

# VORWORT

Im Sommer 2008 sind es fünfzig Jahre, seit die Mineralfundstelle Lengenbach aus ihrem langjährigen Dornröschenschlaf (ab Beginn des Ersten Weltkriegs 1914) wieder zum Leben erweckt worden ist. Es war eine Berner Initiative (Naturhistorisches Museum und Mineralogisch-Petrographisches Institut der Universität), die mit der Gründung der „Bernischen Arbeitsgemeinschaft Lengenbach“ im Jahr 1958 zur Wiederaufnahme eines kontinuierlichen Mineralabbaus führte. Nach einer Erweiterung im Jahr 1963 betrieb die nun in „Arbeitsgemeinschaft Lengenbach – AGL“ umbenannte Institution diesen Abbau über insgesamt vierzig Jahre. Als sich die AGL im Jahr 1998 auflöste, wurden die Arbeiten lückenlos zunächst durch die „Interessengemeinschaft Lengenbach – IGL“ und ab 2003 durch die „Forschungsgemeinschaft Lengenbach – FGL“ weitergeführt – bis auf den heutigen Tag (⇒ Abbaugemeinschaften).

Während der AGL-Zeit wurden sporadisch zu Jubiläen kleine Festschriften herausgegeben (10, 20, 25, 35 Jahre AGL), die über den jeweiligen Stand und über Neufunde berichteten; parallel dazu gelangten natürlich unzählige wissenschaftliche Publikationen zum Thema Lengenbach in alle Welt.

Fünfzig Jahre Arbeitsgemeinschaften im Lengenbach erscheinen uns einer weiteren Festschrift würdig, und zwar in einer etwas anderen Form. Während bei den bisherigen Jubiläumsschriften vorwiegend die Beschreibung der einzelnen Mineralien im Mittelpunkt stand, soll unsere neue Festschrift den Lengenbach mit allem Drum und Dran würdigen. Nach intensiven Diskussionen einigte sich das fünfköpfige Redaktionskomitee schlussendlich auf eine lexikalische (alphabetische) Präsentation der Lengenbacher Ereignisse der letzten fünfzig Jahre im weitest möglichen Rahmen. Ein solches System hat den großen Vorteil, dass es nach oben und unten offen bleiben kann, ohne je den Anspruch einer Vollständigkeit erheben zu wollen.

Das 50-jährige Lengenbach-Jubiläum ist im Übrigen noch aus einem anderen Gesichtspunkt bemerkenswert. Anfang 1958 wurde der Schreibende – als damals junger Mineralogie-Student



Der neue Poststempel „Tal der Mineralien“, 1986 – mittlerweile wurde die Postleitzahl abgeändert. Der damalige Pöstler, mein Schulfreund Toni Gorsatt, durfte mir den Stempel nicht ohne Briefmarke geben. Foto: S. Graeser.



Prof. Dr. Stefan Graeser. Foto: E. Drechsler

im 4. Semester – von Prof. Ernst Niggli, Direktor des Mineralogisch-Petrographischen Instituts in Bern, damit beauftragt, die wissenschaftliche Bearbeitung der Abbauarbeiten in der Grube Lengenbach zu überwachen. Diese Aktivität führte schließlich zu einer Dissertation über die Mineralisation in sämtlichen Dolomit-Vorkommen des Binntales (1965). Nach meinem Wechsel vom Berner Institut nach Basel im Jahr 1969 (Naturhistorisches Museum und Mineralogisches Institut der Universität) blieb ich der Arbeit im Lengenbach weitgehend treu, vor allem, da das Basler Museum bereits 1963 Mitglied der AGL geworden war – und ich bin auch heute, immerhin fünfzig Jahre später, immer noch der wissenschaftliche Leiter der Arbeiten im Lengenbach!

Langjährige wissenschaftliche Tätigkeit (über 2.000 Röntgenaufnahmen seit 1971) lieferte eine Unmenge interessanter Befunde, die vielfach – als isolierte Einzeldaten – nicht publiziert werden konnten. Die vorliegende Schrift ermöglicht nun, dank der gewählten Darstellung von Stichwörtern, die Bekanntgabe zahlreicher wissenschaftlicher Befunde, die sonst nie an die Öffentlichkeit gelangt wären. Nicht zuletzt führte die eigene Forschungsarbeit zur Entdeckung und Beschreibung von nicht weniger als zwölf neuen Mineralarten im Lengenbach. Zudem erarbeiteten mehrere meiner Doktoranden Dissertationen in engerem oder weiterem Zusammenhang mit dem Phänomen Lengenbach, die dieses zwar auch nicht völlig erklären können, aber doch viele wesentlich neue Erkenntnisse brachten. (SG)

B

**Baumhauerit**



**triklin / pseudo-monokl. TML 1902**

Baumhauerit wurde 1902 von dem berühmten englischen Mineralogen  $\Rightarrow$  R. H. Solly als neues Mineral vom Lengenbach beschrieben und zu Ehren des deutschen Lengenbach-Spezialisten  $\Rightarrow$  H. Baumhauer benannt. Das  $\Rightarrow$  Typ-Material wird am British Museum in London aufbewahrt. Baumhauerit gehört zu den zahlreichen bleigrauen stengeligen Lengenbacher Mineralien, die von Auge meist nicht sicher identifizierbar sind. Immerhin, in seiner charakteristischen Ausbildung – mit allseitig abgerundeten Flächen – ist Baumhauerit auch visuell recht eindeutig zu erkennen. In der alten  $\Rightarrow$  Grube trat Baumhauerit, als eher arsenreiches Mineral, vorzugsweise in den arsenreichen Zonen im

Süden der Grube auf. In allerletzter Zeit kamen an der neuen Abbaustelle zahlreiche eher kleine, flachstengelige Kristalle zum Vorschein, die keine gerundeten Kanten aufwiesen, deren röntgenografische Untersuchung jedoch klar Baumhauerit ergab.

Es ist eine Ironie des Schicksals, dass ausgerechnet der Schreiber 1978 von der Universität Salzburg ein unbekanntes, schwierig zu untersuchendes Mineral aus einem permischen Gipslager bei Mooseck/Golling in Salzburg als Baumhauerit identifizierte. Mooseck wurde damit zur zweiten Fundstelle von Baumhauerit. (SG)

*Literatur:* Solly 1902, Graeser et al. 1986 (Mooseck)



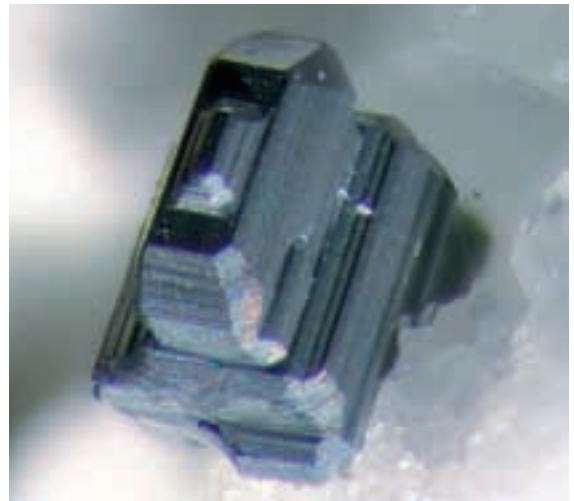
Baumhauerit. Bildbreite 10 mm. Coll. & Foto: R. Cannon.



Baumhauerit-Kristall mit charakteristischen Rundungen entlang der Prismen- und Kopfzonen, L 25.701 (Fund 1994). Bildbreite 7 mm. Coll. & Foto: R. Cannon.



Baumhauerit in perfekter abgeflachter Ausbildung, L 25.631 (Fund 1994). Bildhöhe 8,5 mm. Coll. & Foto: R. Cannon.



Klein aber fein: ein perfekt ausgebildetes Baumhauerit-Kristallaggregat, LB 1.686 (Fund 2000). Bildhöhe 3 mm. Coll. & Foto: T. Raber.

J

ralien typisch ist (und damit keine direkte Bestimmungshilfe mehr darstellt).

Gleich wie Edenharterit ist auch Jentschit vorwiegend in der arsenreichen Zone mit reichlich Realgar zu finden. Beide Mineralien sind im Übrigen vor allem in jener Zone zum Vorschein gekommen, die in den Jahren 1985–1995 ab-

gebaut wurde; vor allem Jentschit-Funde waren später kaum mehr zu registrieren. (SG)

*Identifikation:* P4760, G499, S112, S126

IMA 93-025

*Literatur:* Berlepsch 1996, Graeser & Edenharter 1997

**Jordanit**

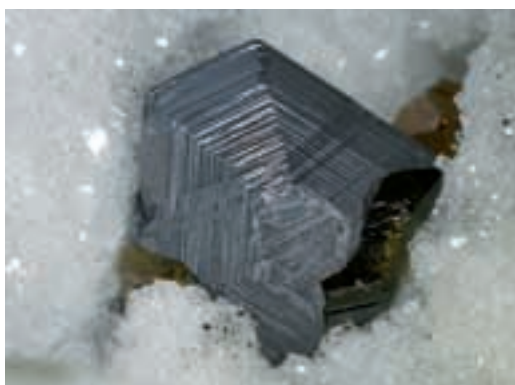


**monoklin**

**TML 1864**

Jordanit, nach dem Arzt und Mineraliensammler  $\Rightarrow$  Dr. H. Jordan benannt, gehört zu den arsenärmsten Mineralien im Lengenbach und ist damit vor allem in Gesellschaft mit Galenit zu finden; vielfach ist auch eine direkte Reaktion zwischen den beiden Mineralien festzustellen: bei Zusammentreffen mit arsenhaltigen Lösungen überzieht sich der Galenit mit einer Jordanit-Haut.

Zwischen alter und neuer  $\Rightarrow$  Grube bestehen derart markante Unterschiede bei der Morphologie von Jordanit, dass sie gesondert besprochen werden. Jordanit tauscht übrigens sehr gerne As gegen Sb aus (die meisten Lengenbacher Jordanite enthalten etwas Antimon); im Widerspruch zu den Regeln der  $\Rightarrow$  CNMNC (IMA) wird hierbei eine Verbindung, die etwa 50 Mol% Sb enthält,



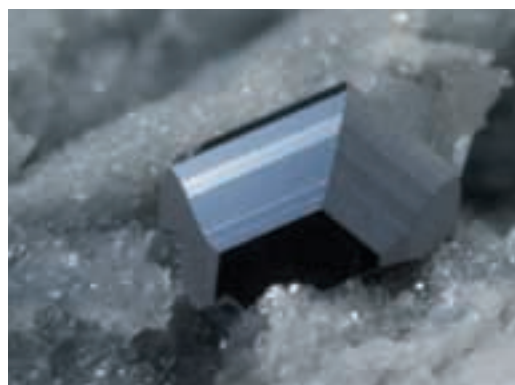
Hervorragend ausgebildeter pseudohexagonaler Jordanit-Kristall mit deutlicher Zwillingsstreifung, LB 141 (Fund 1998). Bildbreite 14 mm. Coll. T. Raber, Foto: A. Burow (+).



Großer tonnenförmiger Jordanit-Kristall, vollständig von Cerussit umhüllt, LB 135 (Fund 1998). Bildbreite 25 mm. Coll. & Foto: R. Cannon.



Jordanit, L 7.655 (Fund 1971). Coll. W. Dupuis, Foto: W. Gabriel.



Jordanit als flächenreicher und völlig frischer Kristall aus dem grauen Dolomit. Bildbreite 7,5 mm. Coll. & Foto: R. Cannon.



lich kristallisierte Überzüge und winzige Aggregate auf und neben Jordanit und Pyrit. Weitere typische Begleitminerale sind hierbei Lengenbachit, Seligmannit, seltener auch Marrit, Proustit, Xanthokon, Greenockit und Quadrätit.

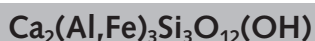
Das Mineral hat im Binnental eine relativ lange Geschichte hinter sich. Es wurde an und für sich schon längst entdeckt, das Problem mit der schwierigen Identifizierung ist durch den ungewöhnlichen Umstand bedingt, dass Röntgen-Pulveraufnahmen praktisch nicht von denjenigen des Sphalerits unterscheidbar sind – beide Mineralien weisen einen außerordentlich ähnlichen strukturellen Aufbau auf. Sphalerit kristallisiert zwar kubisch (Gitterkonstante etwa  $a = 5,41 \text{ \AA}$ ) und Kesterit tetragonal/pseudokubisch (ungefähre Gitterkonstanten  $a = 5,4 \text{ \AA}$ ,  $c = 10,8 \text{ \AA}$ , entsprechend ca.  $2 \times 5,4$ ), d. h. die Röntgendiagramme

müssen fast identisch sein; die eindeutige Identifizierung erfordert eine chemische Bestimmung.

Obwohl Markus Ecker und Ralph Cannon schon längere Zeit von Kesterit-Funden in Lengenbach und Messerbach berichteten – gestützt auf EDX-Analysen von Thomas Raber –, gelang es zunächst nicht, den röntgenografischen Beweis zu erbringen. Erst in Zusammenhang mit einer Diplomarbeit über die Mineralisierung im Dolomit in der Albrun-Region (Klemm 2001) wurde die Sache mit dem Kesterit klar: Mikrosonden-Analysen, die eindeutig Zinn (Sn) nachwies, aber scheinbar Sphalerit-Röntgen-Diagramme lieferten? Klarer augenfälliger Unterschied: Während Sphalerit bekanntlich eine exzellente Spaltbarkeit besitzt, zeigt Kesterit einen fast muscheligen Bruch! (RC, SG)

*Identifikation:* REM/EDX, P 7510

*Literatur:* Cannon 2005, Cannon & Raber 2004

**Klinozoisit****monoklin****EFL 1996**

Aus dem Bereich der Molybdänit-Vererzung konnte Klinozoisit auf einer bisher einzigen Probenstufe nachgewiesen werden. Er bildet, in Dolomit und grobspätigen Calcit eingewachsen, langprismatisch gestreckte Kristalle bis 2 cm Länge, die zu einem radialstrahligen Aggregat gruppiert sind. Die graugrünen Kristalle zeigen starken Glasglanz und sind durch spätere tektonische Einwirkung gebogen. (RC)

*Identifikation:* EDX, RDX: 9712-29 / 1997 (G. Bläß)

*Literatur:* Cannon 2005

Klinozoisit in graugrünen, teils gebogenen Kristallen, eingewachsen in Calcit. Bildhöhe 25 mm. Coll. & Foto: R. Cannon.

**Lengenbachit****triklin****TML 1905**

Dieses Mineral, das von  $\Rightarrow$  Solly 1905 erstmals tentativ, mit vielen Unsicherheiten versehen, publiziert wurde, ist eine wahre Knacknuss für die moderne Kristallografie. Das Problem mit dem Mineral liegt in der Eigenschaft, dass es biegsam (und vielfach von Natur aus schon verbogen) ist und außerdem eine extrem komplizierte modale Struktur ( $\Rightarrow$  Modulare Aspekte von Kristallstrukturen) aufweist. Auch mit modernsten Röntgenapparaturen war diese Struktur nicht zu lösen – die bisher besten Erkenntnisse wurden mit Elektronenmikroskopie, und zwar mit dem HRTEM (High

Ungewöhnliche kugelige Ausbildung von Lengenbachit, aufgewachsen auf tafelig-gestrecktem Hutchinsonit. Bildbreite 1 mm. Coll. & REM-Aufnahme: T. Raber.



L



Lengenbachit in blechartigen, typisch v-förmig ausgebildeten Kristallen aus der Alten Grube, L 12.819 (Fund 1977). Bildhöhe 8 mm. Coll. & Foto: R. Cannon.



Nadelige Lengenbachit-Kristalle, büschelförmig aggregiert. Bildhöhe 2,6 mm. Coll. & Foto: T. Raber.

Resolution Transmission Electron Microscopy) gewonnen, aber auch hier wären noch zusätzliche Untersuchungen nötig (Williams & Pring 1988). Die Struktur von Lengenbachit besteht aus zwei Schichten unterschiedlicher Zusammensetzung, die parallel miteinander verwachsen, merkwürdigerweise aber wellblechartig verbogen sind.

Auch hier, wie bei  $\Rightarrow$  Jordanit, sind die Ausbildungsarten je nach alter oder neuer  $\Rightarrow$  Grube sehr unterschiedlich. In der klassischen Grube war Lengenbachit ein ausgesprochen seltenes Mineral und beschränkte sich in seinem Vorkommen auf die arsenarmen, galenitreichen Zonen. Es sind blättrige Kristalle, die häufig hobelspanartig verbogen sind. In einem Fall wurde ein Riesenkristall von gut 4 cm Länge entdeckt. In der neuen Grube ist das Mineral zwar häufiger zu finden, aber viel kleiner ausgebildet. Meist sind es büschelige, radialstrahlige Aggregate in Millimeter-Größe, die aber in fast jeder sulfosalzführenden Druse vorkommen. Immerhin, in ihrer Ausbildung erscheinen sie hübscher als die blechartigen, meist verbogenen Exemplare der alten Grube. In jüngerer Zeit kamen aber auch in der neuen Grube derartige größere, blechartige Gebilde mit sehr guter Spaltbarkeit zum Vorschein, die auf den ersten Blick sehr große Ähnlichkeit mit Liveingit aufweisen; die Biogsamkeit beweist allerdings sofort den Unterschied zu dem extrem spröden Mineral Liveingit. (SG)

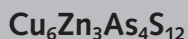
*Literatur:* Solly 1905, Williams & Pring 1988, Mackovicky et al. 1994



Ein farbenprächtiger Lengenbachit mit bemerkenswerter Geschichte: Gefunden von Solly 1905, fotografiert von Erich Offermann in Washington 1979, Motiv einer nordkoreanischen  $\Rightarrow$  Briefmarke 1986. Coll. Smithsonian Institution, Foto: E. Offermann.

N

**Nowackiit**



**trigonal**

**TML 1965**

Nowackiit ist eines der seltensten Mineralien, die seit 1958 beschrieben wurden. Es ist meines Wissens (mit einer Ausnahme, s. u.) bisher ausschließlich in der alten Grube Lengenbach gefunden worden. Dabei handelt es sich um winzige (meist < 1 mm große) Kriställchen von glänzend schwarzer Farbe, meist als trigonale, pseudotetraedrische Pyramiden ausgebildet, die von kleinen, tetraedrisch ausgebildeten Tennantiten von Auge nicht zu unterscheiden sind. Eine Besonderheit von Nowackiit scheint zu sein, dass alle bisher gefundenen Kristalle auf Sphalerit aufgewachsen waren.

Insgesamt dürften meines Wissens lediglich drei sicher identifizierte Nowackiite existieren:

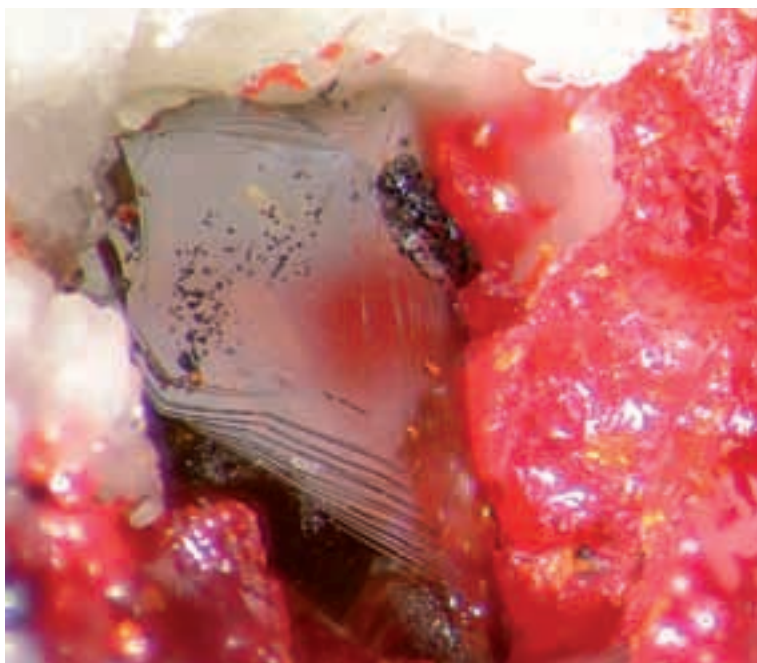
- Typmaterial von Nowackiit (1965) – NMBE, P6054, G545
- AGL-Probe L 27.706, neue Grube – NMBE, P6721
- Sammlung G. Günther (heute Sammlung Philippe Roth), P7098

Alle drei Proben wurden von uns in Basel röntgenografisch untersucht; Dr. Beda Hofmann, Naturhistorisches Museum in Bern, stellte uns dabei

freundlicherweise das Typmaterial von Nowackiit zu Verfügung. Bei unseren Untersuchungen kam überraschenderweise heraus, dass das in der Originalpublikation (Marumo & Burri 1965) publizierte Röntgen-Pulverdiagramm für Nowackiit irreführend ist; vermutlich wurde es mit dem eng verwachsenen Sphalerit kontaminiert. Auch wenn unser Buch keine rein wissenschaftliche Publikation darstellen will, möchte ich doch die Gelegenheit wahrnehmen und endlich die korrekten d-Werte für Nowackiit und die daraus berechneten Gitterkonstanten bekannt geben:

d <sub>gemessen</sub> (in Å)	d <sub>berechnet</sub>	h k l	I/I <sub>0</sub>
3,384	3,384	220	20
3,063	3,064	311	100
2,939	2,930	400	20
2,650	2,651	312	50
2,259	2,251	330	20
1,8750	1,8727	314	90
1,5970	1,5975	315	80
1,5262	1,5292	622	10
1,4796	1,4798	206	20
1,3229	1,3244	624	40
1,2148	1,2154	625	40
1,1861	1,1847	526	20
1,0819	1,0816	318	50
1,0194	1,0197	009	60

die daraus berechneten Gitterkonstanten:	zum Vergleich die Werte aus Marumo & Burri, 1965
a = 13,505 (9) Å	a = 13,44 Å
c = 9,178 (4) Å	c = 9,17 Å



Eines der seltensten Minerale am Lengenbach: Nowackiit. Schwarze Kriställchen auf gelber Zinkblende, zusammen mit Realgar. Bildbreite 4 mm. Coll. P. Roth, Foto: T. Raber.

Bei so wenigen Funden eines Minerals, die auch zeitlich weit auseinander liegen, ist es kaum möglich, Hinweise zu geben, wo das Mineral am ehesten zu finden sei. Vielversprechend sind auf alle Fälle immer schwarz glänzende, tetraedrisch erscheinende Kristalle, die auf Sphalerit aufgewachsen sind, nur – meistens liefert die Röntgen-Untersuchung dann doch bloß Tennantit ... (SG)

Literatur: Marumo & Burri 1965



## Q

massives Derberz zusammen mit Arsenopyrit und Sphalerit vor. Die Farbe des Pyrrhotins reicht von bronze- bis messingfarben. In den Magnetitserzen aus 2004 war Pyrrhotin als winzige Einsprenglinge in einer schmalen weißen Dolomitzone unmittelbar neben Magnetit-Derberzbändern anzutreffen. Er

ist weicher als Pyrit und zeigt – wie sein alter bergmännischer Name Magnetkies ausdrückt – magnetische Eigenschaften, was ein weiteres deutliches Unterscheidungsmerkmal zu Pyrit darstellt. (TR)

*Literatur:* Hofmann et al. 1993

**Quadratit****Ag(Cd,Pb)AsS<sub>3</sub>****tetragonal****TML 1997**

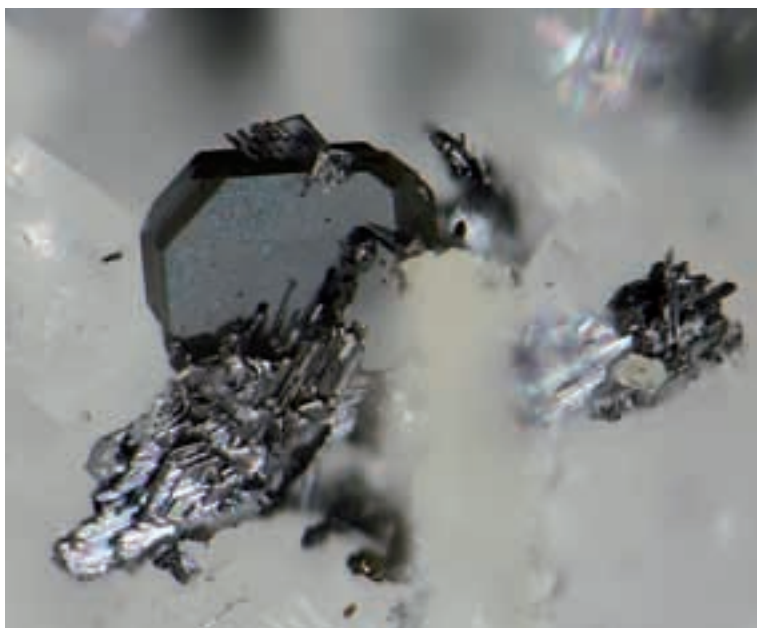
Quadratit ist das erste Cadmium-Sulfosalz und – neben Greenockit – das zweite Cadmium-Mineral unter den Arsen-Sulfiden im Dolomit des Lengenbachs. Es unterscheidet sich deutlich von den übrigen Sulfosalzen durch seine ungewöhnliche Kristallform als quadratische Täfelchen. Allerdings ist für ihre Erkennbarkeit die Größe ein Hindernis: Die zuerst gefundenen Kriställchen erreichten knapp 0,2 mm Durchmesser; die extrem dünnen Blättchen waren deutlich rötlich-braun durchscheinend. Mittlerweile sind wesentlich größere Exemplare gefunden worden, mit Durchmessern zwischen 1–2 mm. Wegen der größeren Dicke fehlt hier auch jegliche Transparenz.

Die ersten Proben dieses Minerals wurden von Monika Gabriel 1989 auf der Halde am Lengenbach gesammelt, anschließend (unter dem Mikroskop!) als etwas Spezielles erkannt und nach Basel zur Identifizierung gebracht. Die Unter-

suchung der maximal 0,13 mm großen Blättchen gestaltete sich außerordentlich schwierig. Anhand von Einkristall-Röntgenaufnahmen und (qualitativen) EDX-Analysen mittels Raster-Elektronenmikroskop stellte sich bald heraus, dass es sich um eine bisher unbekannte, neue Mineralart mit tetragonaler Symmetrie handeln musste. Mit den winzigen Blättchen war es unmöglich, eine quantitative Analyse durchzuführen. Erst 1993 kamen über 1 mm große Kristalle zum Vorschein (Finder: Markus Ecker), die genügend groß waren für eine quantitative Analyse. Damit konnten sämtliche Daten, die für eine Anerkennung durch die IMA/CNMNC nötig sind, ermittelt werden. Als Grundlage des Namens für das neue Mineral diente die extrem charakteristische Ausbildung zu quadratischen Täfelchen, wie sie sonst kein anderes Lengenbacher Mineral aufweist.

Das Mineral wurde bisher ausschließlich in der charakteristischen, arsenarmen Paragenese zusammen mit rundlichem Galenit und „bipyramidal“ ausgebildetem Jordanit entdeckt, meistens auf diesem aufgewachsen. In der offiziellen Lengenbach-Ausbeute von 1997, die zahlreiche Quadratite lieferte, saß das Mineral gelegentlich auch direkt auf Pyrit auf. Meistens erhalten die quadratischen Kriställchen durch Ecken-Abstumpfung eine achteckige Form, wobei die längere Kante meistens der Form {100} entspricht. Unter dem Binokular lässt sich häufig eine quadratisch angeordnete Streifung parallel {110} erkennen, die auf die deutliche Spaltbarkeit nach {110} zurückzuführen ist. Parallel zu der Blättchenebene (001) weist das Mineral eine vollkommene, glimmerartige Spaltbarkeit auf.

R. Cannon fand in der Folge ein fabelhaftes, kreuzartig verzwilligtes Aggregat von Quadratit, dessen Interpretation einige Rechenprobleme stellte. Da der Winkel zwischen den beiden Einzelkristallen – von Auge gesehen – ausgesprochen rechtwinklig (~ 90°) aussah, musste die Verwachsungsebene demnach die Hälfte, also etwa 45°



Typischer tafeliger Quadratit-Kristall mit etwas Jordanit verwachsen. Bildbreite 1,5 mm. Coll. & Foto: S. Wolfsried.

**Schwefel, gediegen****S****orthorhombisch****EFL 1987**

Elementarer Schwefel tritt am Lengbach bevorzugt in Verwitterungsbereichen verschiedener Sulfidminerale auf. Er ist stellenweise wahrscheinlich etwas häufiger vorhanden als bisher angenommen, wird aber wohl aufgrund seiner eher unscheinbaren Ausbildung und der geringen Kristallgrößen auch leicht übersehen.

Am meisten verbreitet fand sich gediegener Schwefel auf feinkristallinen Galenitmassen im nördlichen Grubenabschnitt (Zone 3) der neuen Grube. Er ist hier Bestandteil von Oxidationsüberzügen auf Galenit, am häufigsten zusammen mit Cerussit. Das Mineral bildet zumeist sehr kleine, vielfach stark gerundete und angelöst wirkende Kriställchen (< 0,1 mm, auf neueren Funden selten bis max. 1 mm) von blass hellgelber Färbung, auch korallenförmig ausgebildete Aggregate oder zusammenhängende Krusten, die sich vom Untergrund visuell oft kaum abheben. Weniger häufig sind bipyramidal entwickelte Kristalle mit den Formen {111} und {001}.

Ged. Schwefel fand sich auch auf verschiedenen weiteren Sulfosalzen als Sekundärbildung

aufgewachsen, so auf Jordanit oder Liveingit (Zone 0), weiters auch auf einigen einzelnen Proben aus der arsenreichen Zone 1 auf oxidierten Krusten von Toehilit neben Realgar, Auripigment, Rathit und Hutchinsonit. (RC)

Identifikation: REM/EDX

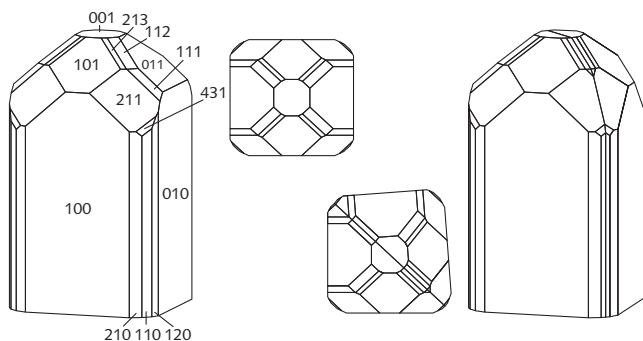
Literatur: Cannon 2005



Schwefel auf Quarz/Sulfosalz, Bildbreite 3,5 mm.  
Coll. & Foto: W. Gabriel.

**Seligmannit****CuPbAsS<sub>3</sub>****orthorhombisch****TML 1901**

War Seligmannit in der alten Grube ein seltenes Mineral, so ist er in der neuen Grube in unzähligen, ausgezeichnet auskristallisierten Stufen gefunden worden. Seine morphologische Perfektion und Vielfältigkeit, sein hoher metallischer



Holotyp (⇒ Typmaterial), neu gezeichnet nach Baumhauer, 1901. Baumhauer zeigt nur das obere idealisierte Kopfbild: Er erwähnt eine Verzwilligung nach (110), ohne sie aber zu zeigen. Die Zeichnung rechts gibt sie wieder. Der Vergleich der beiden Kopfbilder illustriert die durch die Verzwilligung verursachte „Verzerrung“. Zeichnung: PR.



Isometrisch ausgebildete, flächenreiche Seligmannit-Kristalle, L 28.132 (Fund 1997). Aggregatgröße 5 mm. Coll. M. Ecker, Foto: W. Gabriel.



**Sphalerit (= Zinkblende)****ZnS****kubisch****GV**

Sphalerit (oder in der alten Bergmannsprache „Zinkblende“) ist, abgesehen vom lagig eingesprengten Pyrit, wohl das häufigste Sulfidmineral am Lengenbach. Es kommt im gesamten vererzten Dolomitbereich vor, die größten und schönsten Exemplare sind aber in den nördlichen Partien gefunden worden (perfekte Kristalle bis zu 3 cm). Die Farbe reicht von Gelb über Rotbraun, Braun bis hin zu Schwarz. Sie hängt vom Mangangehalt ab (Graeser 1969): je mehr Mangan, desto dunkler die Zinkblende.

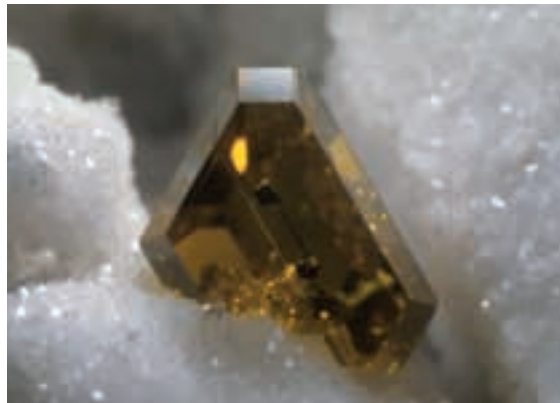
Bei gut ausgebildeten Kristallen dominiert meist ein tetraedrischer Habitus. Besonders in der arsenreichen Zone finden sich auch extrem abgerundete gelbe Kristalle (⇒ Kugelkristalle).

Überhaupt sind es gerade die Formenvielfalt und die Brillanz der Kristalle, welche die Faszination der Lengenbacher Zinkblende ausmachen (⇒ Verzerrte Kristalle). (TR)

*Literatur:* Lardy 1833



Gerundeter, honigfarbener Sphalerit-Kristall auf Dolomit. Bildbreite 4 mm. Coll. NMBa, Foto: F. Dreier.



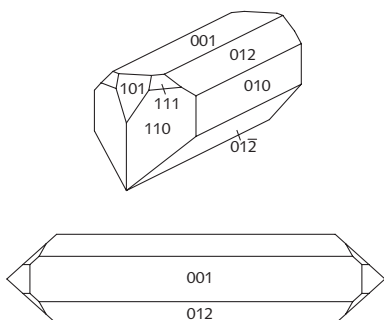
Transparenter Sphalerit, perfekt kristallisiert mit Pyrit- und Sulfosalz-Einschlüssen, L 25.746 (Fund 1994). Bildbreite 9,5 mm. Coll. & Foto: R. Cannon.



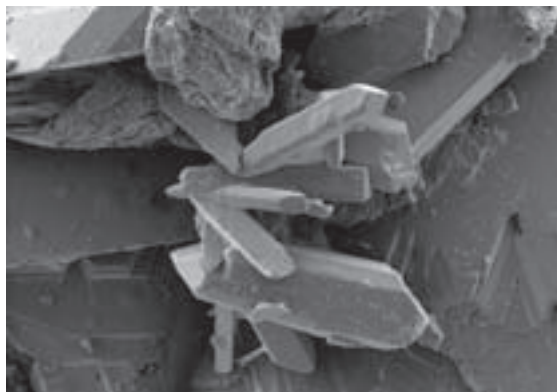
Sternförmige Lichtreflexe, hervorgerufen durch eine orientierte Aufwachsung (⇒ Epitaxie) von Wurtzit auf Sphalerit. Bildbreite 3 mm. Coll. & Foto: T. Raber.



Hellgelber transparenter, tafelig abgeflachter Sphalerit-Kristall (verzwillingt nach Spinellgesetz). Bildbreite 3 mm. Coll. & Foto: S. Wolfsried.



Nach der a-Achse gestreckte Struvit-(K)-Kristalle. Oben: klinografische Ansicht, welche die Hemimorphie unterstreicht. Unten: vertikale Ansicht parallel der c-Achse. Goniometrie und Zeichnung: SG.



Perfekt ausgebildete Kristalle im Elektronenmikroskop. Coll. M. Ecker, REM-Aufnahme: S. Graeser.

den konnte (Fundort: eine alte Bleimine namens Rossblei bei Schladming, Steiermark). Da mit diesen Daten die Beschreibung eines neuen Minerals nicht möglich war, bot ich den österreichischen Kollegen eine gemeinsame Publikation an, wobei allerdings das Lengenbacher Mineral das Typ-Mineral bleiben musste. So kam es dann zu

einer gemeinsamen Veröffentlichung des neuen Minerals, das – auf Vorschlag des Chairmans der CNMNC, Dr. E. Burke – Struvit-(K) benannt wurde (Graeser et al. 2008). (SG)

Identifikation: G780, G783, S176

Literatur: Graeser et al. 2008

### Tennantit (⇒ Binnit)

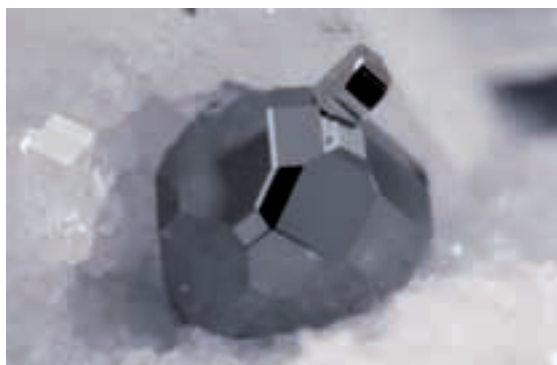


kubisch

GV

Das Mineral Tennantit wurde über fünfzig Jahre lang fälschlicherweise unter dem Namen „Binnit“ behandelt. Der Fehler geht auf Damour (1845) zurück, der ein unbekanntes Lengenbacher Sulfosalz chemisch analysierte und ihm richtigerweise die Formel  $\text{Pb}_2\text{As}_2\text{S}_4$  = Dufrénoysit zuordnete, die zugehörige kristallografische Untersuchung führte er an einem benachbarten Mineral durch (unter der Annahme, es sei dasselbe Mineral!) – aber das war der kubische „Binnit“, weshalb er sein neues Mineral als kubisch beschrieb! Aus dieser Zeit stammen die Fehlbezeichnungen „Kugelbinnit“ und „Stangenbinnit“ (die sich teils bis ins 20. Jahrhundert hinüberretten konnten). Der Name „Binnit“ geht auf Descloizeaux (1855) zurück, der die vielflächigen, kugeligen Kristalle aber immer noch für eine neue Mineralart hielt. Den Irrtum klärte schließlich vom Rath (1864) insofern auf, als er realisierte, dass es sich bei Binnit um ein Arsen-Fahlerz-Mineral handelte. Es blieb aber immer noch ein Problem: Das Arsen-Fahlerz Tennantit kristallisiert üblicherweise in der charakteristischen Form des Tetraeders, das kugelige Lengenbacher Mineral hingegen täuschte eine

ausgesprochen ⇒ holoedrische Form vor – Binnit = holoedrische Form von Tennantit? Erst Smith und Prior (1899) lösten das Problem, indem sie die Identität von Binnit mit Tennantit bewiesen und damit dessen Hemiedrie. Die Bezeichnung „Binnit“ ist aber bis auf den heutigen Tag erhalten geblieben für die flächenreichen, kugeligen Kristalle vom Lengenbach.



Spiegelung des Dolomits auf den unteren hochglänzenden Flächen des Tennantits. L 17.705 (Fund 1983). Bildbreite 7 mm. Coll. W. Dupuis, Foto: W. Gabriel.

T

Quarz-Kristallen, die (scheinbar) keinerlei hexagonalen Querschnitt mehr besitzen, oder auch bei stengelig ausgebildeten Pyriten (Widerspruch zu kubischer Symmetrie), wie sie häufig zu beobachten sind. Die Verzerrung beruht jedoch lediglich auf der unterschiedlichen Größenentwicklung gleichwertiger Flächen; so führt z. B. die kleinere Ausbildung der Flächen (001)/(00 $\bar{1}$ ) beim Würfel zu prismatischer Morphologie. Die Winkel zwischen den Flächen bleiben dabei absolut identisch mit denjenigen am Idealkristall. Ein eher ungewöhnliches Beispiel dazu fand W. Gabriel 1983 im Lengenbach: einen gelb-durchsichtigen Sten-

gel von 2,8 x 0,76 mm, der bei der (zerstörungsfreien!) röntgenografischen Untersuchung als stengeliger Sphalerit identifiziert werden konnte. Die weitere Untersuchung zeigte, dass der Kristall nach der Zone [110] gestreckt ist (entspricht der Spaltbarkeitsrichtung in Sphalerit).

Erschwerend für die richtige Interpretation des verzerrten Kristalls ist der Umstand, dass zwei unterschiedliche Flächenformen – Hexaeder und Tetraeder – scheinbar zu gleichwertigen Prismenflächen werden (nähere Angaben dazu in Graeser et al. 1983). (SG)

## Verzwilligte Kristalle

Zwillingsbildungen an Kristallen sind ein im Mineralreich allgemein betrachtet durchaus verbreitetes Wachstumsphänomen. Mitunter bringen sie recht ausgefallene und ästhetisch faszinierende Kristallgebilde hervor.

Unter dem Begriff Zwillingskristall versteht man Kristalle einer gleichen Mineralart, die in gesetzmäßiger Weise miteinander verwachsen sind (Wachstumswillinge). Dies erfolgt stets unter Hinzutreten eines zusätzlichen Symmetrieelements an den Kristallen in Form einer Ebene, der sog. Zwillingschene, oder einer Zwillingsachse. Das jeweils hierzu vorliegende Zwillingsgesetz wird üblicherweise durch die entsprechenden Flächen- (hkl) oder Achsenindizes [uvw] angegeben; teilweise wurden häufigere Gesetze auch mit eigenen Namen versehen (z. B. Albitgesetz, Spinellgesetz, Dauphiné-Zwillingsgesetz u. a. m.). Nach Art der orientierten Verwachsung zweier Kristallindividuen lassen sich dabei verschiedene Typen unterscheiden: Kontakt- oder Berührungswillinge, Penetrations- oder Durchdringungswillinge, Ergänzungswillinge, Rotationswillinge.

Eine mehrfache Wiederholung der Zwillingsbildung führt zu Drillingen, Vierlingen usw. oder zu polysynthetischer Viellingsbildung. Deutliche Erkennungsmerkmale von Zwillingskristallen können u. a. oftmals zu beobachtende einspringende Winkel sein, die bei Einzelkristallen fehlen.  $\Rightarrow$  Polysynthetisch verzwilligte Minerale weisen oft eine ausgeprägte feine Zwillingslamellierung auf den Kristallflächen auf, wie sie für manche der Lengenbacher Blei-Sulfosalze geradezu charakteristisch ist.

Von den am Lengenbach durchaus vielfältig auftretenden Zwillingsverwachsungen an Kristallen sollen hier nur einige für das Vorkommen spezifische oder bisher wenig beachtete Bildungen hervorgehoben werden.

*Dolomit:* Das wohl bekannteste und häufigste Beispiel sind die völlig wasserklaren und zumeist flächenreichen rhomboedrischen Dolomit-Kristalle, die oftmals nach der Ebene (10 $\bar{1}$ 0) verzwilligt sind. Sie erreichen eine durchschnittliche Größe von etwa 1 cm, sehr selten auch bis zu 3 bis 4 cm.



Dolomit-Zwilling, Bildbreite 2,5 mm. Coll. & Foto: W. Gabriel.





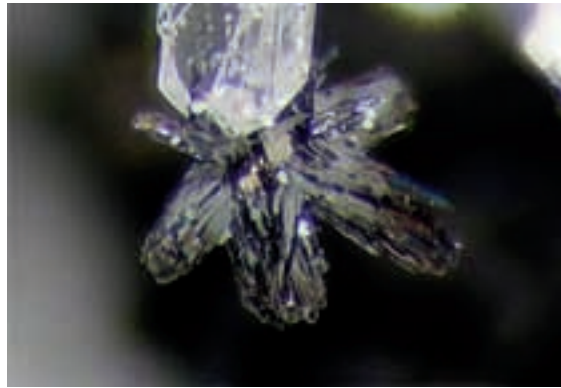
Fächerförmig entwickeltes (60°-) Zwillingssaggregat von Jordanit. Bildhöhe 3 mm. Coll. & Foto: S. Wolfsried.



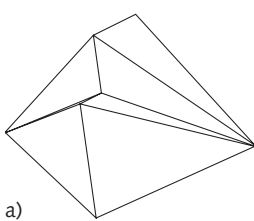
Blechtartige Lengenbachit-Kristalle in typisch V-förmiger Zwillingungsverwachsung. Bildbreite 2 mm. Coll. & Foto: S. Wolfsried.



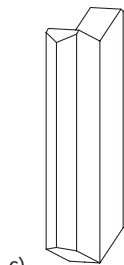
Seligmannit-Zwilling, L 27.928 (Fund 1997). Bildbreite 3,5 mm. Coll. & Foto: W. Gabriel.



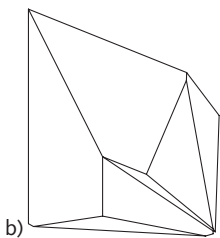
Sternförmiger Lengenbachit-Drilling auf Quarz. Bildbreite 2 mm. Coll. & Foto: T. Raber.



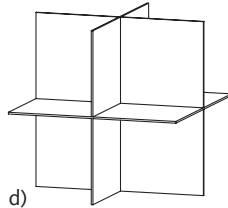
a)



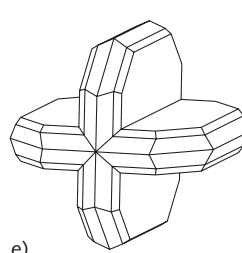
c)



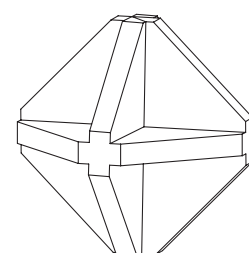
b)



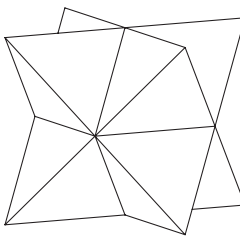
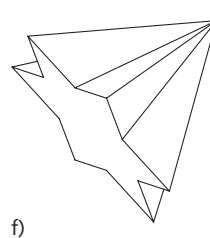
d)



e)



f)



a) Arsenopyrit-Zwilling. b) Hyalophan-Zwilling nach dem Baveno-Gesetz, nach Literaturangaben von Solly, 1904. c) Jentschit-Kontaktzwillinge nach dem Gipsgesetz (100), sog. Schwalbenschwanz-Zwilling, modifiziert nach Graeser & Edenharter, 1997. d) Dünntafelige Thalcosit-Kristalle, verdrillt.

e) Links: Quadratit-Zwilling nach (016) nach Graeser et al. 1998. Rechts: Außergewöhnlicher Neufund eines bisher nicht bekannten Durchkreuzungsdrillings nach (016) bzw. (106), Probe L-07-3.344. Coll. PR. f) Tetraedrisch entwickelte Tennantit-Kristalle als Durchdringungszwillinge, links nach [111] und rechts nach (010), eine *Stella Octangula*, ein lang bekanntes, berühmtes Polyeder bildend. Coll. RC. Zeichnungen: RC und PR.

# ANHANG

## Mineralienliste Lengenbach

### Sulfide, Sulfosalze

Akanthit	Ag <sub>2</sub> S
Arsenopyrit	FeAsS
Arsensulfidglas	AsS <sub>3</sub>
Auripigment	As <sub>2</sub> S <sub>3</sub>
Baumhauerit*	Pb <sub>12</sub> As <sub>16</sub> S <sub>36</sub>
Baumhauerit-2a*	Pb <sub>22</sub> Ag <sub>1,5</sub> As <sub>33,5</sub> S <sub>72</sub>
Baumhauerit-ψO3abc*	Pb <sub>38,1</sub> Ag <sub>3</sub> As <sub>51,9</sub> Sb <sub>0,9</sub> S <sub>36</sub>
<b>Bernardit</b>	<b>Tl(As,Sb)<sub>5</sub>S<sub>8</sub></b>
Bornit	Cu <sub>5</sub> FeS <sub>4</sub>
Chalkopyrit	CuFeS <sub>2</sub>
Cinnabarit	HgS
Covellin	CuS
Dufrénoysit*	Pb <sub>2</sub> As <sub>2</sub> S <sub>5</sub>
<b>Edenharterit*</b>	<b>TlPbAs<sub>3</sub>S<sub>6</sub></b>
Enargit	Cu <sub>3</sub> AsS <sub>4</sub>
<b>Erniggliit*</b>	<b>Tl<sub>2</sub>SnAs<sub>2</sub>S<sub>6</sub></b>
<b>Gabrielit*</b>	<b>Tl<sub>2</sub>AgCu<sub>2</sub>As<sub>3</sub>S<sub>7</sub></b>
Galenit	PbS
Greenockit	CdS
Greigit	Fe <sup>3+</sup> <sub>2</sub> Fe <sup>2+</sup> <sub>4</sub> S <sub>4</sub>
<b>Hatchit*</b>	<b>TlPb(Ag,Cu)As<sub>2</sub>S<sub>5</sub></b>
<b>Hutchinsonit*</b>	<b>TlPbAs<sub>5</sub>S<sub>9</sub></b>
<b>Imhofit*</b>	<b>Tl<sub>5,8</sub>As<sub>15,4</sub>S<sub>26</sub></b>
<b>Jentschit*</b>	<b>TlPbAs<sub>2</sub>SbS<sub>6</sub></b>
Jordanit*	Pb <sub>14</sub> (As,Sb) <sub>6</sub> S <sub>23</sub>
Kesterit	Cu <sub>2</sub> (Zn,Fe)SnS <sub>4</sub>
Lengenbachit*	Pb <sub>18</sub> Ag <sub>4</sub> Cu <sub>2</sub> As <sub>12</sub> S <sub>39</sub>
Livingit*	Pb <sub>20</sub> As <sub>24</sub> S <sub>56</sub>
<b>Lorandit</b>	<b>TlAs<sub>2</sub></b>
Markasit	FeS <sub>2</sub>

Marrit*
Marumoit*
Molybdänit-3R
Nowackiit*
Pararealgar
Proustit
Pyrrargyrit
Pyrit
Pyrrhotin
Quadratit*
Rathit*
Rathit-IV(*)
Realgar
Sartorit*
Seligmannit*
<b>Sicherit*</b>
Sinnerit*
Smithit*
Smythit
Sphalerit
<b>Stalderit*</b>
Stephanit
Tennantit (Binnit)
Tetraedrit
<b>Thalcusit</b>
Tochilinit
Trechmannit*
<b>Wallisit*</b>
Wurtzit-2H
Wurtzit-4H
Xanthokon

PbAgAsS <sub>3</sub>
Pb <sub>32</sub> As <sub>40</sub> S <sub>92</sub>
MoS <sub>2</sub>
Cu <sub>6</sub> Zn <sub>3</sub> As <sub>4</sub> S <sub>12</sub>
AsS
Ag <sub>3</sub> AsS <sub>3</sub>
Ag <sub>3</sub> SbS <sub>3</sub>
FeS <sub>2</sub>
Fe <sub>1-x</sub> S
Ag(Cd,Pb)AsS <sub>3</sub>
(Pb,Tl) <sub>11</sub> Ag <sub>2</sub> As <sub>20</sub> S <sub>40</sub>
Pb <sub>38</sub> As <sub>48</sub> S <sub>110</sub>
As <sub>4</sub> S <sub>4</sub>
PbAs <sub>2</sub> S <sub>4</sub>
PbCuAsS <sub>3</sub>
<b>TlAg<sub>2</sub>(As,Sb)<sub>3</sub>S<sub>6</sub></b>
Cu <sub>6</sub> As <sub>4</sub> S <sub>9</sub>
AgAsS <sub>2</sub>
Fe <sub>9</sub> S <sub>11</sub>
ZnS
<b>TlCu(Zn,Fe,Hg)<sub>2</sub>As<sub>2</sub>S<sub>6</sub></b>
Ag <sub>5</sub> SbS <sub>4</sub>
Cu <sub>6</sub> (Cu,Ag,Zn) <sub>6</sub> (As,Sb) <sub>4</sub> S <sub>13</sub>
Cu <sub>6</sub> (Cu,Ag,Zn) <sub>6</sub> (Sb,As) <sub>4</sub> S <sub>13</sub>
<b>CuTl(Fe,Cu)<sub>2</sub>S<sub>2</sub></b>
FeS · (Mg,Fe)(OH) <sub>2</sub>
AgAsS <sub>2</sub>
<b>TlPb(Cu,Ag)As<sub>2</sub>S<sub>5</sub></b>
ZnS
ZnS
Ag <sub>3</sub> AsS <sub>3</sub>

### Elemente

Arsen  
Arsenolamprit  
Gold  
Graphit  
Schwefel  
Silber

### Halogenide

Fluorit  
Halit

### Oxide

Anatas  
Arsenolith  
Brannerit  
Coulsonit  
Cuprit  
Goethit  
Lepidokrokit  
Magnetit  
Nolanit  
Quarz  
Rutil  
Uraninit

### Karbonate

Aragonit  
Calcit  
Cerussit  
Dolomit  
Hydrocerussit  
Hydrozinkit  
Magnesit  
Malachit  
Rosasit

### Sulfate

Anglesit  
Baryt  
Epsomit  
Hexahydrat  
Wulfenit

### Phosphate, Arsenate

Apatit-(CaF)  
Gorceixit  
Goyazit  
Hörnesit  
Mimetesit  
Struvit-(K)\*

### Silikate

*Adular* (Orthoklas)  
Albit  
Baileychlor  
Beryll  
Biotit-Gruppe  
Chrysokoll  
Dickit  
Hemimorphit  
*Hyalophan*(\*) (Orthoklas)  
Kaolinit  
Klinozoisit  
Montmorillonit  
Muskovit, -1M  
(*Fuchsit*, *Öllacherit*)  
Paragonit  
Phlogopit  
Skapolith (Pseudo-  
morphosen)  
Thorogummit  
Turmalin-Gruppe

### Nicht eindeutig identifizierte Mineralien

Adamin (?)  
Arsensulfid  
Ca-Köttigit  
Chadwickit (?)  
Kupfer-Silber-As-S  
Mackinawit (?)  
Mn-Oxide  
Osarizawait (?)  
Powellit (?)  
**Routhierit** (?)  
Silber-(Hg,Te,Sn)-S  
Silber-Tellur-Sulfid  
Sollyit  
**Thallium-Alaun**  
Zinksulfid

■ = Thallium-Mineral;

\* = Typlokalität Lengenbach;

(\*) offiziell nicht akzeptiert