Zeitschrift: Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaften beider Basel

Herausgeber: Naturforschende Gesellschaft Basel ; Naturforschende Gesellschaft Baselland

Band: 14 (2013)

Artikel: Mineralien und Gesteine im Binntal (Kanton Wallis, Schweiz)

Autor: Graeser, Stefan

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-676677

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: 16.07.2025

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

Mineralien und Gesteine im Binntal (Kanton Wallis, Schweiz)

Stefan Graeser

Zusammenfassung: Das Binntal, ein südliches Seitental der Rhone im Oberwallis, (Schweiz), erfreut sich seit mehr als 200 Jahren eines regen Besuches von Mineraliensammlern und Mineralogen. Grund dafür ist ein bemerkenswerter Reichtum an Mineralien generell, anderseits aber eine unglaubliche Zahl von Mineralarten, die als neue Mineralien erstmals beschrieben wurden (sogenannte Typ-Mineralien, annähernd 40 Species), von denen ein grosser Teil nur aus dem Binntal bekannt ist. In diesem Artikel wird versucht, dieses Phänomen zu erläutern und – tentativ – zu erklären. Hauptgrund für die vielen einzigartigen Mineralien, die fast ausnahmslos Arsen enthalten (entweder in Form von Sulfiden oder als Arsen-Oxide), ist eine ungewöhnliche Konzentration (geochemische Anomalie) des Elementes Arsen in verschiedenen Gesteinsarten, die durch die alpine Metamorphose bei erhöhten Temperaturen und Drucken erfasst und umgeformt wurde.

Abstract: Minerals and Rocks in Binntal (Canton Valais, Switzerland). The Binn valley in the Canton Valais is a southern affluent of the river Rhone in Upper Valais. Since more than 200 years, the valley is known to mineral collectors and mineralogists as well, for its remarkable abundance of various minerals, altogether, but mainly for the stupendous number of minerals described for the first time as new minerals (type minerals, close to 40 species), a large part of which could be found only in this valley so far. The article tries to explain this phenomenon and, tentatively, give a solution for it. Of greatest importance is a strange concentration of the element arsenic in various rock types (geochemical anomaly) regarding the fact that, almost without exception, all these special minerals contain arsenic, either in the form of sulfides or as oxides. The whole complex of rocks and ore concentrations was transformed under elevated temperatures and pressures during Alpine metamorphism.

Key words: abundance of minerals, type minerals, positive geochemical anomaly of arsenic, mineral formation under metamorphic conditions

Einleitung

Dieser Artikel geht zurück auf einen Kurs an der Volkshochschule beider Basel, der im Sommer 2006 gemeinsam mit einem leider verstorbenen Freund, dem Botaniker Dr. Christian Heitz († 2006) durchgeführt wurde, gefolgt von einer Exkursion ins Binntal (Kanton Wallis, Schweiz; 8.–13. Juli 2006). Der Artikel knüpft ausserdem an eine Exkursion mit der Naturforschenden Gesellschaft Baselland an, die im Juni 2012 durchgeführt wurde. Viele Informationen und Impulse zu diesem Artikel stammen von eigenen Vorträgen und Berichten über «Mineralien die erstmals in der Schweiz entdeckt wurden», sowie aus dem Buch von Philippe Roth zu demselben Thema (Roth 2007).

«Typ-Mineralien»

Mineralien, die bisher unbekannt waren, und die einen eigenen Namen erhalten, werden als «Typ-Mineralien» bezeichnet. Obwohl die Schweiz einen sehr wesentlichen Beitrag bei der Entwicklung der geologisch/mineralogischen Forschung geleistet hat – viele grundlegende Erkenntnisse wurden von schweizerischen Forschern (17.–19. Jahrhundert) an schweizerischen Mineralien und Gesteinen gemacht (z.B. Studer 1851) – die Zahl der Mineralien-Erstbeschreibungen aus der Schweiz ist eher bescheiden, speziell aus der Pionierzeit sind es wenige Neufunde. Bis etwa 1960 lag die Zahl der schweizerischen Typ-Mineralien gerade einmal bei etwa 25 Arten. Erst danach (vor allem nach 1960) gab es einen markanten Anstieg auf etwas über 60 Erstbeschreibungen (Typ-Mineralien) bis heute. Von diesen werden gut 23 in Basel aufbewahrt (Graeser 2012).

Gemessen an einer Zahl von 4500 bis 5000 Mineralarten, wie sie zur Zeit weltweit bekannt sind, ist das eine eher ernüchternde Zahl. Wie Roth (2007) ausgerechnet hat, reicht das für die Schweiz gerade zu Platz 19 in einer internationalen Rangliste. Immerhin rangiert die Fundstelle Lengenbach im Binntal, Kt. Wallis, mit mehr als 30 Erstbeschreibungen, international etwa auf Platz 10–9 unter den weltweit wichtigsten Fundstellen. Von Roth stammt die attraktive Idee, die Zahl der Erstbeschreibungen mit der territorialen Ausdehnung zu korrelieren (Mineralien pro km^2) – und dann sieht es ganz anders aus: die kleine Schweiz steht mit über 60 sicheren Neubeschreibungen aus schweizerischer Herkunft mit Abstand an erster Stelle.

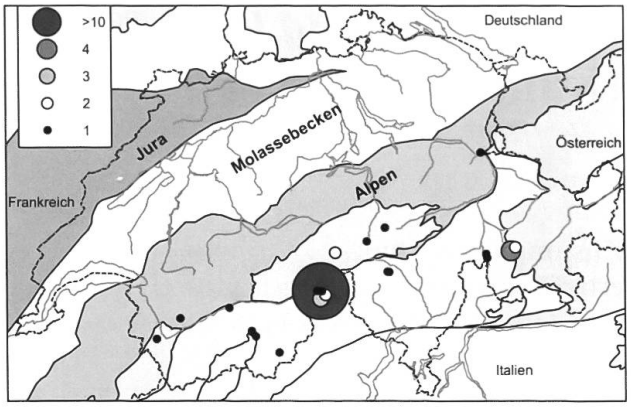


Abb. 1: Regionale Verteilung der Typ-Mineralien auf schweizerische Typ-Lokalitäten. Der grösste Kreis entspricht dem Binntal. Darstellung aus Roth (2007), etwas modifiziert.

Noch interessanter wird es aber, wenn man die Erstbeschreibungen der Schweiz nach der Lage ihrer regionalen Fundpunkte betrachtet: Von den rund 60 Erstbeschreibungen stammen gut 40, also knapp zwei Drittel aus dem Wallis – noch überraschender ist aber, dass von diesen über 40 walliserischen Typ-Mineralien etwa 35 aus dem Binntal stammen (Abb. 1). Der dicke (nicht massstäbliche) Punkt für das Binntal in der Darstellung von Roth (2007) markiert offensichtlich ein mineralogisches Phänomen, das zu erklären schon Generationen von Mineralogen sich bemüht haben (einschliesslich der Schreibende) – jeweils mit mehr oder weniger Erfolg.

Wie entstehen eigentlich Mineralien?

Um dem Phänomen «Binntal» etwas auf die Spur zu kommen, sollte man sich im klaren sein, wie Mineralien (speziell Kluftmineralien) überhaupt entstehen. Generell können sich Kristalle bilden: a) aus Dämpfen (durch «Sublimation» bei vulkanischen Prozessen; b) aus Schmelzen (ergibt gesteinsbildende Mineralien) oder c) aus heissen, wässrigen Lösungen (Kluftmineralien i.a.).

Unsere berühmten, meist wohlgeformten, alpinen Kluftmineralien (speziell die oft riesigen Quarz-Kristalle) entstanden – wie man sich schon lange einig ist – aus heissen, wässrigen Lösungen, die in den Gesteinen zirkulierten. Zur Bildung wohlgeformter Kristalle mussten aber nochmals verschiedene Bedingungen erfüllt sein: a) Hohlräume (Klüfte, Drusen) zur Bildung idiomorpher Kristalle, b) Temperaturen und Drucke, die geeignet waren zur Bildung der Kristalle und c) ein Stofflieferant zur Lieferung der nötigen Aufbaustoffe.

Im Zusammenhang mit der Alpenfaltung, in deren Gefolge kilometer-mächtige Gesteinsschichten übereinander geschoben wurden, entstanden durch Überbeanspruchung der Gesteine Risse (Klüfte), die sich allmählich zu eigentlichen Kluftsystemen erweitern konnten (zusätzliche Erweiterung als Folge von Lösungseffekten durch heisse, wässrige Lösungen). Die Überlagerung bewirkte – je nach der Mächtigkeit der Überschiebung – sowohl eine beträchtliche Druck- als auch gleichzeitig eine Temperatur-Erhöhung.

Woher aber stammen die nötigen Aufbaustoffe für die Kristalle? Bis ins 19. Jahrhundert nahm man mehrheitlich an, die erforderlichen Aufbaustoffe seien ein Produkt aus grosser Tiefe. Erst im 20. Jahrhundert realisierte der Mineraloge J. Koenigsberger (z.B. 1901), dass zwischen den Kluftmineralien und dem entsprechenden Nebengestein ein enger Zusammenhang bestehen muss: so bildet sich zum Beispiel Quarz (SiO_2) nur in Silizium-reichen Gesteinen – nie aber in Silizium-armen Gesteinen wie etwa Serpentin. Von den Berner Mineralogen, unter anderem Stalder (1964), wurde zu diesem Zweck eine Kluft im Grimsel-Granodiorit genauestens untersucht. Der Vergleich von Proben aus der Auslaugungszone (durch zirkulierende Wässer ausgelaugt) mit solchen des unveränderten Gesteines in einiger Entfernung von der Kluft zeigten, dass aus einem Kubikmeter dieses Gesteins durch Einwirkung zirkulierender wässriger Lösungen insgesamt gut 500 kg Kluftquarze entstehen können, dazu etwa 40 kg Calcit, und weitere Mineralien (Abb. 2). Diese Tatsache lässt natürlich den

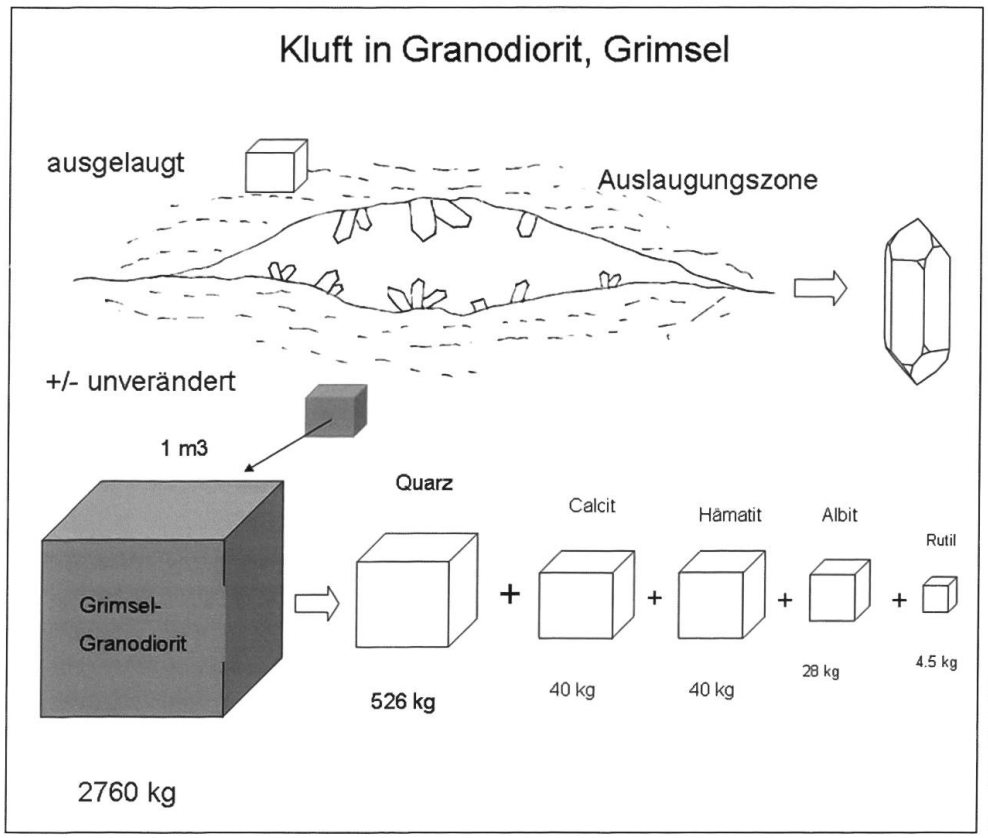


Abb. 2: Schematische Darstellung der hydrothermalen Mineral-Entstehung (die Grössen der Würfel sind nicht massstäblich dargestellt).

Schluss zu: je mehr chemisch unterschiedliche Gesteine in einem Gebiet auftreten, desto grösser kann die Variabilität der verschiedenen Kluftmineralien sein.

Die Alpenfaltung

Ohne hier die gesamte Problematik der Alpenfaltung im Detail zu erläutern, genügt es zu erwähnen, dass während der letzten 80 bis 100 Millionen Jahre ein zwischen zwei Kontinentalblöcken gelegener Ur-Ozean (die sogenannte «Tethys») zusammengeschoben wurde, wobei der gesamte Ozeanboden (Sedimente) und vermutlich sogar tiefer liegende Gesteine (Lherzolith, Gabbro) abgeschürft sowie grosse Teile des Süd-Kontinentes über den Nord-Kontinent geschoben wurden (Plattentektonik, teilweise persönliche Interpretation des Autors). Insgesamt wurde ein Gebiet (Ur-Ozean Tethys) von 500 bis 700 km, eventuell auch über 1000 km, auf eine Breite von heute etwa 120 bis 150 km zusammengedrängt. Das heisst, dass die Sedimente und das heute als Gneise vorliegende Gestein in Falten gelegt und übereinandergeschoben wurde. Wie bei Falten im Tischtuch kann man durch Auseinanderziehen der Falten die ursprüngliche Ausdehnung ermitteln. Bei diesem gigantischen Zusammenschub wurden unterschiedlichste Gesteinsarten wie Meeres-Sedimente, magmatische Gesteine granitischer Zusammensetzung, aber auch Gesteine der ozeanischen Kruste und darunter liegender Partien (Basalte, Gabbro, Peridotit) auf-, über- und durcheinander geschoben – und das auf relativ engstem Raum (vgl. Abb. 3).

Die Übereinanderlagerung der verschiedenen Gesteinsdecken (je nach Interpretation 4 bis 5 Decken – die penninischen Decken) ergab einen gewaltigen Deckenstapel von etwa 12 bis14 km im Binntal, während des Höhepunktes, was auf die Druck- und Temperatur-Bedingungen (p/T) natürlich einen wesentlichen Einfluss hatte. Sämtliche Gesteine wurden bei Temperaturen von bis zu 500°C und Drucken von knapp 5 kbar umgewandelt, wobei in den Sedimentgesteinen Mineralien neu gebildet wurden wie etwa Kyanit (Disthen), Staurolith, Granat, Amphibol (Hornblende) – das ist die alpine Metamorphose (hier in Granat-Amphibolit-Fazies). Ausserdem wurde das gesamte Simplon-Massiv, zu dem auch das Binntal gehört, während der letzten Millionen Jahre massiv emporgedrückt und hebt sich auch heute noch, sodass hier (Simplon-Südseite, Antigorio) die tiefsten Einheiten des Alpenkörpers ans Tageslicht kommen. Durch diesen Hebungsvorgang wurde einerseits die Abkühlgeschwindigkeit wesentlich beschleunigt (Hunziker und Bearth 1969); anderseits weist der gesamte herausgehobene Block einen deutlich höheren Wärmeinhalt auf als die angrenzenden Gesteine (Temperaturen beim Bau des Simplontunnels bis zu 60°C).

Zur Petrographie des Binntales

Das Binntal wird grösstenteils von einer einzelnen Gesteinsdecke aufgebaut, der Monte-Leone-Decke; nur auf den höchsten Gipfeln (Cherbadung, Helsenhorn) erscheint die nächsthöhere Decke, die Berisal-Decke. Wie bei anderen

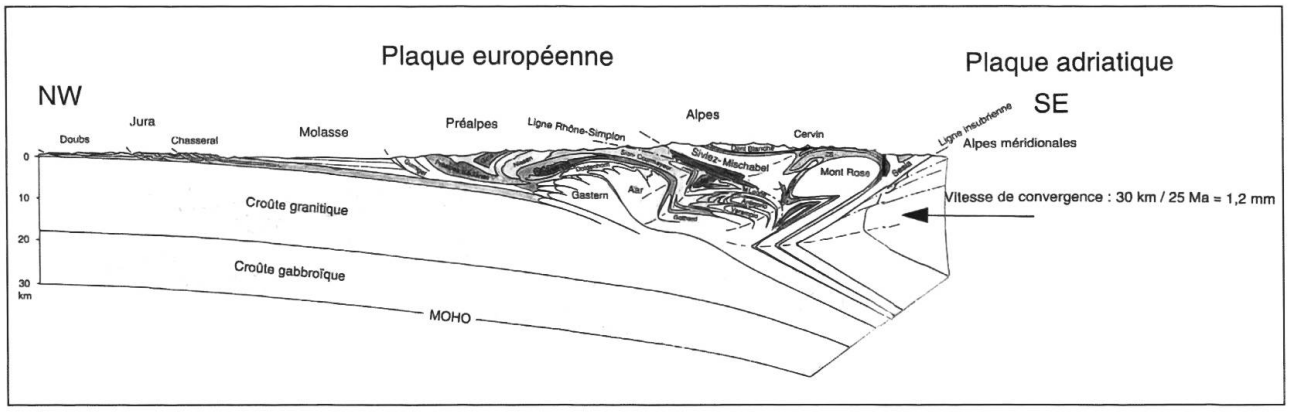


Abb. 3: Geologisches Profil durch die Alpen (aus Steck 2005).

Abb. 4: Deckengrenze zwischen Monte-Leone-Decke (unten) und Berisal-Serie (oben) im Bereich des Hüllehorns im Binntal. Im Hintergrund ist die Pyramide des Bortelhorns (Simplon-Gebiet) zu sehen. Foto: Autor.

penninischen Decken wurde hier der kristalline Untergrund (granitische Gesteine) gefaltet (bis zu 50 km gegen Norden geschoben) – eingepackt in ehemalige Meeres-Sedimente, die damit zu sogenannten «Deckenscheidern» werden – was oft sehr schön im Gelände zu sehen ist. Überraschend ist die Tatsache, dass in diesem Fall das gesamte Sedimentpaket aus Bündnerschiefern und Dolomit auf eine Mächtigkeit von wenigen Metern ausgewalzt wird (Abb. 4).

Eine besondere Spezialität stellt noch das Geisspfad-Massiv dar – ein grünes Serpentingestein, vermutlich entstanden aus einem Olivin-Gestein (Peridotit, Lherzolith), das – nach vielfach umstrittener Ansicht des Schreibenden – als fester Körper direkt vom oberen Erdmantel abgeschürft wurde, zusammen mit dem (Meta-) Gabbro an der Lokalität Freichi im Haupttal. Auch die Position des Serpentinits ist umstritten: Steckt er im Kern der Decke oder wurde er auf den Rücken aufgeschoben?

Sämtliche Gesteine wurden durch die Metamorphose unter erhöhten Druck- und Temperatur-Bedingungen erfasst, umgewandelt, umkristallisiert, geschiefert, und durch wässerige Lösungen «ausgelaugt», wobei allfällige Konzentrationen von Erzmineralien (Cu-As-S-Erze wie Arsenopyrit, Chalkopyrit, Tennantit, etc.) aufgelöst, remobilisiert wurden – ein Vorgang, der für die Bildung von Mineralien in Hohlräumen und Klüften der verschiedensten Gesteine von enormer Bedeutung war.

In Abb. 5 wird der Aufbau der Monte-Leone-Decke dargestellt. Die Abfolge ist nach Alter gegliedert, wobei das (vermutlich) älteste Gestein, der Serpentinit zuunterst steht, die jüngeren Glieder sind darüber angeordnet.

Die Gesteine und ihre Mineralien

Alle diese Gesteine weisen eine mehr oder weniger charakteristische Zusammensetzung aus verschiedenen Mineralien auf (Graeser, unpubliziert). Nach dem oben erläuterten Vorgang der

Die Monte-Leone-Decke (im Bereich des Binntals)

(Meta-) Sedimente	Bündnerschiefer	- kalkig (kalkreich) - tonig (Al-reich) - quarzitisch (Si-reich)
	Dolomit	
Gneise	- (Granit-) Gneise ("Orthogneise")	
	- (Sediment-) Gneise ("Paragneise")	
(Meta-) Gabbro	schwach umgewandelter Gabbro	
Serpentinit	metamorpher Lherzolith (Olivin-Gestein)	

Abb. 5: Petrographischer Aufbau der Monte-Leone-Decke im Bereich des Binntals. Die Position von Meta-Gabbro und Serpentinit ist eine persönliche Interpretation des Autors.

hydrothermalen Mineralbildung entstehen in den Klüften entsprechende Mineralien – normalerweise sind es die gleichen Mineralien wie im Gestein, oft jedoch perfekt ausgebildet in Hohlräumen. Es gibt nun aber im Binntal viele «exotische» Mineralarten, die völlig von diesem Bild abweichen; auf sie wird unter «Spezialfällen» weiter unten eingegangen.

⇒ **Bündnerschiefer:** Meeressedimente (Jura-Kreide, älter als 120 Millionen Jahre)
Gestein: je nachdem mehr Calcit, Glimmer, Quarz
Kluft: Calcit, Quarz, Rutil (Ti aus Glimmer)

⇒ **Dolomit** = Meeressediment (Trias, 220 bis 190 Millionen Jahre)
Gestein: Dolomit, Quarz, Glimmer
Kluft: Dolomit, Quarz, etc.
Spezialfall (Lengenbach, u.a. folgt anschliessend als eigenes Kapitel)

⇒ **Ortho-Gneise:** = ursprünglich granitisches Gestein (herzynisch, um 300 Millionen Jahre alt)
Gestein: Feldspat, Quarz und Glimmer (granitische Zusammensetzung)
Kluft: Adular, Quarz (Rauch-Qz, Amethyst), Hämatit, Zeolithe
Spezialfall: Arsen-Mineralien

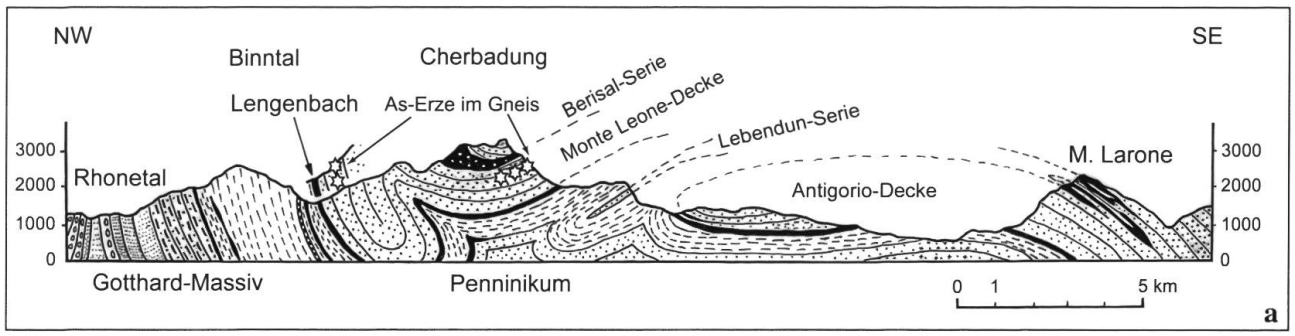
⇒ **Para-Gneise:** = ursprünglich vermutlich Sedimente (älter als 300 Millionen Jahre)
Gestein: viel Glimmer (Biotit + Muskowit), Quarz, Feldspäte, Granat
Kluft: Anatas, Rutil, Quarz, Monazit, Albit etc.
Spezialfall: Arsen-Mineralien

⇒ **Serpentinit:** ursprünglich Lherzolith/Peridotit (Olivin-Gestein), vermutlich direkt vom oberen Mantel abgeschürft. Das effektive Alter müsste dann bei etwa 500 Millionen Jahren liegen (persönliche Ansicht des Schreibenden).
Gestein: Antigorit-Serpentin, Diopsid, Olivin (Mg-Fe-Ti-Ca-Silikate)
Kluft: Chlorit, Demantoid, Vesuvian, Diopsid, Forsterit (Mg-Olivin in Edelstein-Qualität).

«Spezialfälle» – die Arsen-Anomalie(n)

Bei Betrachtung der Liste, zum Beispiel der Sulfid-Mineralien vom Lengenbach (Dolomit), aber auch der Mineralien vom Cherbadung/Gorb (Gneise; Abb. 8 und 10), fällt einem sofort auf, dass ein spezielles Element eine hervorragende Rolle spielt – ***Arsen***. Es existieren einerseits unzählige Arsen-Sulfid-Mineralien in den Dolomit-Gesteinen (nicht ausschliesslich im Lengenbach); anderseits sind aber seit 1963 zahlreiche Arsen-Oxid-Mineralien in den Gneisen bekannt geworden, darunter sogar mehrere neue Mineralarten. Bekanntlich ist Arsen ein eher seltenes Element, das in der Erdkruste durchschnittlich in einer Konzentration von etwa 2 Gramm/Tonne (= 2 ppm) vorkommt. Naheliegenderweise braucht es einen speziellen Vorgang (respektive spezielle Vorgänge), die irgendwie zu einer Anreicherung von Arsen in den verschiedenen Gesteinen geführt haben. Es entstanden hier sogenannte «positive geochemische Anomalien» (das heisst, dass in einer bestimmten Region die Konzentration eines speziellen Elementes wesentlich höher liegt als in der durchschnittlichen Erdkruste).

Vor den 1960-er Jahren, das heisst, vor Kenntnis der Existenz von Arsen-Erzen in den Gneisen, war man von der Annahme ausgegangen, dass das zur Bildung der Sulfosalz-Mineralien nötige Arsen schon ursprünglich im Dolomit vorhanden gewesen sei, dass es sich somit bei der Metamorphose um eine isochemische Umwandlung gehandelt habe (Bader 1934). Nach eigenen Untersuchungen wurde dann eine abweichende Theorie entwickelt (Graeser 1965, und später), nämlich, dass das Arsen viel später, erst als Folge der Metamorphose in den Dolomit eindrang. Dazu musste eine primäre Erz-Konzentration postuliert werden, irgendwo südlich des Dolomites, also in den Gneisen gelegen. Eine vom Lengenbach gegen Süden fortschreitende wochenlange Suche nach einer Arsen-Konzentration in den verschiedenen Gneisen blieb zunächst erfolglos; unerwarteterweise blieb vor allem die Suche in den nächstgelegenen Gneisen (südlich angrenzend an Dolomit, Fundstellen «Gorb») zunächst erfolglos. Erst die Erinnerung an eine Malachit-Probe (ein Kupfer-Verwitte-



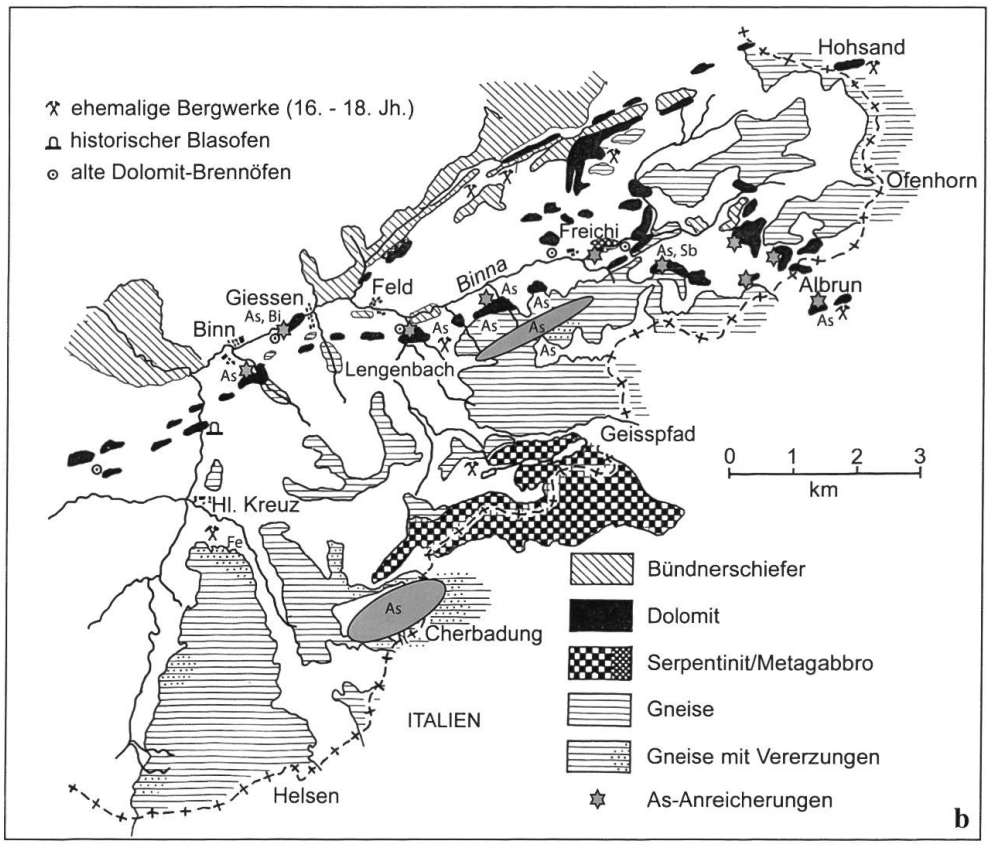


Abb. 6: a: Geologisches Profil durch das Binntal. Durch Stern-Signatur werden die Fundpunkte der Cu-As-Konzentrationen in den Gneisen markiert.
b: Petrographische Karte des Binntals. Die grauen Ovale markieren die Lage der Cu-As-Konzentrationen in den Gneisen, mit grauen Sternchen sind die Vorkommen von As-Sulfosalzen im Dolomit gekennzeichnet. Die Frage wie und wann und ob das Arsen aus den Gneisen in die Dolomite gelangte, ist umstritten.

rungsmaterial, häufig vergesellschaftet mit Arsenmineralien), die in jungen Jahren anlässlich einer Besteigung des Cherbadung gesammelt worden war, führte zu der Suche in dieser Region, wo schliesslich nach intensiver Nachforschung am Cherbadung, auf gut 3000 m ü.M. endlich Arsen gefunden wurde, am 13. September 1963 (Graeser 1995a).

Die hauptsächlichsten Sulfid-Erze in den Gneisen sind:

Tennantit	$(Cu,Ag)_{12}(As,Sb,Bi)_4S_{13}$
Arsenopyrit	$FeAsS$
Chalkopyrit	$CuFeS_2$ u.a.

Folglich existieren im Binntal zwei unterschiedliche Typen von Arsen-Anreicherungen – einerseits in den Dolomit-Gesteinen als Sulfide und anderseits in den Gneisen als Oxide. Damit stellt sich nun die Frage, wann und wie und ob überhaupt die beiden Erzkonzentrationen irgend etwas miteinander zu tun haben. Sie ist und war Thema zahlreicher Studien in den letzten Jahrzehnten (Abb. 6a und 6b, Abb. 7).

Die intensive Beanspruchung der Primär-Erze während der Metamorphose, das heisst Remobilisation durch heisse, wässrige Lösungen, führte offensichtlich zu dem unten erläuterten *Spezialfall 1:*

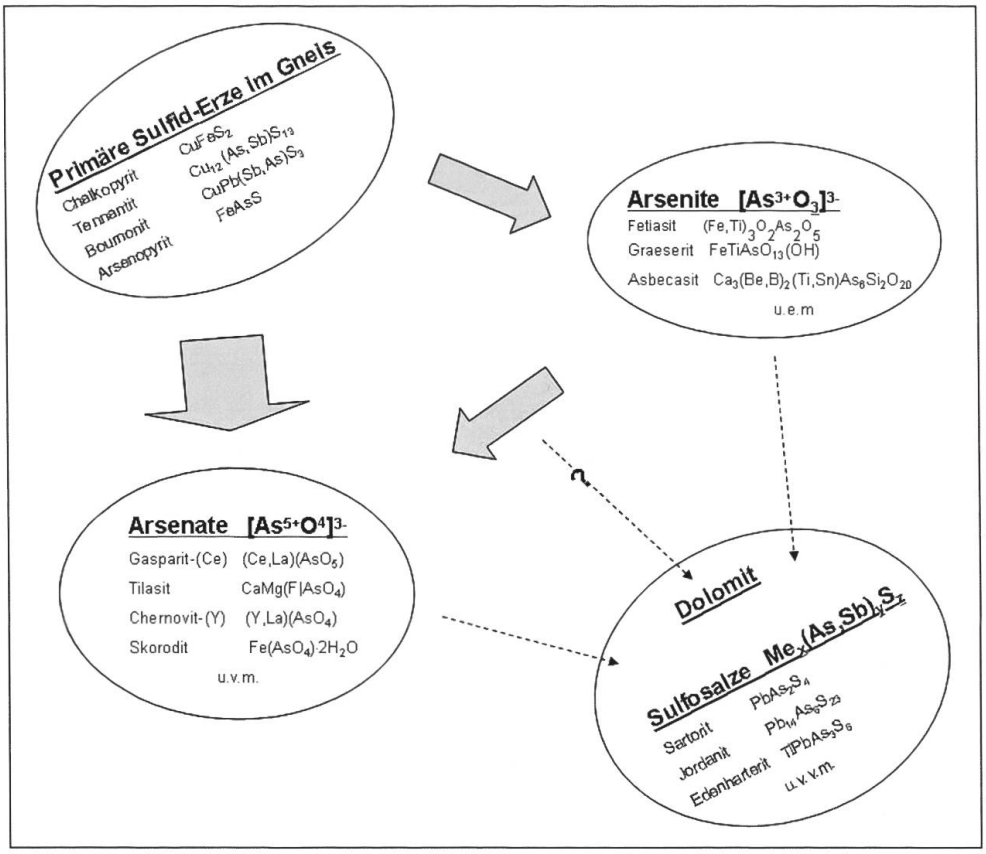


Abb. 7: Schematische Darstellung der Entstehung von Arsenit- und Arsenat-Mineralien durch Remobilisation der Cu-As-Vererzungen in den Gneisen. Die Position der Sulfosalz-Mineralien im Dolomit ist unklar.

Spezialfall 1: Arsenite und Arsenate in den Gneisen (Cherbadung + Gorb)

Die oben erwähnten Erzkonzentrationen in den Gneisen mussten offenbar schon vor dem Alpenzusammenschub existiert haben, das heisst, dass sie – gleich wie die Gesteine – von der alpinen Metamorphose erfasst wurden (Graeser und Roggiani 1976): Zirkulierende wässrige Lösungen (ca. 500°C heiss, mit 4–5 kb Druck, zudem CO_2- und NaCl-haltig) korrodierten die Erze, lösten sie teilweise auf – und reicherten sich sukzessive an Metall-Ionen wie As, Cu, Ag, Fe sowie S, bis zur Sättigung an. Infolge allmählicher Abkühlung der Lösungen, einerseits durch Erosion (Verminderung der Überlagerung), anderseits durch Wanderung gegen Norden (in «kühlere» Regionen) kam es zu einer Übersättigung – das heisst, die gelösten Stoffe fingen an auszukristallisieren, und zwar vorwiegend in den Klüften im Gneis. Da sowohl H_2O, als auch Sauerstoff beteiligt waren, handelt es sich bei den entstehenden Mineralien ausschliesslich um Oxid-Mineralien:

$$As + O_2 \Rightarrow [As^{3+}O_3]^{-3} \text{ (\textit{Arsenite}), später } [As^{5+}0_4]^{-3} \text{ (\textit{Arsenate})}$$

$$S + O_2 \Rightarrow [SO_4]^{-2} \text{ (\textit{Sulfate})}.$$

Vermutlich bildeten sich zuerst Arsenit-Mineralien (mit As^{3+}), die sich bei fortschreitender Oxidation in Arsenat-Mineralien (As^{5+}) umwandelten. In der Natur stehen einer riesigen Zahl von Arsenat-Mineralien gerade einmal ungefähr ein Dutzend Arsenit-Mineralien gegenüber, von denen mehr als die Hälfte aus dem Binntal stammt.

Der Tag der Entdeckung dieser Arsen-Vererzung am Wannigletscher, der 13. September 1963, lieferte gleichzeitig zwei unbekannte Mineralien – sie wurden das Ausgangsmaterial für die nachmaligen neuen Mineralien Asbecasit und Cafarsit; zusätzlich waren sie hervorragende Beweise für den postulierten Remobilisationsvorgang (Graeser und Roggiani 1976): beide Mineralien sind Arsenit-Verbindungen ($As^{3+}O_3$-Gruppen, die sich mit anderen Elementen wie Ca, Be, Ti, Si, aus den Lösungen

ARSEN-OXID-MINERALIEN DER REGION CHERBADUNG UND GORB, BINNTAL/VS (seit 1963)

Mineral	*Chemische Zusammensetzung*
Agardit–(Y)	$(Y,Ca)Cu_6[OH)2\|(As^{5+}O_4]_3.3H_2O$
*Asbecasit	$Ca_3(Ti^{4+},Sn)Be_2Si_2[O_2\|(As^{3+})_6]$
Brochantit	$Cu_4[(OH)_6\|SO_4]$
*Cafarsit	$Ca_8(Ti,Fe^{2+},Fe^{3+},Mn)_{6-7}(As^{3+}O_3)12.4H_2O$
*Cervandonit–(Ce)	$(Ce,Nd,La)(Fe^{3+},Fe^{2+},Al)_2Ti^{4+}[(Si,As^{3+})_3O_{13}]$
Chalkophyllit	$Cu^9Al[(OH)_{12}\|(As^{5+}O_4)_{1.5}]\cdot 18H2O$
Cyanotrichit (-CO3)	$Cu_4Al_2[(OH)_{12}\|SO_4]\cdot 2H_2O$
Chernovit–(Y)	$(Y,La)[As^{5+}O_4]$
*Fetiasit	$(Fe^{3+},Fe^{2+},Ti)_3[O_2\|As^{3+}{}_2O_5]$
*Gasparit–(Ce)	$(Ce,La)[As^{5+}O_4]$
*Graeserit	$(Fe,Ti)_4Ti_3As^{3+}O_{13}(OH)$
*Paraniit–(Y)	$Ca_2Y[As^{5+}O_4)(WO_4)]$
Skorodit	$Fe^{3+}[As^{5+}O_4]\cdot 2H_2O$
Strashimirit	$Cu_8[OH\|As^{5+}O_4]4.5H_2O$
Tilasit	$CaMg[F\|As^{5+}O_4]$
Tirolit	$Ca_2Cu_9[(OH)_5\|(As^{5+}O_4)_2]\cdot 10H_2O$
Cornubit	$Cu_5[(OH)_2\|As^{5+}O_4]_2$
Pharmakosiderit	$KFe_4[(OH)_4\|(As^{5+}O_4)_3]\cdot 6\text{-}7H_2O$

*⇒ Erstbeschreibung => (Typlokalität: Cherbadung/Cervandone resp Gorb =7)

Abb. 8: Arsenit- und Arsenat-Mineralien als Remobilisate der primären Cu-As-Sulfide, gefunden seit 1963 in den Gneisen am Cherbadung und am Gorb, sieben davon sind Erstbeschreibungen, wobei fünf davon zu den extrem seltenen Arseniten (mit dreiwertigem Arsen) gehören.

verbanden). Aus den Mineralsukzessionen konnten verschiedene chemische Reaktionen abgeleitet werden, die zeigten, wie das Arsen andere Elemente verdrängte, so etwa bei der Bildung von Gasparit (neues Mineral, Graeser und Schwander 1987), der offenbar aus dem Mineral Synchisit entstand:

$$\underset{\text{Synchisit}}{CaCe[F|(CO_3)_2]} + \underset{\text{Lösung}}{[As^{5+}0_5]^{-5}}$$

$$\Rightarrow \underset{\text{Gasparit}}{CeAsO_4} + \underset{\text{Calcit}}{CaCO_3} + \underset{\text{Fluorit}}{CaF_2}$$

Bei dem Einbau von Arsen in den Synchisit wurden die Bestandteile Ca, F und CO_3 freigesetzt, was zur Bildung der Mineralien Calcit und Fluorit führte, die stets als Begleiter von Gasparit auftreten. Gasparit bildet meist Pseudomorphosen nach Synchisit; häufig ist die Reaktion nicht vollständig abgelaufen, folglich treten oft Mischkristalle und Verwachsungen beider Mineralien auf. Gasparit ist übrigens das Arsenat-Äquivalent zu dem bekannten Mineral Monazit ($CePO_4$); der Austausch von $PO_4 \leftrightarrow AsO_4$ führt zu einer «Mischkristall-Reihe» zwischen den Mineralien Gasparit und Monazit. Die Zahl spektakulärer As-Mineralien wäre vermutlich um einiges höher, hätte nicht die italienische Regierung vor rund 20 Jahren ein absolutes Sammelverbot für Mineralien erlassen (Parco Naturale).

Ein vergleichbarer Vorgang ist auch in den Gneisen der berühmten «Lärcheltini»-Zone zu erkennen, vor allem an der Lokalität Gorb, wo zuallererst nach Arsen gesucht wurde: auch hier

führte ein «Remobilisierungs»-Prozess zu den ungewöhnlichsten Arsenit- und Arsenat-Mineralien; es entstanden dabei noch zusätzliche Mineralien (Graeserit, eines der seltenen Arsenite; Krzemnicki und Reusser 1998), oft sogar in besserer Ausbildung als am Cherbadung (etwa Fetiasit, ebenfalls ein Arsenit-Mineral). Dass im Gorb ebenfalls solche ungewöhnlichen Mineralien entdeckt wurden, geht auf einen Fund von *Asbecasit* durch Aléxandre Skrapits (Le Locle) im Jahr 1985 zurück (Graeser 1986) – mehr als 20 Jahre nach der Entdeckung am Wannigletscher. Seither sind im Gorb übrigens eher mehr As-Mineralien bekannt geworden als am Cherbadung (Abb. 8, Tafel 1)

Spezialfall 2: Sulfosalz-Mineralien im Lengenbach

Die Sulfosalz-Vererzung im Lengenbach stellt eine zweite beträchtliche Arsen-Anomalie dar. Nach einer persönlichen Ansicht des Schreibenden, gelangten die As-Cu-Ag-Lösungen aus den Gneisen auch bis in die nördlich angrenzenden Dolomite und lieferten hier durch Reaktion mit den schon vorhanden gewesenen Sulfid-Erzen wie Bleiglanz, Pyrit und Zinkblende verschiedenste komplexe Sulfidverbindungen (Sulfosalze). Anders als in den Gneisen bildeten sich im Dolomit – in Anwesenheit von sehr viel Schwefel – nicht Oxide sondern Sulfide. Solche Arsensulfide sind übrigens nicht auf den Lengenbach beschränkt; sie kommen in unterschiedlicher Häufigkeit im gesamten Dolomit auf der Süd-Seite des Tales vor (allerdings nur dort, wo der Dolomit direkt an die Gneise angrenzt) – auf der Nord-Seite (wo keine Gneise auftreten) fehlen sie völlig.

Ungeklärt ist zur Zeit vor allem noch die Herkunft des Elementes Thallium – dabei ist der Lengenbach wohl die vielfältigste Fundstelle für Tl-Mineralien weltweit. Auf engstem Raum (etwa 30 x 20 x 10 Meter) kommen hier mehr als die Hälfte sämtlicher bekannten Tl-Mineralien vor; etwa ein Drittel davon wurden erstmals von hier beschrieben und sind ausschliesslich vom Lengenbach bekannt (Tafel 2). Sicher ist, dass ein Zusammenhang besteht zwischen Thallium und Arsen – Thallium-Mineralien sind immer gekoppelt an Arsenreiche Zonen, mit viel Realgar und Auripigment (As_4S_4, resp. As_2S_3). Ob Thallium zusammen mit dem Arsen in den Dolomit gelangte, sei vorläufig dahingestellt – diesbezügliche Untersuchungen sind zur Zeit an der Universität in Tübingen im Gang.

Eine von den Überlegungen des Schreibenden abweichende Theorie entwickelte M.Knill (Dissertation 1995, ETH Zürich und Uni Basel). Das Arsen wird hier zwar ebenfalls in den heute als Gneisen (ursprünglich herzynische Granite, permische Rhyolite?) vorliegenden Gesteinen vermutet, die Arsen-Migration in die darüberliegenden Dolomite habe aber schon vor der Alpenfaltung stattgefunden (also am Meeresboden), was bedeutet, dass während der Metamorphose kein Stofftransport mehr stattgefunden hätte. Die Sulfosalz-Bildung wäre demnach ein isochemischer Vorgang gewesen – ohne jegliche Materialverschiebung. Das wäre somit eine dritte Variante für die Genese der As-Vererzung, die aber im Endeffekt auf die ursprüngliche Idee der isochemischen Entstehung der Arsensulfide

Zeitspiegel:

1731	Sondierstollen ("Engländerstollen")
1797	Mineralprobe Naturhist. Museum Basel (erstes Sammelobjekt!)
1833	erste wissenschaftliche Untersuchungen (Ch. Lardy)
1845	erstes neues Sulfosalz-Mineral (Dufrénoysit)
1914-1918	1. Weltkrieg (keinerlei Abbau-Tätigkeit)
ab 1940...	sporadischer Abbau durch Binner Strahler (Josef Imhof)
1958-1998	"Arbeitsgemeinschaft Lengenbach, AGL"
1998-2003	"Interessengemeinschaft Lengenbach, IGL"
2003-	"Forschungsgemeinschaft Lengenbach, FGL"

Abb. 9: Die wichtigsten Daten in der Geschichte der Fundstelle Lengenbach.

DIE MINERALIEN DER GRUBE LENGENBACH

Sulfide, Sulfosalze:

acanthite	Ag_2S
arsenopyrite	FeAsS
*baumhauerite	$Pb_{12}As_{16}S_{36}$
*baumhauerite-2a	$Pb_{11}Ag_{.7}As_{17.2}Sb_{.4}S_{36}$
bernardite	$Tl(As,Sb)_5S_8$
bornite	Cu_5FeS_4
chalcopyrite	$CuFeS_2$
*dufrénoysite	$Pb_2As_2S_5$
*edenharterite	$TlPbAs_3S_6$
enargite	Cu_3AsS_4
*erniggliite	$Tl_2SnAs_2S_6$
galena	PbS
greigite	$Fe^{2+}Fe^{3+}{}_2S_4$
*hatchite	$PbTlAgAs_2S_5$
*hutchinsonite	$TlPbAs_5S_9$
*imhofite	$Tl_3As_{7.67}S_{13}$
*jentschite	$TlPbAs_2SbS_6$
*jordanite	$Pb_{14}As_6S_{23}$
*lengenbachite	$Pb_6(Ag,Cu)_2As_4S_{13}$
*liveingite	$Pb_9As_{13}S_{28}$
lorandite	$TlAsS_2$
mackinawite (?)	$(Fe,Ni)_9S_8$
marcasite	FeS_2
*marrite	$PbAgAsS_3$
molybdenite-3R	MoS_2
*nowackiite	$Cu_6Zn_3As_4S_{12}$
orpiment	As_2S_3
pararealgar	AsS
proustite	Ag_3AsS_3
*gabrielite	$Tl_2CuAg_2As_3S_7$
pyrargyrite	Ag_3SbS_3
pyrrhotite	$Fe_{1-x}S$
pyrite	FeS_2
*quadratite	$AgCdAsS_3$
*rathite	$(Pb,Tl)_3As_5S_{10}$
*"rathite-140"	$Pb_6As_{10}S_{21}$
realgar	AsS
routhierite	$TlCu(Hg,Zn,Fe)_{12}As_4S_{13}$
*sartorite	$PbAs_2S_4$
*seligmannite	$PbCuAsS_3$
*sicherite	$TlAg_2(As,Sb)_3S_6$
*sinnerite	$Cu_6As_4S_9$
*smithite	$AgAsS_2$
smythite	$Fe_{13}S_{16}$
sphalerite	ZnS
*stalderite	$TlCu(Zn,Fe,Hg)_2As_2S_6$
stephanite	Ag_5SbS_4
tennantite	$(Cu,Ag,Fe,Zn)_{12}As_4S_{13}$
tetrahedrite	$(Cu,Ag,Fe,Zn)_{12}(Sb,As)_4S_{13}$
*trechmannite	$AgAsS_2$
*fibrous sulfosalt	Pb-As-S
*wallisite	$TlPbCuAs_2S_5$
wurtzite-2H	ZnS
wurtzite-4H	ZnS
xanthoconite	Ag_3AsS_3

Elemente:

arsenic	As
arsenolamprite	As
gold	
graphite	
silver	

Halide:

fluorite
halite

Oxide:

anatase
arsenolite
brannerite
coulsonite
goethite
lepidocrocite
magnetite
nolanite
quartz
rutile
uraninite

Karbonate:

aragonite
calcite
cerussite
dolomite
hydrozincite
hydrocerussit
magnesite
malachite

Sulfate, Molybdate:

anglesite
barite
osarizawaite (?)
wulfenite

Phosphate, Arsenate:

apatite
gorceixite
goyazite
mimetite
*struvite-(K)
*"köttigit-Ca"

Silikate:

orthoclase (var. adularia)
albite
biotite
dickite
hemimorphite
*hyalophane
kaolinite
montmorillonite
muscovite, and var.
  fuchsite
barian mica ("oel-
  lacherit")
paragonite
phlogopite
scapolite
thorogummite
tourmalines
  dravite
  uvite
beryl

Neu (2009-2013)

*dalnegroite	$Tl_{5-x}Pb_{2x}(As,Sb)_{21-x}S_3$
pearceite	$(Ag,Cu)_{16}(As,Sb)_2S_{11}$
*debattistiite	$Ag_9Hg_{0.5}As_6S_{12}Te_2$
*raberite	$Tl_5Ag_4As_6SbS_{15}$
*cadmoxite	CdO (1. August 2012!)

* = type locality Lengenbach (33)
→ 2-3 unknown minerals under investigation

$TOTAL_{Lengenbach}$ = 123 species
$TOTAL_{Sulfides, etc.}$ = 66 species (2012/SG)

Abb. 10: Die Mineralien der Fundstelle Lengenbach, nach chemischen Mineralklassen angeordnet. Bei den Sulfosalzen handelt es sich fast ausschliesslich um As-Sulfosalze. Der Lengenbach ist zur Zeit Typ-Lokalität für etwa 33 Mineral-Species.

des Lengenbachs zurückkommt. Wenn auch die Idee viele Probleme lösen kann, so treten wiederum andere schwerwiegende Widersprüche auf, für die hier zu erörtern Platz und Zeit fehlen. Wie bei so vielen Rätseln in der Natur, liegt die Wahrheit wohl irgendwo in der Mitte.

Die Mineralfundstelle Lengenbach

Die Geschichte der Lengenbach-Mineralien geht bis ins frühe 18. Jahrhundert zurück: in Zusammenhang mit dem Bergbau im Binntal während des 16. bis 18. Jahrhunderts (Abbau von Eisen- und Blei-Erzen), wurde 1731 im Lengenbach durch englische Bergleute ein Sondierstollen («Engländerstollen») erstellt, der heute noch deutlich sichtbar ist. Da keine verwertbaren Erze gefunden wurden, kam es zu keiner weiteren Aktivität. Immerhin wurden schon 1797 gezielt Mineralien gesammelt und (durch Etiketten nachweisbar) in Museen aufbewahrt (Naturhistorisches Museum Basel). Erste wissenschaftliche Untersuchungen begannen etwa 1833 (Lardy 1833), sie wurden praktisch ununterbrochen weitergeführt bis 1914, durch vorwiegend deutsche und englische Forscher. Der Ausbruch des 1. Weltkrieges 1914 brachte für die Arbeiten am Lengenbach ein abruptes Ende und es dauerte bis 1958, dass auf Initiative von Institutionen aus Bern ein Neuanfang gemacht wurde mit der Gründung einer «Arbeitsgemeinschaft Lengenbach, AGL», deren Nachfolge-Gemeinschaften bis auf den heutigen Tag aktiv sind (siehe Abb. 9).

... und ihre Mineralien

Bei Betrachtung einer Zusammenstellung sämtlicher Lengenbach-Mineralien (>120) fällt sofort auf, dass mehr als die Hälfte davon zu den Sulfid-Mineralien gehören (>60). Zudem: ein wesentlicher Teil davon sind komplexe Sulfide/Sulfosalze, das sind Verbindungen zwischen Schwefel, Arsen und einem zusätzlichen Metall-Atom (siehe Abb. 11). Bezüglich dieses zusätzlichen Metall-Atoms bestehen auffällige, schwer erklärbare Unterschiede zwischen den zwei hauptsächlich bearbeiteten Abbaustellen im Lengenbach:

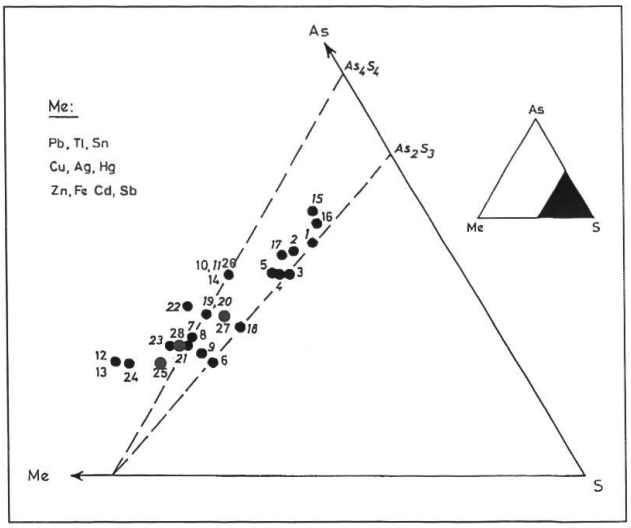


Abb. 11: Sulfosalz-Mineralien des Lengenbachs im Dreieck Me-As-S. Hauptsächlichste Metall-Elemente (Me) sind Blei (Pb), Thallium (Tl) und Silber (Ag). Sehr ungewöhnlich sind Cadmium- (Cd) und Quecksilber- (Hg) Verbindungen.

- Alte (klassische) Grube: 1958–1986
  ⇒ mehrheitlich Pb-As-Sulfosalze (Tafel 2)
- Neue Grube: ab 1987
  ⇒ vorwiegend (neue) Tl-As-Sulfosalze (Tafel 3)

Vor 1958 wurden an der ursprünglichen Abbaustelle gerade einmal 1 bis 2 Thallium-Mineralien beschrieben; die neue Grube steuerte dann innert weniger Jahre knapp 15 zusätzliche Tl-Verbindungen dazu; alles neue Mineralarten (Abb. 10, Tafel 3).

Die Entstehung der komplexen Sulfosalze ist bis auf den heutigen Tag nicht eindeutig geklärt. Ausgehend von Arbeiten des Autors (beginnend mit Graeser 1965, 1969, 1973, 1975, sowie jüngeren Studien) war es eine Reaktion von primär vorhandenem (schon bei der Sedimentation abgelagertem) Bleiglanz (Galenit) mit zugeführten Stoffen (vor allem Arsen, aber auch Cu, Ag, Tl) während der Alpinen Metamorphose – nach etwa folgendem Schema:

$$xPbS + As_yS_z \Rightarrow Pb_xAs_yS_z \quad \text{(Abb. 11)}$$

Galenit — Arsen-Sulfid-Lösung — Blei-Arsen-Sulfosalz

Einen sehr guten Überblick über Geschichte, Arbeiten, Forschung und Mineralien gibt das

Buch «Faszination Lengenbach – Abbau-Forschung-Mineralien 1958–2008», das zum 50-Jahr-Jubiläum der Abbaugemeinschaften am Lengenbach erschienen ist (Graeser et al. 2008).

Verdankungen

Den beiden Redaktoren Prof. Dr. Hermann Hecker und Dr. André Puschnig gebührt Dank für die kritische Durchsicht des Manuskripts und für Vorschläge, die den Text wesentlich verbessert haben.

Literaturangaben

Bader, H. (1934): Beitrag zur Kenntnis der Gesteine und Minerallagerstätten des Binntales. Schweizerische Mineralogische und Petrographische Mitteilungen 14: 319–44.

Graeser, S. (1965): Die Mineralfundstellen im Dolomit des Binntales. Schweizerische Mineralogische und Petrographische Mitteilungen 45: 597–795 (Diss. Universität Bern, 1964).

Graeser, S. (1966): Asbecasit und Cafarsit, zwei neue Mineralien aus dem Binntal (Kt. Wallis). Schweizerische Mineralogische und Petrographische Mitteilungen 46: 367–375.

Graeser, S. (1969): Der Dolomit vom Lengenbach und seine Vererzung. – Kurze Beschreibung der wichtigsten Lengenbacher Mineralien. Die Sulfosalze des Binntales: Geochemie und Genese. Jahrbuch des Naturhistorischen Museums Bern 1966–68, 26–46.

Graeser, S. (1973): Das Binntal-Simplon-Gebiet. In: Stalder, H.A., F. de Quervain, E. Niggli und S. Graeser: Die Mineralfunde der Schweiz. Wepf Verlag Basel: 279–315.

Graeser, S. (1975): Die Mineralfundstelle Lengenbach. Exkursionsführer Schweizerische Mineralogische und Petrographische Gesellschaft, 6./7. Oktober 1974. Schweizerische Mineralogische und Petrographische Mitteilungen 55: 143–149.

Graeser, S. & A.G. Roggiani (1976): Occurrence and genesis of rare arsenate and phosphate minerals around Pizzo Cervandone, Italy/Switzerland. Rendiconti della Societa Italiana di Mineralogia e Petrologia XXXII (1): 279–288.

Graeser, S. (1986): Eintrag in Röntgenprotokoll unter Nummer P4305 (6. Jan. 1986)

Graeser, S. & H. Schwander (1987): Gasparite-(Ce) and Monazite-(Nd): Two new minerals to the monazite group from the Alps. Schweizerische Mineralogische und Petrographische Mitteilungen 67: 103–113.

Graeser, S. (1995a): Cherbadung, September 1963: Die Entdeckung der ersten Arsenit-Zone. Lapis 20 (7/8): 33–35.

Graeser, S. (1995b): Binntal – das Tal der Mineralien. Lapis 20, (7/8). 58 S.

Graeser, S., R. Cannon, E. Drechsler, Th. Raber & Ph. Roth (2008): Faszination Lengenbach – Abbau-Forschung-Mineralien 1958–2008. KristalloGrafik Verlag, Achberg/Deutschland, 192 S.

Graeser, S. (2012): Neue Mineralien – wie lange noch? Schweizer Strahler 3/2012: 12–22.

Hofmann. B.A. & M.D. Knill (1996): Geochemistry and genesis of the Lengenbach Pb-Zn-As-Tl-Ba-mineralisation, Binn Valley, Switzerland. Mineralium Deposita 31: 319–339.

Hunziker, J.C. & P. Bearth (1969): Rb-Sr-Altersbestimmungen aus den Walliser Alpen; Biotitalterswerte und ihre Bedeutung für die Abkühlungsgeschichte der alpinen Metamorphose. Eclogae geologicae Helvetiae 62: 205–222.

Knill, M.D. (1995): Geochemistry and genesis of the metadolomite-hosted Pb-Zn-As-Tl-Ba-depoit at Lengenbach, Binn Valley, Switzerland. unpubl. Diss, ETH Zürich Nr. 11256.

Koenigsberger, J. (1901): Minerallagerstätten im Biotitprotogin, Aarmassiv. Neues Jahrbuch für Mineralogie Beilage Bd. 14: 43–119.

Krzemnicki, M. & E. Reusser (1998): Graeserite $Fe_4Ti_3AsO_{13}(OH)$, a new mineral species of the derbylite group from the Monte Leone nappe, Binntal region, western Alps, Switzerland. Canadian Mineralogist 36: 1083–1088.

Lardy, Ch. (1833): Essai sur la constitution géognostique du St. Gotthard. Acta Societatis Helveticae 1b: 200–282.

Roth, Philippe (2007): Minerals first discovered in Switzerland and minerals named after Swiss individuals. Zürich, 239 S.

Stalder, H.A. (1964): Petrographische und mineralogische Untersuchungen im Grimselgebiet. Schweizerische Mineralogische und Petrographische Mitteilungen 44: 187–382.

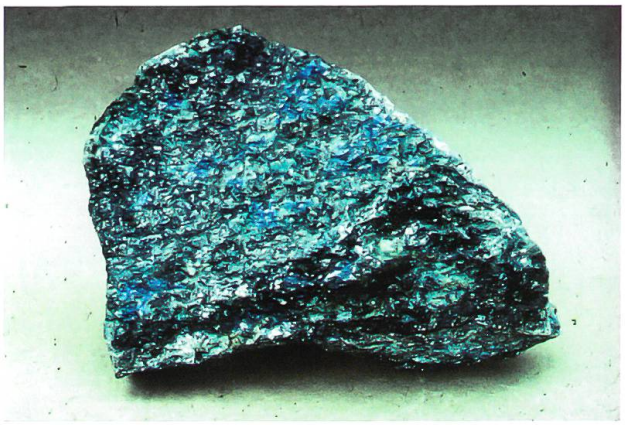
Steck, A. (2005): Géologie du Massif du Simplon. In «Simplon – Histoire-Géologie-Minéralogie». Éditeur: Fondation Bernard et Susanne Tissières, Martigny

Studer, B. (1851): Geologie der Schweiz. 2 Vol. Stämpflische Verlags-Handlung, Bern

Prof. Dr. Stefan Graeser

Abt. Geowissenschaften
Naturhistorisches Museum Basel
Augustinergasse 2
CH-4001 Basel
und
Mineralogisch-Petrographisches Institut der Universität Basel
Bernoullistrasse 30
CH-4056 Basel
stefan.graeser@unibas.ch

Tafel 1: Mineralien aus der Region Cherbadung (Cervandone). * = Typ-Mineralien des Binntals.



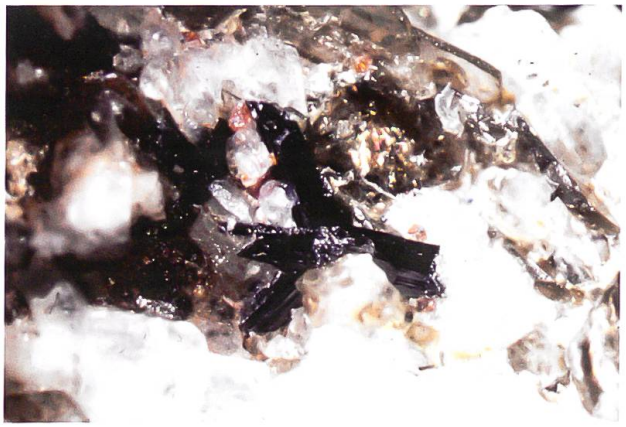
a: Malachit (grün), Azurit (blau), Verwitterungsprodukte von Kupfermineralien und damit erster Hinweis auf das Vorkommen von Arsen-Mineralien in Gneis vom Cherbadung. Foto: Archiv des Naturhistorischen Museums Basel.

b: *Asbecasit – ein As-Be-Ca-Si-Mineral, Wannigletscher am Cherbadung, ca. 2 mm gross. Untersuchungsmaterial zu diesem neuen Mineral wurde am allerersten Tag der Entdeckung gesammelt. Foto: Archiv des Naturhistorischen Museums Basel.

c: *Cafarsit – ein Ca-F(e)-Arsen-Mineral vom Wannigletscher am Cherbadung. Einzelkristalle bis zu 10 mm Durchmesser. Untersuchungsmaterial ebenfalls am ersten Tag der Entdeckung der Arsensulfid-Vererzung gesammelt. Foto: Archiv des Naturhistorischen Museums Basel.

d: *Cervandonit-(Ce) – ebenfalls neues Mineral vom Cherbadung, ca. 3 mm Durchmesser. Der Name geht auf den italienischen Namen des Cherbadung – Cervandone – zurück. Foto: Archiv des Naturhistorischen Museums Basel.

e: *Fetiasit – ein Fe-Ti-As-Mineral vom Cherbadung, knapp 2 mm gross, ebenfalls neues Mineral. Foto: Archiv des Naturhistorischen Museums Basel.

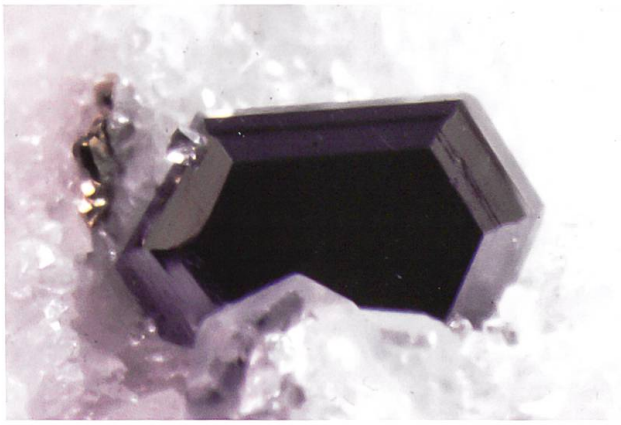


f: *Graeserit – neues Mineral von der Region Gorb im Binntal, gefunden und beschrieben durch Krzemnicki und Reusser (1998). Einzelkristalle etwa 1 bis 2 mm gross. Foto: Archiv des Naturhistorischen Museums Basel.

Tafel 2: Blei-Arsen-Sulfosalze vom Lengenbach. * = Typ-Mineralien des Binntals.

a: *Sartorit, Lengenbach, daneben roter Realgar. Flachstengeliger Kristall von etwa 15 mm Länge. Ist bis auf den heutigen Tag nur vom Lengenbach bekannt. Foto: Autor.

b: *Baumhauerit, Lengenbach, in typischer Form mit abgerundeten Kanten, etwa 1 bis 2 mm lang. Wie mehrere andere stengelige Lengenbach-Mineralien nur durch Röntgen-Untersuchung eindeutig identifizierbar. Mittlerweile von mindestens zwei zusätzlichen Lokalitäten bekannt. Foto: Archiv des Naturhistorischen Museums Basel.



c: *Jordanit in typischer sechseckiger (pseudohexagonaler) Ausbildung. Ist eines der häufigsten Lengenbacher Mineralien, das nachträglich an vielen anderen Fundstellen festgestellt wurde. Foto: Archiv des Naturhistorischen Museums Basel.

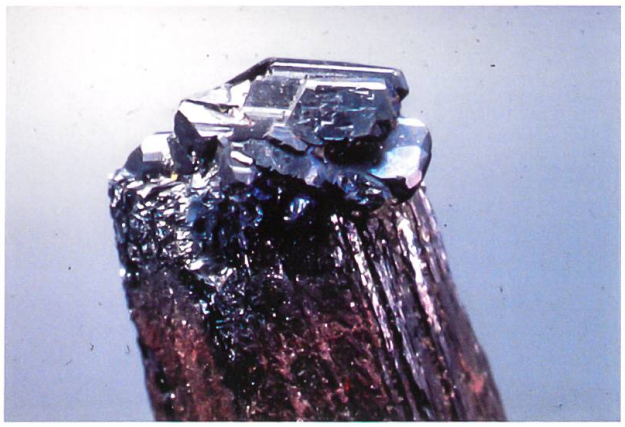
d: *Sartorit, hier durch erhöhten Gehalt an Thallium rötlich gefärbt. Typische flachstengelige Ausbildung. Foto: Archiv des Naturhistorischen Museums Basel.

e: *Dufrénoysit in der merkwürdigen, gelegentlich als «Sollyit» bezeichneten, Ausbildung in feinfaserigen elastischen Kriställchen. Foto: Archiv des Naturhistorischen Museums Basel.

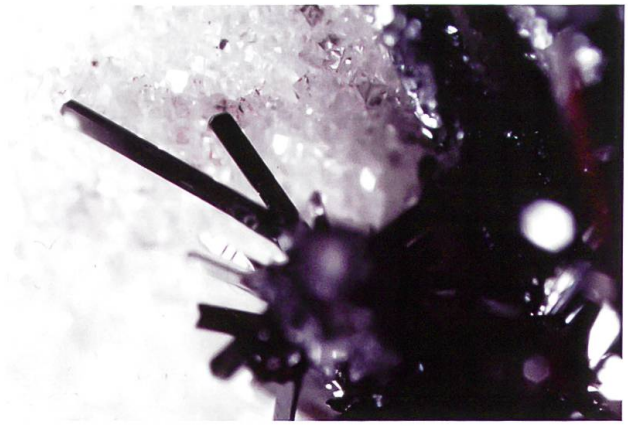
f: *Liveingit, eines der zahlreichen stengeligen Pb-As-Sulfosalzen, die nur röntgenographisch eindeutig bestimmbar sind. Ist bis auf den heutigen Tag nur vom Lengenbach bekannt. Foto: Archiv des Naturhistorischen Museums Basel.

Tafel 3: Thallium-Arsen-Mineralien vom Lengenbach. * = Typ-Mineralien des Binntals.

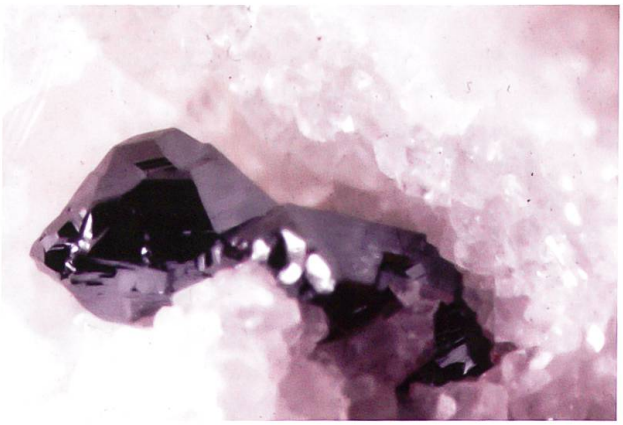
a: *Hutchinsonit, das erste Tl-Mineral vom Lengenbach (1905). Die meist kurzstengeligen Kriställchen sind dunkelrot durchscheinend und erreichen im Maximum einige Millimeter Länge. Die dunkelrote Farbe ist typisch für die Lengenbacher Tl-Mineralien. Foto: Archiv des Naturhistorischen Museums Basel.



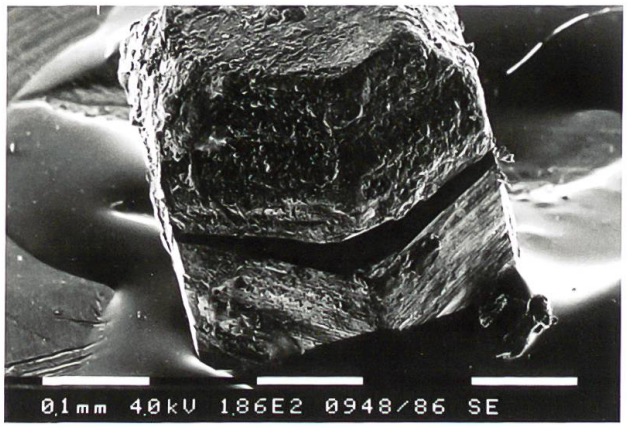
b: *Wallisit, hier auf Dufrénoysit aufgewachsen zeigt ebenfalls die typische dunkelrote Farbe der Tl-Sulfosalze. Foto: Archiv des Naturhistorischen Museums Basel.



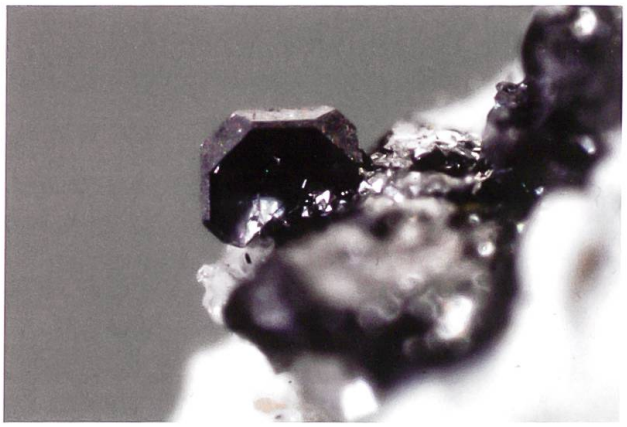
c: *Jentschit, eines der jüngeren Tl-Mineralien vom Lengenbach (1997). Die einzelnen langstengeligen Kristalle können bis etwa 2 mm Länge erreichen. Foto: Archiv des Naturhistorischen Museums Basel.



d: *Edenharterit vom Lengenbach. Während der 1980 bis 1990er Jahre eines der häufigsten neuen Tl-Sulfosalze der Fundstelle. Aggregate von Edenharterit können bis cm-Grösse erreichen. Die auffällige Himbeerfarbe an Bruchstellen ist ein wichtiges Erkennungsmittel des Minerals. Foto: Archiv des Naturhistorischen Museums Basel.



e: *Ernigglit ist bisher einziges Lengenbacher Mineral mit Quecksilber als Hauptkomponente. Die bisher bekannten Kriställchen sind winzig (meist weniger als 1 mm). Typisch für das hexagonale Mineral ist die glimmerartig-perfekte Spaltbarkeit senkrecht zur Stengelachse. Foto: REM Labor, Uni Basel.



f: *Quadratit ist ein Ag-Cd-As-Sulfosalz, das Tl nur in Spuren enthält. Für das Mineral typisch ist die Ausbildung in quadratischen Täfelchen (daher der Name), die höchstens einzelne Millimeter gross werden können. Foto: Archiv des Naturhistorischen Museums Basel.