthese: Sommerlad (135b) erhielt durch Zusammenschmelzen von 4PbS mit As₂S₃ ein bleigraues dichtes Produkt, welches nicht mit Ammoniak, jedoch gut mit heißer Kalilauge reagierte. Seine Dichte betrug 6,101. Die Analyse ist in der Tabelle der chemischen Analysen aufgenommen. Rösch und Hellner berichten von einer Hydrothermalsynthese des Jordanit (112).

7. Erzmikroskopie

Erste erzmikroskopische Untersuchungen an Jordanit gehen auf Dan Giusca 1929 (35a+b) und Schneiderhöhn-Ramdohr 1931 (121) zurück. Weitere Untersuchungen sind in Ramdohr « Die Erzminerale und ihre Verwachsungen » 1950 (106c) und 1960 (106d) zusammengefaßt.

Jordanit zeigt neben den anderen Sulfosalzen ein vergleichsweise hohes Reflexionsvermögen (Reflexionsfarbe ist weiß – gegenüber Baumhauerit schwach rosa). Jordanit ist schwach anisotrop und hat eine mittlere Schleifhärte, die zwischen der des Bleiglanzes und der der Zinkblende liegt.

Zwillingslamellen lassen sich bei den Binnentaler Kristallen stets feststellen ; sie sind regelmäßig gebaut mit oft gleicher Lamellenbreite. Dan Giusca (35a+b) fand Verdrängungserscheinungen des Jordanit durch Dufrenoyzit und Baumhauerit, so daß Jordanit inselartig in diesen Mineralien erhalten bleibt. Ramdohr untersuchte 1942 (106a) Material von Beuthen/Oberschlesien erzmikroskopisch.

Oft kann man schon mit der Lupe beobachten, daß Jordanit innig mit Pyrit (Solly 131a₂) verwachsen ist ; zuweilen kommen auch Verwachsungen von Jordanit mit Bleiglanz vor, ebenso mit Zinkblende (C. Klein, 70b).

8. Vorkommen

- 1) Die Lagerstätte im Dolomit am Lengenbach wurde von verschiedenen Forschern untersucht und hydrothermal gedeutet, im Lager haben aber Umlagerungen eine große Rolle gespielt ; (35a+b) und (62a+b). Nach einer Theorie von Ahlfeld (Z. prakt. Geol. 41, 1933, S. 189) sind die Arsenierungen oberflächennahen, apomagmatischen Thermen zuzuschreiben.
- 2) Seit 1873 (Tschermak : 141) ist Jordanit von epithermalen Goldquarzgängen aus Nagyak in Siebenbürgen bekannt. Man fand dort kleine bleigraue, längliche, sechsseitige Tafeln von Jordanit neben Zinkblende und Bleiglanz auf drusigem Quarz.
- 3) Seit Anfang des Jahrhunderts ist Jordanit auch aus der Oberschlesischen Bleizinkerzgrube bei Beuthen bekannt. Erste Beobachtungen hierüber stammen von Grundey 1898. Sachs (Zbl. Min. 1904, 723) hat diese unbekanntenen Mineralien als Jordanit gedeutet. Ramdohr 1942 (106a) fand neben Zinkblende in Hohlräumen grauen

Dolomits Pseudomorphosen von Gratonit $Pb_9As_4S_{15}$ nach Jordanit und weiter nach Bleiglanz und « Dufrenoyzit ». Die Jordanite kommen hier in drei verschiedenen morphologischen Ausbildungen vor : a) als konzentrische, kugelige Massen ; b) als dicksäulige, bis 2 cm lange Kristalle ; c) als fiederige, verzahnte Aggregate ; vgl. auch Ramdohr 1960 (106d) und Haranczyk (162).

- 4) Untersuchungen von Ramdohr und Websky 1943 (107) in der Bleizinkerzgrube Kirka bei Dedeagatsch/Thrazien wiesen Pseudomorphosen von Bleiglanz nach Bleiarsensulfosalzen (u. a. Jordanit) nach. Dazu kommen Quarz und Zinkblende vor. Das Lager ist epithermal-subvulkanischer Entstehung.
- 5) In Japan ist Jordanit unter dem Namen Reniformit aus epithermalen Gängen seit 1925 bekannt (Literatur siehe in Dana (18g), Ramdohr 1950 (106c), 1960 (106d)).
- 6) Das aus der Zunimine/Colorado seit 1884 unter dem Namen Guitermanit bekannte Mineral (Literatur siehe in Dana (18g) und Ramdohr 1950 (106c), 1960 (106d)) wurde 1940 von Peacock röntgenographisch untersucht. Es wies ein mit Baumhauerit (!) identisches Pulverdiagramm auf. Durch Uytenbogaardt wird 1949 (143) röntgenographisch nachgewiesen, daß Guitermanit entweder Jordanit oder Baumhauerit oder ein Gemenge aus beiden sei.
- 7) Das Vorkommen Wiesloch/Baden (Ramdohr-Klockmann 1954 (71b)) wurde schon in den Einführungskapiteln genannt.
- 8) Bei den Röntgenuntersuchungen von Berry 1940 (13) zeigte ein (als Boulangerit/Sala, Schweden, etikettiertes) Mineral gleiche Gitterdimensionen wie Jordanit.

Ein weiteres Vorkommen wird von Brown 1959 (163) angegeben.

IV. RATHIT

1. Literatur

- | | |
|---|---|
| 1857 S. von Waltershausen u. Uhrlaub + Nason (147c) | 1900 Solly u. Jackson (131a ₂) |
| 1896 Baumhauer (4f) | 1901 Solly (132a ₁ +a ₂) |
| 1896 Baumhauer (4g) | 1901 Solly (132c) |
| 1898 Groth (38e) | 1903 Baumhauer (4m) |
| 1899 Solly u. Jackson (131a ₁) | 1903 Solly (132j) und (132f ₁) |
| | 1904 Köchlin (72) |

- | | |
|---------------------------------|--|
| 1904 Hintze (54a) | 1930 Dan Giusca (35b) |
| 1904 Groth (38g) | 1934 Huttenlocher (62a=b) |
| 1905 Baumhauer (4p) | 1934 Bader (1) |
| 1909 Desbuissons (21b) | 1934 Ferrari u. Curti (28) |
| 1909 Lewis (83h) | 1940 Berry u. Peacock (13) |
| 1910 Lewis (83k ₁) | 1940 Hiller (53) |
| 1910 Lewis (83 i+j) | 1940 Niggli, Koenigsberger, Parker
(89) |
| 1911 Solly (132r ₁) | 1942 Quervain u. Friedländer (104) |
| 1911 Lewis (83k ₂) | 1942 Harcour (44) |
| 1911 Solly (132r ₂) | 1943 Berry (12b) |
| 1912 Solly (132u) | 1944 Dana (18g) |
| 1912 Lewis (83k ₃) | 1950 Ramdohr (106c) |
| 1914 Prior (103g) | 1953 Berry (12c) |
| 1915 Cesaro (17b) | 1954 Klockmann u. Ramdohr (71b) |
| 1920 Schmidt (119b) | 1957 V. Ross (114) |
| 1921 Groth u. Mieleitner (39) | 1958 Hellner, Weitz, Rösch (49) |
| 1922 Klockmann (71) | 1959 Rösch u. Hellner (112) |
| 1922 Goldschmidt (36b) | 1959 Nowacki u. Kunz (158) |
| 1926 Doelter u. Leitmeier (23) | 1960 H. Strunz (160) |
| 1928 Weber (149b) | 1960 Ramdohr (106d) |
| 1929 Dan Giusca (35a) | |

2. Sammelregister

B 77 (f) ; B 111 (f) + (l) ; B 123 (f) ; B 128 (l) ; B 135 (f) (uwM) ; B 143 (f) (uwM) ; B 178 (f) ; B 204 (f) ; B 205 (f) ; B 318 (f) (NK) ; B 578 (f) (« Krist. IV » in 4f) ; B 579 (f) (uwM) ; B 580 (f) (« Krist. V » in 4f) ; B 581 (f) (« Krist. VI » in 4f) ; B 582 (f) + (l) (« Krist. II » in 4f) ; B 583 (f) (auf Seite 596 in 4f : « ein anderes Fragment ») ; B 602 (f) (uwM) (auf Seite 593 in 4f) ; B 742 (f) (« Krist. III » in 4f) (F) ; B 782 (l) (« Krist. I » in 4f).

Der Dufrenoyisit B 79 erwies sich nach RH als Rathit.

3. Historisches

Das Mineral wurde zuerst von Baumhauer 1896 (4f) und (4g) erkannt und beschrieben. Jedoch hatte man schon früher Hinweise für dieses Mineral. Zwei von Berendes 1864 (10) und von Petersen 1866 (99) an « Dufrenoyisit » ausgeführte Analysen sind später von Jackson (132c) als zu Rathit gehörig erkannt worden. Auch einige von Uhrlaub und Nason 1857 (147c) ausgeführte Analysen würden der Rathitzusammensetzung nahe kommen. Diese Analysen sind jedoch seinerzeit als Analysen an unreinem Material resp. als Analysen der hypothetisch angenommenen isomorphen Mischung von heutigem Dufrenoyisit und heutigem Skleroklas gedeutet worden.

Das Dolomitvorkommen am Lengenbach ist einziger Fundort und auch hier ist das Mineral relativ selten. Zuweilen kommt es intim mit Skleroklas assoziiert vor. Der Name wurde zu Ehren G. v. Rath's, Prof. der Mineralogie in Bonn gegeben, dem eingehende Untersuchungen an den Binnentaler Mineralien (z. B. 1864, 109a+b) zu verdanken sind.

4. Allgemeine Ansprache des Minerals

Morphologie: Morphologisch ist Rathit sehr schwer von Dufrenoy'sit und Baumhauerit zu unterscheiden. Auch mit Sartorit, mit dem er auch verwachsen vorkommt, zeigt er große Ähnlichkeit.

Das Mineral bildet dick- oder dünnsäulige prismatische Kristalle, die eine Riefung längs der Streckungsrichtung zeigen, welche von den einzelnen Autoren, je nach der Aufstellung, als [010] Baumhauer, [001] Solly, [001] Lewis, [001] Berry angegeben wird. Diese Zone ist zugleich eine der flächenreichsten Zonen des Kristalls. Außerdem zeigen die Kristalle oft eine zur Längsrichtung schräg verlaufende feinste Zwillingsstreifung, durch die man Rathit von den anderen Sulfarseniten unterscheiden kann. Solly (132c) 1901 unterscheidet fünf Habitusarten, denen die Streckung nach $[001]_{\text{So}}$ gemeinsam ist.

In der schon genannten Hauptzone $[001]_{\text{So}} = [001]_{\text{Be}}$ sind vornehmlich die Formen $\langle 320 \rangle_{\text{So}} = \langle \bar{1}10 \rangle_{\text{Be}}$, $\langle 340 \rangle_{\text{So}} = \langle \bar{2}10 \rangle_{\text{Be}}$, $\langle 120 \rangle_{\text{So}} = \langle \bar{3}10 \rangle_{\text{Be}}$, $\langle 380 \rangle_{\text{So}} = \langle \bar{4}10 \rangle_{\text{Be}}$ ausgebildet. $(001)_{\text{So}} = (\bar{1}02)_{\text{Be}}$ ist sehr selten; $(010)_{\text{So}} = (100)_{\text{Be}}$ aber stets entwickelt; $(100)_{\text{So}} = (010)_{\text{Be}}$ nicht häufig. $\langle 011 \rangle_{\text{So}} = \langle 201 \rangle_{\text{Be}}$ ist oft groß und parallel $[100]_{\text{So}} = [0\bar{3}\bar{1}]_{\text{Be}}$ gestreift; $\langle 101 \rangle_{\text{So}} = \langle \bar{1}22 \rangle_{\text{Be}}$ manchmal groß und parallel $[\bar{1}01]_{\text{So}}$ gestreift.

Die fünf Habitusarten Sollys (132c), S. 339 lauten:

- 1) Kleine, sehr glänzende Kristalle, nicht oder wenig verzwillingt (Solly Fig. 4).
- 2) Größere Kristalle mit « typisch rhombischer » Ausbildung.
 $\langle 010 \rangle_{\text{So}} = \langle 100 \rangle_{\text{Be}}$, $\langle 011 \rangle_{\text{So}} = \langle \bar{2}01 \rangle_{\text{Be}}$, $\langle 101 \rangle_{\text{So}} = \langle \bar{1}22 \rangle_{\text{Be}}$ und $\langle hk0 \rangle_{\text{So}} = \langle 3k.2h.0 \rangle_{\text{Be}}$ groß entwickelt. Stark polysynthetisch verzwillingt, mit Teilbarkeit parallel $(100)_{\text{So}} = (010)_{\text{Be}}$. (Analyse an diesem Material von Jackson; Baumhauer's Kristalle I und VI; Sollys Kristalle Fig. 5 und 6.)
- 3) Flach ausgebildete Kristalle infolge schmaler $\langle 010 \rangle_{\text{So}} = \langle 100 \rangle_{\text{Be}}$. Die Flächen $\langle 0kl \rangle_{\text{So}} = \langle \bar{3}\bar{k}+\bar{1}.0.2l \rangle_{\text{Be}}$ sind gut entwickelt, der

Kristall ist seltener verzwillingt und zeigt keine Teilbarkeit parallel $(100)_{\text{so}} = (010)_{\text{Be}}$ (Analyse von Jackson 11 ; Fig. Solly 7).

- 4) Große, rauhe Kristalle, in der Ausbildung ähnlich wie Typ 2, aber mit vollkommener Spaltbarkeit nach $(010)_{\text{so}} = (100)_{\text{Be}}$, wie Solly meint : unverzwillingt, nach Lewis jedoch verzwillingt nach $(100) = (100)_{\text{Be}}$. – Diese Gruppe ist besonders leicht mit Dufrenoyisit zu verwechseln ; Baumhauers Kristalle II und III (4g).
- 5) Rundliche Prismen ohne Endflächen, stark polysynthetisch verzwillingt. Sie haben große Ähnlichkeit mit nicht angelaufenem Jordanit von prismatischem Habitus. (Baumhauers Kristall IV und Sollys Fig. 8.)

Hinsichtlich der Farbe und des Glanzes ist Rathit von Dufrenoyisit nicht unterscheidbar.

Die *Farbe* ist bleigrau, zuweilen nach stahlgrau [wie Solly (132c) meint infolge von Pyriteinschlüssen], zuweilen angelaufen wie Jordanit. Nach Solly (132a₂) sind deshalb auch die meisten 1855-57 gefundenen « Skleroklase » in Wirklichkeit Rathite.

Die *Härte* ist 3.

Die *Strichfarbe* ist schokoladenbraun.

Die *Spaltbarkeit* vollkommen nach $(010)_{\text{so}} = (001)_{\text{Be}}$; nach Lewis ist sie begründet durch polysynthetische Verzwilligung parallel $(100)_{\text{Be}}$. Außerdem gibt es nach Solly eine Teilbarkeit parallel $(100)_{\text{so}} = (010)_{\text{Be}}$. Der Bruch ist muschelrig. Das Mineral ist sehr spröde und zerspringt wie Skleroklas schon bei geringer Erwärmung in der Hand.

5. Kristallographie

Da die wahre Symmetrie des Rathit oft durch Zwillingsbildung überdeckt wird und sich die Zwillinge oft schwer festzustellen und bestimmen lassen, ergeben sich für die kristallographische Beschreibung erhebliche Schwierigkeiten.

Wegen der Symmetrienerhöhung durch polysynthetische Verzwilligung wurde Rathit lange für rhombisch gehalten.

Baumhauer bestimmte 1896 (4f+g) ein Achsenverhältnis von $a : b : c = 0,6681 : 1 : 1,0579$ mit einer Streckung nach der b-Achse. Er bemerkte zwar den lamellaren Aufbau seines Kristalles, deutete ihn jedoch nicht als polysynthetische Verzwilligung (4f) S. 598, sondern als schichtmäßigen Aufbau des Kristalls infolge schwankender chemi-

scher Zusammensetzung. Lewis fand später 1912 (83k₃) S. 203, daß Baumhauers Originalkristall ein komplexer Zwillings nach $(100)_{Le} = (100)_{Be}$ und $(101)_{Le} = (301)_{Be}$ war.

Baumhauers Angaben waren von 1896. Groth 1898 (38e) referiert Baumhauers Arbeit.

Solly studierte 1899 (131a₁), (131a₂), (132c), (132a₂) die kristallographischen Verhältnisse des Rathit an 25 Kristallen und beschrieb sie nach den oben angeführten fünf Habitusklassen. Er wählte jedoch, unter Beibehaltung der rhombischen Symmetrie, eine andere Aufstellung als Baumhauer, sodaß nun die Streckung der Kristalle nach der c-Achse verläuft und die Spaltungsrichtung $(010)_{so} = (100)_{Be}$ wird, und so mit derjenigen von Jordanit übereinstimmt. Bei dieser Drehung um die a-Achse gehen also Baumhauers Achsen a b c über in Sollys Achsen a c b. Man erhält Achsenabschnittsverhältnisse, die bis auf eine Änderung in der 2. bzw. 3. Dezimalen mit den nach der Transformation errechneten Baumhauer'schen Werten übereinstimmen :

$$\text{Solly : } a : b : c = 0,4782 : 1 : 0,5112.$$

Baumhauer nach Transformation : $a : b : c = 0,4738 : 1 : 0,5251$.

Von den 62 Formen, die er auf beide Aufstellungen bezogen anführt, sind 37 neu.

Nach Sollys Untersuchungen gibt es zwei Zwillingsgesetze :

- 1) Polysynthetische Verzwilligung nach $(074)_{so} = (\bar{3}01)_{Be}$, die die feine Querstreifung der Längszone verursacht und
- 2) Zwillings Ebene $(0.15.1)_{so} = (\bar{4}6.0.3)_{Be}$ meist charakterisiert durch Auflagerung einer kleinen Säule, blattförmig abzweigend vom Hauptindividuum. (Ähnlich Baumhauers Kristall in Fig. II.)

Hintze 1904 (54a) und Desbuissons 1909 (21b) referieren Rathit mit dem Solly'schen Achsenverhältnis. Groth 1904 (38g) gibt die Jackson'sche Formel an, behält aber die Baumhauer'sche Aufstellung bei.

Unverzwilligte Rathitkristalle zeigen die monokline Symmetrie deutlicher.

Ein solcher Kristall wurde 1909 (83h), 1910 (83k₁) und 1910 (83i+j) von Lewis untersucht, und da er mit dem bisher beschriebenen Rathit wenig Ähnlichkeit zeigte, für ein eigenständiges Mineral gehalten und Wiltshireit (nach Prof. Wiltshire-King's college London) genannt. Er beschrieb es als bleigraues, monoklines Mineral mit zinnweißen Endflächen und bestimmte ein Achsenabschnittsverhältnis von

$$a : b : c = 1,587 : 1 : 1,070 \quad \beta = 100^{\circ}44' .$$

Der Kristall ist so aufgestellt, daß die Streckung und auch die Flächenriefung parallel der c-Achse verlaufen. Die Prismenzone stimmt in der Lage also mit der Solly'schen Prismenzone überein, jedoch wird Sollys Fläche (013) bei Lewis Basis. Zwölf neue Formen wurden bestimmt.

1911 (83k₂) trägt Lewis die derzeitigen Erkenntnisse über Wiltshireit vor und stellt fest, daß Solly 1903 (132f₁) über dieses selbe Mineral vorgetragen habe, und es wegen der Ähnlichkeit mit Rathit, im Bericht an Desbuissons 1909, nachträglich α -Rathit genannt habe. Solly hatte, unter anderer Aufstellung als bei seinem Rathit, einen Winkel $\beta = 81^\circ 11'$ und vollkommene Spaltbarkeit nach (100) gefunden und keine Querstreifung auf der Längszone.

Solly stellt 1911 (132r₂) und 1912 (132u) die für Wiltshireit, α -Rathit und Rathit ähnlichen Charakterzüge einander gegenüber und vermutet, daß alle drei nichts anderes als Rathit seien und daß Rathit monoklin sei.

Diese Vermutung kann Lewis auf Grund neuer Messungen 1912 (83k₃) bestätigen. Die Bezeichnung « Wiltshireit » (= α -Rathit nach Solly) behält er bei für die verhältnismäßig einfachen Kristalle von Rathit, für die er ein Achsenverhältnis von $a : b : c = 1,5869 : 1 : 1,0698$ $\beta = 100^\circ 44'$ bestimmt, während er unter « Rathit » die komplexer verzwilligten Kristalle versteht. Er findet bei Wiltshireit keine richtige Spaltbarkeit, jedoch eine Absonderung parallel $(100)_{Le} = (100)_{Be}$ die, wie er vermutet, infolge Zwillingslamellen nach $(100)_L$ auftritt. Bei Transformation in die Solly'sche Aufstellung entspräche das der vollkommenen Spaltbarkeit nach $(010)_{So}$.

Die Transformation

$$(hkl)_{So}, \text{ rhombisch} = (3k, 4h+1, 3l)_{Le}, \text{ monoklin}$$

ergibt die Umrechnung der Flächensymbole von der Aufstellung Lewis in diejenige von Solly. Das Lewis'sche Achsenverhältnis in die Solly'sche Aufstellung transformiert, liefert ein Verhältnis, das mit $a : b : c = 0,4910 : 1 : 0,5253$ nicht wesentlich von Sollys Werten abweicht.

Die komplex verzwilligten « Rathite » zeigen Kombinationen verschiedener Zwillingsgesetze. Die von Lewis gemessenen Kristalle zeigten einmal eine Kombination von polysynthetischen Zwillingen nach $(17.0.16)_{Le}$, also annähernd $(101), = (074)_{So} = (\bar{3}01)_{Be}$ mit einer Verwachsung, die sich als Zwillingsbildung nach der Normale von $(\bar{1}04)_{Le}$ verstehen ließe (Krist. VII); bzw. an einem anderen Kristall eine

Kombination der Gesetze $(101)_{Le}$ und $(100)_{Le}$ (Krist. IV). Störungen im polysynthetischen Zwillingsbau bewirken die Abweichung der Winkel des Rathit von Wiltshireit.

Goldschmidt' Atlas 1922 (36b) bezieht die 86 angeführten Formen auf das Lewis'sche Achsenverhältnis von Wiltshireit und bringt vergleichsweise die Formen nach Baumhauers und Sollys Angabe. Er betont, daß eine Klärung des Formensystems nötig sei. Groth und Mieleitner 1921 (39) referieren noch das Solly'sche Achsenverhältnis. Auch in Klockmann 1922 (71) ist Rathit als rhombisch aufgeführt. Doelter-Leitmeier (23) bringt das Solly'sche Achsenverhältnis. Weber 1928 (149b) untersucht die Anordnung der Flächen im Zonenverband und findet, daß nach einer Transformation der Solly'schen Flächensymbole (hkl) in die Symbole $(h, l, 3k)$ weitaus die meisten Formen sich auf zwei Hauptzonen $[100]$ und $[010]$ verteilen.

Die Dreiecksprojektion für Rathit würde dadurch den Niggli'schen Dreiecksprojektionen für Anatas und Schwefel sehr ähnlich.

Eine Änderung in der Aufstellung und eine Modifikation der Achsenverhältnisse wurden später durch die röntgenographischen Untersuchungen notwendig.

Wiederholung der Zwillingsgesetze des Rathit:

- 1) Polysynthetische Verzwilligung mit $(074)_{So} = (101)_{Le} = (\bar{3}01)_{Be}$ als Zw. E. erkenntlich an der Querstreifung auf den Prismenflächen und der Streifung parallel $(010)_{Le}$ auf den Pinakoidflächen $(100)_{Le}$. Nach einer Vermutung im Doelter-Leitmeier 1926 (23) ist dies eine mechanische Verzwilligung, entstanden durch natürliche Schiebung ähnlich wie bei Jordanit. Zuerst von Solly beschrieben.
- 2) Polysynthetische Verzwilligung mit $(100)_{Le} = (010)_{So} = (100)_{Be}$ als Zw. E., erkennbar als Absonderungsfläche (Sollys Spaltbarkeit nach $(010)!$) und als Streifung auf den Flächen $(101)_{Le} = (\bar{3}01)_{Be}$, $(102)_{Le} = (\bar{5}02)_{Be}$, $(122)_{Le} = (\bar{5}22)_{Be}$ (Lewis 83h). Diese Lamellen bewirken eine ungewöhnliche Störung der Winkel in der Zone $[100, 111]_{Le}$. Die Abweichung der Winkel des Rathit von denen des Wiltshireit rühren also von der Störung durch komplexe Verzwilligung her. Dieses Gesetz wurde zuerst von Lewis beschrieben.
- 3) Solly beschreibt 1901 (132c) einen Zwilling nach $(0.15.1)_{So} = (\bar{4}\bar{6}.0.3)_{Be}$. Dieses Gesetz sei charakterisiert durch ein sich blattartig vom Hauptindividuum verzweigendes Gebilde.

- 4) Bei einem Kristall von « Rathit » konnte Lewis eine Verwachsung als Verzwillingung nach der Normalen von $(\bar{1}04)_{Le}$ deuten (83k₃).

Struktur: Erste Pulveraufnahmen an Rathit wurden von Ferrari und Curti 1934 (28) durchgeführt, aus denen diese den Schluß zogen, daß Rathit wie Skleroklas, Liveingit und Baumhauerit Glieder einer lückenlosen Mischungsreihe zwischen Auripigment und Dufrenoysit seien.

Gitterkonstanten teilten Berry und Peacock 1940 (13) mit. Bei monokliner Symmetrie und einer Raumgruppe $C_{2h}^5 = P 2_1/n$ ergaben sich an einem unverzwillingten Kristall die Zelldimensionen zu :

$$a_o = 25,00 \pm 0,03 \text{ \AA} ; b_o = 7,91 \pm 0,03 \text{ \AA} ; c_o = 8,42 \pm 0,03 \text{ \AA} ; \\ \beta = 99^\circ 00' + | 30'$$

mit einem Zellinhalt von ungefähr $1(13PbS \cdot 9As_2S_3)$; die Dichte errechnet sich zu 5,31.

Die Aufstellung wird gegenüber derjenigen von Lewis für Wiltshireit geändert. Die Transformation Lewis \rightarrow Berry lautet : $\bar{2}0\bar{1} / 010 / 001$. Aus den Zelldimensionen ergibt sich ein Achsenverhältnis von

$$a_o = b_o : c_o = 3,160 : 1 : 1,064 \quad \beta = 99^\circ 00'$$

Das in die Lage von Berry transformierte Lewis'sche Achsensystem würde ein Verhältnis

$$a : b : c = 3,1548 : 1 : 1,0698 \quad \beta = 98^\circ 44'$$

liefern, sich somit nicht wesentlich von Berrys Werten unterscheiden. Die Umrechnung der anderen Flächenangaben in die heutige, Berry'sche Aufstellung wird durch die folgenden Transformationen geleistet :

Baumhauer nach Berry :	$0 \cdot \bar{5} \cdot 28 / 14 \cdot 0 \ 0 / 0 \ 10 \ 0$
Solly nach Berry :	$0 \ \bar{3} \ \bar{1} / 2 \ 0 \ 0 / 0 \ 0 \ 2$
Sollys α -Rathit nach Berry :	$3 \ 0 \ 0 / 0 \ 1 \ 0 / 0 \ 0 \ 1$

Die Harcour'schen Bestimmungstafeln 1942 (44) enthalten das Pulverdiagramm von Rathit.

Rösch und Hellner geben 1959 für Rathit die Gitterkonstanten

$$a_o = 25,1 \text{ \AA} \quad b_o = 7,91 \text{ \AA} \quad c_o = 8,46 \text{ \AA} \quad \beta = 99^\circ$$

mit einem Zellinhalt von $_{14}^{13} \} PbS \ 9 \ As_2S_3$ an und die Raumgruppe $P 2_1/n$. Außer der Hydrothermalsynthese von Rathit gelang ihnen diejenige von Rathit II, einer rhombischen Modifikation des Rathit mit den Konstanten $a_o = 7,91$ $b_o = 70,9$ $c_o = 8,32$ $\beta = 90^\circ$ und einem Zellinhalt von 2 ($19 \ PbS \ 13 \ As_2S_3$) der Raumgruppe $P2_1/m$. Diese Gitterkonstanten waren auch von Berry 1953 (12c) angegeben worden.

Diese Modifikation ist auch in der Natur als Mineral nachgewiesen worden ; sie darf nicht verwechselt werden mit dem α -Rathit Solly's ! (Siehe bei Synthese.)

Im Hinblick auf diese Erkenntnisse sollten alle « Rathite » der Sammlungen neu untersucht werden.

6. Chemismus

Baumhauer schloß aus der vorläufigen Analyse Bömers (der ersten Analyse des Minerals) wegen des hohen Sb-Gehaltes, daß Rathit eine isomorphe Mischung einer Arsenverbindung mit der entsprechenden Antimonverbindung sei, und daß daher der lamellare Schichtbau der Kristalle durch einen Wechsel in der chemischen Zusammensetzung erklärt werden könne.

Drei weitere Analysen gehen auf Jackson 1899 (131a₁) und (131a₂), übersetzt in (132c), S. 327 zurück ; sie führten zur Formel $3\text{PbS } 2\text{As}_2\text{S}_3$. Jackson gab außerdem diejenigen Analysen an, die aus früheren Arbeiten stammen und der Rathitzusammensetzung entsprechen würden : Petersen 1866 (99), Uhrlaub und Nason 1857 (147c), Berendes 1864 (10), und Stockar-Escher in Kenngott (68d). Auch diese Analysen zeigen nur Spuren von Sb. Ob nicht einige der von Jackson als Rathitanalysen gedeutete Zusammensetzungen besser dem später gefundenen Baumhauerit oder Liveingit zuzurechnen sind, wäre zu prüfen.

Prior fand 1914 (103g) an einem Kristall – nach Doelter (23) vermutlich Wiltshireit – an dem nur die Prismenzone ausgebildet war, die Zusammensetzung $3\text{PbS } 2\text{As}_2\text{S}_3$, die dem Rathit entsprechen würde; das Mineral steht jedoch kristallographisch dem Dufrenoysit näher. Über dieses Mineral berichten Solly und Prior 1919 (134b₂) mit Veröffentlichung der Analysenwerte : Pb = 51,11 ; Ag = 0,76 ; Cu = 0,10 ; Tl = 0,23 ; Fe = 0,21 ; As = 23,37 ; Sb = 0,74 ; S = 23,22 ; Unlöslich = 0,24 ; Summe = 99,98. Raumgruppe D_4^{18} . Es ist noch die Frage, ob man dieses Mineral dem Wiltshireit zuordnen muß, oder ob es als eigenständiges Mineral anzusehen ist und man ihm, wie Gagarin und Cuomo (32) 1949 vorschlugen, den Namen Sollyit geben kann ; siehe auch Nowacki 1960 (158).

Die Analysentabelle gibt eine Übersicht. Die mit o bezeichneten Analysen haben Dichten, die außerhalb des von Berry berechneten Geltungsbereiches liegen. Die mit * versehenen Analysen gehören wahrscheinlich nicht zu Rathit, denn die Analysenwerte für Rathit müssen

nach Berry in den Grenzen 50,59 und 52,44 für Pb ; 24,23 und 25,32 für As ; 23,18 und 24,08 für S liegen.

Dichte : Die Angaben schwanken in gewissen Grenzen. Solly : 5,412 auch 5,421 ; Baumhauer : 5,32 ; Berman : 5,37. Dan Giusca (35b) 5,30, aber unsicher wegen zu wenig Substanz. Nach Berry schwankt die berechnete Dichte je nach dem angenommenen Zellinhalt zwischen 5,31 und 5,48.— Berechnete Dichten nach Berry :

Formel	erfordert	Pb	As	S	Dichte
$Pb_{13}As_{18}S_{40} = 13PbS \cdot 9As_2S_3$		50,59	25,32	24,08	5,31
$Pb_{14}As_{18}S_{40} = Pb_{14}S_{13} \cdot 9As_2S_3$		52,44	24,37	23,18	5,45
$Pb_{14}As_{18}S_{41} = 14PbS \cdot 9As_2S_3$		52,15	24,23	23,62	5,48

Tabelle der bis heute veröffentlichten Rathitanalysen (vgl. Solly 132c, 1901)

Nr.	Autor	Jahr	Literatur	Dichte	Pb	S	As	Sb	Ag	Fe	Σ
1*	Stockar-Escher in Kenngott	1856	(68d)	5,355	53,30	23,97	22,01	—	0,24	—	99,52
2°	Uhrlaub in S. v. Walterssh. dunkel	1857	(147c)	5,074	51,18	24,66	23,32	—	0,02	—	99,18
3	Uhrlaub in S. v. Walterssh. hell	1857	(147c)	5,459	51,40	24,05	23,95	—	0,02	—	99,42
4	Nason in S. v. Walterssh.	1857	(147c)	—	51,48	23,54	25,14	—	0,17	0,08	100,41
5	Nason in S. v. Walterssh.	1857	(147c)	—	51,65	23,82	23,81	—	0,12	—	99,40
6°	Berendes	1864	(10)	5,564	52,02	23,11	21,35	—	—	—	99,48
7°	Berendes	1864	(10)	5,569	53,62	23,27	21,76	—	0,05	0,30	99,00
8	Petersen	1866	(99)	—	50,74	23,22	25,83	—	0,21	—	100,0
9	Petersen	1866	(99)	—	51,32	25,00	23,93	—	0,12	—	100,38
10	Bömer in Baumhauer	1896	(4f)	5,32	52,98	23,72	17,24	4,53	—	0,56	99,03
11	Jackson	1899	(132c) (131a ₁)	5,412	51,51	23,41	24,62	—	—	—	99,54
12	Jackson	1899	(wie 11)	5,421	51,62	23,62	24,91	—	—	—	100,15
13	Jackson	1899	(wie 11)	—	52,43	24,12	21,96	0,43	—	0,33	99,27
14	Prior	1919	(134b ₂)	5,453	51,11	23,37	23,22	0,74	0,76	0,21	99,98
15*	Ferrari + Curti	1934	(28)	—	50,14	—	23,88	1,002	—	0,95	—

Die Analyse 12 soll nach Berry (22c) zu Rathit II gehören.— Die Analyse 14 hat Spuren von Tl (0,23) und Cu (0,10).

Synthese: Syntheseveruche von Rösch und Hellner 1959 (112) führten zur Darstellung des monoklinen Rathit und einer rhombischen Modifikation Rathit II unter hydrothermalen Bedingungen. Rathit II darf nicht mit Sollys α -Rathit verwechselt werden. Rathit II wurde auch in der Natur beobachtet (vgl. Berry (12c)).

7. Erzmikroskopie

Die ersten erzmikroskopischen Untersuchungen an Rathit wurden von Giusca 1929/30 (35a+b) durchgeführt. Weitere Angaben finden sich in Ramdohr 1950 (106c), und 1960 (106d) mit einer Anschliffabbildung.

Giusca führt Rathit noch als rhombisch mit dem Solly'schen Achsenverhältnis auf. Rathit läßt sich wesentlich schwerer von Natriumhypochlorit anätzen als Dufrenoyisit. Das Reflexionsvermögen ist höher als bei Baumhauerit und Skleroklas, die Reflexionsfarbe ist weiß. Der Reflexionspleochroismus ist ziemlich stark mit Farbeffekten zwischen Dunkelgrün und braunviolett, was den Rathit von den anderen Sulfarseniten unterscheidet. Die Innenreflexe sind tiefrot.

Polysynthetischer Zwillingsbau nach $(074)_S = (\bar{3}01)_{Be}$ ist stets zu erkennen mit unregelmäßig und verschieden dick ausgebildeten Zwillinglamellen. Außerdem ist die Spaltbarkeit parallel $(010)_S = (100)_{Be}$ oft sichtbar. Einlagerungen von Baumhauerit werden schon ohne Nicols erkennbar und von Giusca als Verdrängung gedeutet. Dabei kristallisiert der Baumhauerit in bestimmter Orientierung längs der Spaltrisse des verdrängten Rathit aus. Auch Liveingit, Skleroklas und Hutchinsonit verdrängen den Rathit.

Manchmal kommt Rathit auch mit Skleroklas verwachsen vor. Nach Solly (131a₂), (132c) soll die zuweilen auftretende stahlgraue Farbe auf Einschlüsse von Pyrit zurückzuführen sein.

8. Vorkommen

Das hydrothermale Vorkommen im Binnental ist das einzige für Rathit. Die Syntheseveruche von Rösch und Hellner (s. o.) bestätigen die Darstellbarkeit des Minerals unter hydrothermalen Bedingungen. Auch die rhombische Modifikation, Rathit II, ließ sich in der Natur röntgenographisch nachweisen. Vgl. auch Berry 1953 (12c).

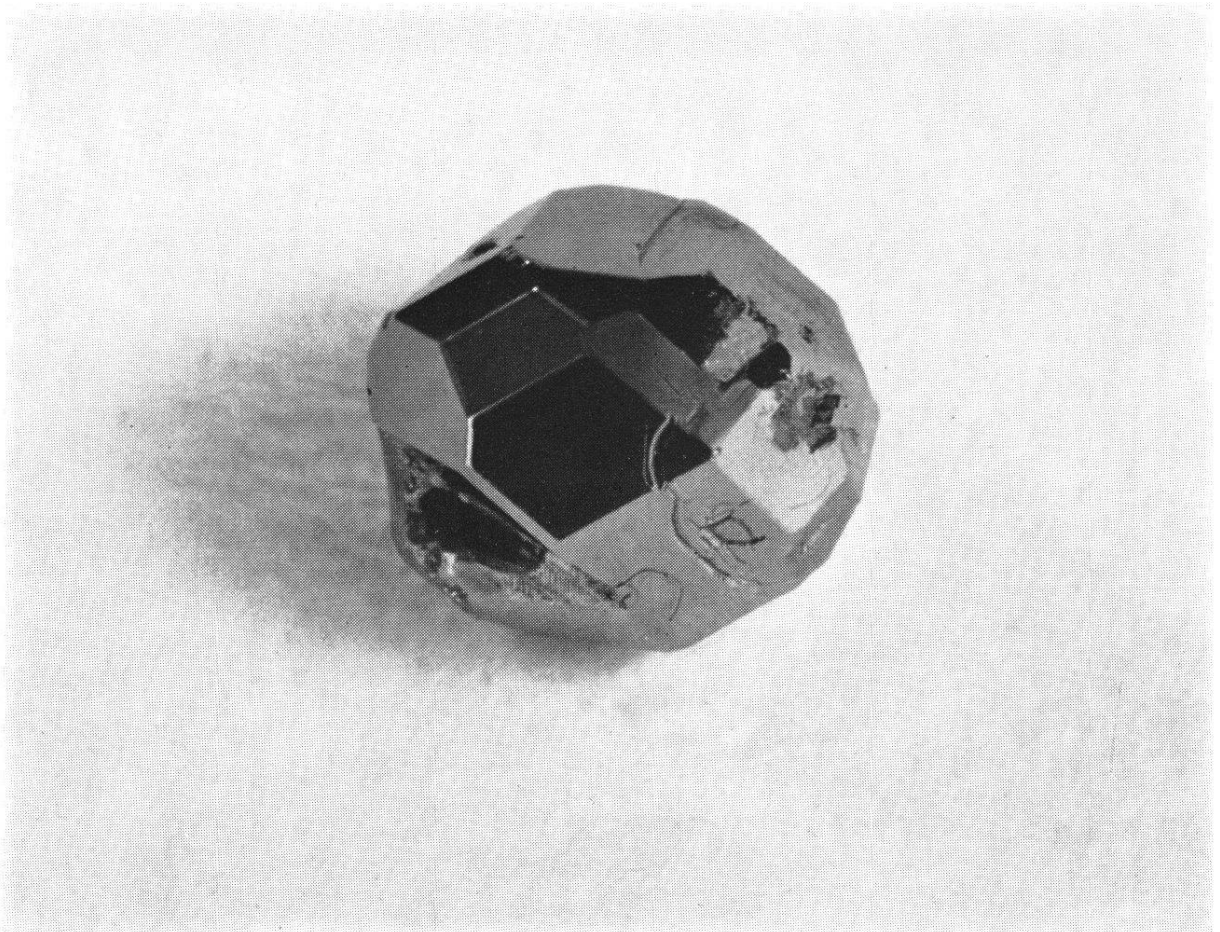
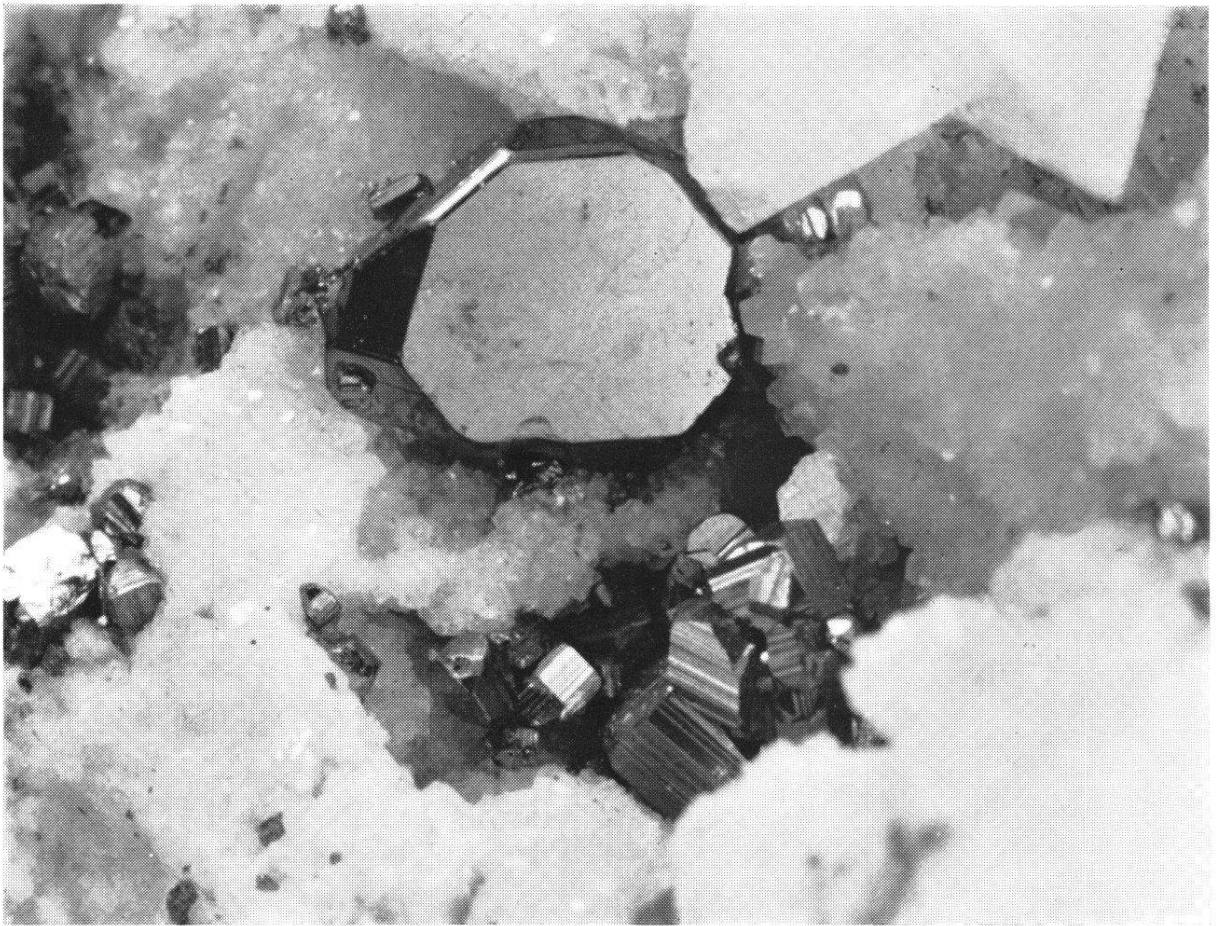


Abb. 1 u. 2. Binnite B 138 oben, B 240 unten.

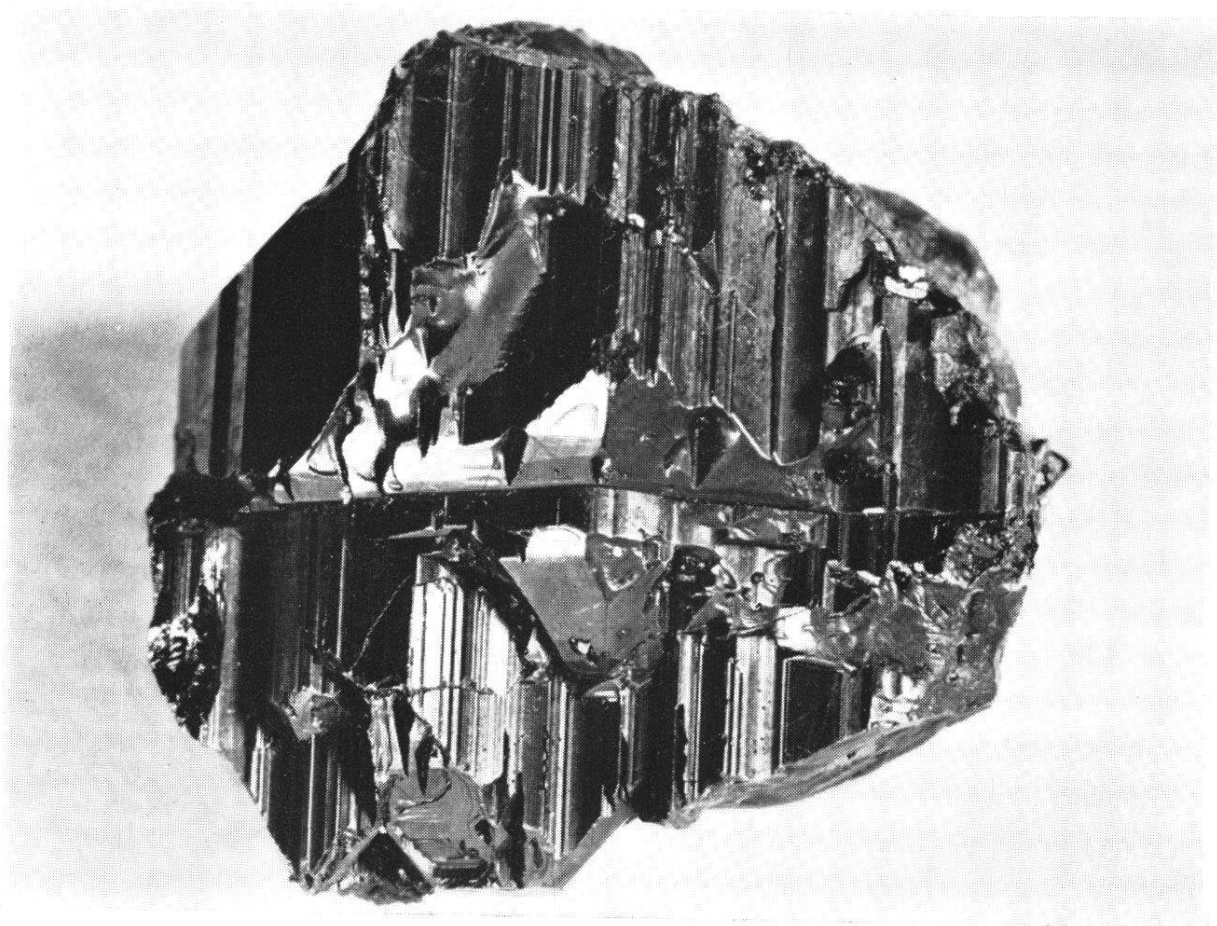


Abb. 3. Sklerklas B 153.

Abb. 4. Dufrenoyisit B 584.

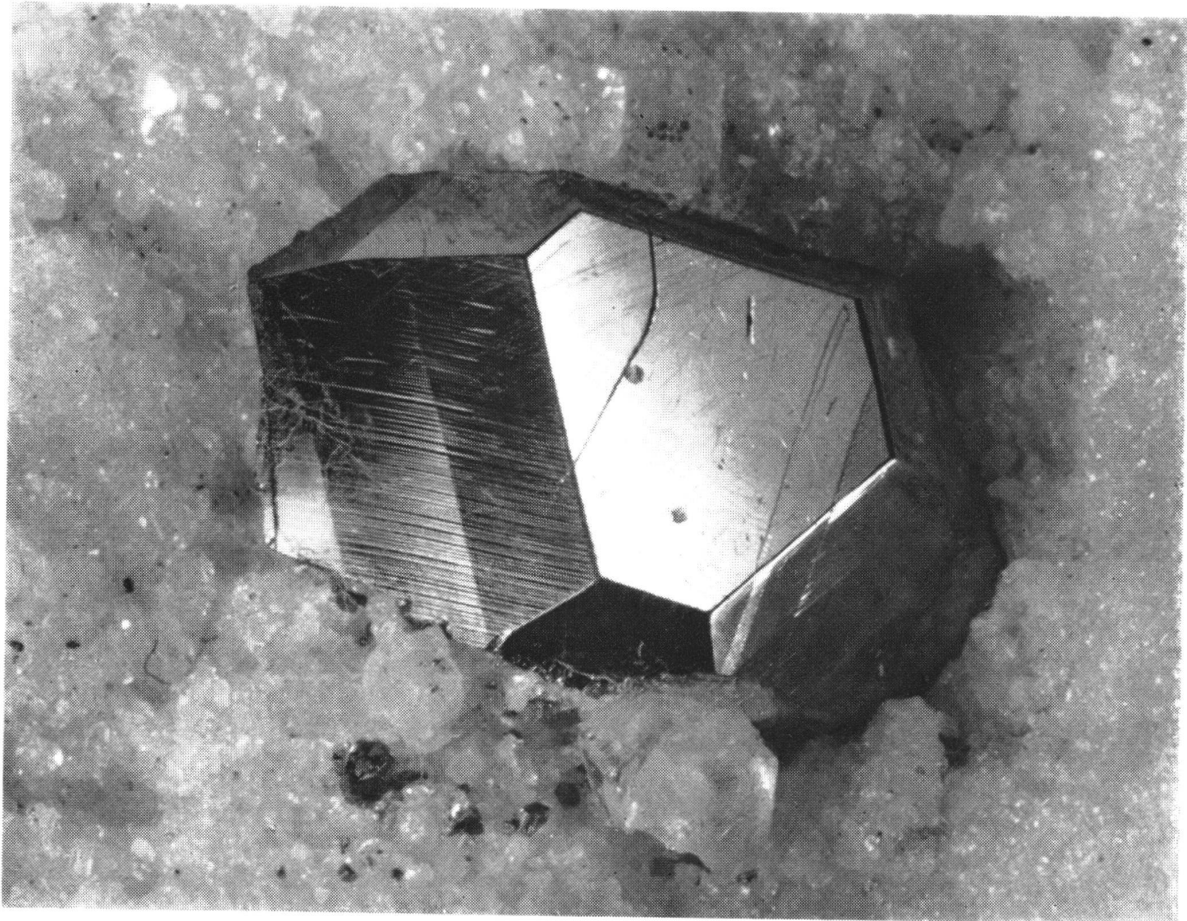


Abb. 5. Jordanit B 743.

Abb. 6. Jordanit B 60.

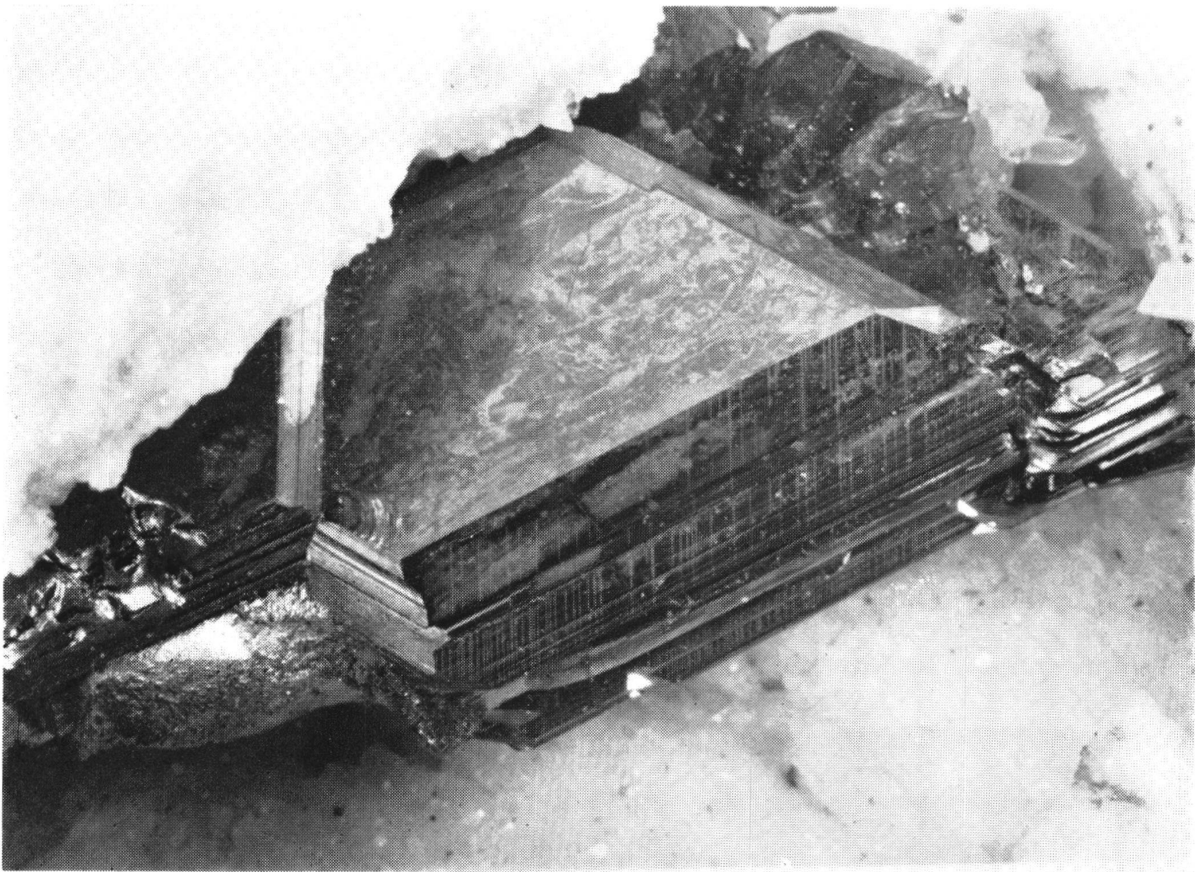
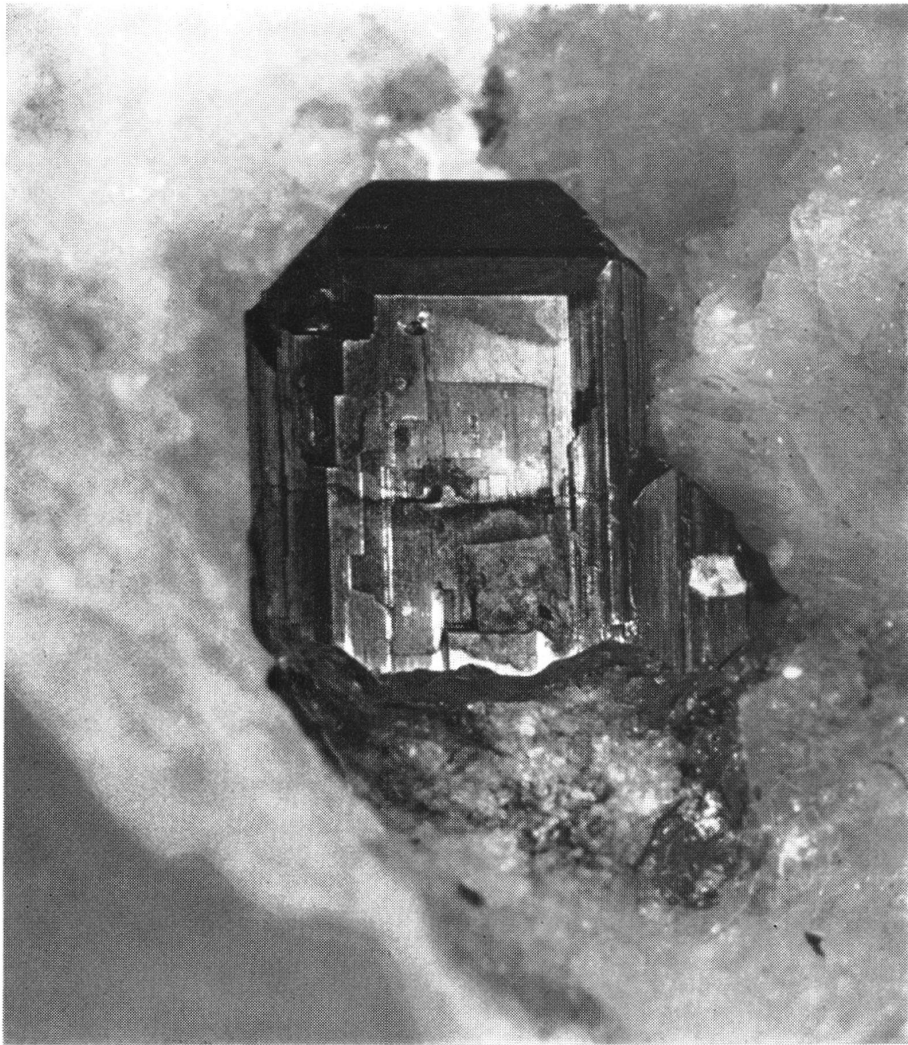


Abb. 7. Rathit B 742.

Abb. 8. Jordanit B 301.

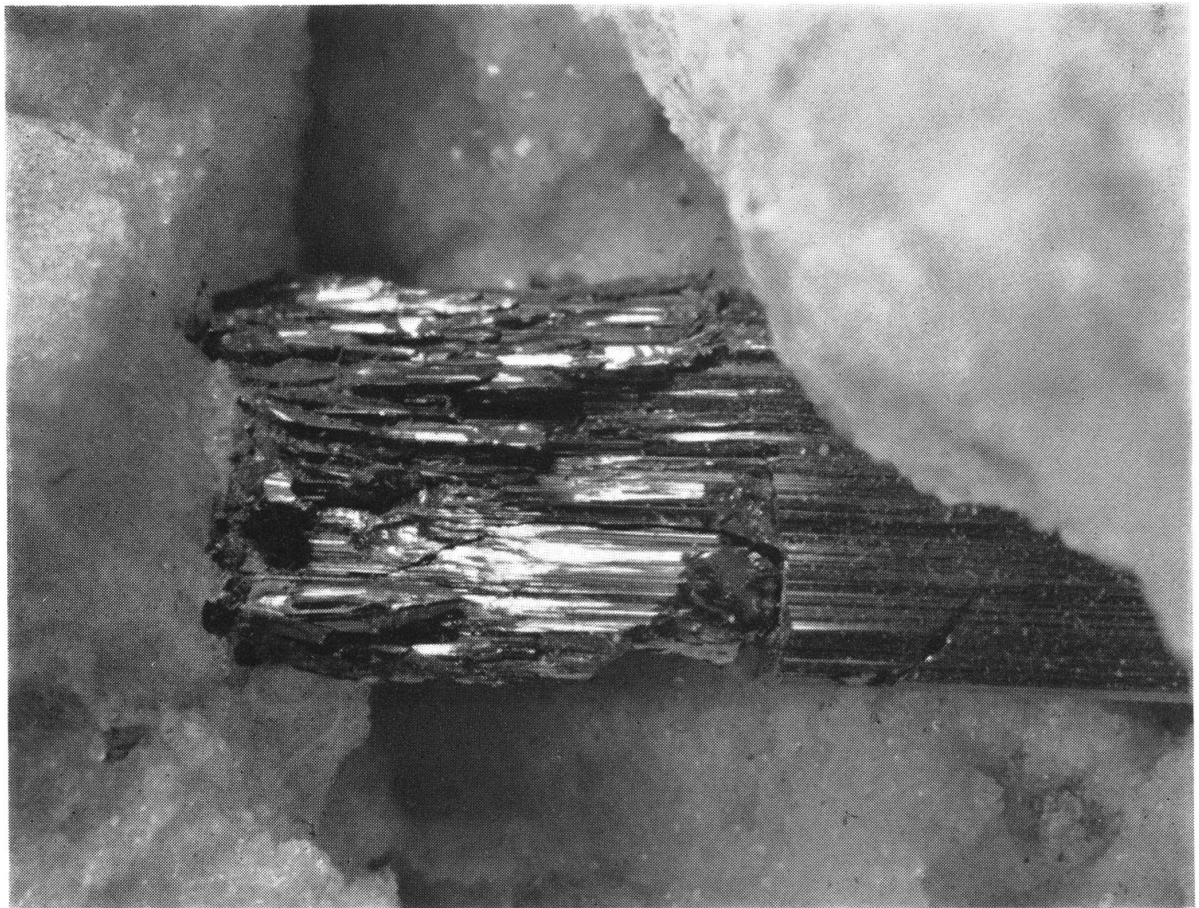
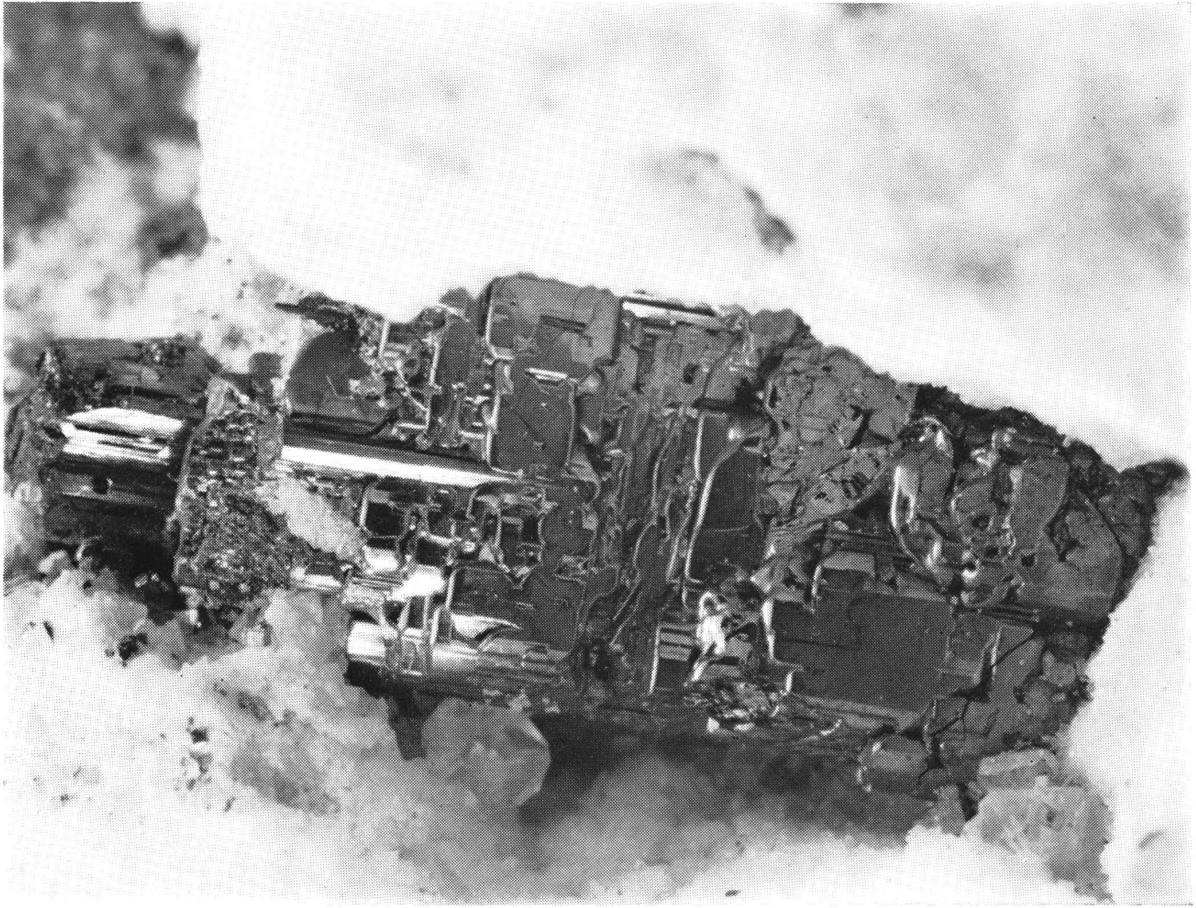


Abb. 9. Baumhauerit B 228.

Abb. 10. Seligmannit B 313.

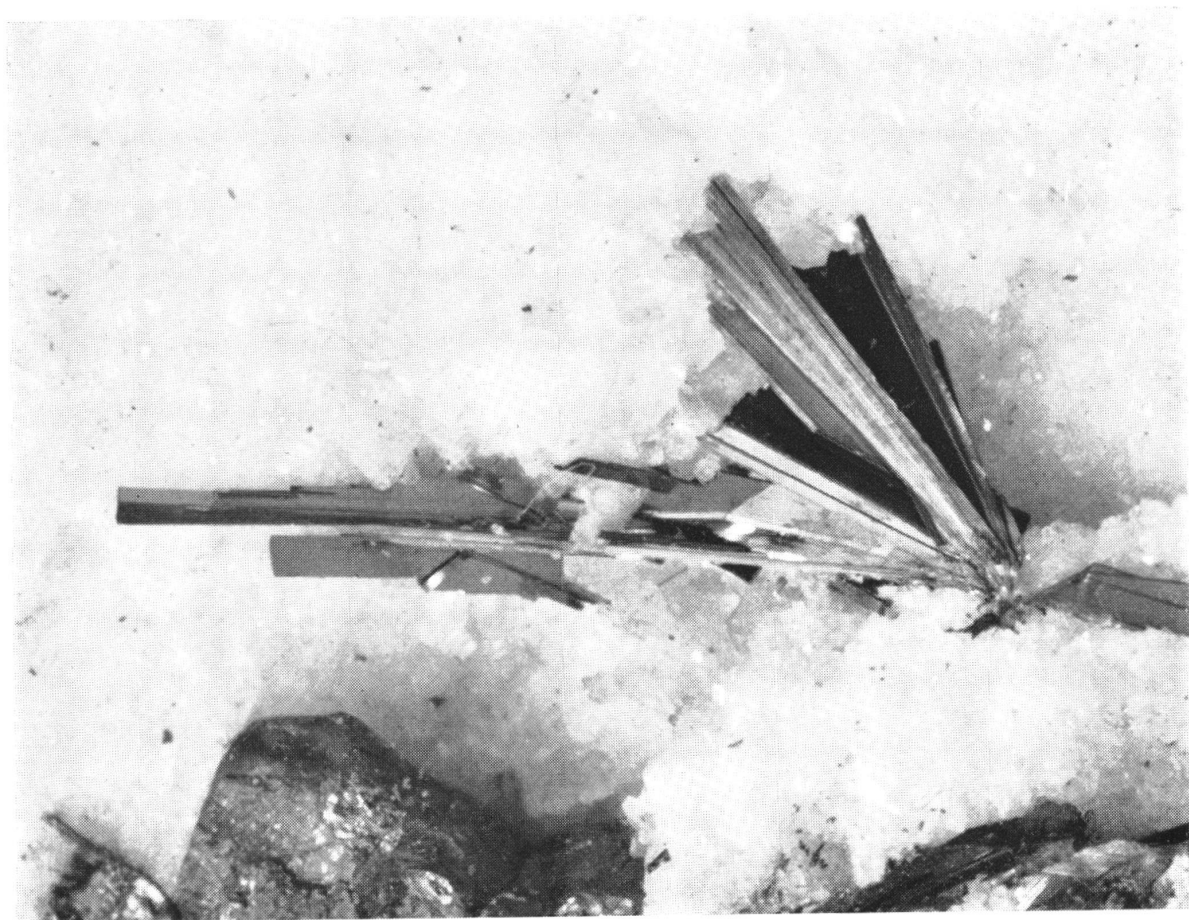
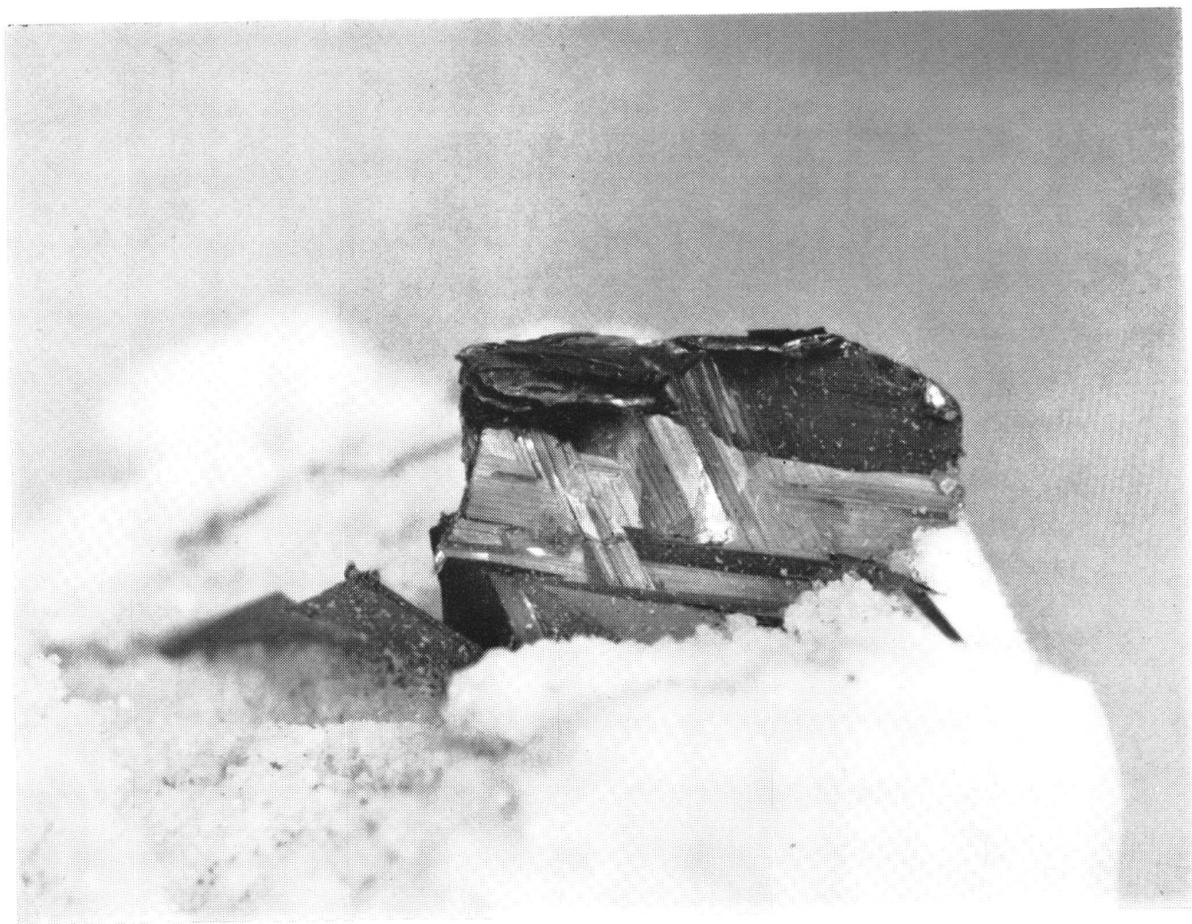


Abb. 11. Lengenbachit B 250.

Abb. 12. Lengenbachit B 242.

V. LIVEINGIT

I. Literatur

- | | |
|--|--|
| 1901 Solly u. Jackson (131b) | 1934 Huttenlocher (62a=b) |
| 1902 Solly (132d ₁) | 1934 Bader (1) |
| 1903 Baumhauer (4m) | 1934 Ferrari u. Curti (28) |
| 1903 Solly (132j) und (132f ₁) | 1940 Hiller (53) |
| 1904 Hintze (54a) | 1940 Niggli, Koenigsberger, Parker
(89) |
| 1904 Groth (38g) | 1944 Dana (18g) |
| 1905 Baumhauer (4p) | 1950 Ramdohr (106c) |
| 1909 Desbuissons (21b) | 1954 Klockmann-Ramdohr (71b) |
| 1912 Lewis (83l) | 1957 V. Ross (114) |
| 1921 Groth u. Mieleitner (39) | 1958 Hellner, Weitz, Rösch (49) |
| 1922 Klockmann (71) | 1959 Rösch u. Hellner (112) |
| 1926 Doelter u. Leitmeier (23) | 1960 H. Strunz (160) |
| 1930 Dan Giusca (35b) | 1960 Ramdohr (106d) |
| 1931 Schneiderhöhn-Ramdohr (121) | |

2. Sammlungsregister

Ohne Beleg.

3. Historisches

Die ersten Mitteilungen über dieses Mineral stammen von Solly und Jackson 1901 (131b), die ihm zu Ehren Liveing's, Prof. für Chemie/Cambridge, den Namen Liveingit gaben. Es dienten nur zwei derzeit gefundene Kristalle als Grundlage für diese Mitteilung. Eine Mitteilung über Messungen an drei weiteren Kristallen von Solly 1902, (132d₁) findet in der folgenden Literatur keine Berücksichtigung.

4. Allgemeine Ansprache des Minerals

Morphologie: Liveingit zeigt einen dem Rathit und auch dem Sartorit verwandten Habitus. Von Sartorit würde er sich durch die gute Spaltbarkeit unterscheiden.

Strich: bräunlichrot nach Giusca (35b, S. 164) 1930.

Härte: 3.

Spaltfläche parallel (100)_s nach Solly 1902. Er vermutet, daß sie verursacht ist durch polysynthetische Verzwilligung nach (100).

Farbe: bleigrau. Die Kristalle irisieren zwischen grün und rot. Desbuissons (21b), S. 107. Das Mineral ist nicht völlig opak.

5. Kristallographie

Nach den ersten Mitteilungen von Solly und Jackson 1901 (131b) hat Liveingit monokline Symmetrie mit einem Winkel $\beta = 89^\circ 45\frac{1}{2}'$. Die Kristalle haben jedoch pseudorhombischen Habitus. Die zwei, ihnen zur Verfügung stehenden Kristalle waren angelaufene Zwillingkristalle nach $(100)_s$. In der Entwicklung der Domenzone gleichen die Kristalle mehr dem Rathit, während sie in der Ausbildung der Prismenzone eher dem Sartorit gleichen; Desbuissons (21b).

Messungen an drei weiteren, neu hinzugefundenen Kristallen von Solly (132d₁) zeigen « rhombische » Symmetrie. Solly bestimmte 11 Formen: (100), (110), (011), (001), (210), (430), (540), (302), (504), (908), (101) und betont die Ähnlichkeit des Minerals mit Rathit.

Baumhauer gibt 1905 (4p) den Liveingit als monoklin an. Auch Desbuissons führt 1909 (21b) monokline Symmetrie an, indem er sich auf Solly (131b) bezieht.

1912 (831) teilt Lewis Messungen an Kristallen mit, die nach seiner Meinung Liveingit waren. Er fand zwei Hauptzonen entwickelt, die einen Winkel von 90° einschlossen. Obwohl bei Zugrundelegung trikliner Symmetrie die Flächensymbole einfachere Ziffern haben würden, glaubt er doch auf monokline Symmetrie schließen zu sollen. In Groth und Mieleitner 1921 (39) ist Liveingit monoklin mit $\beta = 90^\circ 17'$ (Achsenverhältnis unbestimmt) angegeben.

Klockmann 1922 (71) referiert in gleicher Weise; ebenso Doelter und Leitmeier 1926 (23) gemäß (131b) mit $\beta = 89^\circ 45\frac{1}{2}'$; sodann Dan Giusca 1930 (35b), Bader 1934 (1) und Dana 1944 (18g).

Zwillinge: Liveingit hat nach Solly 1902 polysynthetischen Zwillingbau nach (100), welcher Ähnlichkeit mit Rathit hat. Bei Zwillingen sei das eine Individuum meist grün, das andere rot angelaufen; Bader (1).

Struktur: Die Struktur des Liveingit ist noch nicht bekannt; Bestimmungen der Gitterkonstanten fehlen. Pulveraufnahmen von Sulfosalzen hatten Ferrari und Curti 1934 (28) durchgeführt. Nach diesen Autoren sollen Skleroklas, Liveingit, Baumhauerit und Rathit Glieder einer lückenlosen Mischungsreihe zwischen Auripigment und Dufrenoyit sein.

6. Chemismus

Die erste Mitteilung über Liveingit (131b) enthielt eine Analyse des Minerals von Jackson : Pb = 47,58 As = 26,93 S = 24,91 Summe = 99,42 woraus Jackson auf eine Zusammensetzung $4 \text{ PbS } 3 \text{ As}_2\text{S}_3$ schloß, was eine theoretische Zusammensetzung von Pb = 48,75 As = 26,64 S = 24,61 erfordern würde.

1902 (132d₁) deutete Solly diese Analyse aber als $5 \text{ PbS } 4 \text{ As}_2\text{S}_3$ (131c, S. 160), was einer theoretischen Zusammensetzung von

$$\text{Pb} = 47,52 \quad \text{As} = 27,48 \quad \text{S} = 25,00$$

entsprechen würde, und eine bessere Annäherung an die Analyse geben soll.

Solly wies daraufhin die « frei gewordene » Formel $\text{PbS} : \text{As}_2\text{S}_3 = 4 : 3$ seinem neu entdeckten Baumhauerit zu.

Baumhauer 1903 (4m) referiert mit der Formel $5 : 4$; Hintze 1904 (54a) bringt nur eine kurze Anmerkung zur Zusammensetzung. Groth 1904 (38g) notiert die Formel $5 : 4$; ebenso verfahren Groth und Mielitner 1921 (39), Klockmann 1922 (71), Doelter-Leitmeier 1926 (23), Ferrari und Curti 1934 (28), Niggli, Koenigsberger, Parker 1940 (89), Dana 1944 (18g) und Klockmann und Ramdohr 1954 (71b).

Giusca diskutiert die chemische Zusammensetzung und vertritt die Ansicht, daß auf Grund der erzmikroskopisch festgestellten Verdrängungserscheinungen Rathit \rightarrow Liveingit \rightarrow Baumhauerit \rightarrow Skleroklas umgekehrt die Formel $4 \text{ PbS } 3 \text{ As}_2\text{S}_3$ dem Liveingit und die Formel $5 \text{ PbS } 4 \text{ As}_2\text{S}_3$ dem Baumhauerit zugeordnet werden müsse. Die Umkristallisation erfolgt nach seinen Untersuchungen zu immer As-reicheren Gliedern.

Übernommen wird dieses Formelverhältnis von Huttenlocher 1934 (62a = b), Bader 1934 (1) und Hiller 1940, der für seine Systematik der Sulfosalze die chemische Zusammensetzung zugrundelegt. Obwohl alle weiteren Referenten (106d), (112), (160) die Proportion $4 : 3$ übernehmen, kann die Zusammensetzung des Liveingit nicht als gesichert angesehen werden.

Das *spezifische Gewicht* wurde von Giusca (35b) zu 5,30 bestimmt, jedoch hatte diese Probe Einschlüsse von Rathit, Baumhauerit und Hutchinsonit.

Synthese : Die hydrothermalsynthetischen Versuche von Rösch und Hellner 1959 (112) an $\text{PbS} - \text{As}_2\text{S}_3$ Verbindungen führten zu keiner

Synthese des Liveingit. Das Mineral wird von ihnen als « nicht identifizierbar » bezeichnet.

7. Erzmikroskopie

Erzmikroskopische Untersuchungen an Liveingit wurden von Dan Giusca 1930 (35b) durchgeführt. Einige Mitteilungen finden sich auch in Schneiderhähn-Ramdohr 1931 (121) sowie eine Zusammenfassung in Ramdohr 1950 (106c) und 1960 (106d).

Demnach ist Liveingit gut polierbar und (nach Giusca) durch sein Ätzverhalten leicht von den anderen Sulfosalzen unterscheidbar. Er reagiert nur langsam mit Natriumhypochlorit und bedeckt sich dabei mit einem schwarzbraunen Niederschlag, der die strukturellen Eigenschaften hervorhebt. Die Reflexionsfarbe ist rein weiß und das Reflexionsvermögen so hoch wie bei Baumhauerit. Auch unter + Ni zeigt Liveingit keinen Unterschied zu Baumhauerit, jedoch deutlich unterschiedliche Anisotropieeffekte gegenüber Rathit. Seine Polarisationsfarben sind grün-violett oder bräunlich-gelb. Die Innenreflexe sind tiefrot.

Die fast stets verzwilligten Kristalle zeigen ein Gefüge aus kleinen, unregelmäßig angeordneten Individuen, und zwar so, daß mehrere Körner davon im Anschliff zonenartig angeordnet seien (Dan Giusca). Nach Giusca verdrängt Liveingit den Rathit und wird selbst wieder durch Baumhauerit bzw. Skleroklas verdrängt. Baumhauerit sei dabei dem Liveingit in Linsen nach zwei Absonderungsrichtungen orientiert eingelagert.

8. Vorkommen

Einzigiger Fundort für Liveingit ist das Lengenbacher Dolomitvorkommen. Auf dem hydrothermalsynthetischen Wege, der die anderen Sulfosalze ohne weiteres entstehen ließ, konnte das Mineral nicht hergestellt werden, Rösch und Hellner (112).

VI. BAUMHAUERIT

1. Literatur

1901 Solly (132b)

1902 Solly (132d₂)

1902 Solly u. Jackson (131c)

1902 Solly (132e)

1903 Bauhauer (4m)

1903 Baumhauer (40)

- | | |
|----------------------------------|---|
| 1904 Solly (132g) | 1938 Palache, Richmond, Winchell (94) |
| 1904 Köchlin (72) | 1939 Hurlbut (60) |
| 1904 Hintze (54a) | 1940 Berry u. Peacock (13) |
| 1904 Groth (38g) | 1940 Hiller (53) |
| 1905 Baumhauer (4p) | 1940 Niggli, Koenigsberger, Parker (89) |
| 1906 Solly (132n) | 1942 Quervain u. Friedländer (104) |
| 1907 Solly (132q) | 1943 Harcour (44) |
| 1909 Desbuissons (21b) | 1943 Berry (12b) |
| 1913 Goldschmidt (36b) | 1944 Dana (18g) |
| 1915 Cesaro (17b) | 1950 Ramdohr (106c) |
| 1920 Schmidt (119b) | 1953 Berry (12c) |
| 1921 Groth u. Mieleitner (39) | 1954 Klockmann u. Ramdohr (71b) |
| 1922 Klockmann (71) | 1957 V. Ross (114) |
| 1926 Doelter u. Leitmeier (23) | 1958 Hellner, Weitz, Rösch (49) |
| 1928 Weber (149b) | 1959 Rösch u. Hellner (112) |
| 1929 Dan Giusca (35a) | 1959 Nowacki u. Kunz (158) |
| 1930 Dan Giusca (35b) | 1960 H. Strunz (160) |
| 1931 Schneiderhöhn-Ramdohr (121) | 1960 Ramdohr (106d) |
| 1934 Huttenlocher (62a=b) | |
| 1934 Bader (1) | |
| 1934 Ferrari u. Curti (28) | |

2. Sammlungsregister

B 80 (l: Proben 1, 2, 3, 4) (131c); B 121 (f) (NK); B 129 (l) (« Krist. I » in 131c); B 206 (f); B 207 (f); B 209 (l: 3 Stücke) (d); B 210 (f); B 211 (f) + (l: 2 Stück) (d); B 212 (f) + (l); B 213 (f) + (l); B 214 (l: 2 Stück); B 215 (f) (NK); B 216 (f) (uwM); B 219 (f) (NK) (RH-Baumhauerit II); B 220 (f) + (l); B 221 (f); B 224 (l) (d) (NK); B 228 (f) (F); B 249 (f); B 287 (f); B 291 (f) (NK); B 292 (f); B 312 (f); B 314 (f) + (l) (uwM); B 322 (f); B 391 (l) (ZW); B 392 (f); B 393 (f); B 744 (l).

B 290 ist ein Übertragungsfehler bei NK; es handelt sich um die Probe B 291, wie oben angemerkt.

3. Historisches

Das Mineral wurde zuerst von Solly 1901 (132b) erkannt und zu Ehren Prof. Baumhauers (Freiburg/Schweiz), der zahlreiche Studien an den Binnentaler Sulfosalzen ausgeführt hatte, Baumhauerit genannt.

Solly bestimmte an dem Mineral monokline Symmetrie und $\beta = 82^\circ 42\frac{3}{4}'$. Die Formel $4\text{PbS} \cdot 3\text{As}_2\text{S}_3$, die er auf den kurz zuvor gefundenen Liveingit angewandt hatte, glaubte er nun eher für Baumhauerit zutreffend. Moderne röntgenographische Untersuchungen be-

stätigen das Solly'sche Achsenverhältnis, führen jedoch auf eine Zusammensetzung $3 \text{PbS} \cdot 2 \text{As}_2\text{S}_3$.

4. Allgemeine Ansprache des Minerals

Morphologie: Die Kristalle zeigen mit Dufrenoyzit große Ähnlichkeit und lassen sich nur durch goniometrische Messungen, wobei die Zone $[100,001]_s$ des Baumhauerit schiefer entwickelt ist, unterscheiden.

Auch mit Jordanit zeigen die Kristalle große Ähnlichkeit. Unterscheidungsmerkmal ist das Fehlen der Zwillingsstreifung, wie sie für Jordanit charakteristisch ist. Auch die Strichfarbe des Baumhauerit sei charakteristisch; Solly (131c+132e).

Solly unterscheidet vier Habitusgruppen, wobei die Formen auf ein Achsenkreuz $a : b : c = 1,136817 : 1 : 0,947163$ $\beta = 82^\circ 42\frac{3}{4}'$ bezogen sind:

- 1) Prismatische Kristalle, an denen (100) und (010) größer als die anderen Flächen entwickelt sind. Die Zone [010] ist sehr flächenreich.
- 2) Tafelige Kristalle nach (100), die dem Jordanit sehr ähnlich sind. Die Fläche (100) ist Spaltrichtung. Drei der sechs von Solly beschriebenen Kristalle zeigen diesen Habitus.
- 3) Rhombische Prismen mit kleinen Endflächen, starker Entwicklung der Zone [010] und Streckung nach [010]. Diese Kristalle sind dem Dufrenoyzit sehr ähnlich.
- 4) Einfacher rhombischer Habitus; Berendes Zeichnung 1864 (10) und Sollys Kristall V.

Die *Kanten* in der Pyramidenzone und zwischen den Flächen in der Zone [001] sind mehr oder weniger gerundet. Die Prismenzone [001] ist zuweilen tief gefurcht wie bei Rathit und Dufrenoyzit. Die Zone [010] ist bestentwickelte, flächenreichste Zone. In ihr liegen Zweidrittel der gemessenen Formen. Flächen in dieser Zone, die einander gegenüber liegen, zeigen zuweilen Differenzen in den Winkeln, was Solly auf Zwillingsbildung nach einer Ebene zurückführt, die einen kleinen Winkel mit (100) bildet, wie bei Rathit und Dufrenoyzit. —

Die Fläche (100) ist stets groß und glänzend, zuweilen fein parallel [010] gestreift. Manchmal weist (100) asymmetrische Figuren und Löcher auf, zuweilen zeigt sie ein Relief aus Lamellen parallel $(100)_s$, was typisch für Baumhauerit sei. Die Flächen von (010) haben zuweilen eine Streifung parallel [001]. Die Pyramidenflächen sind zahlreich,

aber schmal. Bei einem beschriebenen Kristall (Solly : K. II) waren die Flächen der Zone $[100,021]$ rauh und löcherig ausgebildet.

Die Kristalle können recht groß werden, z. B. $22 \times 9 \times 4$ mm (Sollys Kristall VI) oder $25 \times 20 \times 10$ mm ; Solly : Nachtrag (131c).

Das Mineral ist im Binnental recht selten, jedoch nicht so selten, wie die später beschriebenen Mineralien : Lengenbachit, Seligmannit, Hutchinsonit etc.

Spaltbarkeit : nach (100) vollkommen, Bruch muschelig.

Farbe : bleigrau bis stahlgrau, zuweilen bunt angelaufen.

Glanz : metallisch.

Strich : schokoladenbraun, etwas dunkler als bei Skleroklas.

Härte : 3.

5. Kristallographie

Solly gibt in der ersten Beschreibung 1901 monokline Symmetrie an und einen Winkel $\beta = 82^\circ 42\frac{3}{4}'$ (132b).

In einem weiteren Vortrag 1902 beschreibt er neugefundene große Kristalle, die sich im Habitus von den früheren unterscheiden ; neue Formen werden bestimmt (132d₂).

Die derzeitigen Kenntnisse faßt Solly 1902 in (131c) und (132e) zusammen. Messungen an 13 Kristallen, von denen 6 näher beschrieben sind, geben die Grundlage zu dieser, auch bebilderten Arbeit. Die Beschreibung zweier weiterer Kristalle von Baumhauer ist angefügt.

Das Achsenverhältnis der monoklin-prismatischen Kristalle ist nach Solly : $a : b : c = 1,136817 : 1 : 0,947163$ $\beta = 82^\circ 42\frac{3}{4}'$. 117 Formen werden aufgeführt, von denen 76 Formen in der Zone $[010]_s$ liegen.

1903 veröffentlichte Baumhauer statistische Untersuchungen an 10 Kristallen über die Entwicklung der Flächen im Zonenverband.

In seiner Beschreibung des Lengenbacher Steinbruches 1906 (132n) erwähnt Solly, daß im Jahr 1906 auch Baumhauerite gefunden worden sind. Es seien jedoch eigentümlich verbogene und gestreifte Kristalle gewesen.

Referate mit den von Solly gefundenen Symmetrieelementen finden sich in : Groth 1904 (38g) ; Desbuissons 1909 (21b) ; Goldschmidt (36b), hier jedoch mit $\beta = 97^\circ 26'$; Groth-Mieleitner 1921 (39) ; Klockmann 1922 (71) ; Weber 1928 (149b) ; Bader 1934 (1).

Weitere Untersuchungen von Weber 1928 (149b) geben nach durch-

geführter Statistik der Flächenhäufigkeit den « Formentyp » des Minerals an : demnach gehört der Baumhauerit zu Niggli's Typ D.

Messungen mit einem Zweikreisgoniometer an Baumhauerit von Palache zeigten, daß Solly (bei korrekter Winkelmessung) in der Errechnung des Achsenverhältnisses ein Irrtum unterlaufen war. Das von Palache berichtigte Verhältnis lautet

$$a : b : c = 1,3687 : 1 : 0,9472 \quad \beta = 97^{\circ}17' \quad 1938 \quad (94).$$

Durch die folgenden röntgenographischen Untersuchungen werden die Achsenverhältnisse bestätigt. So findet Berry 1940 (13), daß das aus den Gitterkonstanten bestimmte Achsenverhältnis mit

$$a_0 : b_0 : c_0 = 2,737 : 1 : 0,948 \quad \beta = 96^{\circ}45'$$

sehr gut mit dem von Palache korrigierten Solly'schen Achsenverhältnis übereinstimmt. Vgl. auch Hurlbut (60).

Zwillinge :

- 1) nach (100) polysynthetisch ; Solly 1902 (131c), S. 323. Erkennbar an schmalen Flächen der Zone [010], die sich oszillatorisch wiederholen.
- 2) Eine zweite polysynthetische Zwillingsverwachsung beobachtet Solly 1902 (131c), welche dem Gesetz (074) für Rathit ähnlich ist, hier erkennbar an feiner Schrägstreifung der Flächen in der Zone [100,001] besonders auf den Bruchflächen. Die Zwillingssebene wurde annähernd zu (761) bestimmt.

Es kommen auch nach beiden Gesetzen zugleich verzwilligte Kristalle vor ; Solly (131c), Anhang.

Struktur : Erste Pulveraufnahmen an Baumhauerit wurden von Ferrari und Curti 1934 (28) ausgeführt, aus denen diese schlossen, daß Skleroklas, Liveingit, Baumhauerit und Rathit nur Glieder einer lückenlosen Mischkristallreihe zwischen Auripigment und Dufrenoy'sit seien.

Die erste Bestimmung der Gitterkonstanten von Hurlbut 1939 (60) führte auf die Werte :

$$a_0 = 22,68 \quad b_0 = 8,32 \quad c_0 = 7,92 \quad \beta = 97^{\circ}17', \text{ also}$$

$a_0 : b_0 : c_0 = 2,7263 : 1 : 0,9524$ mit der Raumgruppe $P 2_1/m$ und dem Zellinhalt $Pb_{12} As_{18} S_{39} = 3(4PbS \cdot 3 As_2S_3)$.

Weitere Röntgenuntersuchungen von Berry und Peacock 1940 (13) führten auf Gitterkonstanten, die mit den Werten Hurlbut's gut übereinstimmen :

$$a_0 = 22,69 \pm 0,03 \quad b_0 = 8,29 \pm 0,02 \quad c_0 = 7,86 \pm 0,1 \quad \beta = 96^{\circ}45' \pm 30'.$$

Die Aufstellung ist die gleiche wie bei Solly: Spaltbarkeit parallel (100); jedoch ist der von ihnen bestimmte Zellinhalt $4(3\text{PbS} \cdot 2\text{As}_2\text{S}_3) = \text{Pb}_{12} \text{As}_{16} \text{S}_{36}$. Die daraus berechnete Dichte ist 5,43.

Harcourt 1943 (44) bringt in seinen « Tables for the identification » das Pulverdiagramm von Baumhauerit.

Rösch und Hellner 1959 (112) geben wie Berry 1953 (12c) die Gitterkonstanten des Baumhauerit in naher Übereinstimmung mit Berry-Peacock und Hurlbut mit

$$a_o = 22,74 \text{ \AA} \quad b_o = 8,33 \text{ \AA} \quad c_o = 7,89 \text{ \AA} \quad \beta = 97^\circ 25' \quad \alpha = \gamma = 90^\circ$$

jedoch mit einer Raumgruppe $\text{P}\bar{1}$ an.

Den Zellinhalt bestimmten sie wie Berry und Peacock und geben die Formel $3\text{PbS} \cdot 2 \text{As}_2\text{S}_3$ an. Neben der Synthese von Baumhauerit gelang ihnen die Synthese von Baumhauerit II, einer weiteren Modifikation des Minerals mit den Konstanten:

$a_o = 2 \times 22,75_5$ $b_o = 8,30_5$ $c_o = 7,90_2$ $\beta = 97^\circ 30'$ der Raumgruppe $\text{P}\bar{1}$. Ein von ihnen röntgenographisch bestimmter Baumhauerit der Freiburger Sammlung erwies sich röntgenographisch als Baumhauerit II. Die genaue Zusammensetzung des Baumhauerit II ist noch unbestimmt.

Ramdohr (106d) 1960 gibt die Gitterkonstanten des Baumhauerit als:

$$a_o = 22,68, \quad b_o = 8,32, \quad c_o = 7,92 \quad \beta = 96^\circ 45' \quad Z = 4(\text{Pb}_3\text{As}_4\text{S}_9)$$

Raumgruppe C_{2h}^5 an.

Versuche, die Sulfosalze auf Grund ihrer Strukturen zu klassifizieren, gingen von Berry 1943 (12b) aus und wurden von V. Ross und besonders von Weitz, Rösch, Hellner 1958 (49) fortgesetzt.

6. Chemismus

Die erste und bisher einzige Analyse des Baumhauerit wurde 1902 (131c) von Jackson ausgeführt und ergab:

$\text{Pb} = 48,86$; $\text{S} = 24,39$; $\text{As} = 26,42$; Summe = 99,67; Dichte 5,329. Solly deutet sie als $4\text{PbS} \cdot 3\text{As}_2\text{S}_3$ und glaubt, daß diese Formel, die er ursprünglich dem kurz zuvor entdeckten Liveingit zugeordnet hatte, doch besser zu Baumhauerit passe. Die theoretische Zusammensetzung würde $\text{Pb} = 48,75$; $\text{As} = 24,61$; $\text{S} = 26,64$ verlangen.

Solly meint, daß die von Uhrlaub 1855 von vermeintlichem Skleroklas vorgenommene Analyse: $\text{Pb} = 47,58$; $\text{S} = 24,66$; $\text{As} = 25,74$; $\text{Ag} = 0,94$; Summe = 98,92; spez. Gew. = 5,405 (siehe Solly und Jack-

son 132c, Analyse 8) in der Zusammensetzung mit Baumhauerit übereinstimmt.

Mit dem Verhältnis $\text{PbS} : \text{As}_2\text{S}_3 = 4 : 3$ führen die nachfolgenden Verfasser das Mineral auf : Baumhauer 1904 (4m) ; Hintze 1904 (54a), S. 1145, nur mit kurzer Erwähnung ; Groth 1904 (38g) ; Desbuissons 1909 (21b) ; Cesàro 1915 (17b), der auf Grund der chemischen Verhältnisse eine Systematik der Sulfosalze aufzustellen versucht ; Groth-Mielitner 1921 (39) ; Klockmann 1922 (71) ; Doelter-Leitmeier 1926 (23).

Giusca 1929/30 (35a+b) hält auf Grund der chalkographisch festgestellten Verdrängungserscheinungen (die Entwicklung verläuft zu immer As-reicheren Gliedern) die Formel $\text{PbS} : \text{As}_2\text{S}_3 = 5 : 4$ für Baumhauerit wahrscheinlicher und ordnet $4\text{PbS} \cdot 3\text{As}_2\text{S}_3$ dem Liveingit zu. Wie in Dana 1944 (18g) betont ist, hat die Formel $5 \text{PbS} \cdot 4\text{As}_2\text{S}_3$ für Baumhauerit weder durch die Analyse noch durch die Strukturuntersuchungen eine Bestätigung gefunden.

Mit der von Giusca vorgeschlagenen Zusammensetzung wird das Mineral von Hiller 1940 (53) referiert ; ebenso von Bader 1934 (1) erwähnt. In Niggli, Koenigsberger, Parker 1940 (89) wird die Frage $\text{PbS} : \text{As}_3\text{S}_3 = 4 : 3$ oder $5 : 4$ offen gelassen. Das Buch gibt jedoch S. 565 für Baumhauerit die theoretische Zusammensetzung von $5 \text{PbS} \cdot 4\text{As}_2\text{S}_3$ an.

Eine 1934 ((28), S. 166) von Ferrari und Curti vorgenommene Analyse gab :

$\text{PbS} = 47,52$; $\text{As}_2\text{S}_3 = 49,79$; $\text{Sb}_2\text{S}_3 = 0,04$; Summe = 97,35
aus der sie ein Verhältnis von $\text{PbS} : \text{As}_2\text{S}_3 = 0,982$ berechneten. Nach der Formel Solly's müßte das Verhältnis jedoch 1,33 sein. Die Analyse ist also dem Skleroklas mit 1,00 ähnlicher. Auch die ausgeführten Pulverdiagramme waren mit denen von Skleroklas identisch. Der Analyse lag also wohl ein falsch etikettiertes Exemplar zugrunde, zumal Pulveraufnahmen an einem anderen Baumhaueritkristall von Skleroklas abweichende Werte ergaben ; aus dieser Pulveraufnahme schlossen sie, daß das Mineral eine Zusammensetzung nahe der Baumhaueritformel Solly's haben könne.

Auf Grund der Röntgenuntersuchungen von Berry und Peacock 1940 (13) hätte Baumhauerit die Zusammensetzung $3\text{PbS} \cdot 2\text{As}_2\text{S}_3$. Sie ziehen diese Formel der von Hurlbut 1939 (60) röntgenographisch bestimmten Zusammensetzung $4\text{PbS} \cdot 3\text{As}_2\text{S}_3$ vor ; ebenso Rösch und Hellner 1959 (112).

Das *spez. Gewicht* wird von Solly 1902 (131c) mit 5,329 angegeben. Giusca 1929/30 (35a+b) führte 3 Messungen aus, die 5,27 ; 5,28 ; 5,33 ergaben. Wenn Rathit beigemennt ist, steigt nach Giusca der Wert auf 5,36. Ferrari und Curti 1934 (28) geben 5,40 an. Die von Berry und Peacock 1940 (13) berechnete Dichte auf Grund der röntgenographisch gefundenen Zusammensetzung ist 5,43.

Synthese: Rösch und Hellner gelang 1959 (112) neben der Hydrothermalsynthese des Baumhauerit aus den Ausgangskomponenten PbS und As_2S_3 auch die Synthese des Baumhauerit II, einer anderen Modifikation des Minerals, dessen chemische Zusammensetzung aus Mangel an Material noch nicht bestimmt werden konnte. Beide Mineralien kristallisieren in derselben Raumgruppe $P\bar{1}$.

7. Erzmikroskopie

Ausschliffuntersuchungen gehen auf Giusca 1929/30 (35a+b) und Schneiderhöhn-Ramdohr 1931 (121) zurück. Eine Zusammenfassung in Anlehnung an Giusca enthält Ramdohr 1950 (106c) und 1960 (106d).

Baumhauerit ist gut polierbar, sein Reflexionsvermögen ebenso hoch wie bei Sartorit und mit reinweißer Farbe. Beide Mineralien unterscheiden sich jedoch durch den Reflexionspleochroismus, der bei Sartorit fast fehlt, bei Baumhauerit jedoch stark ist mit Polarisationsfarben: grün-violett (oder seltener blaugrün-gelb). Natriumhypochlorit greift Baumhauerit schnell an und gibt nach 3 Sekunden eine tiefblaue Beschlagsfarbe, was als Bestimmungsmerkmal für das Mineral dienen kann.

Die Innenreflexe sind tiefrot und lassen lamellenartig inhomogene Partien bei sonst unverzwilligten Kristallen erkennen. Oft zeigt Baumhauerit auch ein Gefüge aus körnigen Aggregaten mit runden Flächen, die durch spätere Stoffzufuhr zusammengekittet wurden.

Polysynthetische Zwillinge nach $(100)_s$ sind häufig, und zwar mit regelmäßiger Anordnung und gleicher Breite der Lamellen, was das Mineral von Dufrenoyisit und Skleroklas unterscheidet.

Baumhauerit ersetzt nach Giusca die Sulfosalze Rathit und Liveingit, in denen er auf Spalt- und Absonderungsrissen auskristallisiert; er selbst wird verdrängt von Skleroklas und Hutchinsonit. Es ist also verständlich, daß nicht nur isoliert wachsende Kristalle vorkommen, sondern auch Aufwachsungen. So beschreibt Solly 1904 (132g) Selig-

mannite, die auf Baumhauerit und Dufrenoyisit aufgewachsen waren. 1907 (132q) beschreibt Solly regelmäßige Verwachsungen von Baumhauerit mit Sartorit.

8. Vorkommen

Die Versuche von Rösch und Hellner erweisen, daß das Mineral hydrothermal entstehen kann.

Als große Seltenheit ist Baumhauerit auch von einer anderen Lagerstätte (Cerro de Pasco) beschrieben worden: Ramdohr 1950 (106c) und (106d). Ferner ist ein Kristall aus der Zuni Mine, Silverton/Colorado von Berry und Peacock 1940 (13) auf Grund von Pulverdiagrammen als Baumhauerit erkannt worden.

VII. SELIGMANNIT

I. Literatur

- | | |
|------------------------------------|---|
| 1901 Baumhauer (4k) | 1928 Palache (93) |
| 1902 Solly (132d ₂) | 1928 Weber (149b) |
| 1902 Solly (132e) | 1930 Dan Guisca (35b) |
| 1902 Baumhauer (4 l) | 1931 Schneiderhöhn-Ramdohr (121) |
| 1903 Baumhauer (4m) | 1934 Huttenlocher (62a=b) |
| 1904 Solly (132g) | 1934 Bader (1) |
| 1904 Köchlin (72) | 1935 Hofmann (55) |
| 1904 Hintze (54a) | 1940 Sztrokay (138) |
| 1904 Groth (38g) | 1940 Hiller (53) |
| 1905 Solly (132 i) | 1940 Niggli, Koenigsberger, Parker (89) |
| 1905 Solly (132m ₁) | 1941 Frondel (31) |
| 1905 Baumhauer (4p) | 1942 Quervain u. Friedländer (104) |
| 1906 Solly (132m ₂) | 1942 Harcour (44) |
| 1906 Solly (132n) | 1943 Berry (12b) |
| 1908 Prior (103e) | 1944 Dana (18g) |
| 1909 Desbuissons (21b) | 1950 Ramdohr (106c) |
| 1910 Prior (103f) | 1954 Klockmann u. Ramdohr (71b) |
| 1911 Solly (132s ₁) | 1955 Hellner u. Leineweber (47) |
| 1912 Solly (132s ₂) | 1956 Leineweber (82b) |
| 1915 Cesàro (17b) | 1957 V. Ross (114) |
| 1921 Groth u. Mieleitner (39) | 1958 Hellner, Weitz, Rösch (49) |
| 1922 Klockmann (71) | 1960 H. Strunz (160) |
| 1923 Goldschmidt Atlas Bd. 8 (36b) | 1960 Ramdohr (106d) |
| 1926 Doelter u. Leitmeier (23) | |

2. Sammlungsregister

B 257 (f) ; B 258 (f) ; B 259 (f) ; B 260 (f) ; B 270 (f) ; B 313 (f) (F) ; B 347 (f) ; B 347a (l : Proben 1, 2, 3, 4) ; B 417 (l) (auf Seite 611 bis 614 in 4 l) ; B 602 (l) (« Krist. III + IV » in 4k) ; B 617 (f) ; B 618 (l : 3 Stück) (einer davon : « Krist. 1 » in 4k) ; B 619 (f) (« Krist. II » in 4k) ; B 620 (l : 4 Stücke).

Die Kristalle sind meist auf anderen Sulfarseniten aufgewachsen.

3. Historisches

Erste Mitteilungen über dieses Mineral stammen von Baumhauer 1901 (4k), Baumhauer gab dem als rhombisch bestimmten und mit Bournonit homöomorphen Mineral den Namen Seligmannit, zu Ehren Gustav Seligmanns, Bankier in Koblenz (1849-1920). Zahlreiche kristallographische Messungen wurden von Solly ausgeführt. Die chemische Analyse geht auf Prior 1908 (103e) zurück, und führt, wie Baumhauer 1901 vermutet hatte, auf die Zusammensetzung $\text{Cu}_2\text{S} \cdot 2\text{PbS} \cdot \text{As}_2\text{S}_3$. Analyse und Achsenverhältnisse wurden durch Röntgenuntersuchungen bestätigt.

4. Allgemeine Ansprache des Minerals

Morphologie: Manche Kristalle von Seligmannit gleichen im ersten Augenblick solchen von Binnit ; Baumhauer (4k) und Solly (132m₂), S. 186. Auch die Flächen sind wie bei Binnit oft sehr glänzend. Durch Winkelmessung läßt sich der Seligmannit jedoch leicht von Binnit unterscheiden.

Die Seligmannitkristalle sind meist verzwilligt. Sie sitzen fast immer als kleine Kriställchen auf größeren Kristallen der anderen Sulfosalze wie Dufrenoyisit, Rathit, Baumhauerit auf. Meist sind also die Kristalle sehr klein ; ausnahmsweise können sie jedoch recht groß werden, z. B. $10 \times 7 \times 5$ mm ; ein weiterer war sogar 20 mm lang (Solly, 132n). Im Binnentaler Dolomit ist das Mineral selten. Nach Baumhauer (4k) lassen sich drei Habitusgruppen unterscheiden :

- 1) Isometrisch, dem Binnit ähnlich (Baumhauers Kristall I).
- 2) Säulig mit Streckung parallel [001] (Baumhauers Kristall II).
- 3) Manchmal etwas tafelig nach (110).

Allgemeine Merkmale :

Die Flächen sind ausnahmslos auf die primitiven Zonen wie [100], [110], [111] etc. zu beziehen.

Die Basis, oft mit beiden Flächen entwickelt, ist meist ziemlich groß. Sie und die sich um sie gruppierenden Flächen (101), (011), (211), (112), (213), z. T. (111) sind am besten entwickelt und im allgemeinen vollkommen ausgebildet. Weniger gut ausgebildet sind die Flächen der Prismenzone: sie sind oft gestreift und zeigen wegen Zwillingsverwachsungen oft mehrfache Reflexe. (100) oft groß, (010) manchmal gut entwickelt, (110) immer groß und gestreift. Die Streifung von (110) verläuft parallel zu der Kante $[110, 431]$. Solly (132e) (132s) beobachtete, daß die Streifung auf (110) auch parallel zu den Kanten der benachbarten Flächen (100), (001) und (111) vorkommt. Manchmal ist eine feine Streifung parallel $[1\bar{1}\bar{1}]$, aber nicht auch parallel $[\bar{1}1\bar{1}]$ vorhanden, wie es von der Symmetrie des Minerals verlangt würde. Bei einem unverzwilligten Kristall ist auch Streifung auf den Flächen (131), (121) und (111) beobachtet worden. Die Flächen (031) zeigten eine Streifung parallel der Kante mit (010).

Strich: Schokoladebraun; Solly 1902 (132d₂+e); einer der Kristalle, Solly 1912 (132s₂), zeigte einen mehr schwarz-purpurnen Strich.

Farbe: bleigrau.

Glanz: metallisch.

Spaltbarkeit: Es wurde durchweg keine Spaltbarkeit beobachtet (Solly 132e); nur an einem Kristall bemerkte Solly 1912 (132s₂) eine sehr schlechte, dem Bournonit analoge Spaltbarkeit parallel (100), (010) und (001). Der Bruch ist muschelrig.

Härte: 3 (Solly 132e).

Das Mineral ist opak und spröde.

5. Kristallographie

Zu der ersten Beschreibung des Minerals von Baumhauer 1901 (4k) standen fünf Kristalle (davon zwei 3 bis 4 mm groß) zur Verfügung, an denen er rhombische Symmetrie und ein Achsenverhältnis von

$$a : b : c = 0,92804 : 1 : 0,87568$$

bestimmte. Alle fünf Kristalle waren, wie er feststellte, verzwilligt nach (110). 15 Formen konnten von Baumhauer bestimmt werden: (100), (010), (001), (110), (210), (120), (130), (510), (101), (011), (111), (211), (112), (213), (431). In drei Abbildungen werden die Verhältnisse dargestellt.

Im Juni 1902 beschreibt Baumhauer einen weiteren Zwillings-

kristall, der neben Binnit auf Dolomit saß, und den er in einer Abbildung darstellt. 6 neue Formen wurden gemessen: (410), (021), (071), (013), (311), (1.10.2), (031) ?.

1902 (132d₂) beschreibt Solly weitere Kristalle von Seligmannit auf Dufrenoyisit. Er bestimmt 10 neue Formen, und ermittelt ein Achsenverhältnis von $a : b : c = 0,92332 : 1 : 0,87338$, was die Baumhauerischen Achsenverhältnisse bestätigt.

Näher ausgeführt werden diese Messungen von Solly 1902 (132e). Der größte Seligmannit von 12 Exemplaren war $2 \times 1\frac{3}{4} \times \frac{3}{4}$ mm groß. Statt der 10 neuen Formen werden nun 12 mitgeteilt, nämlich (310), (025), (102), (103), (104), (105), (212), (322), (113), (229), (331), (441).

Weitere Zwillingkristalle von Seligmannit, die auf Dufrenoyisit und Baumhauerit aufgewachsen waren, werden von Solly 1904 (132g) beschrieben. Kurze Bemerkung hierüber auch 1905 in (132i), S. 82.

Die Handbücher referieren Baumhauers oder Sollys Werte: Hintze (54a) nach Baumhauer, Groth 1904 (38g) nach Solly.

Von einem weiteren, sehr großen Seligmannit, dem ersten unverzwilligten Kristall, berichtet Solly 1905 (132m₁). An ihm wurden 45 Formen beobachtet, wovon 22 neu waren. Nähere Mitteilungen hierüber veröffentlicht Solly 1906 (132m₂). Die an dem $10 \times 7 \times 5$ mm großen Kristall (dort Abb.) neuen Formen sind: (320), (610), (061), (601), (703), (201), (203), (12 1 2), (713), (613), (611), (14.3 6), (413), (313), (312), (733), (533), (323), (233), (131), (261), (161).

1906 wurde ein weiterer, intim mit Rathit verwachsener, 20 mm langer Kristall gefunden; Solly 1906 (132n). Eine private Mitteilung über diesen findet sich in Desbuissons 1909 (21b), S. 118, eine Beschreibung in Solly 1912 (132s₂) mit Abb. Der Kristall ließ acht neue Formen erkennen: (540), (450), (140), (160), (180), (181), (541), (451).

Messungen an zwei 1911 gefundenen Seligmanniten teilt Solly 1911 (132s₁) mit. Sie waren mit anderen auf den Bruchflächen von Dufrenoyisit aufgewachsen und zeigten sechs neue Formen: (781), (561), (341), (651), (972), (752). Die nähere Beschreibung mit Abbildung enthält eine Arbeit Sollys 1912 (132s₂). Damit sind ca. 70 Formen an Seligmannit bestimmt.

Weber untersucht 1928 (149b) die Entwicklung der einzelnen Formen und der Flächen im Zonenverband. Die flächenreichsten Zonen sind [100], [110], [111] und die sich durch Permutation der Indices daraus ergebenden. Von 73 beobachteten Formen gehören bis auf 6

alle hierzu. Die dichtest besetzte Zone ist [100]. Weber rechnet Seligmannit zu Niggli's hypokubisch-hexaedrischem Typ.

Palache fand 1928 (93) an Seligmannit von Bingham/Utah ein Achsenverhältnis $a : b : c = 0,9233 : 1 : 0,8734$. Es bestätigt die Werte von Baumhauer und Solly. Der beschriebene Kristall ist dem Binnentaler Seligmannit sehr ähnlich, jedoch im Habitus tafelig nach (001).

Zwillinge:

- 1) Einfache Zwillinge nach (110) sind die Regel, wie Baumhauer schon 1901 (4k) erkannte. Die Basisflächen der beiden Individuen fallen in eine Ebene. Die Kristalle bestehen jedoch manchmal aus zwei nicht genau parallel verwachsenen Individuen, wodurch gewisse Flächen der Prismenzone doppelte Reflexe geben.
- 2) Lamellenzwillinge nach (110) und $(\bar{1}10)$ beschreiben Baumhauer (4k), Solly (132e).

Handbücher: Groth-Mieleitner 1921 (39) mit Sollys Achsenverhältnis; Klockmann 1922 (71); Goldschmidt-Atlas Bd. 8 1923 (36b) mit ausführlichen Angaben; Doelter-Leitmeier 1926 (23) mit Sollys Achsenverhältnissen; ebenso Giusca 1930 (35b); Bader (1) 1934 nach Solly; Hiller 1940 (53) nach Baumhauer; Niggli, Koenigsberger, Parker 1940 (89) nach Solly; Dana 1944 (18g); Klockmann-Ramdohr 1954 (71b).

Struktur: Für Bournonit wurden von Oftedal (Z. Krist. 83, 157/1932) die Gitterkonstanten zu $a_0 = 8,10 \text{ \AA}$, $b_0 = 8,65 \text{ \AA}$, $c_0 = 7,75 \text{ \AA}$ ($\pm 0,05$), $Z = 4$ (PbCuSbS_3), Raumgruppe D_{2h}^{13} bestimmt. Ihm wird Seligmannit von Hiller 1940 (53) als isotyp parallelisiert.

Erste Messungen der Gitterkonstanten an einem Seligmannit von Bingham nach der Weißenbergmethode wurden von Frondel 1941 (31) ausgeführt. Sie führten auf die Gitterkonstanten:

$$a_0 = 8,04 \quad b_0 = 8,66 \quad c_0 = 7,56 \quad \pm 0,05 \text{ \AA},$$

die Raumgruppe $Pnmm$ und den Zellinhalt $4(\text{CuPbAsS}_3)$, was mit den Werten des Bournonit gut übereinstimmt. Das berechnete Achsenverhältnis $a_0 : b_0 : c_0 = 0,928 : 1 : 0,873$ entspricht den von Baumhauer und Solly berechneten Werten.

Harcour 1942 (44) bringt in seinen « Tables for the identification » das Röntgendiagramm des Seligmannit von Butte/Montana. Das Mineral hat ein sehr linienreiches Spektrum. Bournonit zeigt ein fast identisches Diagramm.

Die von Hellner und Leineweber 1955 (47), sowie Leineweber 1956 (82b) gemessenen Gitterkonstanten sind

$$a_0 = 8,081 \text{ \AA} \quad b_0 = 8,747 \text{ \AA} \quad c_0 = 7,636 \text{ \AA} \quad \pm 0,012\%$$

und weichen nur wenig von den durch Frondel bestimmten Werten ab. Strukturuntersuchungen an Bournonit und Seligmannit wurden mit Hilfe der Superpositionsmethoden durchgeführt. Die von Frondel angenommene Raumgruppe D_{2h}^{13} ließ sich nicht aufrechterhalten. Ihr wurde die Raumgruppe C_{2v}^7 vorgezogen. Bis auf kleine Parameterunterschiede sind die Strukturen von Seligmannit und Bournonit identisch.

6. Chemismus

Bei der ersten Mitteilung durch Baumhauer 1901 (4k) stand eine Analyse des Minerals noch aus. Wegen der großen Ähnlichkeit in Habitus und kristallographischen Konstanten mit Bournonit und wegen der Ähnlichkeit der Farbe mit anderen Sulfosalzen schloß Baumhauer, daß Seligmannit die dem Bournonit analoge As-Verbindung sei, mit einer Formel $Cu_2S \cdot 2PbS \cdot As_2S_3$.

1902 (132d₂) stellt Solly in Seligmannit die Anwesenheit von Cu qualitativ fest. Eine qualitative Analyse von Fenton in Solly 1902 (132e) wies Cu, Pb, S und As nach.

Die ersten quantitativen Analysen wurden von Prior 1908 (103e) und Prior 1910 (103f) durchgeführt. Sie bestätigten Baumhauers Vermutung und ergaben die Zusammensetzung $2PbS \cdot Cu_2S \cdot As_2S_3$.

	I	II
Pb =	46,34	48,83
Cu =	13,09	10,51
Ag =	0,11	0,23
Zn =	0,27	—
Fe =	0,06	0,80
As =	16,88	16,94
Sb =	0,64	0,71
S =	21,73	22,01
Summe	99,12	100,03
spez. Gew.	5,44	5,48

Analyse I paßt besser zu der theoretischen Zusammensetzung:

Pb = 46,89 ; Cu = 14,38 ; As = 16,99 ; S = 21,74 Summe = 100,00.

Analyse II muß nach Prior von unreinem Material sein.

Die röntgenographischen Untersuchungen von Frondel 1941 (31), sowie von Leineweber und Hellner 1955 (47) und (82) bestätigen die auf analytischem Wege gefundene Zusammensetzung.

Systematische Stellung : Cesaro 1915 (17b) versucht eine Gruppierung der Sulfosalze auf Grund der chemischen Verhältnisse. Versuche von der Chemie und der Morphologie auf die Struktur zu schließen (Beispiel Bournonit-Seligmannit) und so Gruppen der Sulfosalze zusammenzufassen, stammen von Hiller 1940 (53) und Hofmann 1935 (55). Eine strukturelle Gruppierung der Sulfosalze mit bereits bekannten Gittern gibt Berry 1943 (12b) an.

Die neueren Gliederungen gehen von V. Ross 1957 (114) und besonders von Hellner, Weitz, Rösch aus 1958 (49).

Analysenreferate des Seligmannit finden sich in Doelter-Leitmeier 1926 (23) und Quervain-Friedländer 1942 (104).

Niggli, Koenigsberger, Parker 1940 (89), S. 565 führt nur die theoretische Zusammensetzung des Seligmannit an.

Dichte : Zwei Dichtemessungen von Prior 1910 (103f) ergaben 5,44 und 5,48. Die von Frondel an Binghamer Seligmannit gemessene Dichte ist 5,38, die berechnete 5,54.

7. Erzmikroskopie

Untersuchungen an Seligmannit gehen auf Dan Giusca 1930 (35b) und Schneiderhöhn-Ramdohr 1931 (121) zurück, sowie Ramdohr 1950 (106c) und 1960 (106d) :

Seligmannit ist im Anschliff ohne Schwierigkeit gut polierbar. Seine Polierhärte ist geringer als die von Tennantit, größer als die von Bleiglanz. Der Schliff wird nicht durch Natriumhypochlorit angegriffen. Die Reflexionsfarbe erscheint bei Ölimmersion im Vergleich zu Dufrenoyt und Jordanit leicht rosa, im Vergleich zu Binnit deutlicher rosa, was als Unterscheidungsmerkmal dienen kann.

Der Reflexionspleochroismus ist erst in Öl deutlich.

Die Anisotropieeffekte bei +Ni sind stark, nach Ramdohr (106c) « grünlichblau », nach Giusca (35b) « braungrün ». Innenreflexe sind nicht zu beobachten.

Häufig polysynthetisch parkettierte Zwillinge wie bei Bournonit (Ramdohr 106c).

Seligmannit verdrängt Jordanit und Dufrenoyt, in diesem die

Risse füllend (Giusca). An anderen Orten ist er Reaktionsprodukt von Tennantit und Bleiglanz. Bei Verdrängung ist er, wie Ramdohr sagt, « Wegbereiter des eigentlichen Verdrängers » (106c), (106d).

8. Vorkommen außerhalb des Binnentales

- 1) 1928 beschreibt Palache Seligmannit, den man bisher nur auf das Binnental beschränkt glaubte, von Bingham/Utah. Er kommt dort neben Pyrit, Zinkblende und Arsenfahlerz vor (93a₀).
- 2) 1940 beschreibt Sztrokay (138) die Mineralparagenese von Recsk/Ungarn, die Seligmannit, Pyrit, Fahlerz, Zinkblende, Gold, Hämatit neben Quarz, Dolomit, Baryt etc. enthält.
- 3) 1942 (44) bringt Harcour ein Pulverdiagramm von Seligmannit von Butte/Montana.
- 4) In Kalgoorlie/Westaustralien wurde Seligmannit gefunden, nachgewiesen von Stillwell 1934.
- 5) Cerro de Pasco/Peru (von Ramdohr nachgewiesen).
- 6) Wiesloch.

Nach Ramdohr (106c) findet sich Seligmannit außer in den genannten Vorkommen sicher auch in vielen weiteren Cu-As-Paragenesen hydrothermalen Entstehung, wo er bislang noch als Bournonit angesprochen wird.

VIII. LENGENBACHIT

1. Literatur

- | | |
|-------------------------------------|---|
| 1904 Solly (132g) | 1930 Dan Giusca (35b) |
| 1904 Köchlin (72) | 1931 Schneiderhöhn-Ramdohr (121) |
| 1905 Solly (132 i) | 1934 Bader (1) |
| 1905 Hutchinson (61a ₁) | 1934 Ferrari u. Curti (28) |
| 1907 Hutchinson (61a ₂) | 1939 Berman (155) |
| 1909 Desbuissons (21b) | 1940 Hiller (53) |
| 1918 Goldschmidt Atlas Bd. 5 (36b) | 1940 Niggli, Koenigsberger, Parker (89) |
| 1921 Groth u. Mieleitner (39) | 1944 Dana (18g) |
| 1922 Klockmann (71) | 1944 Nuffield (91a ^o) |
| 1926 Doelter u. Leitmeier (23) | |

1947 Nuffield (91a+b)	1958 Hellner, Weitz, Rösch (49)
1950 Ramdohr (106c)	1959 Rösch u. Hellner (112)
1954 Klockmann u. Ramdohr (71b)	1959 Nowacki u. Kunz (158)
1957 Hellner (48d)	1960 H. Strunz (160)
1957 V. Ross (114)	1960 Ramdohr (106d)

2. Sammlungsregister

B 242 (f) (RH) (F) ; B 243 (f) ; B 244 (f) (NK) (RH) ¹⁾ ; B 246 (f) ; B 248 (f) ; B 250 (f) ; B 252 (f) ; B 254 (f) (RH) ; B 255 (f) ; B 282 (f) (F) ; B 315 (l) (NK) ; B 745 (f).

Eine von B 79/Schule, Dufrenoyisit, entnommene Kruste erwies sich nach RH als Lengenbachit.

Das von RH entnommene Material bezieht sich auf die Unterlage des Lengenbachits, die aus Jordanit besteht !

3. Historisches

Die ersten Mitteilungen über das Mineral stammen von Solly 1904 (132g), eine erste Beschreibung ohne Namengebung in : Cambridge Meeting of the British Association, Aug. 1904 ; die erste Mitteilung des Namens in : Nature 1904, 1. Dez. (132l) und (132g). Das Mineral erhielt von Solly den Namen Lengenbachit nach dem Fundort am Lengenbach. Solly vermutet triklone Symmetrie (132i). Koechlin, 1904 (72), der die Binnentalstücke aus einer Sammlung aus Privatbesitz und aus dem Wiener Museum beschreibt, gibt einem Mineral, welches dünne eisenschwarze, stark geriefte Tafeln bildet, die bunt und schwärzlich anlaufen und bis 1 cm groß werden, den Namen Jentschit. Nach Solly (132i, S. 80) erwies er sich als identisch mit dem im gleichen Jahr von ihm beschriebenen Lengenbachit. Nach der Analyse Hutchinson's 1905/06 ist die Formel $6\text{PbS}(\text{Ag}, \text{Cu})_2\text{S} 2\text{As}_2\text{S}_3$ anzunehmen. Nach Angaben Berrys schließlich soll der Inhalt der Elementarzelle



Mit dieser Zusammensetzung ließ sich Lengenbachit auch von Rösch und Hellner synthetisch herstellen.

4. Allgemeine Ansprache des Minerals

Morphologie: Lengenbachit findet sich im Dolomit in Form dünner, bleigrauer, gelegentlich wie Papier zusammengerollter, schwertförmiger Plättchen, einige bis 40 mm lang und 5 mm breit, mit sehr vollkommenem Blätterbruch. Solly vermutet triklone Symmetrie (132i),

durch Röntgenuntersuchungen wurde jedoch von Nuffield 1947 (91a) monokline Symmetrie nachgewiesen. Die Kristalle sitzen manchmal auf Jordanit auf, was nach Giusca 1930 (35b) auf Verdrängungserscheinungen hinweisen könne. Die häufigste Ausbildung ist eine unregelmäßig kreuzweise Verwachsung der dünnen Plättchen, die in der Längsrichtung gestreift sind. Nicht selten verwachsen aber auch zwei oder mehrere Plättchen derart, daß die Spaltflächen aufeinander liegen und die Blattlängsachsen gegeneinander einen Winkel von 60° bilden. Weniger häufig sind analoge Verwachsungen unter einem Winkel von 90° ; Solly deutet sie als Verzwilligung nach einer Ebene, die mit den Längsachsen der Kristalle einen Winkel von 45° einschließt, wie man dies ähnlich bei Sartorit, Rathit und Baumhauerit festgestellt habe.

Schließlich werden auch Kristalle beobachtet, bei denen zwei lange Individuen längs einer Ebene miteinander verwachsen sind, welche die Prismenlängskante abstumpft.

Die größte beobachtete Fläche ist ein glänzendes Pinakoid, das zugleich Spaltfläche ist. Die Streifung auf der Spaltfläche verläuft zwar meist parallel zur Längsachse, kann aber auch mit der Längsachse einen Winkel von 58° einschließen. Solche Kristalle können dann leicht für Jordanit gehalten werden. Im allgemeinen ist Lengenbachit jedoch leicht von den anderen Sulfosalzen zu unterscheiden.

Referate in: Desbuissons 1909 (21b); im Goldschmidt-Atlas 1918, Bd. 5 (36b) steht nur ein kurzer Hinweis, daß Symmetrie und Elemente noch nicht bestimmt seien, Abbildungen fehlen; Groth und Mieleitner 1921 (39); Klockmann 1922 (71); Bader 1934 (1); Niggli, Koenigsberger, Parker 1940 (89); Dana 1944 (18g). Alle voranstehenden geben triklone Symmetrie an. Klockmann und Ramdohr 1954 (71b) geben monokline Symmetrie an nach Nuffield 1957 (91a).

Glanz: metallisch.

Farbe: stahlgrau, oft angelaufen.

Strich: schwarz mit braunem Schimmer.

Härte: 4.

Spaltbarkeit: Parallel zu der größten, der Blattfläche, vollkommen. Berman 1939 (155) beobachtete außerdem zwei weitere, mehr oder weniger gute Spaltbarkeiten durch die große Fläche: die eine quer zur Längsrichtung, die andere parallel zur Flächenstreifung.

Das Mineral ist völlig opak. Die Plättchen sind biegsam, aber nicht elastisch.

5. Kristallographie

Wegen der auffälligen kristallographischen Eigenschaften ist das meiste schon bei der « allgemeinen Ansprache des Minerals » mitgeteilt. Nach Vermutung Solllys 1904 (132g) war Lengenbachit triklin. Einige weitere Winkelwerte zwischen beobachteten Flächen hatte er 1905 (132i) mitgeteilt, aber der Zusammenhang, in dem die gemessenen Flächen stehen, konnte nicht festgestellt und daher auch die Symmetrie nicht eindeutig ermittelt werden. Nach Röntgenuntersuchungen von Nuffield 1947 (91a) ist Lengenbachit aber monoklin.

Die gleichen Angaben machen Rösch und Hellner 1959 (112) :

$$a_o = 34,8 \quad b_o = 11,4 \quad c_o = 18,4 \text{ \AA} \quad \beta = 94^\circ 18' ;$$

hieraus ergibt sich ein Achsenverhältnis von $a_o : b_o : c_o = 3,05 : 1 : 1,61$.

Zwillinge: Nach Ramdohr (106c) bildet Lengenbachit Zwillinge nach (100) und (601).

Struktur: Erste, vorläufige Angaben über die Gitterkonstanten von Lengenbachit gibt Nuffield 1944 (91a_o) und 1947 (91a+b). Er findet eine Pseudozelle der Dimension :

$$a' = 5,80 \quad b' = 5,745 \quad c' = 18,36 \text{ kX} \quad \beta = 94^\circ 19' \quad Z = 1$$

[6PbS.(Ag, Cu)₂S.2As₂S₃], welche fast genau mit den Werten des Franckit übereinstimmt. Lengenbachit hätte damit monokline Symmetrie. Die Gesamtzelle ist erheblich größer und hat $a_o = 6a'$, während für Franckit $a_o = 8a'$ ist und $b_o = 2.b'$ sowie $c_o = c'$, $Z = 12(?)$

Nach Hellner 1957 (48d) ist der Lengenbachit auf eine relativ einfache Struktur zurückzuführen, wenn man an einer « substructure » im Sinne von Buerger gewisse Parameterabweichungen anbringt (Complementstructure).

Rösch und Hellner geben 1957 (112) die Gitterkonstanten des Lengenbachit wie (91a+b) mit $a_o = 34,8$ $b_o = 11,4$ $c_o = 18,4 \text{ \AA}$ $\beta = 94^\circ 18'$ an. Der Zellinhalt soll nach Berry $\text{Pb}_{36}\text{Ag}_7 \text{Cu}_5\text{As}_{24}\text{S}_{78}$ sein, was die Formel Hutchinsons (s. w. u. !) in etwa bestätigt.

6. Chemismus

Nach der qualitativen Analyse von Hutchinson [in Solly (132g) und 1905 (132i)] ist Lengenbachit ein Sulfarsenit von Blei mit etwas Cu, Ag und Sb.

Die von Hutchinson 1905 (61a₁) und 1907 (61a₂) ausgeführte quantitative Analyse ergab aus 3 Teilanalysen (I, II, III) zusammen :

I	Pb=57,89	Ag=5,64	Cu=2,36	Fe=0,17	As=13,29	—	Sb=0,77
II	—	—	—	—	As=13,41	S=19,35	
III	—	—	—	—	As=13,52	S=19,32	

Pb=57,89 Ag=5,64 Cu=2,36 Fe=0,17 As=13,46 S=19,33 Sb=0,77

Die Analyse wird von Hutchinson als $7\text{PbS} \cdot 2\text{As}_2\text{S}_3$ gedeutet, wobei ein Teil des Pb durch Ag oder Cu, ein Teil des As durch Sb vertreten werde. Den hohen Fe-Gehalt deutet er auf Pyriteinschlüsse. Für den Fall, daß Ag und Cu stöchiometrisch in die Verbindung mit eingehen, müßte nach Hutchinson die Formel: $6\text{PbS} \cdot (\text{Ag}, \text{Cu})_2\text{S} \cdot 2\text{As}_2\text{S}_3$ oder der Analyse genauer entsprechend: $6\text{PbS} \cdot (\frac{3}{5}\text{Ag}, \frac{2}{5}\text{Cu})_2\text{S} \cdot 2\text{As}_2\text{S}_3$ lauten, was einer theoretischen Zusammensetzung von

Pb = 58,07 Ag = 6,03 Cu = 2,38 As = 14,03 S = 19,49

entsprechen würde. Der von Berry mit $\text{Pb}_{36}\text{Ag}_7\text{Cu}_5\text{As}_{24}\text{S}_{78}$ angegebene Zellinhalt ist fast genau das 6-fache der letztgenannten Formel.

Referate in Groth-Mieleitner 1921 (39) ; Doelter-Leitmeier 1926 (23) ; Bader 1934 (1) ; Ferrari und Curti 1934 (28), S. 162 ; Niggli, Koenigsberger, Parker 1940 (89), S. 565 ; Dana 1944 (18g).

Hiller stellt in seiner chemischen Systematik der Sulfosalze den Lengenbachit [nach der Angabe Hutchinsons (61a₂)] zwischen Guitermanit und Jordanit.

Die *Dichte* : beträgt nach Hutchinson 1904 (132g) und 1905 (132i) 5,8. Das Material zu seiner Analyse 1907 (61a₂) hatte eine Dichte von 5,85.

Synthese : Die Syntheseveruche von Rösch und Hellner (112) legen nahe, daß Lengenbachit nicht, wie bisher angenommen, zu den reinen Blei-Arsen-Spießglanzen zu zählen ist. Das Mineral ließ sich nämlich nicht wie die Minerale Sartorit, Baumhauerit, Rathit I und II, Dufrenoyt und Jordanit herstellen. Jedoch erhielten Rösch und Hellner bei einem Versuch von 400°C, 500 atm nach 6 Tagen Lengenbachitinterferenzen auf der Guinier-Aufnahme. Die Mischung war nach der Berry'schen Formel vorgenommen worden. Lengenbachit erwies sich nur in Anwesenheit von Cu_2S und Ag_2S als stabil.

7. Erzmikroskopie

Untersuchungen an Lengenbachit gehen auf Dan Giusca 1930 (35b) und auf Schneiderhöhn-Ramdohr 1931 (121) zurück. Weitere Angaben in Ramdohr 1950 (106c) und 1960 (106d).

Lengenbachit ist wegen seiner Flexibilität und seiner Blattstruktur äußerst schwer zu polieren. Deshalb wurden nur Spaltflächen untersucht.

Das Reflexionsvermögen ist nicht sehr hoch, die Reflexionsfarbe weiß. Reflexionspleochroismus ist nicht zu erkennen. Das Präparat erscheint unter +Ni fast isotrop; die Anisotropieeffekte sind erst bei Bogenlicht an Zwillingslamellen erkennbar (106c). Die Orientierung der Lamellen konnte nicht bestimmt werden. Über die Stellung des Lengenbachit in den Umwandlungsprozessen des Vorkommens sind von Giusca keine Angaben gemacht worden.

8. Vorkommen

Lengenbachit ist bisher nur vom Lengenbach bekannt und auch dort recht selten.

IX. HATCHIT

1. Literatur

- | | |
|---|--|
| 1912 Solly u. Smith (133a ₁) + (133a ₂) | 1944 Dana (18g) |
| 1918 Goldschmidt Atlas Bd. 6 (36b) | 1950 Ramdohr (106c) |
| 1921 Groth u. Mieleitner (39) | 1954 Klockmann-Ramdohr (71b) |
| 1934 Bader (1) | 1954 Seeliger (124) |
| 1938 Hintze (54b) | 1957 Hintze (Ergänzungsbd. II,
Lief. 7, S. 552) (54c) |
| 1940 Palache u. Fisher (96b)
(Gratonit.) | 1958 Hellner, Weitz, Rösch (49) |
| 1940 Niggli, Koenigsberger, Parker
(89) | 1959 Rösch u. Hellner (112) (Gratonit) |
| 1943 Ramdohr (106b) | 1958 Hellner (48c) |

2. Sammlungsregister

Keine Kristalle in der Sammlung.

3. Historisches

Das Mineral kommt in der Lengenbachfundstelle äußerst selten vor. Wie aus den Originalbeschreibungen hervorgeht, sind bisher nur 5 kleine

Kristalle gefunden worden, wovon der größte nur 0,7 mm lang ist (Solly (133a₂)). Hatchit ist bisher nur am Lengenbach gefunden worden.

Erste Mitteilungen über Messungen erfolgten 1912 von Solly und Smith (133a₁) und (133a₂), obwohl die fünf (wahrscheinlich auf Rathit aufsitzenden) Kristalle bereits 1902 gefunden worden waren. Allgemeine Hinweise hatte Solly auf den Mineralogentagungen in London am 18. Nov. 1902 (132d₂) gemacht und auf bessere Ausbeute gewartet. Als aber der Steinbruch 1911 aufgelassen wurde, und daher keine Aussicht auf weitere Funde bestand, mußte man das wenige Bekannte auswerten und schloß aus Farbe und Strich auf ein Sulfarsenit, obwohl chemische Analysen fehlten.

Solly bestimmte triklone Symmetrie. Das Mineral erhielt von Solly den Namen Hatchit zu Ehren Dr. F. H. Hatch's, Geologe 1864-1932.

Nach Untersuchungen Ramdohrs 1943 (106b) könnte Hatchit mit Gratonit identisch sein. Gratonit wurde bisher in verschiedenen Lagerstätten nachgewiesen: so z. B. 1939 von Palache und Fisher in Cerro de Pasco/Peru (96b); 1942 von Ramdohr in Beuthen/Oberschlesien; 1954 von Seeliger in Wiesloch/Baden (124). In den beiden letzten Lagerstätten wurden außer Gratonit auch noch weitere der Binnentaler Sulfosalze nachgewiesen. Ein eindeutiger Nachweis der Identität von Gratonit mit Hatchit ist aber (röntgenographisch) noch nicht erbracht.

4. Allgemeine Ansprache des Minerals

Morphologie: Die Flächen von Hatchit waren sehr glänzend; an den beschriebenen Kristallen sind sie jedoch vom Lagern in der Sammlung matter geworden (Solly, 133). Der Habitus des Minerals ist durch Vorherrschen der Formen (100), (010), (001), ($\bar{1}10$), (1 $\bar{1}1$), (11 $\bar{1}$) charakterisiert. Die Kristalle zeigen auffallende Ähnlichkeit mit verzerrten Köpfen der Gratonitkristalle von Beuthen/Oberschlesien (Ramdohr, 106b). Gratonit ist trigonal und hat turmalinähnlichen Habitus.

Farbe: Bleigrau.

Strich: Schokoladebraun.

5. Kristallographie

Solly (133a₁) und (133a₂) beschrieb die Hatchitkristalle als triklin mit einem Achsenverhältnis

$$a : b : c = 0,9787 : 1 : 1,1575 \quad \alpha = 166^{\circ}53\frac{1}{2}' \quad \beta = 85^{\circ}12' \quad \gamma = 113^{\circ}44\frac{1}{2}'$$

Etwa 21 Formen wurden beobachtet, von denen die ersten 6 die wichtigsten sind :

(100), (010), (001), ($\bar{1}10$), (1 $\bar{1}1$), (11 $\bar{1}$), (110), ($\bar{2}10$), ($\bar{3}20$), (0 $\bar{1}2$), (0 $\bar{1}1$), (0 $\bar{2}1$), (103), (2 $\bar{2}1$), (12 $\bar{1}$), (2 $\bar{5}1$), (25 $\bar{6}$), (13 $\bar{6}$), (32 $\bar{1}$), ($\bar{1}11$), ($\bar{1}12$).

Die beiden größten Kristalle wurden abgebildet. Anzeichen einer Zwillungsbildung fehlen.

Referate in : Goldschmidt-Atlas Bd. 4, 1918 (36b) ; Groth-Mieleitner 1921 (39) ; Hintze Ergänzungsband 1938 (54b) ; Niggli, Koenigsberger, Parker 1940 (89) ; Dana 1944 (18g).

Ramdohr bespricht 1942 (106a) eine Pseudomorphose von Gratonit ($\text{Pb}_{27}\text{As}_{12}\text{S}_{45}$ oder $\text{Pb}_{27}\text{As}_{12}\text{S}_{42}$; Gitterkonstanten : $a_0 = 17,712 \text{ \AA}$, $c_0 = 7,815 \text{ \AA}$; Raumgruppe C_{2v}^5) nach Jordanit aus den oberschlesischen Bleizinkerzgruben.

In einer folgenden Arbeit schreibt Ramdohr 1943 (106b) über die auffallende Ähnlichkeit des von Solly beschriebenen Hatchit mit verzerrten Kristallen des seit 1940 durch Palache und Fisher (96b) bekannten Gratonits ($\text{Pb}_9\text{As}_4\text{S}_{15}$ oder $\text{Pb}_9\text{As}_4\text{S}_{14}$). Demnach lassen sich die aus den größten Flächen des Hatchit gebildeten Zonen und die Winkel dieser Zonen mit denen des Gratonit parallelisieren, wobei die Hauptabweichung in den ζ -Werten liegt, was (nach Ramdohr) auch auf Meßfehler infolge schlechter Flächenausbildung zurückgeführt werden kann. « Das nur unvollkommen beschriebene triklone Bleiarsensulfosalz Hatchit stimmt mit den Winkeln soweit mit dem trigonalen Gratonit überein, daß die Identität beider wahrscheinlich ist. » Diesbezügliche Anmerkungen wiederholt Ramdohr 1950 (106c, S. 538) und im Lehrbuch 1954 (71b, S. 360).

Wie auch eine neuerliche Bemerkung im « Hintze » (Erg. Bd. II, Lief. 7, S. 552) 1957 (54c) zeigt, sind die Untersuchungen immer noch nicht abgeschlossen.

Struktur : Röntgenuntersuchungen an Hatchit sind nicht erfolgt, während die Struktur des Gratonit und seine Stellung zu den anderen Sulfosalzen bereits geklärt ist (Hellner, Weitz, Rösch (49)).

6. Chemismus und Vorkommen

Chemische Analysen fehlen.

Die Synthese von Gratonit gelang nicht unter den für die anderen Sulfosalze angesetzten hydrothermalen Bedingungen (Rösch und Hell-

ner (112). Auch der Stabilitätsbereich von Gratonit konnte noch nicht ermittelt werden.

X. HUTCHINSONIT

1. Literatur

- | | |
|--|--|
| 1903 Solly (132j) | 1931 Schneiderhöhn u. Ramdohr (121) |
| 1903 Solly (132f ₁) | 1934 Huttenlocher (62a=b) |
| 1904 Köchlin (72) | 1934 Bader (1) |
| 1905 Prior u. Smith (128b) | 1940 Hiller (53) |
| 1905 Solly (132 i) | 1940 Niggli, Koenigsberger, Parker
(89) |
| 1905 (103a+c) | |
| 1907 Smith u. Prior (128a ₂) | 1944 Dana (18g) |
| 1909 Desbuissons (21b) | 1947 (Nuffield (91c) |
| 1918 Goldschmidt Atlas Bd. 6 (36b) | 1950 Ramdohr (106c) |
| 1921 Groth u. Mieleitner (39) | 1954 Klockmann u. Ramdohr (71b) |
| 1921 Larsen (80) | 1954 Seeliger (124) |
| 1922 Klockmann (71) | 1957 V. Ross (114) |
| 1926 Doelter u. Leitmeier (23) | 1958 Hellner, Weitz, Rösch (49) |
| 1929 Dan Giusca (35a) | 1960 H. Strunz (160) |
| 1930 Dan Giusca (35b) | 1960 Ramdohr (106d) |

2. Sammlungsregister

B 614 (f).

3. Historisches

Erste Mitteilungen über dieses Mineral wurden von Solly in einem Vortrag im Oktober 1903 in Cambridge (132j) gemacht. Er benannte es zu Ehren Dr. Hutchinson's, Prof. für Mineralogie in Cambridge (1866-1937).

Das Mineral ist rhombisch. Messungen der Winkel und Formen gehen auf Solly, sowie Prior und Smith zurück. Prior brachte auch die quantitative Analyse 1907 (128a₂). Demnach ist Hutchinsonit ein Doppelsalz der Zusammensetzung $(\text{Tl, Cu, Ag})_2\text{S} \cdot \text{As}_2\text{S}_3 + \text{PbS} \cdot \text{As}_2\text{S}_3$. Da auch die Drehkristalluntersuchungen von Nuffield 1947 (91c) ein Achsenverhältnis gaben, das fast genau mit den kristallographisch gemessenen Werten übereinstimmt, ist die Geschichte dieses Minerals selten unkompliziert verlaufen.

4. Allgemeine Ansprache des Minerals

Morphologie: Die Kristalle sind blutrot, jedoch von Realgar in der Farbe wie im Strich verschieden.

Nach Solly 1905 (132i) sind die Kristalle von Hutchinsonit meist rhombische Prismen, die in der Richtung der c-Achse gestreckt und wegen groß ausgebildeter Flächen der Form $\langle 140 \rangle_{\text{sm}}$ abgeflacht entwickelt sind. Außer den zahlreichen Prismenflächen sind Domen- und Pyramidenflächen reichlich entwickelt. Die Flächen der Form

$$\langle 180 \rangle_{\text{so}} = \langle 140 \rangle_{\text{smith}}$$

sind stets groß entwickelt und kommen häufig vor.

Der Hutchinsonit kommt einmal in gut entwickelten Kristallen in Hohlräumen des Dolomit vor (132i), und zwar (128a) meist in radialstrahligen Aggregaten kleinerer Nadeln ($1 \times 0,1$ mm), die sich wegen der geringen Größe der Flächen goniometrisch nicht vermessen lassen. Diese strahligen Aggregate geben insofern der Untersuchung Rätsel auf, als sie bei gleicher morphologischer Ausbildung und vorherrschend entwickelter Form $\langle 140 \rangle$ zwei sich in der Farbe unterscheidende Gruppen bilden, deren eine hellrote Farbe hat und zinnoberroten Strich liefert, während die andere im Gegensatz dazu eine braunrote Farbe und dunkel-kirschroten Strich gibt. Beiden Typen würde auch eine unterschiedliche chemische Zusammensetzung zukommen; Prior (128a₂) und Bader (1).

Sodann finden sich dickere Kristalle ($0,4$ mm \times $0,2$ mm) aufgewachsen auf Sartorit und Rathit.

In diesem Fall lassen sich nach Solly (132i), S. 72, zwei Ausbildungsarten unterscheiden:

- a) Kleine, dunkelrote Prismen, die orientiert auf den Prismenflächen von Sartorit und Rathit aufgewachsen sind, und zwar so, daß die Prismenkanten von Hutchinsonit mit denen von Sartorit und Rathit parallel liegen (Prior und Smith (128a₂)).
- b) Etwas kleinere, dicke, lichtrote Kristalle, die die Endflächen der Trägerkristalle ungeordnet ummanteln.

In gleicher Weise, aber viel kleiner, findet man Hutchinsonit unregelmäßig auf Smithit aufgewachsen. Weil und wo Hutchinsonit die anderen Mineralien mit einer Kruste überzieht, kann man ihn schlecht sauber abtrennen, sodaß er oft völlig opak zu sein scheint (Smith (128a₂)),

S. 285). Hutchinsonit kommt auch mit Blende, Pyrit, Realgar und Auripigment gemengt vor.

Entwicklung der Zonen : An den Kristallen lassen sich drei besonders flächenreiche Zonen hervorheben (Angaben nach Smith) :

- a) Die Prismenzone [001], in der besonders die Formen $\langle 100 \rangle$, $\langle 320 \rangle$, $\langle 110 \rangle$, $\langle 340 \rangle$, $\langle 120 \rangle$ und vor allem $\langle 140 \rangle$ gut entwickelt sind. $\langle 010 \rangle$ kommt oft vor, ist aber schmal entwickelt.
- b) Die Domenzone [010] mit $\langle 301 \rangle$, $\langle 201 \rangle$ und $\langle 101 \rangle$.
- c) In der vorherrschenden Pyramidenzone [011] bilden $\langle 211 \rangle$, $\langle 322 \rangle$, $\langle 111 \rangle$ und $\langle 122 \rangle$ die größten Flächen.

Daneben ist [012] gut entwickelt mit Vorherrschen der Flächen von $\langle 342 \rangle$, $\langle 121 \rangle$ und $\langle 142 \rangle$.

Glanz : diamantartig.

Farbe : Rot bis grauschwarz : Solly (132i) ; das Rot ist manchmal heller, manchmal dunkler in der Schattierung. Es liegt in den Grenzen scharlach- bzw. zinnoberrot bis dunkelkirschrot. Die Kristalle sind transparent bis opak (siehe oben !).

Härte : $1 \frac{1}{2}$ bis 2.

Strich : zinnoberrot bis kirschrot.

Spaltbarkeit nach $(100)_{\text{sm}}$ gut, aber nicht zu vergleichen mit der ausgezeichneten Spaltbarkeit des Smithit in dieser Richtung. Bruch muschelrig.

Optischer Charakter : Da das Mineral in manchen Kristallen transparent ist, lassen sich seine optischen Eigenschaften bestimmen. Erste Untersuchungen wurden von Smith und Prior 1907 (128a₂), S. 290, mitgeteilt : Alles Licht mit kürzerer Wellenlänge als gelb wird absorbiert. Pleochroismus ist vorhanden, aber sehr schwach und nur an der Änderung der Intensität erkennbar.

Hutchinsonit ist stark anisotrop. Die optische Achsenebene ist parallel zu $(100)_{\text{Smith}}$, die spitze Bisektrix senkrecht zu $(010)_{\text{Smith}}$, das Mineral ist optisch negativ. Der optische Achsenwinkel wurde im Rot (C-Linie) zu $2V = 19^{\circ}44'$, im Gelben (D) zu $2V = 37^{\circ}34'$ ermittelt.

Die optischen Konstanten werden (128a₂) von ihnen wie folgt angegeben :

Richtung des einfallenden Lichtes senkrecht zu :	Brechungsindex	Li _C	Na _D
(100) <small>Smith</small>	n_{β}	3,063	3,176
(010) <small>Smith</small>	n_{α}	2,779	3,078
(001) <small>Smith</small>	n_{γ}	3,073	3,188

Die Dispersion besonders für n_α ist sehr groß. – Smith bemerkt, daß die Werte nur wenig höher sind als die entsprechenden optischen Konstanten beim Proustit.

Referate in : Larsen 1921 (80) S. 278 ; Doelter-Leitmeier 1926 (23) ; Bader 1934 (1) ; Dana 1944 (18g).

5. Kristallographie

Das zuerst von Solly beschriebene und benannte Mineral (132j) wurde von Prior und Smith 1905 (128b) kristallographisch näher untersucht und von ihnen rhombische Symmetrie und ein Achsenverhältnis von $a : b : c = 1,6356 : 1 : 0,7540$ bestimmt. Vorherrschende Form ist $\langle 140 \rangle_{sm}$. Nach Berücksichtigung neuer Meßwerte teilt Solly 1905 (132i) ein anderes Achsenverhältnis mit, nämlich :

$$a : b : c = 0,8175 : 1 : 0,7549 ;$$

und bringt eine Liste von 26 Formen.

Weitere eingehende kristallographische Untersuchungen werden von Prior und Smith 1907 (128a₂) veröffentlicht. Sie halten aber, im Unterschied zu Solly, das von ihnen früher angegebene (jetzt korrigierte) Achsenverhältnis von $a : b : c = 1,643 : 1 : 0,7549$ bei, da sich damit manche Flächenindices vereinfachen ; Transformation (36b) : pq Solly = $2pq$ Smith. Solly (111) \rightarrow (211) Smith, oder allgemein : Solly (hkl) \rightarrow (2h k l) Smith. Vier Abbildungen veranschaulichen die kristallographischen Verhältnisse. Da die strahligen Aggregate nicht goniometrisch vermeßbar sind, stammen alle vier Abbildungen von Kristallen, die aufgewachsen waren. Von den 42 aufgezählten Formen waren 24 vorher durch Solly bekannt gewesen. Zwei Formen Sollys wurden nicht wieder wahrgenommen.

Referate in : Desbuissons 1909 (21b), S. 118 ; Goldschmidt-Atlas Bd. 4 (36b), S. 181 mit dem Achsenverhältnis von Smith und der Transformation nach Solly, 45 Formen werden genannt, wovon 26 auf Solly zurückgehen, und alle 4 Abbildungen von Smith (128a₂) 1907 wiedergegeben ; Groth-Mieleitner 1921 (39) mit Sollys Achsenverhältnis ; Doelter-Leitmeier 1926 (23) nach Solly, jedoch mit Hinweis auf die Transformation nach Smith. Dan Giusca 1930 (35b) mit dem Achsenverhältnis von Solly ; Bader 1934 (1) nach Smith.

Dana 1944 (18g) bezieht sich auf das Achsenverhältnis von Smith (128a), wählt jedoch eine andere Aufstellung :

$$\text{Transformation Smith} \rightarrow \text{Dana} : 010 / 100 / 001.$$

Das transformierte Achsenverhältnis wird damit zu :
 $a : b : c = 0,6119 : 1 : 0,4619$. Die Transformation Solly \rightarrow Dana würde
 $010 / 200 / 001$ lauten.

Zwillinge: Seeliger 1954 (124), S. 167 vermutet Zwillingsbildung
 nach $(3\ 10\ 0)_{\text{Nu}}$. In allen vorherigen Originalbeschreibungen wird be-
 tont, daß Zwillingsbildung nicht beobachtet wurde.

Struktur: Durch Drehkristallaufnahmen an Kristallnadeln wurde
 von Nuffield 1947 (91c) aus den Gitterkonstanten

$a_o = 10,78$ $b_o = 35,28$ $c_o = 8,14$ kX (Raumgruppe D_{24}^{15} , $Z = 4$)
 ein Achsenverhältnis von $a_o : b_o : c_o = 0,3055 : 1 : 0,2307$ berechnet,
 welches mit dem Smith'schen Verhältnis nach der Dana'schen Auf-
 stellung fast genau übereinstimmt, wenn man bei Nuffield den a-Wert
 und den c-Wert verdoppelt.

Wiesloch: Seeliger beschreibt 1954 (124) von dieser Lagerstätte
 Hutchinsonit, der nicht nennenswert flächenreicher als Binnentaler
 Hutchinsonit ist. Er legt das von Nuffield gefundene Achsenverhältnis
 seinen Flächenangaben zugrunde und findet neun neue Formen. Wei-
 senbergaufnahmen bestätigen die Nuffield'schen Angaben.

Bei stets nach c-nadeliger Ausbildung der Kristalle unterscheidet
 Seeliger drei Gruppen :

- 1) nach $(010)_{\text{Nu}}$ linealartig abgeplatteter Typ ;
- 2) nach $(100)_{\text{Nu}}$ linealartig abgeflachter, relativ selten vorkommender
 Typ ;
- 3) Stets flächenreich ausgebildeter, pseudotetragonal-prismatischer
 Typ, sehr häufig.

6. Chemismus

In der ersten Mitteilung 1903 (132j) hatte Solly mitgeteilt, daß von
 Hutchinson qualitativ As, S und mit Vorbehalt Pb gefunden worden
 sei.

Diese Annahme zieht Solly 1905 (132i) in Zweifel, da das Mineral
 zu intim mit Sartorit und Rathit verwachsen sei und bestätigende
 Analysen nicht gemacht worden seien.

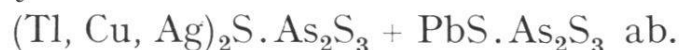
Prior fand 1905 (128a₂) in zwei quantitativen Analysen :

	I	II
Ag =	9,0	2,0
Tl =	25,0	18,0
Pb =	12,0	16,0

	I	II
Cu =	—	3,0
Fe =	—	0,5
As =	30,5	29,5
Sb =	—	2,0
S =	26,0	26,5
Summe	103,0	97,5
spez. Gew.	4,6 - 4,7	4,6

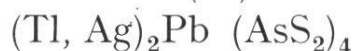
Die Analysen geben nur angenäherte Werte, da zu wenig Analysenmaterial zur Verfügung stand. Analyse I wurde an 18 mg der transparenten, heller roten Varietät mit scharlachrotem Strich durchgeführt (Kristalle mit teilweise vermessenen Winkeln). Die zweite Analyse wurde an 66 mg eines dunkelkirschroten bis braunroten nadeligen Aggregates von dunkelkirschrotem Strich durchgeführt. Mit der Lupe wurden Pyrit- und schwarze Mineraleinschlüsse entfernt.

Aus den Analysenwerten leitet Prior die Formel



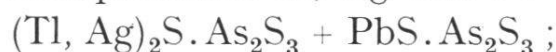
Der hohe Tl-Gehalt von 20⁰/₁₀₀ der Substanz ist bemerkenswert (siehe auch (103a) und (103c) (128a₂)).

Referate: Groth-Mieleitner 1921 (39) schreiben die Formel



und stellen das Mineral zusammen mit Andorit $Ag Pb (Sb S_2)_3$ in ihre zweite Gruppe der Sulfosalze mit dem Verhältnis $As S : R_2S = 1 : 1$, zumal beide Mineralien ähnliche Symmetrie- und Achsenverhältnisse haben.

Doelter-Leitmeier 1926 (23), S. 378 schreiben wegen der Nicht-Vertretbarkeit der Komponenten Tl, Ag und Pb wieder:



die kleine Menge Cu könne man nicht unbedingt in die Formel aufnehmen. Klockmann 1922 (71) und Dan Giusca 1930 (35b b) nach Doelter-Leitmeier.— Bader 1934 (1) weist auf die deutliche Differenz der beiden Prior'schen Analysen hin: Die Analyse vom Typ I enthalte mehr Ag, die Analyse vom Typ II dagegen mehr Cu, Tl und Pb. Bader berechnet die Formel zu $6 (Pb, Tl, Ag, Cu) S \cdot 5As_2S_3$, da die Molzahlen der beiden Analysen fast identisch werden, wenn man Pb, Tl, Ag und Cu zusammenfaßt. — Hiller 1940 (53) gibt die chemische Formel nach Doelter, das Achsenverhältnis nach Solly an und stellt das Mineral in seiner Systematik zu den « Mineralien mit unbekanntem Gittertyp ». Niggli, Koenigsberger, Parker 1940 (89) referieren nach

Prior (106c). Sie geben auf S. 565 die aus den beiden Analysen Priors sich ergebenden Grenzwerte für die einzelnen chemischen Komponenten an. Dana 1944 (18g) gibt die Formel $(\text{Pb, Tl})_2 (\text{Cu, Ag}) \text{As}_5 \text{S}_{10}$ an. Durch Drehkristallaufnahmen fand Nuffield 1947 (91c), daß die Zelle 4 Einheiten von $4(\text{Tl, Pb})\text{S} \cdot (\text{Cu, Ag})_2 \text{S} \cdot 5\text{As}_2\text{S}_3$ enthalten müsse¹.

Spezifisches Gewicht: Prior fand 1907 (128a₂) das spez. Gew. von 4,6 - 4,7. Von Nuffield 1947 (91c) berechnet: 5,18.

7. Erzmikroskopie

Erste erzmikroskopische Untersuchungen gehen auf Dan Giusca 1929/30 (35a+b) und Schneiderhöhn-Ramdohr 1931 (121) zurück. Zusammenfassung der Befunde in Ramdohr 1950 (106c), S. 520 und 1960 (106d) mit einer Anschliffabbildung.

Trotz seiner geringen Härte läßt sich Hutchinsonit gut polieren. Das Mineral ist von Natriumhypochlorit leicht lösbar; es werden daher nur sehr verdünnte Lösungen benutzt, um den Anschliff anzuzühen. Die Ätzbarkeit ist stark richtungsabhängig.

Das Reflexionsvermögen ist niedriger als das der anderen Sulfarsenite, im Vergleich zu denen er deutlich grau, im Vergleich mit Bleiglanz licht blaugrau, erscheint. (Bestimmungsmerkmal!).

Der Reflexionspleochroismus ist deutlich.

Die Anisotropieeffekte sind stark. Bei +Ni erscheinen violette, grüne, tiefblaue Polarisationsfarben. (Bestimmungsmerkmal!).

Innenreflexe treten massenhaft auf und haben stark karminrote Farbe. Sie übertönen manchmal die Polarisationsfarben. (Bestimmungsmerkmal!). Zwillingsbildung und Zonenbau wurden nicht beobachtet.

Nach Giusca werden fast alle anderen Sulfosalze durch Hutchinsonit verdrängt. Er bildet auf diesen Mineralien Krusten, wie schon Prior und Smith (128a₂) S. 285 beobachtet hatten.

Giusca schreibt, daß sich an der Grenze zwischen Sulfarsenit und Dolomit oft eine schmale Hutchinsonitzone befinde, von der aus blättrige Aggregate bis idioblastische Kristalle spießförmig in die anderen Mineralien eindringen. Hutchinsonit füllt auch feine Risse in Baumhauerit. In diesem Sinne erwähnte schon Prior 1907 (128a₂), daß in

¹ Also $4 \cdot (\text{Tl, Pb})_4 (\text{Cu, Ag})_2 \text{As}_{10} \text{S}_{20}$ und nicht $4 \cdot (\text{Tl, Pb}) (\text{Cu, Ag})_2 \text{As}_{10} \text{S}_{17}$, wie öfter zitiert!

seinem Analysenmaterial neben Pyrit kleine nadelartige Einschlüsse eines schwarzen Minerals mit schwarzem oder schokoladebraunem Strich mit der Lupe erkennbar gewesen seien.

Untersuchungen an Wieslocher Hutchinsonit wurden von Seeliger 1954 (124) durchgeführt. Er kann die von Giusca und Ramdohr gemachten Aussagen über Hutchinsonit bestätigen. In der Wieslocher Lagerstätte ist Hutchinsonit praktisch nur mit « Smithit » zu verwechseln. Der Hutchinsonit bildet hier meist radialstrahlige Aggregate nahe der natürlichen Oberfläche in der Schalenblende, wo er in drei Generationen beobachtet wird (Hutchinsonitsonnen). Weiter finden sich dünn-nadelige Kristalle in Calcit, sowie in Gelpyrit.

Auf Grund der charakteristischen Bestimmungsmerkmale ist Hutchinsonit im Anschliff leicht von den anderen Sulfarseniten abzutrennen.

8. Vorkommen außerhalb des Binnentales

Hutchinsonit ist bisher nur aus zwei Lagerstätten bekannt : Erstens vom Lengenbach und zweitens von der Pb-Zn Grube « Segen Gottes » bei Wiesloch (Seeliger 1954 (124)), wo er neben Gratonit und « Smithit » sowie Jordanit, ferner Auringit und Bleiglanz in grobkörnigem Kalkstein auftritt, der nach Seeliger « sekundäre Ausfüllung älteren Karstes » ist (S. 163).

Beide Hutchinsonitvorkommen, Wiesloch und Binnental, sind nach Seeliger unter vergleichbaren Bedingungen entstanden. In beiden Vorkommen ist Hutchinsonit jüngste Bildung einer in Richtung zu As-, Ag- und Tl-reicheren Gliedern verlaufenden Umwandlung (spektralanalytisch von Seeliger nachgewiesen).

Bei der Umwandlung der Erze aus den Gänsbergbohrungen trennen sich die Ag-Gehalte, die Schalenblende wird Ag-arm, und die frei werdenden Ag-, As- und Tl-Lösungen kristallisieren als teilweise selbständige Bildungen. Auf diese Weise entsteht auch haarförmiger Hutchinsonit in jungen Calciten oder Gelpyriten. Im weiteren Umwandlungsprozeß wird Hutchinsonit wieder gelöst, währenddessen Jordanit in Richtung Bleiglanz abgebaut wird.

XI. TRECHMANNIT

1. Literatur

- | | |
|------------------------------------|--|
| 1897 Sommerlad (135) | 1922 Klockmann (71) |
| 1903 Solly (132f ₁) | 1923 Goldschmidt Atlas Bd. 9 (36b) |
| 1904 Köchlin (72) | 1926 Doelter - Leitmeier (23) |
| 1905 Prior u. Smith (128 l) (103b) | 1934 Bader (1) |
| 1905 Solly (132 i) | 1938 Hintze (54b) |
| 1905 Solly (132m ₁) | 1940 Hiller (53) |
| 1906 Solly (132m ₂) | 1940 Niggli, Koenigsberger, Parker
(89) |
| 1906 Solly (132n) | 1944 Dana (18g) |
| 1907 Smith u. Prior (128a/) | 1946 Beland u. Peacock (7) |
| 1909 Desbuissons (21b) | 1954 Klockmann u. Ramdohr (71b) |
| 1911 Solly (132r ₁) | 1957 V. Ross (114) |
| 1919 Solly (132w) | 1958 Hellner, Weitz, Rösch (49) |
| 1921 Groth u. Meileitner (39) | 1960 H. Strunz (160) |
| 1921 Larsen (80) | |

2. Sammlungsregister

B 453 (f) ; B 768 (f).

3. Historisches

Erste Mitteilungen über den Fund dieses bislang unbekanntes, äußerst seltenen Minerals im Binnentaler Dolomit stammen von Solly 1903 (132f₁), wo er es (ohne Analyse !) als Pb, As, S-Verbindung beschreibt ; rot durchscheinend und mit zinnoberrotem Strich. Er nennt das Mineral Trechmannit, zu Ehren Dr. C. O. Trechmanns (1851-1917), der sich lange mit dem Studium der Binnentaler Mineralien beschäftigt hat. Zur Unterscheidung des Minerals von anderen « Rotmineralien » (Realgar) wurden zunächst die andere Farbtönung und die von Realgar verschiedene Strichfarbe herangezogen.

Der von Koechlin als Trechmannit angesprochene « noch nicht beschriebene Kristall » in der Wiener Sammlung 1904 (72) soll nach Dana (18g) kein Trechmannit sein. – Es folgt die Klärung der kristallographischen Verhältnisse durch Solly, sowie Smith und Prior.

1911 beschreibt Solly (132r₁) ein Mineral, welches dem Trechmannit zwar kristallographisch gleicht, auch derselben Symmetrieklasse angehört, jedoch abweichende Winkelwerte zeigt. Er nennt es α -Trechmannit.

Syntheseversuche von Sommerlad 1897 (135) auf trockenem Wege führten zu zwei in der Natur seinerzeit noch nicht bekannten Mineralien der Verbindung AgAsS_2 bzw. $\text{Ag}_4\text{As}_2\text{S}_5$. Ob eine der beiden Verbindungen dem Trechmannit entspricht, ließe sich erst entscheiden, wenn von Trechmannit quantitative Analysen vorliegen.

4. Allgemeine Ansprache des Minerals

Morphologie: Die von Solly 1905 (132i) und Smith (128a₂, Krist. 3) beschriebenen Individuen zeigen ein hexagonales Prisma mit einigen kleinen Pyramiden- und Rhomboederflächen. Zuweilen sind jedoch die Kristalle so verzerrt, daß die Prismenzone keineswegs mehr als die wichtigste Zone erscheint; (128a₂), S. 302.

Die Flächen der Kristalle, die man bisher nur in Längen unter 1 mm beobachtet hat, haben Diamantglanz, sind jedoch zuweilen auch matt; die Trübung erfaßt meist nur bestimmte Teile des Kristalls, besonders die Flächen: $(0001)_{\text{sm}}$, $(10\bar{1}2)_{\text{sm}}$, $(10\bar{1}1)_{\text{sm}}$, $(11\bar{2}3)_{\text{sm}}$ und $(23\bar{5}4)_{\text{sm}}$.

Die Zone $[a\ z\ x\ s\ n]_{\text{sm}} = [11\bar{2}0, 24\bar{6}1, 13\bar{4}1, 20\bar{2}1, 14\bar{5}3]_{\text{sm}}$ ist stets vorherrschend, und die Rhomboederfläche $x = (13\bar{4}1)$ ist eine der wichtigsten. Die Flächen $\langle 13\bar{4}1 \rangle_{\text{sm}}$ können parallel zu der Schnittkante mit Flächen anderer anstößender Formen gestreift sein, also z. B. parallel $(13\bar{4}1) : (10\bar{1}0)_{\text{sm}}$.

An einem anderen Kristall fanden sich die Flächen $a = (11\bar{2}0)_{\text{sm}}$ parallel zu der Hauptzone $[azxsn]_{\text{sm}}$ gestreift, was, zusammen mit der Ausbildung der Flächen über und unter der Prismenzone, auf rhomboedrisch-diploedrische Symmetrie schließen läßt (Smith, 128a). Das Mineral hätte damit gleiche Symmetrie wie Ilmenit und Phenakit. Auch Streifung der Fläche a parallel der Prismenkante wurde beobachtet ((128a₂) Krist. 5).

Merkwürdigerweise sitzt Trechmannit meist auf Binnit auf, und an diesem Merkmal läßt sich das Mineral mit Sicherheit von Hutchinsonit unterscheiden. Bei losen Kristallen sind zur Unterscheidung beider Mineralien eine große Zahl von Messungen nötig.

In weniger häufigen Fällen ist Trechmannit auf Baumhauerit, Pyrit (128a, S. 302), Seligmannit, Blende oder Fuchsit aufgewachsen.

Farbe: Scharlachrot bis Zinnoberrot (128a₂), purpurrot, etwas dunkler als Hutchinsonit. Das Mineral ist durchsichtig bis durchscheinend.

Strich: Scharlachrot bis Zinnoberrot.

Härte: $1\frac{1}{2}$ bis 2 (Smith und Prior, 128a₂). Trechmannit ähnelt also in Farbe und Härte Hutchinsonit und Smithit.

Spaltbarkeit: Senkrecht zur Prismenzone, also parallel $(0001)_{sm}$ deutlich (Solly, 132i). Eine zweite Spaltbarkeit parallel $(10\bar{1}1)_{sm}$ ist gut (128a). Der Bruch ist muschelrig.

Optik: Nach Untersuchungen von Smith und Prior (128a₂) 1907 läßt Trechmannit, wie Hutchinsonit und Smithit, nur das rote Ende des Spektrums durch. Der Pleochroismus ist schwach. Die Doppelbrechung ist sehr hoch und negativ. Das Mineral ist, wie aus der Symmetrie zu erwarten, optisch einachsig. Der Glanz ist diamantartig.

Weitere optische Untersuchungen werden von Larson 1921 (80), S. 144 veröffentlicht. Beim Erhitzen des Trechmannit in einer S-Se-Schmelze geht er in eine zweiachsige Substanz über, die gegebenenfalls Smithit ist.

Referat in : Doelter-Leitmeier 1926 (23) und Bader 1934 (1).

5. Kristallographie

Nach ersten kristallographischen Untersuchungen von Smith und Prior 1905 (128b) ist Trechmannit rhomboedrisch mit einem Achsenverhältnis $a : c = 1 : 0,7265$ bei gleicher Symmetrie wie die des Quarzes (siehe auch 103b).

Eine weitere Beschreibung gibt Solly 1905 (132i). Seine Kristalle saßen auf Baumhauerit und Binnit auf. Er bestätigt die Symmetrie, modifiziert aber das Achsenverhältnis zu

$$a : c = 1 : 0,6556 \quad (111) : (100) = 37^{\circ}7 \frac{1}{2}'.$$

Acht Formen werden aufgeführt.

Von einem weiteren Trechmannit, mit « asymmetrischer Hemiedrie » auf einem Binnitkristall aufsitzend, spricht Solly 1905 (132m₁) und 1906 (132m₂). Er weist auf die von Smith schon früher erwähnte trapezoedrische Hemiedrie hin.

Unter den im Jahre 1906 gefundenen Mineralien sollen nach der Beschreibung Sollys 1906 (132n) auch schöne Kristalle von Trechmannit gewesen sein.

Eingehende Messungen sind Smith und Prior 1907 (128a₂) zu verdanken. Vier Abbildungen skizzieren die kristallographischen Verhältnisse. Das von ihnen berechnete Achsenverhältnis ist

$$a : c = 1 : 0,6530, \quad (100) : (111) = 37^{\circ}1'.$$

Nach dieser neuen Ermittlung ist die Symmetrie rhomboedrisch paramorph und nicht, wie vorher angenommen, trapezoedrisch. 30 Formen werden aufgeführt, von denen 7 bereits durch Solly bekannt waren. Die eine der von Solly beobachteten Formen kann an den fünf untersuchten Kristallen nicht wiedergefunden werden. Die Umrechnung der Millerschen Flächensymbole in die Bravais'schen ist nicht immer einheitlich durchgeführt worden. Goldschmidt bringt deshalb in seinem Atlas Bd. 9 (36b) Korrekturen an. Es bleiben aber noch Unstimmigkeiten.

Referate: Desbuissons 1909 (21b) ; Goldschmidt Atlas Bd. 9 (36b) bringt das Achsenverhältnis nach Solly (132i) und alle vier Figuren von Smith und Prior (128a₂) ; Doelter-Leitmeier 1926 (23) nach Smith und Prior (128a₂) ; Bader 1934 (1) ; Hintze 1938 (54b) ; Niggli, Koenigsberger, Parker 1940 (89) ; Dana 1944 (18g) ; Klockmann-Ramdohr 1954 (71b).

α-Trechmannit: 1911 beschreibt Solly (132r₁) ein Mineral, welches dem Trechmannit zwar gleicht, aber andere Winkelwerte erkennen läßt. Bei gleicher Symmetrieklasse – rhomboedrisch-paramorph – mißt er hier (111) : (100) = 38°18', a : c = 1 : 0,6839, während der entsprechende Winkel bei Trechmannit 37°7₂' zeigt. Solly hält das Mineral für möglicherweise isomorph mit Trechmannit und nennt es daher, obwohl die Farbe zum Unterschied zum Trechmannit bleigrau und das Mineral opak ist, α-Trechmannit.

Eine nähere Beschreibung des merkwürdigen α-Trechmannits veröffentlicht Solly 1919 (132w) ; die drei kleinen, schrotkorngroßen, rundlichen Kristalle saßen auf einem prismatischen Sartorit auf.

Bei gleicher Aufstellung wie bei Prior und Smith wurden 21 Formen gemessen, die bis auf 6 auch am Trechmannit beobachtet worden waren. Die Umrechnung der Miller'schen Flächensymbole, die mit den von Smith angeführten übereinstimmen, erfolgte in korrekter Weise über die Bravais'sche Symbolik in die Groth'sche Schreibweise. Ausbildung der Flächen : Wie bei Trechmannit sind die Flächen (100) und (101) gut entwickelt. Die Hemiedrie zeigt sich an der Entwicklung der Zonen : [010 : 001], [110 : 001] und der Prismenzone.

Die Spaltbarkeit ist gut nach (0001). Möglicherweise ist noch eine zweite Spaltbarkeit parallel (1011) vorhanden. Die Güte der Spaltbarkeit ist also umgekehrt wie beim Trechmannit.

Da im Unterschied zum Trechmannit die Farbe des Minerals relativ dunkel ist (die Strichfarbe ist schokoladenbraun) hält Solly den α -Trechmannit für die dem Trechmannit entsprechende Blei-Verbindung. Qualitative und quantitative Analysen fehlen.

Referate in: Desbuissons 1909, S. 66 nach priv. Mitt. von Solly; Doelter-Leitmeier 1926 (23); Bader 1934 (1); Hintze 1938 (54b).

Die Struktur von Trechmannit und α -Trechmannit ist noch unbekannt. Röntgenuntersuchungen von Béland und Peacock an einem angeblichen Trechmannit ergaben genau dieselben Gitterkonstanten wie die von ihnen synthetisch hergestellten Smithitkristalle, was sie aber nicht als Beweis für die Nichtexistenz des Trechmannit aufgefaßt haben wollen. Rösch, Hellner, Weitz (49) 1958 führen das Mineral unter den Mineralien mit unbekanntem Strukturen auf.

6. Chemismus

Nach den ersten Vermutungen von Solly 1903 (132f₁) sollte Trechmannit eine Pb-As-S-Verbindung sein. Eine qualitative Analyse von Prior 1907 (128a₂) wies aber Ag und As nach, bei Abwesenheit von Tl. Prior vermutet deshalb, daß Trechmannit ein Sulfarsenit des Silbers sei.

Groth-Mieleitner 1921 (39), führen das Mineral unter den chemisch unbekanntem Mineralien als vermutliches Silbersulfantimoniat auf. In Klockmann 1922 (71) ist Trechmannit als AgAsS_2 beschrieben. Er teilt damit die Meinung von E. T. Wherry und W. F. Foshag, nach denen Trechmannit (hexagonal-rhomboedrisch-paramorph) die Zusammensetzung $\text{Ag}_2\text{S} \cdot \text{As}_2\text{S}_3$ hat. Doelter-Leitmeier 1926 (23) schließt sich dieser Auffassung an. Ohne Angabe einer Formel referieren im Sinne Priors (128a₂): Bader 1934 (1); Hintze 1938 (54b); Dana 1944 (18g); Hiller 1940 (53) stellt den Trechmannit in seiner Systematik als AgAsS_2 in die Gruppe der Mineralien mit unbekanntem Gittertyp. Auch in Klockmann-Ramdohr 1954 (71b) ist Trechmannit als AgAsS_2 angegeben. Von Rösch, Weitz, Hellner 1958 wird die Formel nur mit Vorbehalt angeführt (49).

7. Erzmikroskopie

Ohne Angaben.

8. Vorkommen

Trechmannit und α -Trechmannit wurden bisher nur in Binnentaler Dolomit beobachtet.

XII. SMITHIT

1. Literatur

- | | |
|--|---|
| 1897 Sommerlad (135) | 1935 Hofmann (55) |
| 1903 Solly (132f ₁) | 1938 Hintze (54b) |
| 1905 Prior u. Smith (128e) (103b) | 1940 Hiller (53) |
| 1905 Solly (132 i) | 1940 Niggli, Koenigsberger, Parker (89) |
| 1905 Prior (103d) | 1944 Dana (18g) |
| 1907 Smith u. Prior (128a ₂) | 1946 Béland u. Peacock (7) |
| 1909 Desbuissons (21b) | 1948 Béland (8) |
| 1912 Jäger u. Kloster (64) | 1954 Klockmann u. Ramdohr (71b) |
| 1921 Groth u. Mieleitner (39) | 1954 Seeliger (124) |
| 1921 Larsen (80) | 1957 V. Ross (114) |
| 1922 Klockmann (71) | 1958 Hellner, Weitz, Rösch (49) |
| 1923 Goldschmidt Atlas Bd. 8 (36b) | 1960 H. Strunz (160) |
| 1926 Doelter u. Leitmeier (23) | 1960 Ramdohr (106d) |
| 1934 Bader (1) | |

7. Sammlungsregister

B 319 (f).

3. Historisches

Erste Nachrichten stammen von Solly 1903 (132f₁), wo er ihn als Pb-As-S-Verbindung (ohne Analyse) rot durchscheinend, mit zinn-oberrotem Strich und monokliner Symmetrie beschreibt

$$\beta = 78^{\circ}46' ; (100) : (101 = 42^{\circ}22' ; (010) : (111) = 37^{\circ}3'.$$

Von Realgar unterscheidet sich das Mineral durch Farbe und Strichfarbe, von den anderen Rotmineralien durch die Symmetrie. Solly gibt ihm den Namen Smithit nach G. F. Smith, Kristallograph am Britischen Museum.

Bereits acht Jahre vorher hatte Sommerlad 1897 (135) bei seinen Versuchen, Sulfarsenite und Sulfantimonite des Silbers synthetisch

herzustellen, eine Verbindung AgAsS_2 durch Zusammenschmelzen der Komponenten erhalten. Er erwähnt, daß ein solches Mineral in der Natur noch nicht beobachtet worden sei.

Die weiteren kristallographischen Untersuchungen werden von Solly wie von Smith und Prior durchgeführt.

Die erste Hydrothermalsynthese und erste röntgenographische Untersuchungen an Smithit gehen auf Béland und Peacock 1946 (7) und 1948 (8) zurück. Sie bestätigen die kristallographischen und chemischen Befunde.

Außer vom Binnental, dem bisher einzigen Fundpunkt für Smithit, wird neuerdings vermutlicher Smithit von Seeliger 1954 (124) in den Wieslocher Pb-Zn-Vorkommen beschrieben.

4. Allgemeine Ansprache des Minerals

Morphologie: Im Binnental soll das Mineral etwas häufiger als Trechmannit sein. Gewöhnlich sehen die Kristalle wie hexagonale Pyramiden mit Basis aus. Die scheinbare Basis ist aber die Fläche $(100)_{\text{so}}$. Der hexagonale Eindruck rührt daher, daß die Zonen

$[100, 001] = [010]_{\text{so}}$, $[100, 111] = [011]_{\text{so}}$ und $[100, 11\bar{1}] = [01\bar{1}]_{\text{so}}$ gleichstark entwickelt sind (Solly, (132i)) und die Azimutwinkel zwischen diesen drei Zonen, die die Hauptspaltfläche (100) als gemeinsame Fläche haben, etwa 60° betragen (Smith (128a₂) S. 295). Gut geformte, intakte Kristalle sind ungewöhnlich und nicht größer als 1 mm im Durchmesser. Man findet aber größere Spaltstücke bis zu 3 mm Länge und 1 mm Dicke (Smith (128a₂)).

Der bestausgebildetste Kristall von Smith (128a₂), vorher von Solly (132i) vermessen, zeigte rundliche Konturen von 1 mm Durchmesser und saß auf Sartorit auf, derart, daß die Grenze zwischen beiden Kristallen nicht festgestellt werden konnte, da einer in den anderen hinübergewachsen war.

Smiths zweiter Kristall von 0,5 mm Durchmesser und abweichendem Habitus saß auf der Spaltfläche eines größeren Smithit auf. Da seine Zone $[\text{ac}]_{\text{so}} = [100, 001]_{\text{so}}$ fast unterdrückt war, konnte man die Hauptpyramidenzone $[\text{ap}]_{\text{so}} = [100, 111]_{\text{so}}$ für die Prismenzone ansehen.

Die Spaltfläche $(100)_{\text{so}}$ hat außerordentlich hohen Glanz und gibt bei der goniometrischen Vermessung ausgezeichnete Lichtreflexe.

Wichtigste Formen des Smithit sind :

In der Prismenzone $[010]_{so}$: a (100), e (101), c (001), d ($\bar{1}01$), und in der Hauptpyramidenzone $[01\bar{1}]_{so}$: q (211), p (111), P ($\bar{1}11$), Q ($\bar{2}11$). Ausnahmsweise können auch h(102), r (311), R ($\bar{3}11$) und l (320) relativ groß entwickelt sein. Der Rest der Flächen ist stets winzig.

Smithit ist meist von Hutchinsonit, Sartorit und Rathit, sowie Realgar, Auripigment, Blende und Pyrit begleitet. Auf einer Spaltfläche von Smithit saß ein Hutchinsonit (128a₂). Smithit überzieht zuweilen andere Sulfosalze mit einer Haut (128a₂).

Spaltbarkeit: Smithit hat eine vollkommene Spaltbarkeit parallel $(100)_{so}$, die ihn von den anderen Rotmineralien: Hutchinsonit und Trechmannit unterscheidet. Der Bruch ist muschelrig.

Farbe: Scharlach- bis zinnoberrot, in der Tönung wie Proustit. Die Oberfläche des Kristalls ändert in starkem Sonnenlicht ihre Farbe von purpurrot nach orangerot. Smithit ist in der Farbe etwas lichter und transparenter als Hutchinsonit.

Glanz: diamantartig.

Strich: zinnoberrot.

Härte: $1\frac{1}{2}$ bis 2.

Optik: Die optischen Verhältnisse wurden von Smith und Prior 1907 (128a₂) untersucht. Das Mineral ist durchscheinend. Smithit gibt bei konoskopischer Betrachtung von (100)-Platten charakteristische Interferenzfiguren.

Vom Spektrum wird nur das rote Ende durchgelassen. Schwache Anzeichen für Pleochroismus sind vorhanden. Die Doppelbrechung ist negativ und recht stark.

$2E \approx 65^\circ$. Optische Achsenebene parallel b $(010)_{so}$. $\gamma\Delta c = 6\frac{1}{2}'$ für D_{Na} . Der Brechungsindex ist mit $n_{Na} = 3,27 \pm 0,09$ nur wenig höher als der des Hutchinsonit.

Larsen 1921 (80) referiert die Messungen Smiths und gibt bei Smithit die optischen Konstanten eines Produktes an, das man aus Trechmannit durch Erhitzen in S-Se-Schmelze erhalten hatte. Dieses neue Mineral war optisch negativ, zweiachsig, $2V = 26^\circ$;

$$n_{\alpha}Li = 2,48 \pm 0,02 \quad n_{\beta}Li = 2,58 \pm 0,02 \quad n_{\gamma}Li = 2,60 \pm 0,02 ;$$

$$\beta = b ; \gamma\Delta c = 6^\circ (Li).$$

Referate in : Doelter-Leitmeier 1926 (23) ; Bader 1934 (1) ; Hintze 1938 (54b) ; Dana 1944 (18g).

5. Kristallographie

Solly 1903 (132f₁) stellte monokline Symmetrie fest, mit $\beta = 78^\circ 46'$; $(100) : (101) = 42^\circ 22'$; $(010) : (111) = 37^\circ 3'$.

Durch Messungen von Smith und Prior 1905 (128b) wird diese Angabe bestätigt mit Modifikation von β . Sie bestimmten bei gleicher Aufstellung wie Solly das Achsenverhältnis zu

$$a : b : c = 2,2205 : 1 : 1,9570 ; \beta = 78^\circ 40'.$$

Daraufhin beschreibt Solly 1905 (132i) das Mineral mit 17 Formen und einem Achsenverhältnis von

$$a : b : c = 2,2309 : 1 : 1,9657 \quad \beta = 78^\circ 47\frac{1}{2}'$$

Eingehende kristallographische Untersuchungen werden von Smith und Prior 1907 (128a₂) veröffentlicht. Zwei Abbildungen stellen die besten Kristalle dar, von denen der erste 1 mm, der zweite 0,5 mm Durchmesser hatte. Beide waren bereits von Solly (132i) vermessen worden. Durch Messungen an insgesamt 8 Kristallen beobachtet Smith 57 Formen, unter ihnen die 17 von Solly schon festgestellten.

Das Achsenverhältnis mit $a : b : c = 2,2206 : 1 : 1,9570$ $\beta = 101^\circ 12'$ unterscheidet sich nur wenig von dem Solly'schen.

Weitere Angaben sind schon bei der « allgemeinen Ansprache des Minerals » genannt !

Wichtigste Zonen :

Prismenzone $[010]$ mit a (100), e (101), c (001), d ($\bar{1}01$).

Hauptpyramidenzone $[01\bar{1}]$ mit q (211), p (111), P ($\bar{1}11$), Q ($\bar{2}11$).

Referate in : Desbuissons 1909 (21b) ; Groth-Mieleitner 1921 (39) nach Smith und Prior (128a₂) ; Klockmann 1922 (71) ; Goldschmidt-Atlas 1923 Bd. 8 (36b) referiert das Achsenverhältnis nach Smith, gibt alle 57 Formen an und bringt beide Abbildungen von Smith ; Doelter-Leitmeier 1926 (23) nach Smith ; Bader 1934 (1) nach Smith ; Hintze 1938 (54b) ; Niggli, Koenigsberger, Parker 1940 (89) ; Dana 1944 (18g) nach Smith ; Klockmann-Ramdohr 1954 (71b).

Das von Béland und Peacock 1946 (7) aus den Dimensionen der Elementarzelle berechnete Achsenverhältnis kommt den kristallographisch gemessenen Werten sehr nahe.

Struktur : Erste Strukturuntersuchungen resp. Messungen der Gitterkonstanten an natürlichen und künstlichen Smithitkristallen wurden von Béland und Peacock 1946 (7) ausgeführt.

Sie erhielten

$$a_0 = 17,20 \quad b_0 = 7,76 \quad c_0 = 15,16 \text{ \AA} ; \quad \beta = 101^\circ 12' ; \quad Z = 24 \text{ (AgAsS}_2\text{)}.$$

Das Achsenverhältnis $a_0 : b_0 : c_0 = 2,2165 : 1 : 1,9536$ bestätigt die goniometrischen Befunde. Die nach den röntgenographischen Werten errechnete Dichte ist 4,93.

Die Struktur des Smithit ist nicht weiter bekannt; Hellner, Weitz, Rösch, 1958, (49).

6. Chemismus

Die chemische Zusammensetzung wurde in Sollys erster Mitteilung zu Pb, As, S vermutet. Eine Analyse fehlte. 1905 fanden Smith und Prior die Zusammensetzung AgAsS_2 (128b), erwähnt von Solly (132i); (103d).

Veröffentlicht wurden diese Analysenwerte 1907 (128a₂). Eine provisorische Analyse von ca. 50 mg nicht ganz reinen Materials mit dunklen nadeligen Einschlüssen gab die Zusammensetzung:

Ag = 40; Pb = 1; Cu = 2; As = $25\frac{1}{2}$; S = 26,5⁰/₀; Summe = 95,0⁰/₀.

Eine zweite Analyse an 0,1076 gr völlig reinen Materials gab:

Ag = 43,9; As = 28,9; Sb = 0,4; S = 26,0; Summe = 99,2,

was von Prior als AgAsS_2 gedeutet wird. Dieser Verbindung entspricht eine theoretische Zusammensetzung von

Ag = 43,69; As = 30,36; S = 25,95

Smithit zeigt keine morphologische Verwandtschaft zu dem entsprechenden, auch monoklinen Sulfantimonit Miargyrit (AgSbS_2).

Referate in: Groth-Mieleitner 1921 (39); Doelter-Leitmeier 1926 (23); Bader 1934 (1); Hintze 1938 (54b). Niggli, Koenigsberger, Parker 1940 (89); Dana 1944 (18g).

Die röntgenographischen Untersuchungen von Béland und Peacock 1946 (7) und 1948 (8) an natürlichem und künstlichem Smithit bestätigen die Zusammensetzung AgAsS_2 .

Spez. Gew.: Von Smith und Prior (128a, S. 300) wurde die Dichte zu 4,88 bestimmt. Von Béland und Peacock 1946 (7), wurde nach röntgenographischen Untersuchungen ein Wert von 4,93 errechnet.

Synthese: Bereits 1897 (135) erhielt Sommerlad bei Syntheseversuchen von Silbersulfarsenit und Silbersulfantimonit durch Zusammenschmelzen der Komponenten eine Verbindung AgAsS_2 , die in der Natur noch nicht beobachtet worden war. Smithit als Mineral wurde erst 1903 durch Solly bekannt.

Weitere Syntheseveruche und Untersuchungen der Schmelzbereiche gehen auf Jäger und Klooster 1912 (64) zurück. Durch Zusammen-

schmelzen von Ag_2S mit As_2S_3 erhielten sie eine, wie sie meinten, in der Natur noch unbekannte Verbindung vom Miargyrittyp: AgAsS_2 , die sie Arsenomiargyrit nannten. Das Mineral bildete große glänzende Schuppen mit dem spez. Gew. 4,69. Als zweite aus der Schmelze bei stärkerem Erhitzen unter Abgabe von As_2S_3 entstehende Verbindung erhielten sie Proustit $3\text{Ag}_2\text{S} \cdot \text{As}_2\text{S}_3$ in nadeliger Ausbildung. Die Schmelzbedingungen wurden untersucht: Das durchweg kongruente System hat folgende Schmelzpunkte und Eutektika:



Die Schmelze von Smithit zeigt sehr starke Dissoziation. Der Schmelzpunkt war nur als sehr flaches Maximum bei 417° ausgebildet.

Referate in: Doelter-Leitmeier 1926 (23); Hintze 1938 (54b); Dana 1944 (18g).

Eine Synthese des Smithit unter hydrothermalen Bedingungen gelang Béland und Peacock 1946 (7). Sie schlossen vergleichende kristallographische und röntgenographische Untersuchungen an natürlichen und künstlichen Smithiten an.

Eine weitere Arbeit von Béland 1948 (8) beschreibt die künstliche Darstellung der Silbersulfarsenite: Smithit, Proustit, Xanthokon bei Temperaturen unterhalb 500° in Alkalisulfid-Lösung.

7. Erzmikroskopische Untersuchungen

sind an Binnentaler Smithit bisher nicht ausgeführt worden. Seeliger 1945 (124), S. 169, beobachtete lediglich in einem Anschliff der Wieslocher Proben ein dem Hutchinsonit ähnliches Mineral, welches er mit Vorbehalt als Smithit ansprach (die Pulveraufnahme dieses Minerals wurde dann mit der Pulveraufnahme des Binnentaler Smithit verglichen). « Smithit » erschien hier nicht eigengestaltig, er reflektierte im Vergleich zu Hutchinsonit das Licht besser und weißer (mit schwacher Blaufärbung). Die Anisotropieeffekte waren schwach. Rote Innenreflexe traten bei Beobachtung in Öl deutlich hervor. Seeliger wies Ag und As spektralanalytisch nach.

8. Genese und Vorkommen außerhalb des Binnentales

Die Syntheseversuche von Béland und Peacock werfen ein Licht auf die Entstehungsbedingungen des Minerals. Unter hydrothermalen Bedingungen läßt sich Smithit leicht in guten Kristallen erhalten.

Außer im Binnental wurde es von Seeliger 1954 (124) in einem Anschliff der Pb-Zn-Erze von « Segen Gottes » bei Wiesloch/Baden neben Gratonit, Hutchinsonit, Jordanit, Bleiglanz etc. in körnigem Kalkstein beobachtet, wo er in der Außenzone teilweise zersetzten Gratonits lag. Bei den vielfältigen Lösungs- und Umwandlungsvorgängen in dem Wieslocher Vorkommen ist nicht nur Hutchinsonit als Zwischenprodukt zu erwarten, sondern auch Smithit. Der normale Weg der Separierung von As_2S_3 aus den Sulfarseniten führt über Jordanit bis weiter zum Bleiglanz.

XIII. PROUSTIT

1. Literatur (Auswahl)

- | | |
|-------------------------------------|--|
| 1905 Solly (132m ₁) | 1940 Hiller (53) |
| 1906 Solly (132m ₂) | 1940 Niggli Koenigsberger, Parker (89) |
| 1909 Desbuissons (21b) | 1943 Berry (12b) |
| 1912 Jäger und Klooster (64) | 1944 Dana (18g) |
| 1920 Schmidt (119b) | 1947 Peacock (98) |
| 1921 Groth u. Mieleitner (39) | 1948 Béland (8) |
| 1921 Larsen (80) | 1950 Ramdohr (106c) |
| 1922 Klockmann (71) | 1954 Klockmann u. Ramdohr (71b) |
| 1926 Doelter u. Leitmeier (23) | 1956 Rafaljskij (Geochimija No. 7, 67; Zbl. Min. 1958 II S. 429) |
| 1931 Schneiderhöhn u. Ramdohr (121) | 1957 V. Ross (114) |
| 1934 Bader (1) | 1958 Hellner, Weitz, Rösch (49) |
| 1935 Hofmann (55) | |
| 1936 Harker (45) | |
| 1937 Hocart (56) | |

2. Sammlungsregister

B 791 (derbe Partien in Dolomit).

3. Allgemeine Bemerkungen

Proustit ist zwar als $3\text{Ag}_2\text{S} \cdot \text{As}_2\text{S}_3$ ein « Silbersulfarsenit », gehört aber seiner Struktur nach nicht in die Gruppe der komplexen Spießglanze wie Smithit und Trechmannit, sondern in die Gruppe der Rotgültigerze. Da er auch für das Lengenbacher Vorkommen nicht spezifisch ist, braucht er hier nicht näher beschrieben zu werden.

Solly wies das Mineral 1905 (132m₁) und (132m₂) im Binnental nach. Ein kleines Kriställchen mit hexagonalem Prisma $a(10\bar{1})$ und Rhomboeder $r(100)$ war derart auf einem Rathitkristall aufgewachsen, daß die Prismenkanten parallel zueinander lagen. Weitere individualisierte Proustitkristalle wurden am Lengenbach nicht gefunden.

Referat in : Desbuissons 1909 (21b) ; Bader 1934 (1), S. 408.

In der Farbe ist Proustit dem Smithit zum Verwechseln ähnlich, auch der Glanz ist derselbe. Die Härte ist mit $2\frac{1}{2}$ nur wenig höher als die der anderen « Rotmineralien ».

Die Doppelbrechung ist etwas höher als beim ebenfalls triklinen Trechmannit, und wenig höher als beim Hutchinsonit ; Smith (128a), Larsen 1921 (80).

Auf die Untersuchungen der Schmelzbedingungen im $\text{Ag}_2\text{S}-\text{As}_2\text{S}_3$ -System von Jäger und Klooster 1912 (64) wurde schon bei « Smithit » eingegangen. Proustit schmilzt kongruent bei 490° .

Alle weitere angeführte Literatur betrifft nicht speziell den Binnentaler Proustit :

Kristallographie : u. a. Doelter-Leitmeier 1926 (23) ; Dana 1944 (18g).

Chemie : u. a. Groth-Mieleitner 1921 (39) ; Doelter-Leitmeier 1926 (23)

Erzmikroskopie : Schneiderhöhn-Ramdohr 1931 (121) ; Ramdohr 1950 (106c).

Struktur : Hofmann 1935 (55) ; Harker 1936 (45) ; Hocart 1937 (56) ; Hiller 1940 (53) ; Berry 1943 (12b) ; Ross 1957 (114) ; Hellner, Weitz, Rösch 1958 (49).

Hydrothermalsynthese : Peacock 1947 (98), Béland 1948 (8) ; Rafaljskij 1956 (105).

XIV. MARRIT

1. Literatur

1904 Solly (132g)	1921 Groth u. Mieleitner (39)
1905 Solly (132 i)	1934 Bader (1)
1905 Solly (132m ₁)	1938 Hintze (54b)
1906 Solly (132m ₂)	1940 Niggli, Koenigsberger, Parker (89)
1909 Desbuissons (21b)	
1920 Goldschmidt Atlas Bd. 6 (36b)	1944 Dana (18g)

2. Sammlungsregister

B 348 (f).

3. Historisches und allgemeine Angaben

Erste Mitteilungen stammen von Solly 1904 (132g). Er nennt das Mineral Marrit nach Dr. J. E. Marr/Cambridge England, und beschreibt es als kleine bleigraue Kristalle, die modifizierten Würfeln gleichen und monoklin kristallisieren.

Das Mineral ist äußerst selten. Gefunden wurde nur eine Stufe von Lengenbachit und Pyrit mit 15 (2-3 mm großen) darauf sitzenden Kriställchen von Marrit (Solly (132i)), ferner ein spießartiger Kristall in einem ausgehöhlten Rathit und ein weiterer Einzelkristall von tafeligem Habitus aus einer Kaverne im Dolomit; Solly 1905 (132m₁+m₂). Insgesamt wurden von Solly 47 Formen bestimmt (132i)+(132m₂).

Die chemische Zusammensetzung und das spez. Gewicht sind bisher noch unbestimmt, es wird aber angenommen, daß das Mineral ein Sulfosalz ist. Die kristallographischen Elemente bedürfen ebenfalls, wie bereits Solly 1906 (132m₂) erwähnt, einer Überprüfung, da sich in der Zone [010, 201] Abweichungen der gemessenen von den berechneten Werten gezeigt haben.

Farbe: bleigrau bis stahlgrau, oft rot, gelb und blau angelauten.

Glanz: metallisch; opak.

Strich: schwarz, mit Nuance nach schokoladenbraun.

Spaltbarkeit wurde keine beobachtet. Bruch muschelrig.

Härte: 3.

Einzige Fundstelle ist der Lengenbacher Dolomit.

4. Kristallographie

Die Kristalle sind oft sehr verzerrt und lassen schwer die wahre Symmetrie erkennen.

- 1) Zuweilen haben die Kristalle isometrischen Habitus mit pseudokubischer Flächenverteilung. Sie gleichen dann einem Würfel, der mit (hk0) und (hkl)-Formen kombiniert ist. Da die Kristalle außerdem oft rote, gelbe und blaue Anlauffarben zeigen, sind sie leicht mit Binnit und Pyrit zu verwechseln ; Abb. Solly 1905 (132i).
- 2) Einen Kristall von tafeligem Habitus nach (010) beschrieb Solly 1906 (132m₂). Er war einem tafeligen Dufrenoyzit sehr ähnlich. Die Flächen der Zone [001] waren tief gerillt parallel der Zonenachse. Die Fläche (031) war groß entwickelt und schräg gestreift ; Abb. Solly (132m₂).
- 3) Ein scharf-spießiger Habitus wurde an einem Kristall beobachtet, der in einem ausgehöhlten Rathit saß ; Solly 1905 (132m₁) und (132m₂). Die Formen (170), (150), (140), sowie (031) und (083) waren an ihm groß entwickelt.

Solly bestimmte 1904 (132g) und (132i) ein Achsenverhältnis von
 $a : b : c = 0,57634 : 1 : 0,47389 \quad \beta = 88^{\circ}45'$

bei monokliner Symmetrie. Die Abbildung in dieser Arbeit zeigt einen der 15 (auf angelaufenem Lengenbachit und Pyrit sitzenden) 2 bis 3 mm großen Kristalle. Messungen an drei dieser Kristalle zeigten 40 Formen. Die stereographische Projektion zeigt, daß die Prismenzone die flächenreichste Zone ist. Zwillingsverwachsung nach (001) wird vermutet.

Referate in : Desbuissons 1909 (21b) ; Goldschmidt-Atlas 1920, Bd. 6 (36b) ; Bader 1934 (1) ; Niggli, Koenigsberger, Parker 1940 (89) ; Dana 1944 (18g).

XV. SOLLYIT und TELLIT

Zwei unbekannt Mineralien, die man wegen ihrer Ähnlichkeit mit den anderen Sulfosalzen ebenfalls für Sulfosalze halten kann, wurden von Solly 1919 (134) und Smith 1920 (130b) beschrieben.

I. *Sollyit*. Solly beschrieb 1919 (134) « A lead-grey, fibrous mineral from the Binn valley, Switzerland ». Man fand das Mineral auf einer

Stufe neben Seligmannit und Baumhauerit in Form vieler feiner Nadeln. Nur die Flächen der Prismenzone einer dieser Nadeln konnten gemessen werden. Nach der von Prior angefügten Analyse gleicht das Mineral eher dem Rathit, kristallographisch ist es dem Dufrenoyzit ähnlicher. Spez. Gew. 5,453.

Kristallographische Elemente wurden nicht bestimmt. Die Flächenmessungen gingen von der Spaltfläche als Polfläche aus.

Von Dana 1944 (18g), S. 456 wird das Mineral als α -Rathit dem Rathit angeschlossen; ebenso von Bader 1934 (1).

Gagarin und Cuomo 1949 (32) dagegen fassen es als eigenständiges Mineral auf und schlagen dafür den Namen Sollyit vor. Die chemische Zusammensetzung entspreche der Formel $3\text{PbS} \cdot 2\text{As}_2\text{S}_3$.

II. *Tellit*. Smith beschrieb 1920 (130b) « A curious crystal from the Binn valley, Switzerland ».

Der einzige Kristall dieser Art war $12 \times 5 \times 0,3$ mm groß, stahlgrau tafelig nach (100) im Habitus, begleitet von Sartorit; Strich schwarz. Spez. Gew. 4,2.

An dem (nach Smith) « offensichtlich triklinen » Kristall wurde ein Achsenverhältnis von

$$a : b : c = 3,3425 : 1 : 3,5536 \quad \alpha = \gamma = 90^\circ \quad \beta = 102^\circ 8'$$

bestimmt, was also einer pseudomonoklinen Symmetrie entsprechen würde. Die chemische Zusammensetzung ist unbestimmt.

Referat in: Dana 1944 (18g), S. 488.

Gagarin und Cuomo 1949 (32) schlagen für dieses bisher unbenannte Mineral den Namen Tellit vor.

F. Literatur über die Lengenbachparagenese

Das Verzeichnis ist hinsichtlich der Lengenbacher Sulfosalze vollständig; es enthält ferner die Erstangaben für die übrigen Mineralien des Lengenbaches, sowie alle historisch bemerkenswerten Angaben des Binnentales. Außerdem sind einige allgemeinere und geologische Arbeiten angegeben.

Die Reihenfolge ist alphabetisch; jeder Autor (und jedes Autorenkollektiv) hat eine Ziffer. Liegen mehrere Arbeiten des gleichen Autors vor, so haben diese einen Buchstabenzusatz an der Autorenziffer. Nachträge mußten gegebenenfalls noch mit einem an den Buchstaben angehängten Ziffernindex versehen werden. – Innerhalb der Buchstaben ist bis auf einzelne durch Nachträge bedingte Ausnahmen – die zeitliche Reihenfolge gewahrt.

Nachträge, die nicht mehr an ihren rechten Platz eingereiht werden konnten, sind am Ende der Aufstellung zusammengefaßt. Durch einen Stern * ist aber an der alphabetisch-zeitlich richtigen Stelle auf den Nachtrag verwiesen. – Bei einigen wenigen Zitaten ist eine sachliche Bemerkung angeschlossen.

1. BADER HENRI : « Beitrag zur Kenntnis der Gesteine und Minerallagerstätten des Binnentales ». Schw. Min. Pet. Mitt. Bd. 14, 1934, S. 319-433.
2. BANNISTER, PABST, VAUX : « The crystallography of sartorite ». Min. Mag. 25, 1939, S. 264.
3. BANNISTER F. A. : Private Mitteilung an Max Hey in « Chem. Index of Min ». 2. Aufl. 1955, S. 233 über Röntgendiagramme von Hamlinit und Goyazit.
4. BAUMHAUER H. :
 - a « Über sehr flächenreiche, wahrscheinlich dem Jordanit angehörige Kristalle aus dem Binnenthal ». Sitz. Berl. Akad. 35, 9. Juli 1891, S. 697-711.
 - b « Über das Kristallsystem des Jordanit ». Sitz. Berl. Akad. 41, 22. Oktober 1891, S. 915-925.
 - c « Kristallographische Notizen :
 - 1) Gelber Diopsid von Graubünden,
 - 2) Deutlich hemiedrische Binnitkristalle,
 - 3) Über einen Zwillingskristall von Jordanit ». Z. Krist. 21, 1893, S. 202-207.
 - d « Ein weiterer Beitrag zur Kenntnis des Jordanit von Binn » (4). « Dufrenoyisit aus dem Binnenthal » (5). Z. Krist. 24, 1894, S. 78-87.
 - e « Über den Skleroklas von Binn ». Sitz. Berl. Akad. 12, 1895 7. März, S. 243-252.
 - f « Über den Rathit, ein neues Mineral aus dem Binnenthaler Dolomit ». Z. Krist. 26, 1896, S. 593-602.
 - g « Jordanit, Dufrenoyisit, Rathit, Binnit/Binnenthal ». Verhandl. schweiz. naturf. Ges. Zürich 90, 1896.
 - h « Neue Beobachtungen am Binnit und Dufrenoyisit ». Z. Krist. 28, 1897, S. 545 ff.
 - i « Über den Rutil des Binnenthales im Canton Wallis ». Comptes rendus du 4^e congrès scient. internat. d. cathol. 1897, Fribourg 1898. Ref. in : Z. Krist. 33, S. 653 ff.
 - j « Über die kristallographischen Verhältnisse des Jordanit ». Sitz. k. preuß. Akad. d. Wiss. Berlin 28, 1900, S. 577-590. Ref. in : Z. Krist. 36, 1902, S. 635.
 - k « Über den Seligmannit, ein neues, dem Bournonit homöomorphes Mineral aus dem Dolomit des Binnenthales ». Sitz. Königl. preuß. Akad. d. Wiss. Berlin 6, 1901, S. 110-117.
 - l « Über einen neuen, flächenreichen Kristall von Seligmannit ». Sitz. Bericht k. preuß. Akad. d. Wiss. Berlin 28, 1902, S. 611-614.
 - m « Mineralien aus dem Binnenthal, Kanton Wallis ». Eclogae geol. Helv. 7, 1903, S. 351-353.

- n « Beitrag zur Kenntnis des Hyalophan ». Z. Krist. 37, 1903, S. 603-608
- o « Untersuchungen über die Entwicklung der Kristallflächen im Zonenverband » (Jordanit S. 635, Dufrenoyisit S. 649, Baumhauerit S. 652). Z. Krist. 38, 1903, S. 628-655. Ref. in : Eclogae geol. Helv. 8, S. 580.
- p « Die Mineralien des Binnenthales ». Bull. de « La Murithienne » Soc. Valaisanne des Sciences naturelles 1905, S. 35-49.
- q « Über die Aufeinanderfolge und die gegenseitigen Beziehungen der Kristallformen in flächenreichen Zonen » (mit Messungen an Sartorit). Sitz.Bericht k. preuß. Akad. d. Wiss. Berlin 1904, S. 543-554. Ref. in : Eclogae geol. Helv. 1906, 8, S. 582-583.
- r « Die Mineralien des Binnentales, Kanton Wallis ». Monatsberichte der deutschen geol. Ges. Bd. 59, 1907, S. 176-177.
- s « Über das Gesetz der regelmäßigen Verwachsung von Rutil und Eisenglanz ». Z. Krist. 43, 1907, S. 61 ff.
- t « Das Binnental im Wallis ». Schweizerische Rundschau 1909, S. 6.
- u « Über das Gesetz der Komplikation und die Entwicklung der Kristallformen ». Verh. der schweizerischen naturf. Ges. 93, 1910.
- v « Über die Entwicklung der Kristallflächen im Anschluß an neue Beobachtungen am Binnit ». Z. Krist. 52, 1913, S. 581-591.
- w « Beitrag zur vergleichenden Kristallographie u. a. von Binnit, Anatas, Baryt, Jordanit, Binnental ». Schweiz. Min. Petr. Mitt. 5, 1925, S. 348-426.
5. BAUMHAUER H. und TRECHMANN C. O. : « Neuere Beobachtungen am Baryt des Binnentales ». Z. Krist. 44, 1908, S. 609-617.
6. BECKE F. :
- a « Ätzversuche an der Zinkblende ». Tscherm. Min. Petr. Mitt. 5, 1883, S. 457-526.
- b « Einige Fälle von natürlicher Ätzung an Kristallen von Pyrit, Zinkblende, Bleiglanz und Magnetit ». (Magnetit aus dem Binnental, S. 19-21 !) Tscherm. Min. Petr. Mitt. 9, 1888, S. 1-28.
- c « Ein Beitrag zur Kenntnis der Kristallformen des Dolomit ». Tscherm. Min. Petr. Mitt. 10, 1889, S. 93-152.
- d « Über Dolomit und Magnesit und über die Ursache der Tetartoedrie des ersteren » (S. 224 Dolomit vom Binnental). Tscherm. Min. Petr. Mitt. 11, 1890, S. 224-260.
7. BÉLAND R. und PEACOCK M. : « Hydrosynthesis of Smithite ($\text{Ag}_2\text{S As}_2\text{S}_3$), bzw. cristallography of artificial and natural Smithite ». University of Toronto studies, Geol. Serie 50, 1946, S. 79-84. Ref. in : Zbl. Min. 1945, I, S. 133.
8. BÉLAND R. : « Synthesis of some sulpharsenites of silver in alkali-sulphide solution » (Smithite, Proustit, Xanthokon). Econ. Geol. USA 1948, 43, S. 119-132. Ref. in : Zbl. Min. 1949, II, S. 142.
9. BERCELIUS in : Pogg. Ann. 7, 1826, S. 147 (stellt den ersten synthetischen Dufrenoyisit her).

10. BERENDES : Inaug. Diss. Bonn 1864 (Pogg. Ann. 122, 1864, S. 374).
* BERMAN : siehe Nachtrag zum Literaturverzeichnis Nr. 155.
11. BERMAN H. und GONYER F. A. : « Re-examination of colusite ». *Americ. Mineralogist* 24, 1939, S. 377 ff.
12. BERRY L. G. :
 - a « The structur cell of Jordanit ». *The American Mineralog.*, Sonderheft. Jahrestagung 1940, 4. Vortrag. Ref. in : *Jahrb. Min.* 41 I, S. 316.
 - b « Studies of mineral sulfo-salts, VII, A systematic arrangement on the basis of cell dimension ». *Univers. of Toronto Studies, Geol. Ser.* 48, 1943, S. 9-30. Ref. in : *Zbl. Min.* 1945 I, 133.
 - c « New data on lead sulpharsenites from Binnental, Switzerland » (Baumhauerit, Dufrenoyisit, Rathit II). *Thirty-third annual Meeting of the mineralogical Society of America*, Nov. 13-15, 1952. Ref. in : *Americ. Mineralog.* 38, 1953, 330.
13. BERRY und PEACOCK : « Röntgenographic observations on ore minerals ». *University of Toronto Studies, Geol. Ser.* 44, 1940, S. 47-69.
14. BONDERER : « Beiträge zur Morphologie des Calcits ». *Thèse sci. nat. Fribourg* 1954. *Bull. Soc. frib. sci. nat.* vol. 43, 1953-54, S. 219-297.
15. BOWMANN H. L. : « On Hamlinite from the Binnenthal, Switzerland ».
 - a₁ read June 11, 1907 ; *Cbl. Min.* 1907, S. 601
 - a₂ *Min. Mag.* 14, Nr. 67, 1907, S. 389 ff.
16. BRUN A. : « Note sur les sulfarséniures de Binn ». *Bull. Soc. franç. Min.* 1917, 40, S. 110-111.
* BRUSH : siehe Nachtrag des Literaturverzeichnisses Nr. 156 a+b.
17. CESÀRO G. :
 - a « Über eine neue Form der Zinkblende ». *Bull. Acad. Royal de Belgique*, 25, 1893. Ref. in : *Z. Krist.* 25, 1896, 319.
 - b « Consideration sur la composition des sulfosels ». *Bull. Soc. fr. Min.* 38, 1915, S. 38-74. Ref. in : *N. Jahrb. Min.* 1923 II, 25.
18. DANA : « System of Mineralogy » :
 - a 1837 1. Edition
 - b 1844 2. »
 - c 1850 3. »
 - d 1854 4. »
 - e 1868 5. »
 - f 1892 6. »
 - g 1944 7. »
19. DAMOUR :
 - a *L'Inst.* 1845, S. 141 ff.
 - b « Neue Verbindung von Blei mit Schwefel und Arsenik vom St. Gotthard. » *Compt. rend. Acad. Sci. Paris* 1845, 20, S. 1121. Ref. in : *Neues Jahrb. Min.* 1846, S. 222..
 - c « Dufrenoyisit, eine neue Mineral-Gattung. » *Ann. chim. Phys.* 1845, 14, S. 379. Ref. in : *N. Jahrb. Min.* 1846, S. 337.
20. DELAFOSSE : « Cours de Minéralogie ». 1860. Roret, Librairie-Editeur, Paris.

21. DESBUISSONS LÉON :
a Carte topographique et minéralogique du Binnenthal, Paris 1906.
b « La Vallée de Binn (Valais) ». Etude géographique, géologique, minéralogique et pittoresque ». Lausanne, Georges Bridel & Cie, éditeurs 1909.
22. DESCLOIZEAUX : « Notices minéralogiques sur les formes cristallines de la Dufrenoyisit ». Ann. Mines. Bd. 8, Paris 1855, S. 389.
23. DOELTER-LEITMEIER : « « Handbuch der Mineralchemie ». 1926, Bd. 4,1. Steinkopff, Dresden.
24. ENGELMANN TH. : « Über den Dolomit des Binnenthales und seine Mineralien verglichen mit dem von Campo longo ». Dissertation Bern 1877. Ref. in : Z. Krist. 2, 1877, S. 311.
25. EPPRECHT W. : « Unbekannte Schweizer Eisenerzgruben sowie Inventar und Karte aller Eisen- und Manganerz-Vorkommen der Schweiz ». Schweizer. Min. und Petrogr. Mitteil. Bd. 37, Heft II, 1957, S. 217-246 und Beiträge zur Geologie der Schweiz Nr. 19, 1858.
26. ERLICH E. N. : « Über die Umwandlung kupfersulfidischer Mineralien im elektrischen Feld ». Sapiski Wsesogusn. miner. Obsch. (russ.) 86, S. 444-453. Ref. in : Zbl. Min. 1957 I, S. 106.
27. FEHLMANN H. : « Die schweizerische Eisenerzeugung, ihre Geschichte und wirtschaftliche Bedeutung ». Beiträge zur Geologie d. Schweiz, Geotechnische Serie, Lfg. 13, Bd. 3, Bern.
28. FERRARI A. und CURTI R. : « I solfoarseniti di piombo ». Periodico di Mineralogia 5, 1934, S. 155-157.
29. FISHER D. J. : « Discussion of the Formula of Jordanit ». Americ. Mineralogist 25, S. 297 ff., 1940.
- * FOOTE's naturalist's agency catalogue : siehe Anhang zu Literaturverzeichnis Nr. 161 (und vgl. Nr. 152).
30. FRANZENAU A. und TOKODY L. : « Über den Pyrit und Baryt vom Binnental ». Schweiz. Min. Petr. Mitt. Bd. 11, 1931, S. 67 ff.
31. FRONDEL C. : « Unit cell and space group of Vrbaite (Tl (As, Sb)₃S₅), Seligmannite (Cu Pb As S₃) und Samsonite (Ag₄Mn Sb₂S₆) ». Am. Min. 26, 1941, S. 25.
32. GAGARIN G. und CUOMO J. R. : « Algunas proposiciones sobre nomenclatura mineralogica ». Commun. Inst. nac. invest. cienc. nat. (Museo argentino cienc. nat., Bernardino Rivadavia). Cienc. geol. Buenos Aires, Vol. 1, 1949, No. 5, S. 3 ff.
33. GEBHART T. : « Über Zinkblende ». N. Jahrb. Min. Beilagebd. 67A. S. 29-32. 1933.
- 34 GERLACH H. : « Die penninischen Alpen » und : « Die Bergwerke des Kantons Wallis », erschienen als Teile 2 und 3 in Beitr. zur geologischen Karte d. Schweiz, 27. Lieferung, 1883. Verlag Dalp Bern.
35. GIUȘCĂ DAN :
a « Etude chalcographique des sulfarsénites de la Vallée de la Binna ».

- Bull. sect. scientif. Acad. roum. 12, No. 7-10, Bukarest 1929. Ref. in :
N. Jahrb. Min. 1931 I, S. 545.
- b « Die Erze der Lagerstätte von Lengnabach im Binnental (Wallis) ». Schweiz. Min. Petr. Mitt. 10, 1930, S. 152-177.
36. GOLDSCHMIDT VICTOR :
a « Kristallographische Winkeltabellen ». Springer, Berlin 1897.
b « Atlas der Kristallformen ». Bd. I (1913) bis Bd. IX (1923). Heidelberg.
37. GOETZE MARGARETE : « Schiebungen im Jordanit (Binnental) ». Centralbl. f. Min. 1919, S. 65-74.
38. GROTH P. :
a « Tabellarische Übersicht der Mineralien ». 1. Aufl., 1874. Ref. in : N. Jahrb. Min. 1874, S. 628.
b « Mineraliensammlung der Universität Straßburg ». 1878. Verlag K. Trübner, Straßburg-London 1878.
c « Tabellarische Übersicht der Mineralien ». 2. Aufl., 1882. Ref. in : N. Jahrb. Min. 1882 II, S. 177.
d « Tabellarische Übersicht der Mineralien ». 3. Aufl., 1889.
e « Tabellarische Übersicht der Mineralien ». 4. Aufl., 1898.
f « Chemische Krystallographie », Teil 2, 1908. Verlag Engelmann, Leipzig 1908.
g « Tableau systématique des Minéraux ». Genève 1904.
39. GROTH und Mieleitner : « Mineralogische Tabellen ». 1921. München (Oldenbourg).
40. GRÜNLING F. : « Über das Vorkommen des Baryts im Binnenthal ». Z. Krist. 8, 1883, S. 243 ff.
41. GRUNER G. S. : « Versuch eines Verzeichnisses der Mineralien des Schweizerlandes ». 1775.
42. GUILLEMAIN : « Beiträge zur Kenntnis der natürlichen Sulfosalze ». Inaug. Diss. Breslau 1889. Ref. in : Z. Krist. 33, 1900, S. 72 ff.
43. GUYAN W. U. : « Archäologische Untersuchungen zur Eisengewinnung in der Schweiz ». Stahl und Eisen 76, 1956, S. 618.
44. HARCOUR G. H. : « Tables for the identification of ore minerals by x-ray powder patterns ». Am. Min. 27, 1942, S. 63-113.
Ref. in : Zbl. Min. 1946 II, S. 71.
45. HARKER J. : « The application of the threedimensional Patterson method and the crystal structure of proustite, Ag_3AsS_3 and pyrargyrite, Ag_3SbS_3 ». J. chem. Phys. 4, 1936, S. 381. Ref. in : N. Jahrb. Min. 1939 I, S. 366.
46. HAUSMANN : In « Phillip's Mineralogy » herausgegeben von Brooke und Miller, 1852, S. 197.
47. HELLNER E. und LEINWEBER G. : « Über komplex zusammengesetzte sulfidische Erze I ». Z. Krist. 107, S. 150-154. 1956.

48. HELLNER E. :
- a « Zur Strukturbestimmung mit Hilfe von Superpositionsmethoden ». Z. Krist. 108, S. 64-81 (1956).
 - b Diskussionsbemerkung zum Vortrag G. LEINEWEBER und E. HELLNER « Zur Struktur des Bournonits und Seligmannits ». Fortschr. Min. 34, S. 48-51 (siehe 82a).
 - c « Über ein strukturelles Einteilungsprinzip für sulfidische Erze ». Naturwissenschaften 45, S. 38 (1958).
 - d « Über komplex zusammengesetzte sulfidische Erze II, ». Z. Krist. 109, 1957, S. 284-295.
49. HELLNER E., WEITZ G. und RÖSCH H. : « Über einige Strukturen sulfidischer Erze und ein strukturelles Einteilungsprinzip ». J. Geol. 66, 1958, S. 503-525 ; Zbl. Min. 1959 I, S. 212.
50. HESSENBERG F. :
- a « Mineralogische Notizen I ». Sep. aus Abhandl. Senckenbergische naturf. Ges. Frankfurt, 2. 1855. (S. 3 Adular-Vierling aus dem Binnental ; S. 15 Realgar aus dem Binnental ; S. 30 Rutil/Binnental.)
 - b « Mineralogische Notizen II ». Sep. aus Abhandl. Senckenbergische naturf. Ges. Frankfurt, 2. 1858. (S. 11 Rutil aus dem Binnental.)
 - c « Mineralogische Notizen III ». Sep. aus Abhandl. Senckenbergische naturf. Ges. Frankfurt, 3. 1860. (S. 3. Realgar, Binnental.)
 - d « Mineralogische Notizen V ». Sep. aus Abhandl. Senckenbergische naturf. Ges. Frankfurt, 4. 1863. (Pyrit aus dem Binnental.)
 - e Brief an G. vom Rath über einen erhaltenen Binnit. Abgedruckt in Jahrbuch f. Min. 1874, S. 842-844.
 - f « Mineralogische Notizen 12 ». Sep. aus Senckenbergische naturf. Ges. (Abhandl.), Frankfurt, 10. 1875. (S. 6 Binnit von Imfeld im Binnental.)
51. HEUSSER J. CH. :
- a « Mineralfundorte des Binnen- und Saastales ». Mitt. Nat. Ges. Zürich 3, 1855, S. 431 ff. (in 2 Teilen).
 - b « Bemerkungen zur Abhandlung des Herrn Sartorius von Waltershausen ». Poggendorffsche Ann. 94, 1855, S. 334-335.
 - c « Über den Dufrenoyisit, Binnit und Adular des Binnenthales ». Poggend. Ann. 97, 1856, S. 115-129.
 - d « Adular im Dolomit des Binnenthales ». N. Jahrb. Min. 1857, S. 712.
52. HILLER J. E. und HOFMANN : « Röntgenographische Bestimmungsmethoden und Untersuchungen der Bleispießglanze ». Z. Krist. 102 A, 1940, S. 143-144.
53. HILLER J. E. : « Versuch einer Klassifikation der Sulfide nach strukturellen Gesichtspunkten ». Z. Krist. 102, 1940, S. 353-376.
54. HINTZE C. :
- a « Handbuch der Mineralogie » (Bd. 1, 1. Teil). Veit & Co. Leipzig 1904.
 - b « Ergänzungsband 1938 ». (S. 701 Trechmannit, S. 623 Smithit, S. 344 Marrit, S. 213 Hatchit.)

- c « Ergänzungsband II », 1957, Lieferung 7. (S. 552 Hatchit, S. 551 Hamlinit.)
- d « Zur Kristallform des Dolomits aus dem Binnental ». Z. Krist. 7 S. 438-441 und S. 652 1883.
55. HOFMANN W. : « Ergebnisse der Strukturbestimmung komplexer Sulfide ». Z. Krist. 92, 1935, S. 161-185.
56. HOCART R. : « Schéma structural de la proustite et de la pyrargyrite ». C. R. 205, 1937, S. 68-70. Ref. in : N. Jahrb. Min. 1938 I, 423.
57. HOCHSCHILD PH. : « Studien an Zinkblende » (vom Binnental). N. Jahrb. Min. Beilagebd. 26, 1908, S. 151-212.
58. HUGARD : « Über den Dolomit des Binnenthales, seine Charaktere, Mineral-einschlüsse und Lagerung ». Compt. rend. 1858, XLVI, S. 1261-1264. Ref. in : N. Jahrb. Min. 1858, S. 591 ff.
59. HUGI und HUTTENLOCHER : « Die Magnetitlagerstätten ». Beitr. Geol. Schweiz. Geotechn. Serie 13, Bd. 4, 1948 (S. 110 Helsen, S. 111 Feldbach).
- 59/1. HUGI und HIRSCHI : « Die metamorphen erzführenden radioaktiven Gesteine von Feldbach (Binnental) ». Schw. Min. Petr. Mitt. Bd. 18, S. 12-39, 1938.
60. HURLBUT : Private Mitteilung von 1939 an Dana, in Dana's System of Mineralogy Bd. I, 1944, S. 461 über die Struktur des Baumhauerit.
- 61 HUTCHINSON A. : « The Chemical composition of Lengenbachit ».
- a₁ read June 14, 1905. Min. Mag. 14, S. xxxi. Ref. in : Cbl. Min. 1905, S. 490.
- a₂ Min. Mag. 14, Nr. 66, S. 204 ff.
62. HUTTENLOCHER HRCH. F. :
- a « Die Erzlagerstätten der Westalpen ». Beiträge zur Geologie der Schweiz, Geotechnische Serie Nr. 4. Kleinere Mittl. Verlag Kümmerly u. Frey Bern, 1934. – Ist identisch mit
- b « Die sulfarsenitischen Lagerstätten des Binnentales ». Schw. Min. Petr. Mitt. Bd. 14, 1934, S. 64-66.
63. ITO I. N., MORIMOTO, SADANAGA : « The crystal structure of Realgar » Acta cryst. 5, 1952, S. 775. Ref. in : Zbl. Min. 1952 I, S. 295.
64. JAEGER F. M. und VAN KLOOSTER H. S. : « Studien über natürliche und künstliche Sulfantimonite und Sulfoarsenite ». Zs. anorg. Chem. 78, 1912, S. 245-268. Ref. in : N. Jahrb. Min. 1914 I, S. 185.
65. JÉZEK : « Über den Hamlinit von Brasilien ». Abh. böhm. Akad. 1908, Nr. 2, S. 6 ff. Ref. in : N. Jahrb. Min. 1909 I, S. 344.
66. JENELTEN RUDOLF : « Formen und Zonenentwicklung des Baryts in ihrem Verhältnis zur Morphologie anderer Mineralien ». Inaug. Diss. Fribourg 1960.
67. Katalog der Mineralienhändler. Cf. Ann. der Physik und Chemie 1855, vol. 94, S. 335.
68. KENNGOTT A. :
- a « Übersicht der Resultate mineralogischer Forschung 1844-1849 ».

- « Dufrenoyisit » S. 250 (referiert Damour, Ann. d. Chim. XIV, S. 379).
« Realgar » S. 251 (referiert Descloizeaux, Ann. d. chim. X, S. 442).
- b « Übersicht der Resultate mineralogischer Forschung 1854 ».
« Dufrenoyisit » (kubisch) S. 133 (referiert S. v. Waltershausen, Wien Akad. Sitz.ber. XIV, S. 291). –
« Skleroklas » (orthorombisch) S. 134 (referiert S. v. Waltershausen, Wien Akad. Sitz.ber. XIV, S. 291). –
« Arsenomelan » (orthorombisch) S. 134 (referiert S. v. Waltershausen, Wien Akad. Sitz.ber. XIV, S. 291). –
- c « Übersicht der Resultate mineralogischer Forschung 1855 ».
« Dufrenoyisit » (kubisch) S. 107 (referiert S. v. Waltershausen, Poggend. Ann. XCIV, S. 117. Analyse von Uhrlaub, ebenda.).
« Skleroklas und Arsenomelan », S. 108 (referiert nach S. v. Waltershausen, Poggend. Ann. XCLV, S. 115).
- d « Übersicht der Resultate Mineralogischer Forschung 1856 u. 1857 ».
« Dufrenoyisit (kubisch) S. 173. Analyse v. Stockar-Escher, S. 177.
« Skleroklas oder Binnit inkl. Arsenomelan », S. 175.
« Realgar » S. 183 (ref. : Hessenberg, Min. Notizen 15), Rutil S. 130.
- e « Übersicht der Resultate Mineralogischer Forschung 1858 ».
(S. 112 Rutil, Binnental, nach Hessenberg Senck. Abh. 2 ; S. 33 Dolomit nach Hugard 1858).
- f « Übersicht der Resultate mineralogischer Forschung 1859 ».
(S. 118 Realgar nach Hessenberg ; S. 33 Barytocölestin, Kenngott).
- g « Übersicht der Resultate mineralogischer Forschung 1861 ».
(S. 120 Zinkblende).
- h « Übersicht der Resultate mineralogischer Forschung 1862-65 ».
(S. 300 heutiger Dufrenoyisit ; S. 302 Jordanit und Arsenomelan ; S. 282 Pyrit nach Hessenberg ; S. 87 Barytocölestin ; S. 187 Hyalophan ; S. 231 Turmalin ; S. 75 Dolomit ; S. 300 Analyse des heutigen Dufrenoyisit von Berendes).
- i « Die Minerale der Schweizer Alpen ». Leipzig 1866.
(S. 378-380 heutiger Binnit).
- j (Hyalophan) Vierteljahresschrift der Naturf. Ges. Zürich 13, S. 373-377, 1868.
69. KLEIN C., Heidelberg :
a « Blende aus dem Dolomit von Imfeld im Binnenthale ». N. Jahrb. Min. 1872, S. 897-900.
b « Mineralogische Ergebnisse einer Reise nach dem St. Gotthard und ins Oberwallis ». N. Jahrb. Min. 1875, S. 851-852 (Jordanit).
71. KLOCKMANN :
a « Lehrbuch der Mineralogie ». 7.-8. Aufl. F. Enke Verl. Stuttgart 1922.
b « Lehrbuch der Mineralogie ». 14. Aufl. F. Enke Verl. Stuttgart 1954.
72. KOEHLIN : « Ausstellung : Mineralien aus dem Binnental ». Mitteilung der Wiener mineral. Ges. In : Tschermak's Min. Pet. Mitt. 23, 1904, S.551.
73. KÖNIGSBERGER J. : « Über alpine Minerallagerstätten ». Teil III. S. 80 Im-

feld. (Die Minerale aus dem Dolomit von Imfeld sind nicht aufgeführt, S. 92). Abhandlungen der Bayrischen Akademie der Wissenschaften, math. phys. Kl. XXVIII. Bd., 12. Abhandl. 1919.

74. KOLLER P. : « Beiträge zur Kenntnis des Binnentaler Dolomits ». Inaug. Diss. Fribourg 1916. N. Jahrb. Min. Beilagebd. 42, 1919, S. 457-498.
75. KOSTOW : « Zur Isomorphie der Sulfosalze ». Sapiski Wsesojusn. miner. Obsch. (russ.) 86, 1957, S. 336-342. Ref. in : Zbl. Min. 1957 I, S. 104.
76. KRETSCHMER A. : « Analyse und Zusammensetzung der Fahlerze ». Z. Krist. 48, 1911, S. 489-490.
77. KÜNDIG E. und QUERVAIN F. DE : « Fundstellen mineralischer Rohstoffe in der Schweiz ». Geotechnische Kommission der Schweiz. naturf. Ges. Verlag Kümmerly u. Frey, Bern 1941.
78. LAMPLOUGH : « On some new forms prominently developed on crystals of Proustite ». Min. Mag. 13, 1903, S. 294 ff.
79. LARDY CHR. :
a « Taschenbuch f. g. Mineralogie » v. C. Leonhard. I. 1815, S. 69. (Campolungo.)
b « Abhandlungen über den Gotthard ». Act. soc. Helvét. Denkschrift d. schweiz. Ges. I b, 1833, S. 200-280. Ref. in : N. Jahrb. Min. 1833, S. 61.
80. LARSEN E. S. : « The mikroskopik determination of the nonopaque minerals ». U.S. Geol. Surv. 1921, Bull. 679, Washington, Government, print. office. S. 144 u. 134 Smithit und Trechmannit ; S. 142 u. 184 Tennantit ; S. 126 u. 278 Realgar ; S. 204 Proustit ; S. 70 u. 283 Dufrenoyisit ; S. 278 Hutchinsonit ; S. 198 u. 199 Dolomit. Ref. in : Cbl. Min. 1922, S. 623.
81. LASARENKO E. K. : « Über die Fahlerze, Schrifttumsübersicht ». Mineralog. Sbornik Ljwow. Geol. Obsch. (russ.) 10, 1956, S. 171-211. Ref. in : Zbl. Min. 1957 I, S. 105.
82. LEINWEBER G. :
a Fortschritte d. Min. 34, S. 48 ff. (siehe Hellner (48b)).
b « Struktur-Analyse des Bournonits und Seligmannits mit Hilfe der Superpositionsmethoden ». Z. Krist. 108, 1956, S. 161-184.
83. LEWIS W. J. :
a « Über Jordanit und Binnit ». Philosophical Magazine 5, 1878, S. 142.
b « Über Jordanit und Binnit ». Z. Krist. 2, 1878, S. 191 ff.
c « On some minerals from Switzerland ». read : Nov. 18, 1902. Min. Mag. 13, S. xxxi.
d Mitteilungen über (83c) in : Eclogae geol. Helv. 7, 1902, S. 629.
e « Notes on minerals from the neighbourhood of Binn (Switzerland) », read Nov. 18, 1902 (83c), Min. Mag. 13, 1903, S. 291-293.
f « A large crystal of sulfarsenit of lead from the Binnenthal ». (Analyse von Jackson zeigte, daß es sich um Sartorit handelt),

- read March 24, 1903. *Min. Mag.* 13, 1903, S. xxxiv.
Ref. in : *Cbl. Min.* 1903, S. 333.
- g « On Sartorit and other minerals from the Binnenthal »,
read Nov. 16, 1909. *Min. Mag.* 15, 1909, S. xxxvi.
Ref. in : *Cbl. Min.* 1910, S. 315.
- h « Wiltshireit, Binnenthal ». *Geol. Mag.* 18, 1909, S. 45.
- i « Wiltshireit, Binnenthal ». *Philosophical Magazine and journal of science*, 1910, 20, S. 474-475.
- j « Wiltshireit, a new mineral ». *Z. Krist.* 48, 1910, S. 515.
- k₁-k₃ « On Rathit and its variety Wiltshireit »,
k₁ read Nov. 15, 1910, *Min. Mag.* 16, S. xxiii ;
ref. in : *Cbl. Min.* 1911, S. 32 ;
k₂ read March 21, 1911, *Min. Mag.* 16, No. 75, S. xxvii ;
ref. in : *Cbl. Min.* 1911, S. 461.
k₃ *Min. Mag.* 16, No. 75, S. 197-206, 1912.
- l « On a mineral possibly identical with Liveingite », read Jan. 23, 1912.
Min. Mag. 16, S. xxxi, 1912 ; ref. in : *Cbl. Min.* 1912, S. 159.
- m « Ilmenit from the Lengenbach quarry, Binnenthal »,
read Nov. 12, 1912. *Min. Mag.* 16, 1912, S. xxxviii.
- n « Ilmenit from the dolomit at Binn, Switzerland »,
read Nov. 12, 1912 = (83m) ; *Min. Mag.* 16, No. 77, 1913, S. 343-344.
84. MACHATSCHKI F. :
a « Formel und Kristallstruktur des Tetraedrites ». *Norsk. Geol. Tidskrift* 10, 1928, S. 23-32.
Ref. in : *N. Jahrb. Min.* 1928 I, S. 203.
b « Präzisionsmessungen der Gitterkonstanten verschiedener Fahlerze. Formel und Struktur derselben ». *Z. Krist.* 68, 1928, S. 204 ff.
c « Kristallchemie der Arsen- und Antimonminerale ». *Tscherm. Min. Petr. Mitt.* 4, 1954, S. 272-276.
- 85 MACIVOR : « On native cupreous sulpharseniate » (chemische Analyse von Binnit). *Chem. New* 30, 1874, S. 103.
86. MARIGNAC C. : (Glimmer, Binnenthal). *Arch. sc. phys. Suppl. à la bibl. univ. Genève* 6, 1847, S. 293-304.
87. MIERS H. A. : « Contribution to the study of Pyrargyrite and Proustite ». *Min. Mag.* 8, 1888, S. 38-102.
88. NEMINAR F. : « Die Kristallform des Barytocölestin ». *Tscherm. Min. Petr. Mitt.* 1876, S. 59-64.
- * 89. NIGGLI P., KOENIGSBERGER J., PARKER R. : « Die Mineralien der Schweizeralpen ». Bd. I und Bd. II, 1940. Verlag Wepf & Co. Basel.
90. NIGGLI, DE QUERVAIN und WINTERHALTER :
« Chemismus schweizer. Gesteine ». *Beitr. zur Geol. d. Schweiz.* 1930.
- * NOVITZKY : siehe Nachtrag zum Literaturverzeichnis Nr. 157.
* NOWACKI und KUNZ : siehe Nachtrag zum Literaturverzeichnis Nr. 158.
91. NUFFIELD E. W. :
a₀ (über Lengenbachit). *Trans. Roy. Soc. Canada* 38, 1944, S. 59.

- a « Franckeite in relation to lengenbachite ».
Am. min. Progr. d. Tagung 1947, [17]. Ref. in : Zbl. Min. 1948 I, S.219
- b « Franckeite in relation to Lengenbachite ».
Bull. Geol. Soc. Americ. 1947, 58, S. 1214.
- c « x-ray measurements on Hutchinsonite ».
Univ. of Toronto studies Geol. Ser. 51, 1947, S. 79-81.
Ref. in : Zbl. Min. 48 I, 1948, S. 221.
92. OBERMAYER F. : « Morphologische Studien am Hyalophan und Labradorit ».
(Hyalophan aus dem Binnentaler Dolomit). Z. Krist. 7, 1882, S. 64-68
93. PALACHE :
- a₀ « Seligmannit von Utah, Bingham ». Am. Min. 13, 1928, S. 402.
- a Private Mitteilung von 1939 über die Aufstellung und gemessenen Flächen an Dufrenoyit in Dana «System of Mineralogy» Bd. I, 1944, S. 444.
- b Private Mitteilung von 1939 über α -Sartorit in Dana « System of Mineralogy » Bd. I, 1944, S. 480.
- c Private Mitteilung von 1940 über Skleroklas in Dana « System of Mineralogy » Bd. I, 1944, S. 480.
94. PALACHE CH., RICHMOND W. E. and WINCHELL H. : « Crystallographic studies of sulfosalts : baumhauerite, meneghinite, jordanite, diaphorite, freieslebenite ». Am. Mineral. 23, 1938, S. 821-836.
96. PALACHE, FISHER : « Gratonite-a new mineral from Cerro de Pasco, Peru » (wird mit Jordanit, Guitermanit und Geocronit verglichen).
The Americ. Mineralogist 25, No. 4, 1940, S. 255-265.
Ref. in : Zbl. Min. 1943 I, S. 249.
97. PAULING und NEUMAN : « The crystal structure of Binnite $(\text{Cu, Fe})_{12}\text{As}_4\text{S}_{13}$, and the chemical composition and structure of minerals of the tetrahedrite group ».
Z. Krist. 88, 1934, S. 54-62.
98. PEACOCK M. A. : « Artificial proustite and anthokonite ».
Univers. of Toronto studies, Geol. Ser. 51, 1947, S. 85-87.
Ref. in : Zbl. Min. 1949 I, S. 84.
99. PETERSEN TH. : « Über die Grauerze des Binnentales ».
Sep.-Abdr. aus dem 7. Bd. des Offenbacher Vereins für Naturkunde, S. 13-16, 1865. Ref. in : N. Jahrb. Min. 1867, S. 203-205.
100. PILZ R., SCHRÖDER R. und THOST V. : « Realgar vom Binnental ».
Beiträge zur Krist. und Min. von V. Goldschmidt 1, 1918, S. 173-180.
Ref. in : N. Jahrb. Min. 1920, S. 13.
101. PISANI F. :
- a « Zirkon und Baryt vom Binnental ».
Bull. de la Soc. française de Min. 11, 1889, S. 300-302.
- b « Rectification à la note sur le Zirkon de Binnen ».
Bull. de la Soc. française de Min. 12, 1889, S. 44.
102. PRIOR G. T. und SPENCER L. J. : « The identity of Binnite with Tennantite, and the chemical composition of Fahlerz »,

- a read January 31, Min. Mag. 12, S. IX, 1899 ;
b read June 20, 1899, Min. Mag. 12, S. XII.
c Min. Mag. 12, No. 56, S. 184-213, 1899.
103. PRIOR G. T. :
a « The chemical composition of Hutchinsonite »,
read June 14, 1905 ; Min. Mag. 14, S. XXXI, 1905.
Ref. in : Cbl. Min. 1905, S. 490.
b (Angaben über die Symmetrie des Trechmannit), read 15. März 1905.
Nature 1905, 71, S. 574 ; vgl. (128b).
c Analysenergebnis von Hutchinsonit (Briefliche Mitteilung).
Nature 6, April 1905, Bd. 71, S. 534.
d Analyse von Smithit (Ag As S₂).
Erwähnt von Solly. Min. Mag. 14, 1905, S. 75.
e « The chemical composition of Seligmannite », read June 16, 1908 ;
Min. Mag. 15, S. xxv, 1908. Ref. in : Cbl. Min. 1908, S. 732.
f « Analyses of Seligmannite, zinciferous Tennantite (Binnite), and
Fuchsite from the Lengenbach quarry Binnenthal »
(read June 16, 1908 (103e)). Min. Mag. 15, No. 72, 1910, S. 385.
g « On a sulpharsenite of lead from the Binnenthal, »
read March 17, 1914 ; Min. Mag. 17, S. xxvii, 1914.
Ref. in : Cbl. Min. 1914, S. 351.
104. QUERVAIN F. DE und FRIEDLÄNDER C. : « Chemismus schweizer. Gesteine »
1. Nachtrag. Beiträge zur Geologie der Schweiz. Kümmerly u. Frey,
Bern 1942. (S. 99-101 enthält Analysen der Sulfosalze.)
105. RAFALJSKIJ R. P. : « Über die Einwirkung hydrothermaler sulfidischer
Lösungen auf die Arsenide des Kobalts und des Nickels ».
Geochimija (russ.) 1956, No. 7, S. 67-72. Ref. in : Zbl. Min. 1958 II,
S. 429.
106. RAMDOHR P. :
a « Gratonit aus den Oberschlesischen Bleizinkerzgruben ».
Zbl. Min. 1942 A, No. 2/3, S. 17-22.
b « Vermutliche Identität von Hatchit mit Gratonit ».
N. Jahrb. Min. Monatsh. A, H 6, 1943, S. 89-91.
c « Die Erzminerale und ihre Verwachsungen ».
Akademie-Verlag Berlin 1950.
d « Die Erzminerale und ihre Verwachsungen ». 3. Aufl. 1960.
Akademie-Verlag Berlin.
107. RAMDOHR R. und WEBSKY C. v. : « Wurtzitkristalle und Zwillinge ».
(Pseudomorphose von Bleiglanz nach Bleiarsensulfosalzen (Jordanit)
bei Dedeagatsch in Thrazien beobachtet).
N. Jahrb. Min., Monatsh. A, H. 5, 1943, S. 65-71.
108. RAMMELSBERG : « Mineralchemie ». 1. Aufl. 1860. 2. Aufl. 1875, S. 85-95 :
Sulfosalze. Verlag Engelmann, Leipzig.
109. RATH G. VOM :
a « Mineralogische Mitteilungen, Fortsetzung III ».

- « Über den Dufrenoyzit und zwei andere im rhombischen System kristallisierende Schwefelverbindungen (Skleroklas und Jordanit) ». Pogg. Ann. 122, 1864, S. 371-395. Ref. in : N. Jahrb. Min. 1864, S. 710-712.
- b « Über die Mineralfundstätte des Binnentales ». Pogg. Ann. 122, 1864, S. 395-400. Ref. in : N. Jahrb. Min. 1864, S. 708-709.
- c Mitteilungen über Jordanit in : Poggend. Ann. der Physik und Chemie, Erg.-Bd. 6, 1873, S. 363.
- d (Dufrenoyzit, Skleroklas und Jordanit neben Binnit im Dolomit). Z. d. deutsch. Geol. Ges. 1864, Bd. 16, S. 186.
- e (Physikalische Eigenschaften von Dufrenoyzit). Pogg. Ann. 128, 1866, S. 434 Anmerkung.
- f (Über Jordanit). Niederl. Ges. 1873, Bd. 30, S. 155.
110. RINNE F./Göttingen :
- a « Über Hyalophan aus dem Binnental (Wallis) ». N. Jahrb. Min. 1884 I, S. 207-215.
- b « Über Milarit, Apophyllit und Rutil ». N. Jahrb. Min. 1885 II, S. 20-24 Rutil vom Lengenbach.)
111. RITZ R. : « Mineralvorkommnisse des Exkursionsgebietes ». Jahrb. des schweiz. Alpenklubs 23, 1887, S. 355 ff.
112. RÖSCH H. und HELLNER E. : « Hydrothermale Untersuchungen am System PbS-As₂S₃ ». Die Naturwissenschaften, 46. Jahrg., Heft 2, 1959, S. 72
113. ROSICKY V. : « Barytocölestin, Binnental ». 1908 Abhandl. Böhm. Ges. Wiss. 13. Ref. in : Z. Krist. 48, 1911, S. 657-658.
114. ROSS V. : « Geochemistry, crystal structure and mineralogy of the sulfides ». Econ. Geol. 1957, 52, S. 755-774. Ref. in : Zbl. Min. 1958 II, S. 339.
115. ROSSI HCH. : « Zur Geschichte der Walliser Bergwerke ». Blätter aus der Walliser Geschichte 10, 1949, S. 291-379.
116. SADEBECK A./Berlin :
- a « Über die Kristallformen der Blende ». Zeitschr. der deutsch. Geol. Ges. 21, 1868, S. 620-650.
- b « Hemiedrie der scheinbar holoedrischen Formen der Blende und des Kupferkieses ». Zeitschr. der deutsch. Geol. Ges. 24, 1872, S. 179-187.
117. SANSONI F. : « Pyrit vom Binnenthal. ». Z. Krist. 5, 1880, S. 252.
118. SCHARIZER R. : « Baryt vom Binnenthale ». Z. Krist. 30, 1899, S. 299-300.
119. SCHMIDT C. :
- a « Analyse des Travaux présentés à Zermatt » (S. 372-375 Binnental). Eclog. Geol. helv. Bd. IV, No. 2, S. 361 ff.
- b « Gisements des matières premières minérales de la Suisse ». (S. 213/3 Lengenbach.) Birkhäuser-Verlag Basel 1920.
120. SCHMIDT C. und PREISWERK H. : « Geologische Karte der Simplongruppe 1:50 000 und Erläuterungen, 1908. (Geol. Kommission der Schweiz.) Lieferung 26, Spezial-Karte 48.
121. SCHNEIDERHÖHN H. und RAMDOHR P. « Lehrbuch der Erzmikroskopie ».

- und « Erzmikroskopische Bestimmungstabellen ». 1931. Bornträger, Berlin.
122. SCHNELL J. R. : « Les roches basiques des nappes penniques », 1.) La région de Binn, S. 220. Schweiz. Min. Petr. Mitteil. 1921, Bd. 1.
123. SCHRAUF ALBRECHT : « Atlas der Kristallformen des Mineralreiches ». Wien, 1864-1873. IV. Lieferung 1873, Tafel XXXIV Binnit. Ref. in : N. Jahrb. Min. 1873, S. 360.
124. SEELIGER ERICH : « Ein neues Vorkommen von Hutchinsonit in Wiesloch in Baden ». Jahrbuch f. Min., Abhandl. 86, 1954, S. 163-178.
125. SELIGMANN G. :
a « Mineralogische Mitteilungen, gemacht bei Gelegenheit der Herbstversammlung des naturhistorischen Vereins f. Rheinland-Westfalen 1882.
Ad 2) « Mineralien aus dem Binnenthal ». (Zinkblende, Rutil aus Dolomit, Anatas von Alp Lercheltini, Xenotim von Turbenalp). Ref. in : N. Jahrb. Min. 1883 I, S. 372.
b « Über Mineralvorkommen aus dem Binnenthal und aus Spanien ». N. Jahrb. Min. 1886 I, S. 392-393.
126. SHEPARD :
a « A treatise on mineralogy ». New Haven 1844.
b « A treatise on mineralogy ». New Haven 1857.
127. SIPÖCZ L. : « Analyse des Jordanit von Imfeld im Binnenthal ». Tschermaks Min. Petr. Mitt. 1873, S. 29 ff.
- * SJÖRGREN F. : siehe Nachtrag zu Literaturverzeichnis Nr. 159.
128. SMITH G. F. und PRIOR G. T. : « Red silver minerals from the Binnenthal, Switzerland » :
a₁ read June 14, 1905, Min. Mag. 14, S. xxviii = (103a).
a₂ Min. Mag. 14, No. 67, S. 283 ff., 1907.
Auszug in : Z. Krist. 46, 1909, S. 622.
b « Bemerkungen über verschiedene Mineralien aus dem Binnenthal in der Schweiz » : read March 15, 1905.
Ref. in : Cbl. Min. 1905, S. 283 und Nature Bd. 71, S. 574.
129. SMITH G. F. und SOLLY R. H. :
« On Sartorite and the problem of its crystal-forms » :
(read June 16, 1914 ; Min. Mag. 17, S. xxxi (= 132v)).
(read June 19, 1917 ; Min. Mag. 18, S. xxxv (= 130a)).
Min. Mag. 18, No. 86, 1919, S. 259 ff.
130. SMITH G. F. :
a « On the problem of Sartorite » : read June 19, 1917 ;
Min. Mag. 18, S. xxxv.
b « A curious crystal from the Binn Valley, Switzerland ». Min. Mag. 19, No. 89, 1920, S. 40 ff.
131. SOLLY R. H. und JACKSON H. :
« Sulpharsenites of lead from the Binnenthal »,
a₁ read Nov. 14, 1899, Min. Mag. 12, S. xv.

- a₂ Min. Mag. 12, No. 57, S. 282 ff., 1900.
- b « Der Liveingit, ein neues Mineral aus dem Binnenthal ».
Proc. Cambridge Phil. Soc. 1901, 11, S. 239 ff.
Ref. in : Z. Krist. 37, 1902, S. 304.
- c « Sulpharsenites of lead from the Binnenthal ».
Part. III « Baumhauerite, a new mineral ; and Dufrenoy'site » :
(read Nov. 12, 1901 ; Min. Mag. 13, S. xxvi. = (132b)) ;
Min. Mag. 13, No. 60, 1902, S. 151 ff. – Vgl. auch die Bemerkungen
auf Seite 206 ! Auszug in : Z. Krist. 37, 1903, S. 329-340 und Eclogae
geol. Helv. 8, S. 230.
132. SOLLY R. H.: « Sulpharsenites of lead from the Binnenthal ». Part II. Rathit:
- a₁ read Nov. 13, 1900 ; Min. Mag. 12, S. xxv.
- a₂ Min. Mag. 13, No. 59, 1901, S. 77 ff.
- b « On Baumhauerite, a new mineral from the Binnenthal » :
read Nov. 12, 1901 ; Min. Mag. 13, 1903, S. xxvi.
Ref. in : Cbl. Min. 1901, S. 761.
- c « Bleisulfarsenite aus dem Binnenthal » :
1. Jordanit ; Übersetzung von (131a₂).
2. Rathit ; Übersetzung von (132a₂).
Z. Krist. 35, 1901, S. 321-344.
- d₁ (Kristallographische Beschaffenheit des Liveingit) read 10. Juni 1902
Ref. in : Cbl. Min. 1902, S. 443.
- d₂ « On Baumhauerite, Seligmannite, and a third mineral from Binn » :
read Nov. 18, 1902 ; Min. Mag. 13, S. xxxi, 1902.
Ref. in : Cbl. Min. 1903, S. 25.
- e « Sulpharsenites of lead from the Binnenthal ».
Part IV. « Seligmannite, with a supplementary note on Baumhauerite »
(read Nov. 18, 1902 ; Min. Mag. 13, S. xxxi = (132d₂)) ;
Min. Mag. 13, No. 62, 1903, S. 336.
- f₁ u. f₂ « On various minerals (Anatase, Laumontite, Albite, Hyalophane),
from the Binnenthal » :
- f₁ read Nov. 17, 1903 ; Min. Mag. 14, S. xx ref. in : Cbl. Min. 1904, S. 56.
- f₂ Min. Mag. 14, No. 63, 1904, S. 16-17.
- g « On Marrite, Lengenbachite, and Bowmannite, three new minerals
from the Binnenthal » : read Nov. 15, 1904 ; Min. Mag. 14, 1904,
S. xxcii. Ref. in : Cbl. Min. 1905, S. 30.
- h « On some curious crystals of Blende » : read Nov. 15, 1904 ;
Min. Mag. 14, S. xxvii, 1904.
- i « Some new minerals from the Binnenthal, Switzerland ».
(Hutchinsonite, Smithite, Trechmannite, Lengenbachite, Bowman-
nite, Seligmannite) :
(read Nov. 17, 1903 = (132f₁)) ; (read Nov. 15, 1904 = (132g)).
Min. Mag. 14, No. 64, 1905, S. 72 ff.
- j Meeting 26. Okt. 1903. Proc. Cambridge Phil. Soc.; vol. XII, S. 277.
Meeting 2. März 1903. Proc. Cambridge Phil. Soc.; vol. XII, S. 251.

- k « Some new minerals from the Binnenthal, Switzerland ».
Referat der Arbeit (132i). Bulletin soc. franç. minér. 28, 1905, S. 283.
- l « Various minerals from the Lengenbach quarry » :
read 15. Nov. 1904. Nature, vol. 71, 1904, S. 118 = (132g).
- m₁ u. m₂ « Note on some Binnenthal minerals » (Ilmenite, Seligmannite, Marrite, Proustite, Trechmannite, Hyalophane, and Baryte) :
m₁ read Nov. 16, 1905 ; Min. Mag. 14, S. xxxiii.
Ref. in : Cbl. Min. 1905, S. 752.
m₂ Min. Mag. 14, No. 65, S. 184 ff., 1906
Auszug in : Z. Krist. 45, 1906, S. 293.
- n « Description of the Lengenbach quarry and of the minerals found there in 1906 » : read Nov. 13, 1906. Min. Mag. 14, S. xxxvii, 1906.
Ref. in : Cbl. Min. 1907, S. 93.
- o « Description of the Lengenbach quarry and the minerals found there in 1906 ». Referat der Tagung (132n). Nature 75, 1906, S. 119.
- q « On various minerals from the Lengenbach quarry and the Ofenhorn, Binnenthal » : read Nov. 12, 1907. Min. Mag. 15, S. xxi, 1907.
Ref. in : Cbl. Min. 1908, S. 52.
- r₁ u. r₂ « On the relation between Rathite, Rathite- α , and Wiltshireite » :
r₁ read March 21, 1911 ; Min. Mag. 16, No. 75, S. xxvii.
Ref. in : Cbl. Min. 1911, S. 461.
r₂ Min. Mag. 16, No. 74, 1911, S. 121 ff.
- s₁ u. s₂ « Description of large crystals of Seligmannite, and Dufrenoyite » :
read Nov. 12, 1907 = (132q) ;
s₁ read Nov. 14, 1911 ; Min. Mag. 16, No. 75, S. xxx.
Ref. in : Cbl. Min. 1912, S. 63.
s₂ Min. Mag. 16, No. 76, 1912, S. 282 ff.
- t (Über Dufrenoyit) Geol. Mag. 94, 1912.
- u « Über die Rathitgruppe » : read 18. Juni 1912.
Ref. in : Cbl. Min. 1912, S. 510.
- v « On Sartorite » : read June 16, 1914. Min. Mag. 17, S. xxxi, 1914.
Ref. in : Cbl. 1914, S. 639.
- w « A new mineral, isomorphous with Trechmannite, from the Binn valley, Switzerland » (read March 21, 1911 ; Min. Mag. 16, No. 75, S. xxvii, 1912 = (132r₁)). Min. Mag. 18, No. 87, 1919, S. 363-365.
133. SOLLY R. H. und SMITH G. F. H. :
« Hatchite, a new (anorthic) mineral from the Binnenthal » :
a₁ read Jan. 23, 1912 ; Min. Mag. 16, No. 75, S. xxxi.
a₂ Min. Mag. 16, No. 76, 1912, S. 287 ff.
134. SOLLY R. H. und PRIOR G. T. :
a « Zinciferous Tennantite from the Binnenthal » :
read March 19, 1907 ; Min. Mag. 14, S. xlii, 1907.
Ref in : Cbl. Min. 1907, S. 411.

- b₁ u. b₂ « A lead-grey, fibrous mineral from the Binn valley, Switzerland » :
b₁ read March 21, 1911 ; Min. Mag. 16, No. 75, S. xxvii.
b₂ Min. Mag. 18, No. 87, 1919, S. 360-362.

135. SOMMERLAD H. :

- a « Über die Versuche zur Herstellung von Sulfantimoniten und Sulfarseniten des Silbers auf trockenem Wege ».
Z. anorg. Chemie 15, 1897, S. 172.
Ref. in : N. Jahrb. Min. 1898 I, S. 459.
b (Synthese von Dufrenoyisit, Jordanit [und Skleroklas] durch zusammenschmelzen). Z. anorg. Chemie 18, 1898, S. 442 ff.

136. STOCKAR-ESCHER : Analyse in Kenngott « Übersicht Min. Forsch. 1856 » (68d).

* STRUNZ : siehe Nachtrag zu Literaturverzeichnis Nr. 160.

137. STUDER :

- a « Geologie der Schweiz I » 1851, S. 410.
Ref. in : N. Jahrb. Min. 1851, S. 717.
Ref. in : N. Jahrb. Min. 1852, S. 231.
Ref. in : N. Jahrb. Min. 1854, S. 355.
b « Alpengeologie » 1855, S. 404. Ref. in : N. Jahrb. Min. 1855, S. 179.
c « Orographie der Schweizeralpen ».
Jahrb. d. schw. Alpenklubs Jahrg. 1869, S. 473-493.
Ref. in : N. Jahrb. Min. 1870, S. 908.
d Erläuterungen zur 2. Aufl. d. geol. Karte der Schweiz von B. Studer und A. Escher, Winterthur 1869. Ref. in : N. Jahrb. Min. 1870, S. 909
e « Index der Petrographie u. Stratigraphie der Schweiz und ihrer Umgebung ». Ref. in : N. Jahrb. Min. 1872, S. 547.
f « Rapport de la commission géologique suisse ». Section suisse de l'exposition géographique internationale à Venise 1881.
Ref. in : N. Jahrb. Min. 1882 I, S. 198.

138. SZTROKAY K. : « Mikroskopische und genetische Untersuchungen an Erzen von Recsk, Ungarn » (u. a. Seligmannit erwähnt).
Math. u. Naturw. Anz. d. Ung. Akad. 59, 1940, S. 722-748.
Ref. in : Jahrb. Min. 41 I, S. 131.

139. TOKODY : « Pyritformen und -fundorte » (S. 287 Binnental).
Z. Krist. 80, 1931, S. 255-348.

140. TRECHMANN C. O. :

- a « Rutil aus dem Dolomit des Binnenthal im Wallis ».
N. Jahrb. Min. 1884 I, S. 204-205.
b « Binnite from Imfeld in the Binnenthal ».
Min. Mag. 10, No. 47, S. 220-228, 1893.
c₁ u. c₂ « Crystallography of Sartorite from Binn ».
c₁ read June 12, 1906. Cbl. Min. 1906, S. 557.
c₂ Min. Mag. 14, No. 66, 1907, S. 212.
d « Über den Skleroklas von Binn ». Z. Krist. 43, 1907, S. 548-563.

141. TSCHERMAK : « Jordanit von Nagyag ».
Tschermaks Min. Petr. Mitt. 1873, S. 215-216.
142. UHRLAUB und Nason : Analysen in S. v. Waltershausen (147c) und (147a).
143. UYTENBOGAARDT : « Names of ore minerals, disqualified by röntgenographic and microscopic research ».
Geol. Fören. i. Stockholm, Förhandl. 71, H. 2, 1949, S. 285-291.
Ref. in : Zbl. Min. 1951 I, S. 2.
144. VERMASS E. H. S. : « A new occurrence of bariumfeldspar at Otjosondu, South-West Africa, and an x-ray method for determining the composition of Hyalophane » (Adular und Hyalophan vom Binnental).
Amer. Mineralogist 38, 1953, S. 845-857.
145. WACKER H. : « Über Pyrit » (S. 299 Binnental).
N. Jahrb. Min. Beilagebd. 67 A, S. 273-321, 1933.
146. WALPEN TH. : « Übersicht der Gomser Mineralien ».
Jahrbuch des schweiz. Alpenclubs 1887, 23, S. 376.
147. VON WALTERSHAUSEN W. SARTORIUS :
a Sitzungsber. der Mathem.-naturw. Klasse der kaiserl. Akademie der Wissensch. Wien. Bd. 14, 1854, S. 291.
b « Ein Beitrag zur näheren Kenntnis des Dolomits in den Walliser Alpen ». Poggend. Ann. d. Phys. u. Chem. 94, 1855, S. 115-141.
c « III. Fortgesetzte Untersuchungen über die chemisch-mineralogische Beschaffenheit einiger Mineralkörper aus der Dolomitformation des Binnenthales im Wallis, mit Beiträgen von E. Uhrlaub und H. B. Nason ». Poggend. Ann. 100, 1857, S. 537-550.
148. WARTHA : « Über die Zusammensetzung des Jordanit ».
Tschermaks min. Petr. Mitt. 1873, S. 131.
149. WEBER LEONHARD :
a « Magnesit- und Hamlinitkristalle aus dem Simplontunnel ».
Neues Jahrb. f. Min. Abt. A I, Beilagebd. 57 I, 1928, S. 563-567.
b « Zur Morphologie einiger Binnentaler Mineralien » :
1) Seligmannit, 2) Rathit, 3) Jordanit, 4) Baumhauerit.
4. Hauptvers. d. Schweiz. min. petr. Ges. in Lausanne, 31. August und 1. September 1928 (2. Teil).
Ref. in : Cbl. Min. 1928, S. 418-419 ; Fortschr. Min. 13. Bd., 1928 ; Schw. Min. Petr. Mitt. 8, 1928, 446-447.
150. WEBER L. und TORONI A. : « Die Streifung der Pyritkristalle ».
Schweiz. Min. Petr. Mitt. Bd. 25, 1945, S. 534.
151. WEINSCHENK E. : « Über einige bemerkenswerte Minerallagerstätten der Westalpen » : 1. « Die Mineralien im Dolomit des Binnenthales », S. 260. Z. Krist. 1900, 32, S. 258-261.
152. WEISBACH A. : « Charakteristik der Klassen, Ordnungen und Familien des Mineralreiches ». Freiberg 1880, Engelhardsche Buchhandlung.
Enthält : Katalog der Naturalists Agency, Philadelphia: Grant, Faires u. Rodgers. von A. E. Foote, 1876.
Den Foote'schen Katalog, vgl. Nr. 161, fanden wir zusammenge-

bunden in einem Faszikel, das neben der vorgenannten Weissbach'schen Arbeit weitere ältere Kollektionskataloge enthält.

Es ist also unwahrscheinlich, daß etwa versehentlich die Jahreszahl des Kataloges einen Druckfehler enthält.

153. WISER D. F. :

- a (Rutil, ein Vierling und ein Fünfling, aus dem Binnenthale im Wallis) (Briefwechsel). N. Jahrb. Min. 1838, S. 163.
- b « Beiträge zur mineralogischen Kenntnis des Schweizerlandes ». (Im Dolomit des Binnenthales im Oberwallis findet sich ...) N. Jahrb. Min. 1839, S. 414.
- c (Bemerkungen über die Bestandtheile der mit Realgar im Dolomit des Binnenthales vorkommenden dunkelbleigrauen, metallischen Substanz.) (Briefwechsel). N. Jahrb. Min. 1839, S. 556.
- d (Zwei Exemplare der bleigrauen, metallischen ... im Dolomit des Binnenthales vorkommenden Substanz ...) (Briefwechsel). N. Jahrb. Min. 1840, S. 216.
- e (Dolomit des Binnenthales und seine Einschlüsse). (Briefwechsel). N. Jahrb. Min. 1840, S. 327.
- f (Auripigment aus der Gegend von Scopi). (Briefwechsel). N. Jahrb. Min. 1865, S. 725.
- g (Phlogopit im Dolomit des Binnenthales). (Briefwechsel). N. Jahrb. Min. 1868, S. 466.
- h (Dufrenoyzit (kubisch), Binnit (rhombisch), Jordanit und Zinkblende aus dem Dolomit des Binnenthales). (Briefwechsel). N. Jahrb. Min. 1872, S. 191.
- i (Bergkrystall mit Einschlüssen von Zinkblende und Eisenkies, nebst aufgewachsenen Hyalophankristallen aus dem Binnenthal im Oberwallis). (Briefwechsel). N. Jahrb. Min. 1872, S. 192.

154. ZELLER :

- a « Zur Kenntnis der Minerallagerstätten des Binnenthales ». Jahrbuch des schweizer. Alpenklubs 31, 1895/96, S. 279.
- b « Zur Kenntnis der Minerallagerstätten des Binnenthales » (Forts.). Jahrbuch des schweizer. Alpenklubs 31, 1896, S. 279-284.

Anhang zum Literaturverzeichnis

155. BERMAN : Private Mitteilung über Sartorit 1939 in : Dana (18g), S. 481.

156. BRUSH :

- a « Appendix to the fifth edition of Dana's Mineralogy ». New York 1872. (N. Jahrb. Min. 1872, S. 649).
- b « Manuel of determinativ Mineralogy with an introduction on blow-pipe analysis ». New York 1875. (N. Jahrb. Min. 1875, S. 653.)

157. NOVITZKY A. : « Tables para la determinación microscópica y rayos X de minerales opacos ». Seg. Edic., Oruro (Bolivia) 1957. (Univ. Tecn. Oruro, Dept. Extens). Cult. Secc. Publ., Bibl. Estud. Tecn. No. 2.

158. NOWACKI - KUNZ : « Untersuchungen an Sulfosalzen ». Pulverdiagramme einiger Sulfosalze aus dem Lengenbach (Binnental).
Chimia 13 (1959) 294 f.
159. SJÖRGREN F. : (Über Binnit). Geol. För. Förh. 5, S. 82, 1880.
160. STRUNZ H. : « Mineralogische Tabellen ». Leipzig 1957.
Akad. Verl. Ges. Geest & Portig K. G.
161. FOOTE A. E. : « The naturalists' agency catalogue ».
Philadelphia 1876 (siehe Nr. 152 !).
162. HARANCZYK : « Thallium Jordanite » (aus Beuthen).
Bull. Acad. Polon. Sci. Sér. Chim. Géol. 6, 1958, 201-208.
Ref. in : Zbl. Min. 1959 I, S. 361.
163. BROWN J. S. : « Occurrence of jordanite at Balmat, New York ».
Econ. Geol. 54, 1959, S. 136-137. Ref. in : Zbl. Min. 1959 I, S. 217.
164. ROBINSON : « Synthesis of lead sulphantimonites ».
Econ. Geol. XLIII, 1948, S. 293-312.

Nachtrag während des Druckes :

165. M.-TH. LE BIHAN : « Recherches structurales sur les sulfo-arséniures naturels du gisement de Binn ».
C. R. Paris 249, 719-721, 1959 (betrifft u. a. *Rathit I*).
166. W. NOWACKI, Y. IITAKA und H. BÜRKI : Structural investigations on sulfosalts from the Lengenbach, Binn Valley, Switzerland.
Acta Cryst. 13, 1960, 1006-1007.
167. W. NOWACKI, H. BÜRKI, Y. IITAKA, V. KUNZ : « Strukturelle Untersuchungen an Sulfosalzen vom Lengenbach. Binnental ».
Verh. Schw. Naturf. Ges. Aarau 1960, 103-106.
168. W. NOWACKI, V. KUNZ : « Strukturelle Untersuchungen an Sulfosalzen vom Lengenbach, Binnental (Kt. Wallis) Teil 3. Gitterkonstanten und Raumgruppe von Hatchit und Trechmannit ».
N. Jb. Min. Mh. S. 94-95.
169. W. NOWACKI, Y. IITAKA, H. BÜRKI, V. KUNZ : « Structural Investigations on Sulfosalts from the Lengenbach, Binn Valley (Ct. Wallis) Part 2 ».
Schw. Min. Petr. Mitt. 1961, Bd. 41 / I, S. 101-116.

In den Arbeiten 166-169 ist u. a. die Struktur von Skleroklas aufgeklärt worden : Pseudozelle $P2_1/n$; $c_0 : b_0$ gegen (13) vertauscht ; monokline Zelle $3 \times 1 \times 11$ der Pseudozelle ; Überstrukturen : gebrochene Ketten.

Ferner ergaben sich neue Gesichtspunkte für

Lengenbachit : $P2_1/m$; c_0 doppelt !

Hatchit : $P\bar{1}$ oder P_1 (analog Solly's Messungen)

Trechmannit : $R\bar{3}$ oder R_3 .

Für Hatchit und Trechmannit hier erstmalig die Gitterkonstanten !

Die Ergebnisse der Arbeiten 165 bis 169 sind in unserer Tabelle V, S. 88, nicht berücksichtigt worden.

Erläuterungen zu den Tafeln siehe S. 13.