

Zeitschrift: Minaria Helvetica : Zeitschrift der Schweizerischen Gesellschaft für historische Bergbauforschung = bulletin de la Société suisse des mines = bollettino della Società svizzera di storia delle miniere

Herausgeber: Schweizerische Gesellschaft für Historische Bergbauforschung

Band: - (1990)

Heft: 10b

Artikel: Binn : Tal der Mineralien

Autor: Graeser, S.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1089574>

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: 22.01.2026

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

B I N N - T A L D E R M I N E R A L I E N

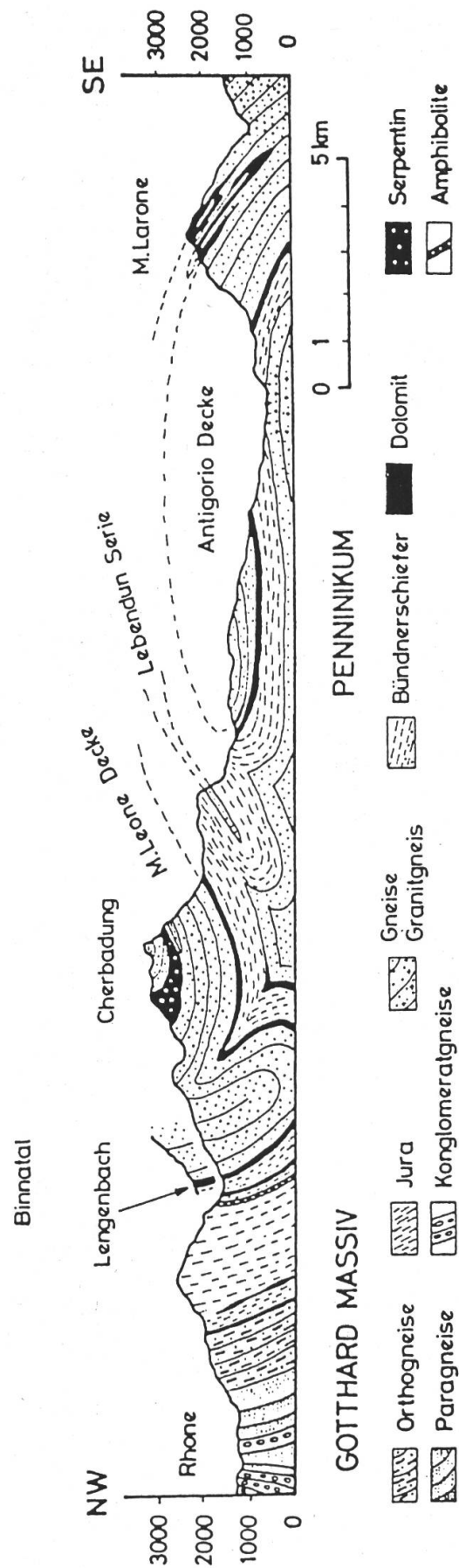
Binntal - oder Binnatal, Binnenthal, ganz früher auch "Bindenthal" genannt, bezeichnet eine Region, die durch das Flüsschen Binna und seine Nebenbäche gebildet wird. Das Binntal ist ein räumlich eng begrenztes Gebiet (12 x 3-4 km), das völlig in sich abgeschlossen ist. Trotzdem aber lässt der Name dieses kleinen Gebirgstales die Herzen von Mineralienfreunden in aller Welt höher schlagen, und die grossen Museen in aller Welt besitzen Mineralien und Gesteins-Proben aus dieser Region. Spezielle Ortsbezeichnungen wie "Lercheltini-Zone, Gorb, Lengenbach, Cherbadung, Ofenhorn", etc. stellen bei Eingeweihten sofort die Verbindung zu sensationellen Mineralfunden her. - Was ist der Grund dafür?

Das Binntal ist die mineralreichste Region der Schweizer Alpen und wohl der Alpen überhaupt: bis auf den heutigen Tag wurden hier über 150 Mineralarten nachgewiesen, die z.T. auch durch ihre ungewöhnliche Qualität bestechen. Ueberdies sind 15-20 dieser Mineralarten bisher überhaupt und ausschliesslich in dieser Region nachgewiesen worden! Insgesamt stellt das Binntal die Typlokalität für über 25 Mineralarten dar, d.h. rund 25 Mineralarten wurden erstmals hier entdeckt und durch Wissenschaftler als neue, bisher nicht bekannte Mineralien beschrieben. Diese Zahl verringerte sich im Lauf der Zeit etwas, da solche Mineralien schliesslich auch anderswo gefunden wurden, anderseits kamen bis in die allerjüngste Zeit wieder Mineralien zum Vorschein, die bisher nicht bekannt sind; einige davon sind gegenwärtig noch in Untersuchung.

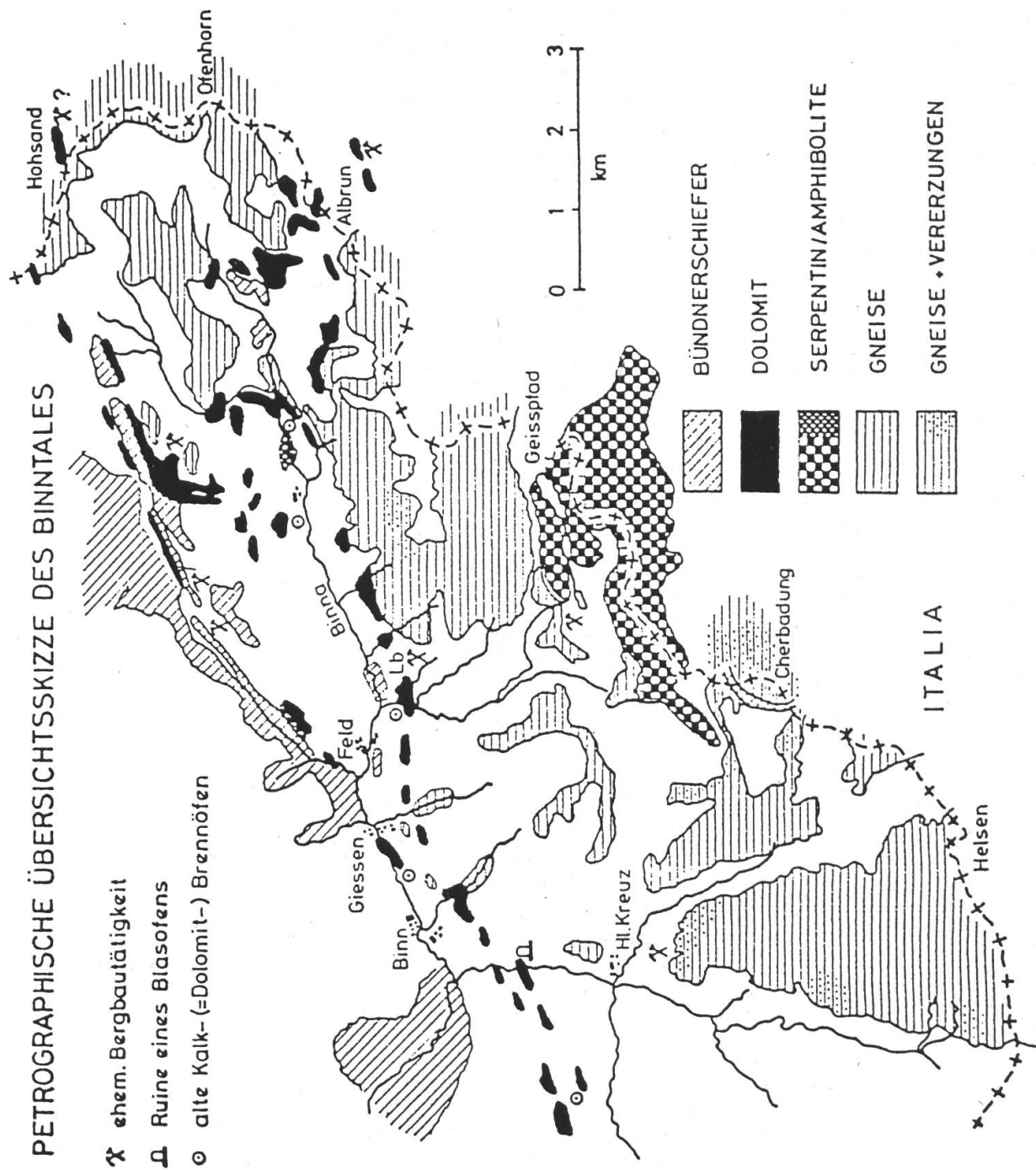
Die Mineraliensuche im Binntal geht zurück bis ins 17.-18. Jahrhundert und stand ursprünglich in Zusammenhang mit der Suche nach nutzbaren Mineralien (Erzen) und ihrer Gewinnung. Einen Höhepunkt erreichte die eigentliche Bergbautätigkeit zu Beginn des 18. Jahrhunderts ("Engländerstollen" im Lengenbach!); immerhin gelangten aber schon 1797 Mineralproben aus dem Lengenbach (mit Realgar und Auripigment) in die Sammlung des Naturhistorischen Museums in Basel. Die wissenschaftliche Tätigkeit erreichte einen ersten Höhepunkt zu Beginn unseres Jahrhunderts, als namhafte Mineralogen wie R.H.Solly, G.H.Smith, A.Hutchinson, H.Baumhauer u.a. (die praktisch alle in Mineral-Namen "verewigt" sind) monatelang jedes Jahr in Binn ihre Studien betrieben. Immerhin ist seit dem Jahr 1958, als die "Arbeitsgemeinschaft Lengenbach" ihre Tätigkeit aufnahm, ebenfalls wieder ein reges wissenschaftliches Interesse am Binntal zu verzeichnen.

Mineralogisch-petrographische Faktoren bei der Mineralbildung

Die relativ grosse Zahl von über 150 Mineralarten (es handelt sich dabei übrigens im wesentlichen um Kluftmineralien, die also in einem Gesteinshohlraum entstanden sind) und die davon



PETROGRAPHISCHE ÜBERSICHTSSKIZZE DES BINNTALES



überraschende Zahl von etwa 20 Mineralarten, für die das kleine Binntal einzige Fundstelle darstellt, lassen vermuten, dass bei ihrer Entstehung spezielle und ungewöhnliche Umstände mitgespielt haben müssen. Es sei hier versucht, in möglichst einfacher und gedrängter Form darzulegen, wie sich der Mineraloge dieses mineralogische Phänomen erklärt.

Definitionsgemäss sind **Kluftmineralien** Kristalle, die sich in Gesteinhohlräumen gebildet haben.

Daraus ergibt sich konsequenterweise, dass die Entstehung solcher Mineralien primär von zwei wesentlichen Faktoren abhängt:

- Entstehung von Hohlräumen im Gestein
- Art und Herkunft der Aufbaustoffe der Mineralien

Verschiedene geologische Ereignisse und mineralogisch-petrographische Besonderheiten führten - in geeigneter Kombination - zu der merkwürdigen Mineralisierung, wie wir sie heute im Binntal vorfinden.

Die Rolle der Alpenfaltung

Bekanntlich wurden unsere Alpen im Verlauf der letzten 100 - 80 Millionen Jahre durch Zusammenschub zu einem Gebirge aufgefaltet. Infolge der extremen Verkürzung kam es nicht nur zu einer Auffaltung, sondern zu einer Uebereinanderstapelung von liegenden Gesteinsdecken, die zu Stapeln von mehreren Kilometern Mächtigkeit führen konnte. Im Gebiet Binntal-Simplon wurden derart 3-4 solcher Deckfalten übereinandergeschoben. Das Binntal selber liegt dabei fast vollständig im Bereich der Monte-Leone-Decke; ganz im Westen gehören die Gipfel der höchsten Berge zu einer höheren Decken-Einheit (der sog. Berisal-Serie), vgl. Fig.1 (Profil durch das Binntal). An der Morphologie im Gelände sind diese Eigenheiten sehr schön erkennbar (z.B. am Gipfel des Hillehorns).

Diese Uebereinanderschichtung im Kilometer-Bereich (und damit verbunden natürlich auch eine Versenkung in die Tiefe) ist naheliegenderweise mit einer einschneidenden Wirkung auf die Gesteine verbunden: die versenkten Partien geraten in einen Bereich mit erhöhten Drucken und erhöhten Temperaturen. Je nach Tiefe der Versenkung werden die Gesteine dabei mehr oder weniger stark umgewandelt; sie kristallisieren um, es können andere Mineralien gebildet werden, im Extremfall erfolgt sogar eine Aufschmelzung. Dieser Vorgang - die Gesteins-Metamorphose der Petrographen - wandelt beispielsweise einen Granit in einen Gneis um, einen Kalk in einen Marmor, ein toniges Sediment in einen Glimmerschiefer etc. Anhand von charakteristischen Mineral-Neubildungen in Gesteinen können die bei der Metamorphose erreichten Drucke und Temperaturen ermittelt werden: im Binntal betragen die im Maximum erreichten Drucke etwa 5 Kilobar und die Temperaturen annähernd 500° Celsius. Sowohl Druck- wie Temperatur-Erhöhung waren von entscheidender Bedeutung bei der Kluftmineral-Bildung.

Druck: Der infolge Ueberlagerung und Ueberschichtung erreichte

Druck bewirkte eine extreme mechanische Beanspruchung der Gesteine; sie wurden gepresst, verbogen, gedehnt und schliesslich auch zerrissen. Diese Zerrungsrisse lieferten dann die sog. **Zerrklüfte** - Hohlräume, in denen die Kluftmineralien frei wachsen konnten. Häufig entstehen dabei ganze Kluftsysteme, die streng parallel zueinander verlaufen (im Binntal stehen sie übrigens, aus tektonischen Gründen, immer mehr oder weniger exakt vertikal).

Temperatur: Die derart entstandenen Zerrklüfte bildeten natürlich kein Vakuum, sondern füllten sich mit Wasser, das zu einem guten Teil aus darunterliegenden ursprünglichen Meeres-sedimenten stammt. Diese Wässer nun, die hier bis gegen 500°C heiss waren und beträchtliche Mengen an Kohlensäure (CO_2) aus den darunter liegenden Kalken gelöst enthielten, stellten eine äusserst korrosive Flüssigkeit dar; d.h. bei der Zirkulation in den Kluft-Systemen begannen sie die das umgebende Nebengestein aufbauenden Mineralien aufzulösen und reicherten sich so im Verlauf der Zeit an gewissen Stoffen mehr und mehr an. Wenn dann, infolge von Erosion im Gebirge, die Ueberlagerungsmächtigkeit allmählich abnahm, kühlten auch die wässrigen Lösungen langsam ab, ihr Lösungsvermögen verringerte sich infolgedessen und die gelösten Stoffe begannen in den Hohlräumen auszukristallisieren.

Aehnlich ist der Vorgang, wenn zusammen mit den Gesteinen auch Schwermetall-Konzentrationen (z.B. Eisen-, Blei-, Kupfer-, Arsen-Erze) in die Tiefe versenkt werden: jetzt reichern sich die wässrigen Lösungen eben auch an diesen Stoffen an, Eisen, Blei, Kupfer, Arsen etc. werden ebenso mit den Lösungen transportiert und an anderer Stelle wieder abgesetzt.

Die Rolle der Gesteine

Nach den oben erwähnten Ueberlegungen werden demnach die Kluftmineralien zum grössten Teil aus Material aufgebaut, das direkt aus dem umgebenden Nebengestein stammt. Deshalb wird ein quarzreiches Gestein wie etwa ein Gneis auch reichlich Quarz in Klüften enthalten, ein quarzfreies Gestein hingegen, wie der Serpentin wird demnach keinen Kluftquarz führen. Daraus ergibt sich, dass eine Vielfalt verschiedener Gesteine auch ein weites Spektrum verschiedenster Kluftmineralien zur Folge haben wird.

Genau das ist nun der Fall im Binntal: infolge der Uebereinanderschichtung von Gesteinsdecken kamen hier die verschiedensten Gesteinsarten auf kleinem Raum neben- und übereinander zu liegen. Auf der vereinfachten petrographischen Kartenskizze (vgl. Fig.2) sind lediglich die allerwichtigsten Gesteinsarten ausgeschieden: für sämtliche Gneise wurde beispielsweise nur eine einzige Signatur gewählt, obwohl hierbei mindestens 5-6 unterschiedliche Arten festgestellt werden können (quarzreiche, glimmerreiche, granatführende, etc. Gneise).

Die wichtigsten **Gesteinsarten** des Binntales und ihre Aufbau-mineralien:

Gneise	ORTHO-GNEISE: Quarz, Feldspäte (Orthoklas, Albit), Glimmer (Muskowit, Biotit)
	PARA-GNEISE: Biotit, Muskowit, Quarz, Feldspäte, Granat, etc.
Serpentin	Antigorit-Serpentin, Tremolit, Olivin, Diopsid, verschiedene Chlorit-Arten
Dolomit	Dolomit, Quarz, Phlogopit (Mg-Glimmer), Calcit
Bündnerschiefer	kalkig: Calcit, Quarz, Glimmer
	sandig: Quarz, Calcit, Glimmer
	tonig : Glimmer, Granat (Almandin), Quarz

Wie oben erwähnt, können auch **Vererzungen** eine gewisse Rolle spielen, und es soll später gezeigt werden, dass im Binntal gerade die Vererzungen eine entscheidende Rolle für den bemerkenswerten Mineral-Reichtum der Region spielten.

Folgende wichtigste Erz-Konzentrationen wurden im Binntal festgestellt (die vor allem im 18. Jahrhundert auch bergmännisch abgebaut wurden):

Eisen	(Hämatit und Magnetit in den Gneisen (z.B. Helsenhorn))
) Magnetit im Dolomit (Feldbach-Tal)
	(Ilmenit und Magnetit im Serpentin (Geisspfad))
Blei	(Bleiglanz, Zinkblende im Dolomit (Blei-Mine am Albrun))
) (Bleiglanz, Zinkblende in Gneisen (z.B. Hohsandhorn))
Kupfer	(Kupferkies (CuFeS_2) und Tennantit ($\text{Cu}_{12}\text{As}_4\text{S}_{13}$) in
Arsen	(den Gneisen der Region Cherbading)

Kluftmineralien und Gesteinsarten

Aus den bisherigen Ausführungen geht klar hervor, dass ein enger Zusammenhang zwischen Kluftmineral und Nebengestein besteht. Aus diesem Grund erfolgt die Besprechung der Mineralien des Binntals nach der Art der Gesteine, in denen sie vorkommen.

1. GNEISE

Gneise sind metamorphe Gesteine, die durch Umwandlung unter erhöhten Drucken und Temperaturen aus anderen Ursprungs-Gesteinen hervorgegangen sind. Das ursprüngliche Gestein kann ein Granit gewesen sein: daraus entstehen "Ortho-Gneise"; demgegenüber sind "Para-Gneise" aus verschiedenen Sedimenten (z.B. Sandstein, Konglomerate, etc.) entstanden. Diese Unterscheidung ist allerdings - ohne aufwendige Untersuchungen - häufig nicht eindeutig durchführbar.

Aus der petrographischen Skizze ist ersichtlich, dass vor allem die südliche und östliche Region des Binntals vorwiegend aus Gneis besteht.

1a) ORTHO-GNEISE: das sind helle (an Quarz und Feldspat reiche), feinkörnige Gesteine, sehr häufig aber auch als Augengneise (mit grossen Feldspat-"Augen") ausgebildet. Glimmer-Mineralien (Muskowit, Biotit) sind mengenmässig von untergeordneter Bedeutung. Typisch für Ortho-Gneise ist eine dickplattige Absonderung (keine schiefrige Spaltbarkeit). Diese Gesteine bilden vorwiegend die Gebirgskämme im Süden des Tales. Da die Ortho-Gneise grösstenteils aus Quarz und Feldspäten aufgebaut werden, sind die wichtigsten Kluftmineralien ebenfalls wieder Quarz und Feldspäte.

Von speziellem Interesse sind wohl die Funde von Quarz, der hier in mindestens drei Varietäten vorkommt: als farbloser Bergkristall, als Rauchquarz und als Amethyst. Völlig ungefärbte Bergkristalle sind eher selten; bei ihnen überwiegt einerseits die gegen die Spitze zu verjüngte Ausbildung als "Tessiner Habitus" anderseits lokal die langstengelige Form als "Nadel-Quarz" (oft als Dauphiné-Typ ausgebildet).

1b) PARA-GNEISE: das sind eher dunkle, meist sehr glimmerreiche Gesteine, oft Granat-haltig, die bevorzugt eine ausgeprägte schiefrige Beschaffenheit zeigen (Glimmer-Schiefer). Charakteristisch ist der hohe Glimmergehalt, wobei vor allem der dunkle Glimmer, der Biotit, eine wichtige Rolle spielt: Biotit enthält sehr viel Eisen und Titan und kann zudem sehr leicht durch Hydrothermal-Wässer ausgelaugt werden. Damit werden diese Gesteine prädestiniert für die verschiedenen Eisen- und Titan-Mineralien. Tatsächlich lieferten die in diesen Gesteinen gelegenen Fundstellen einen wesentlichen Teil der berühmtesten Binntal-Mineralien.

Es sind vor allem die in verschiedene Habitus-Arten auftretenden **Anatase**, die in Grössen bis zu mehreren Zentimetern gefunden wurden und heute die Prunkstücke vieler Museen darstellen. Die Fundstellen der Lercheltini-Zone sind zeitweise fast bergmännisch abgebaut worden und sind deshalb sehr stark abgesucht. In ausserordentlicher Schönheit kann sodann **Magnetit** gefunden werden, der in Oktaedern bis zu mehreren Zentimetern Kantenlänge auftreten kann. **Hämatit** ist selten zu Eisenrosen ausgebildet, sondern erscheint meistens in ungewöhnlichen dicktafeligen Einzelkristallen.

2. SERPENTIN

Dieses dunkelgrüne Gestein, das fast wie ein Fremdkörper in den Gneisen liegt, bildet über eine Strecke von rund 5 km die höchsten Berge entlang der Grenze gegen Italien (vom Fleischhorn bis zum Grampielhorn) und beherbergt die wunderschönen Seen der Geisspfad-Region. Das heute als "Serpentinit" vorliegende Gestein entstand durch verschiedene Umwandlungsvorgänge aus einem ursprünglichen Olivin-Pyroxen-Gestein (sog. Lherzolith). Mineralogisch setzt es sich zusammen aus Antigorit-Serpentin (einem glimmer-artigen Mineral), Tremolit, verschiedensten weiteren Hornblenden, etc. Chemisch gesehen sind das Mineralien, die vorwiegend Magnesium, Eisen, Titan, Calcium enthalten. Die Kluftmineralien finden sich einerseits

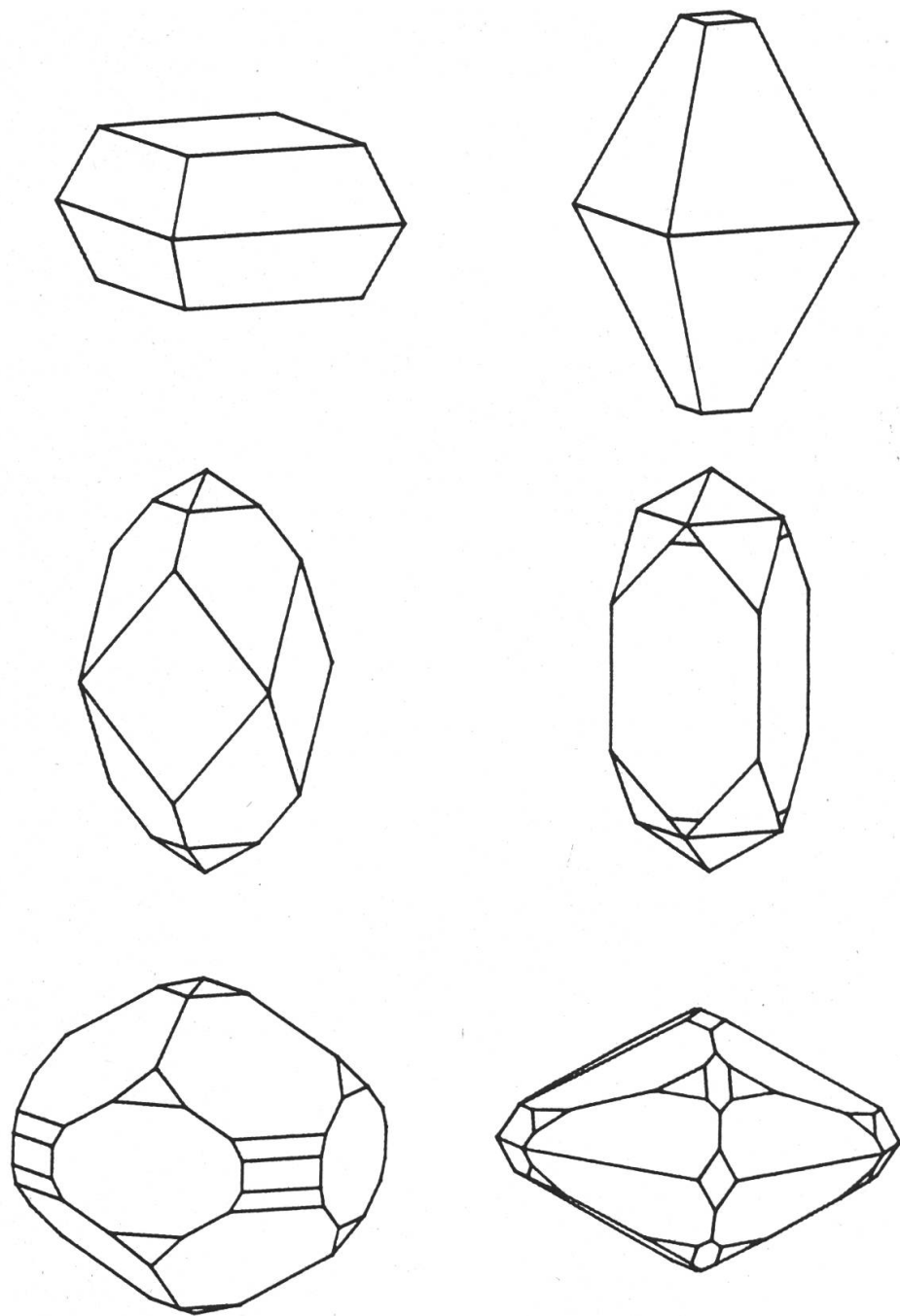


Fig. 3 Formenentwicklung bei Anatas aus dem Binntal

auf Klüften im massiven Serpentin, anderseits in speziellen Gesteinsgängen, die sich durch einen hohen Calcium-Gehalt auszeichnen (sog. Rodingite).

Der **Asbest**, der ursprünglich die Spalten des Serpentin in z.T. grosser Menge ausgefüllt hatte, wurde zu Beginn unseres Jahrhunderts technisch abgebaut, sodass heute nur noch kleine Proben gefunden werden können. Meistens assoziiert mit Asbest, vielfach darin eingewachsen, tritt der **Demantoid** (ein Eisen-Titan-Granat) auf, der in Kristallen bis zu 1 cm und in Edelstein-Qualität gesammelt werden konnte. Aber auch heute kann man mit etwas Glück noch Demantoid bis zu gut Millimeter-Grösse finden. Eine höchst ungewöhnliche Ausbildung zeigt **Ilmenit**: die rhomboedrischen Kristalle sind typisch pseudo-oktaedrisch und können so einen Magnetit vortäuschen. **Diopsid** und **Epidot** in ausgezeichneten Kristallen stammen vor allem von der italienischen Seite, vom Ost-Abhang des Cherbadung. Die Zeolith-Mineralien **Natrolith**, **Thomsonit**, **Mesolith** treten in stengelligen bis fasrigen Kristallen in Rodingit-Gängen auf und sind praktisch nicht zu unterscheiden von asbest-artig ausgebildetem **Vesuvian**.

3. BÜNDNERSCHIEFER

Praktisch die gesamte Nordhälfte des Binntales, vom Eggerhorn über Schweifengrat bis zum Turbhorn, besteht aus einem grau-braunen, meist stark verwitterten, schiefrigen Gestein, den Bündnerschiefern. Das sind Sediment-Gesteine, die über einen Zeitraum von über 100 Millionen Jahren (Jura-Kreide-Zeit) in einem Meeresbecken abgelagert wurden und daher heute in gewaltigen Schichtmächtigkeiten (Km-Mächtigkeiten!) vorliegen. Bedingt durch die sedimentäre Entstehung sind sie in ihrer mineralogischen Zusammensetzung sehr uneinheitlich; es existieren drei Haupt-Typen: kalkig (viel Calcit) - sandig (viel Quarz) - tonig (viel Glimmer), wobei aber dazwischen jegliche Uebergänge vorkommen. Charakteristisch für die tonigen (Aluminium-reichen) Bündnerschiefer ist das massenhafte Auftreten von Granat-Einsprenglingen, die sich bei der metamorphen Umwandlung des Gesteins gebildet haben.

4. DOLOMIT

Es sind wohl hauptsächlich die Mineralfunde im Dolomit, (und hier vor allem im Lengenbach), die das Binntal in aller Welt als das "Tal der Mineralien" bekannt gemacht haben. Der Dolomit, der sich vor rund 200 Millionen Jahren im Trias-Meer als Sediment gebildet hat, durchzieht das Tal in mehreren Schichten von sehr unterschiedlichen Mächtigkeiten und ist immer eingebettet zwischen den Bündnerschiefern und einem glimmerreichen Paragneis. Das Gestein ist schneeweiss, vereinzelt durch Kohlenstoff-Einlagerung (Graphit) grau gefärbt. Es besitzt häufig eine bröckelige, "zuckerkörnige" Konsistenz und ist nur selten als kompakter Marmor anzutreffen. Der reine weisse Dolomit ist mineralogisch zu über 90% aus dem Mineral Dolomit zusammengesetzt, den Rest machen etwas Quarz, Glimmer und Feldspäte aus. Bei der normalen

Kluftmineral-Bildung, wie sie bisher beschrieben wurde, dürfte somit die Variabilität der verschiedenen Mineralarten in den Hohlräumen sehr gering sein und sich mit Dolomit, Quarz und Feldspäten erschöpfen. Tatsächlich ist Dolomit das häufigste Mineral in den Hohlräumen, und auch Quarz ist recht häufig (meist farblos, in Tessiner Habitus oder Normalform, selten als Zepter, ab und zu deutlich rauchfarben) - aber durch diese Mineralien wäre das Binntal wohl nie sehr berühmt geworden!

Bei näherer Betrachtung des Dolomites im Lengenbach fällt einem gleich an den Farben auf, dass neben Dolomit und Quarz noch völlig andere Mineralien vorkommen müssen. Aus dem Mineral-Verzeichnis (siehe Anhang) geht sodann hervor, dass von den über 80 Mineral-Arten im Dolomit mehr als die Hälfte zu der Familie der Sulfide und Sulfosalze gehören. Wenn man sich den chemischen Aufbau dieser Mineralien vergegenwärtigt, so zeigt sich, dass sie grösstenteils aus folgenden Elementen aufgebaut sind: Blei, Kupfer, Thallium, Silber - Arsen, Antimon - Schwefel; sehr viele davon sind reine Blei-Arsen-Sulfide wie etwa der Skleroklas ($=\text{PbAs}_2\text{S}_4$), Baumhauerit

($=\text{Pb}_{12}\text{As}_{16}\text{S}_{36}$) oder der Dufrénoysit ($=\text{Pb}_8\text{As}_8\text{S}_{20}$). Das sind bekanntlich durchaus keine ungewöhnlichen Elemente - erst die Kombination macht daraus ein ungewöhnliches Mineral. Der Dolomit selber ist ein Calcium-Magnesium-Karbonat mit der Formel $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ - enthält also sicher weder Blei noch

Arsen. Woher also kommen diese Elemente? Stets sind im weissen Dolomit dunkle, parallel zu der Dolomit-Schichtung verlaufende Lagen erkenntlich, die offensichtlich schon bei der Sedimentation gleichzeitig mit dem Karbonat abgesetzt worden sein müssen. Diese schichtparallelen Bänder bestehen meistens aus Pyrit (FeS_2), häufig aber auch aus Bleiglanz (PbS) oder

Zinkblende (ZnS), d.h. der Dolomit enthielt stellenweise schon ursprünglich recht viel Eisen, Blei, Zink und Schwefel - es fehlen also vor allem noch das Arsen, ferner Kupfer und Thallium. Die intensive Suche nach einem Arsen-Lieferanten ausserhalb des Dolomites führte schliesslich zu der Entdeckung einer Kupfer-Arsen-Vererzung in den weiter südlich gelegenen Gneisen, die vorwiegend aus Kupferkies und einem Arsen-Fahlerz (Tennantit) besteht. Infolge der Alpenfaltung geriet auch diese Vererzung zusammen mit den umliegenden Gneisen in eine tiefe Versenkung, wo dann durch Einwirkung heisser Wässer ein Teil der Erzminerale aufgelöst wurde. Diese heissen, metall-haltigen Lösungen wanderten schliesslich in Richtung gegen niedrigere Temperaturen (gegen Norden) durch die Gneise, um dann zuletzt auf die Dolomit-Schichten zu treffen. Hier kam es schliesslich zu einer Reaktion zwischen den bereits vorhandenen Erzminerale (vor allem Bleiglanz) und den zugeführten Kupfer-Arsen-Lösungen, die etwa nach folgendem Schema ablief:

$$x \text{ PbS} + \text{As}_y \text{S}_z = \text{Pb}_x \text{As}_y \text{S}_z$$

Bleiglanz im Dolomit zugeführtes Arsen neugebildetes Mineral

d.h. es bildeten sich Komplex-Sulfide (Sulfosalze). Dabei entstand als erstes Mineral jeweils das arsen-ärmste, der

Jordanit (mit $\text{Pb:As} = 1.86:1$), bei weiterer Arsen-Zufuhr bildeten sich sukzessive immer arsen-reichere Mineralien wie Dufrénoysit ($1:1$), Liveingit ($0.69:1$), Rathit ($0.6:1$), Skleroklas ($0.5:1$), etc. Reines, bleifreies Arsensulfid entstand erst nach einer gewissen "Absättigung" der Komplex-Sulfide mit Arsen. Daher finden sich Realgar (As_4S_4) und Auripigment (As_2S_3) normalerweise nur in Assoziation mit den arsenreichsten Mineralien und nicht zusammen mit Bleiglanz: $\text{PbS} + \text{As}_2\text{S}_3$ hätten miteinander reagiert unter Bildung eines Sulfosalz-Minerales.

Die Mineralisierung ist sehr unterschiedlich für verschiedene Fundstellen im Dolomit, sowohl was die Mineralarten, als auch was die Häufigkeiten anbelangt. Die Fundstelle Lengenbach ist natürlich das mit Abstand reichste und interessanteste Vorkommen; immerhin sind Realgar, Jordanit Dufrénoysit, Lengenbachit, Smithit, Trechmannit auch ausserhalb dieser Lokalität nachgewiesen worden und Fahlerz (Tennantit, Tetraedrit), Zinkblende, Bleiglanz finden sich fast in allen Dolomit-Aufschlüssen des Tales und bis über die östliche Landesgrenze hinaus auf italienischem Boden. Eine rasche, sichere Bestimmung der Sulfosalz-Mineralien nach rein äusseren Kennzeichen ist praktisch nicht möglich - es gibt zwar Mineralien, die in charakteristischer Ausbildung von Auge mit einiger Sicherheit bestimmbar sind, eine absolut sichere Identifizierung ist jedoch meistens nur auf röntgenographischem Weg möglich.

Die Tätigkeit der "Arbeitsgemeinschaft Lengenbach" (AGL)

Seit dem Jahr 1958 wird - nach langem Unterbruch während der Weltkriege - wieder regelmässig Mineralabbau im Lengenbach betrieben. Die Arbeiten werden von der **Arbeitsgemeinschaft Lengenbach** durchgeführt, die sich aus schweizerischen Museen, Hochschulinstituten und privaten Interessenten zusammensetzt (Naturhistorische Museen von Bern und Basel, Institut für Mineralogie und Petrographie der ETH in Zürich, Gemeinde Binn, Toni Imhof, Strahler in Binn sowie Valentin Sicher in Gurtnellen). Während der Sommermonate ist eine Gruppe von 2-3 Leuten unter der technischen Leitung von Toni Imhof mit dem Abbau der Mineralien im Dolomit beschäftigt; die Finanzierung erfolgt durch die Partner der AGL. Das Fundmaterial wird jeweils so gut als möglich identifiziert (z.T. auch röntgenographisch) und katalogisiert und anschliessend unter den Partnern aufgeteilt - je nach dem finanziellen Beitrag. Bis 1987 wurden die Arbeiten an der klassischen Stelle, die schon rund 200 Jahre bekannt ist, durchgeführt. Seit Anfang der 80-er Jahre ergaben sich dann Probleme technischer und mineralogischer Art: die alte Grube war mittlerweile derart tief geworden, dass die Arbeiter verschiedentlich durch Sturzblöcke gefährdet wurden, andererseits wurde der Anteil interessanter Mineralien mit zunehmender Tiefe immer geringer, vor allem fehlten die speziellen Arsen- und Thallium-reichen Mineralien. Es gab nur zwei Möglichkeiten: entweder den Abbau völlig einzustellen oder an einer anderen Stelle

eine neue Grube zu eröffnen. Man einigte sich schliesslich darauf, die Abbaustelle gegen Osten zu verlegen (in einem Sturzblock aus gerade dieser Region wurden 1986 die drei neuen Mineralien Stalderit, Erniggliit und Edenharterit entdeckt). 1987 wurde in einer grossangelegten Aktion mit Hilfe schwerer Baumaschinen die neue Grube angelegt; nach Abräumung einer 10-12 Meter mächtigen Moränenschicht wurde der Dolomit freigelegt und für den Mineralabbau zugänglich gemacht. Die erste Abbau-Saison von 1988 in der neuen Grube scheint für die Zukunft recht gute Aussichten zu versprechen.

5. GNEISE UND VERERZUNGEN

Neben den unter 1. beschriebenen Mineralvorkommen in den Gneisen existieren weitere Mineralisierungen - sowohl in Para-Gneisen als vor allem auch in Ortho-Gneisen - die von den üblichen Gneis-Mineralien derart abweichen, dass sich eine besondere Beschreibung dieser hochinteressanten Vorkommen aufdrängt.

Aehnlich wie im Fall des Lengenbaches erscheinen auch in den Gneisen Mineralbildungen, die nicht einfach durch Auslaugung des direkt benachbarten Nebengesteins erklärt werden können. Sie stellen somit ein Pendant zu den ungewöhnlichen Mineralien im Dolomit dar, mit welchen sie ja auch genetisch verknüpft sind: die durch Auslaugung einer Kupferkies-Fahlerz-Vererzung entstandenen Arsen-Lösungen, die offenbar für die Bildung der Arsen-Mineralien im Dolomit verantwortlich sind, mussten ja bei ihrer Wanderung gegen Norden zunächst die Gneise durchqueren. Infolge der damit verbundenen Abkühlung wurde das Lösungsvermögen der wässrigen Lösungen herabgesetzt, sodass ein Teil des gelösten Materials schon in den Gneisen auskristallisieren musste. Nachdem die Lösungen vor allem Kupfer und Arsen enthielten, entstanden hier naheliegenderweise ebenfalls Kupfer-Arsen-haltige Mineralien - im Unterschied zum Dolomit bildeten sich hier Arsen-Oxid-Verbindungen und nicht sulfidische Mineralien, da in den Gneisen ein sauerstoff-reiches, oxidierendes Milieu herrschte.

Diese höchst ungewöhnliche Mineralbildung wurde bei der Suche nach dem zur Bildung der Lengenbacher Arsen-Sulfosalze erforderlichen "Arsen-Reservoir" entdeckt (vgl. auch unter 4. Dolomit). Da uns anlässlich einer früheren Bergtour in die Cherbadung-Region das Vorkommen von Malachit und Azurit aufgefallen war - typischen Anzeigern für Kupfer-Mineralien - wurde gerade dieses Gebiet näher untersucht, vor allem da das Auftreten von Kupfer auch die Anwesenheit von Arsen vermuten liess. Diese Untersuchung anfangs der 60-er Jahre erwies sich als ausserordentlich erfolgreich: nicht nur fand sich die postulierte Kupfer-Arsen-Vererzung (mit Kupferkies und Tennantit, z.T. zwar umgewandelt, aber noch mit unverwitterten Erzmineralien), darüberhinaus wurden zwei zunächst unbekannte Mineralien gesammelt, deren genaue Untersuchung zu den nachmaligen neuen Mineralarten Asbecasit und Cafarsit führte. Bezeichnenderweise enthalten diese beiden neuen Mineralien über 60% Arsen-Oxid. Es blieb aber nicht bei diesen zwei

einzelnen Arsen-Oxid-Mineralien; von Strahlern, Sammlern und Mineralogen wurde im Lauf der Jahre eine ganze Reihe weiterer Kupfer- und vor allem Arsen-Oxid-Mineralien entdeckt, die alle aus derselben Region stammen und auf dieselbe Weise entstanden sind.

Wenn auch die Zahl der verschiedenen Mineralien noch nicht gerade das Ausmass der Mineralien im Dolomit angenommen hat, so sind es bis auf den heutigen Tag über 50 verschiedenen Arten, von denen 4-5 bisher noch nirgends sonst auf der Welt gefunden wurden. Einige der interessantesten dieser speziellen Mineralien sollen hier kurz beschrieben werden.

Asbecasit ist zusammengesetzt aus Arsen (As), Beryllium (Be), Calcium (Ca) und Silicium (Si) - daher übrigens der Name - und kristallisiert trigonal in meist flachen Rhomboedern von leuchtend hellgelber Farbe. Es wurden Kristalle von über 10 mm Durchmesser gesammelt. **Cafarsit**, ein kubisches Mineral, wird aus den Elementen Calcium (Ca), Eisen (Fe) und Arsen-Oxid aufgebaut. Es sind meist würfelige bis oktaedrische Kristalle (Kubooktaeder), die sehr oft noch die Pentagondodekaeder-Form aufweisen (vgl. Skizze). Cafarsit kann täuschend ähnlich aussehen wie Pyrit, der mit Goethit überzogen ist. Das ist wohl der Grund, dass das Mineral bis 1966 unerkant blieb, obwohl mittlerweile Einkristalle bis Faustgrösse und mehreren 100 gr Gewicht gefunden wurden! **Gasparit** - neues Mineral von 1987 - ist das Arsenat-Aequivalent zu Monazit (also ein Cer-Arsenat). Es tritt in Einzelkriställchen von weniger als 1 mm auf, die aber immer zu grösseren Aggregaten (bis 6-8 mm) verwachsen sind. Die Aggregate bilden stets tonnenförmige sechseckige Pseudomorphosen nach dem Mineral Synchisit, aus dem der Gasparit durch Reaktion mit Arsen-Lösungen entstanden ist. Die Farbe der Kriställchen ist rötlich-braun, ähnlich Titanit. **Cervandonit** - neues Mineral von 1988 - ist ein äusserst kompliziert zusammengesetztes Mineral (Cer-Eisen-Titan-Silikat-Arsenat). Es wird gefunden in rosettenförmigen Aggregaten aus glänzend schwarzen Einzelkriställchen, die ausserordentlich ähnlich wie Hämatit in "Eisenrosen"-Form aussehen und daher auch lange Zeit mit diesem Mineral verwechselt und nicht als etwas Spezielles erkannt wurden.

6. MINERALFUNDE IN KRAFTWERK-STOLLEN

In den letzten 10-15 Jahren wurden im Bereich des Binntales Stollen für Wasserkraftwerke von einigen Kilometern Länge erstellt. Obwohl relativ wenig Material einer wissenschaftlichen Untersuchung zugänglich wurde, ergaben sich doch einige interessante Befunde, auf die hier kurz Bezug genommen werden soll.

Mineralien, die bei Stollen- oder Tunnelbauten gefunden werden, zeigen jeweils sehr charakteristische Unterschiede zu Oberflächen-Funden. Da sie im Bergesinneren, abgeschlossen von atmosphärischen Einflüssen (Sauerstoff, Niederschlägen), quasi klimatisiert bei konstanten Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnissen konserviert wurden, sind sämtliche Mineralien frisch und unverwittert (Pyrit ohne Goethit-Ueberzug) und - was noch auffälliger ist - es treten vielfach Mineralien

auf, die an der Oberfläche längstens der Verwitterung zum Opfer gefallen sind. Charakteristisch ist daher die Häufigkeit und Vielfalt der Zeolith-Mineralien (**Desmin, Laumontit, Heulandit, Skolezith**), die auf den Stollen-Proben vorkommen. Zeolithe sind Mineralien, die sehr leicht verwittern und auch völlig weggelöst werden (speziell Laumontit). Neben diesen durchaus zu erwartenden Unterschieden im Mineralgehalt gibt es nun allerdings noch rätselhafte, unvorhersehbare Unterschiede: in den Wasserstollen wurde eine ganze Anzahl von Mineralien festgestellt, die an der Oberfläche (noch) nicht nachgewiesen werden konnten, ohne dass dafür der Atmosphären-Einfluss verantwortlich gemacht werden könnte. So wurde auf einer Stufe aus dem Kriegsalp-Stollen **Milarit** in feinfasrigen, glasklaren Kristallen von etwa Millimeter-Grösse bestimmt. Ebenfalls unerwartet ist das Auftreten von **Gadolinit** auf einer Probe aus dem Saflisch-Stollen, der hier in kugeligen Aggregaten von hellgrüner Farbe festgestellt wurde. Weder Milarit noch Gadolinit wurden bisher im Binntal gefunden. Das unerwartetste Mineral auf den Stollen-Proben ist jedoch der Fund von **Galenobismutit**, der neben mehreren anderen Sulfid-Mineralien (Arsenopyrit, etc.) auf einem Handstück aus dem Saflisch-Stollen identifiziert wurde. Es sind hell metallisch glänzende nadelige Kristalle, die über einen Zentimeter lang sind. Obwohl im Dolomit des Tales verschiedene Wismut-Sulfosalze gefunden wurden (Turtschi), ist das Mineral Galenobismutit bisher nicht als Oberflächen-Fund bekannt geworden.

SCHLUSSFOLGERUNGEN

Wenn man sich zusammenfassend diese Ausführungen nochmals kurz durch den Kopf gehen lässt, so sollte eine Erklärung für die Entstehung des "mineralogischen Phänomens" Binntal durchaus möglich sein - wenn auch einige Fragezeichen stehenbleiben müssen:

- *Drucke und Temperaturen als Folge der Alpenfaltung (Metamorphose) erreichten gerade das Mass, das geeignet war, Klüfte in den Gesteinen entstehen zu lassen und durch CO₂haltige Hydrothermalwässer Gesteine und allfällige Erzkonzentrationen auszulaugen, um damit die zum Aufbau nötigen Stoffe zu liefern.
- **durch die Uebereinanderschichtung von Gesteinsdecken kamen auf beschränktem Raum entstehungsmässig und mineralogisch völlig verschieden geartete Gesteinsschichten über-, unter- und nebeneinander zu liegen, in denen sich demzufolge auch eine entsprechend grosse Zahl verschiedener Kluftmineralien bilden konnten.
- ***mehrere Schwermetall-Vererzungen in verschiedenen Gesteinen (Eisen, Kupfer-Arsen, Blei, samt ihren vielfältigen Begleit-Elementen) dienten bei der Auslaugung durch wässrige Lösungen als Lieferanten zusätzlicher, spezieller Aufbaustoffe wie Kupfer, Arsen, Thallium, Seltene Erden (Lanthaniden), Niob, Wolfram, Zinn, Quecksilber, etc.

****im Fall der Sulfosalz-Mineralien im Dolomit war überdies noch das Wechselspiel zwischen den schon vorhandenen Erzmineralien (Bleiglanz im Dolomit) und zugeführtem Material (Arsen, Kupfer, Thallium, aus den Gneisen) unter Reaktionsbildung nötig, damit hier diese ungewöhnlichen Mineralien entstehen konnten.

FACIT: Nur das geeignete Zusammentreffen verschiedenster physikalischer, chemischer, geologischer und mineralogischer Faktoren konnte zur Bildung eines mineralogisch derart speziellen Gebietes führen.

1) Naturhistorisches Museum Basel, 4001-Basel
Mineralogisch-Petrographisches Institut der Universität
Basel, 4056-Basel

Tab.2.
Arsen-Oxid-Mineralien der Region Cherbading/Cervandone

*Asbecasit	$\text{Ca}_3(\text{Ti}, \text{Sn})(\text{As}_6\text{Si}_2\text{Be}_6)\text{O}_{20}$
*Cafarsit	$\text{Ca}_{5.9}\text{Mn}_{1.7}\text{Fe}_3\text{Ti}_3(\text{AsO}_3)_{12} \cdot 4-5\text{H}_2\text{O}$
*Cervandonit-(Ce)	$(\text{Ce}, \text{La})(\text{Fe}^{3+}, \text{Fe}^{2+}, \text{Ti}, \text{Al})_3\text{SiAs}(\text{Si}, \text{As})\text{O}_{13}$
Chalkophyllit	$(\text{Cu}, \text{Al})_3[(\text{OH})_4 (\text{AsO}_4, \text{SO}_4)] \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
Chernovit	$(\text{Y}, \text{La})\text{AsO}_4$
¹⁾ Chlorotil-Agardit	$(\text{Cu}, \text{Fe})_2\text{Cu}_{12}[(\text{OH})_{12} (\text{AsO}_4)] \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
*Gasparit-(Ce)	$(\text{Ce}, \text{La})\text{AsO}_4$
Strashimirit	$\text{Cu}_4[\text{OH} \text{AsO}_4]_2 \cdot 2.5\text{H}_2\text{O}$
Tilasit	$\text{CaMg}[\text{F} \text{AsO}_4]$
Tirolit	$\text{Ca}_2\text{Cu}_9[(\text{OH})_{19} (\text{AsO}_4)_4] \cdot 10\text{H}_2\text{O}$
²⁾ unbenannt	$\text{Fe}^{2+}_2(\text{Fe}^{3+}, \text{Ti})_1[\text{O}_2 \text{As}_2\text{O}_5]$

* = Erstbeschreibung (Typlokalität Cherbading/Cervandone)

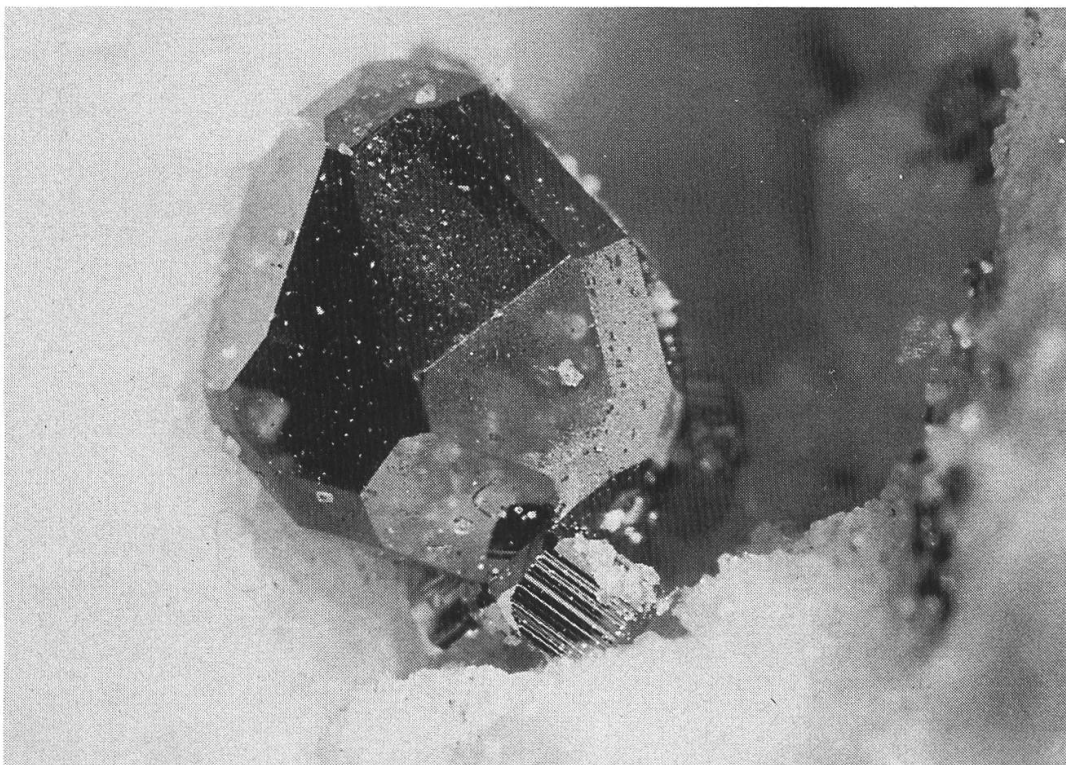
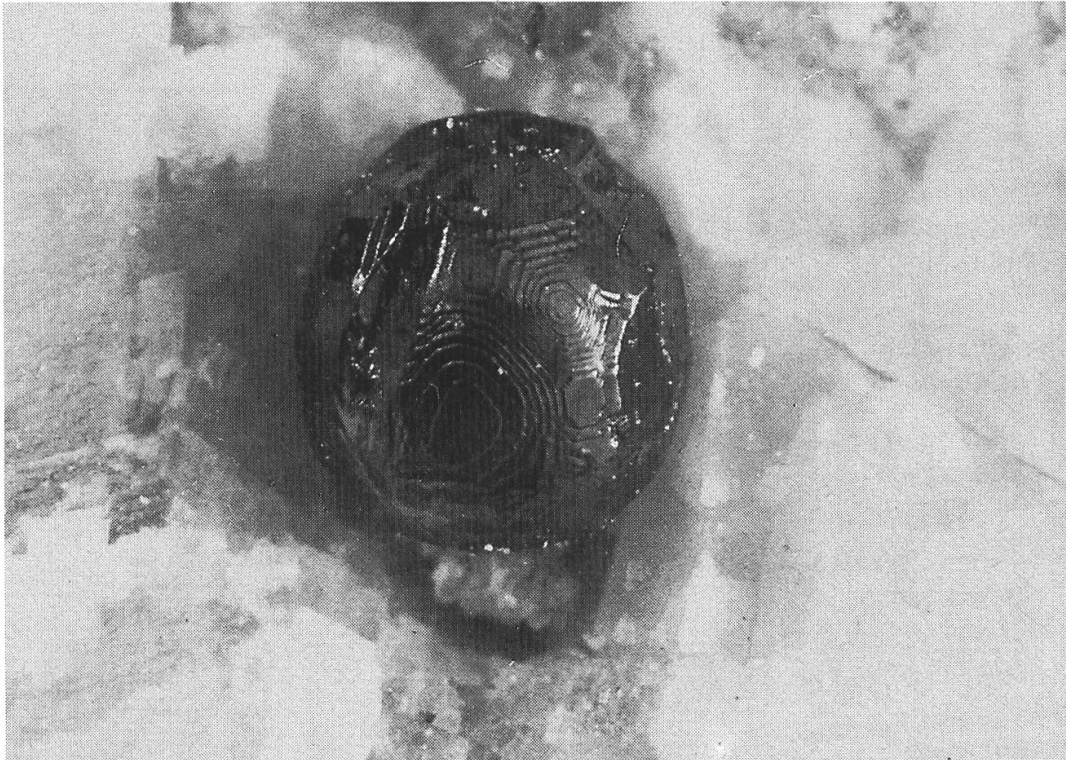
¹⁾ = noch in Bearbeitung

²⁾ = vermutlich neues Mineral; noch in Bearbeitung (Aug.1990)

Tab.1.
Sulfosalz-Mineralien im Dolomit des Binntales

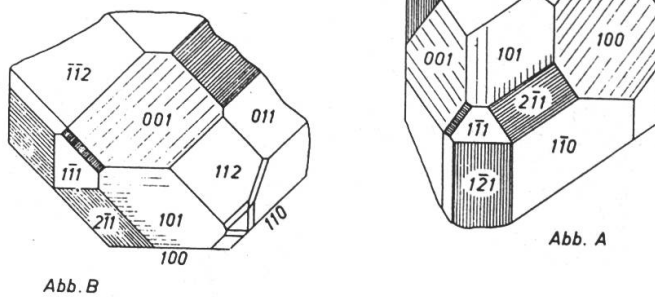
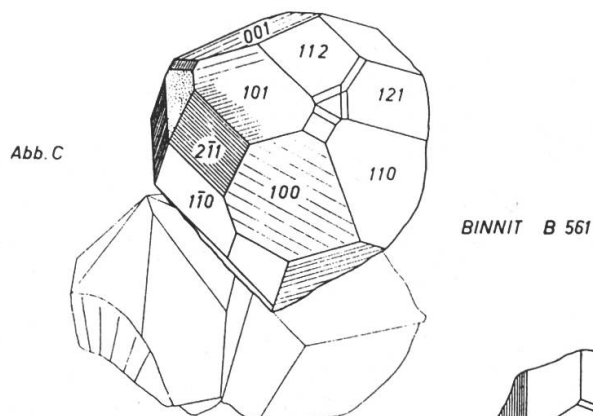
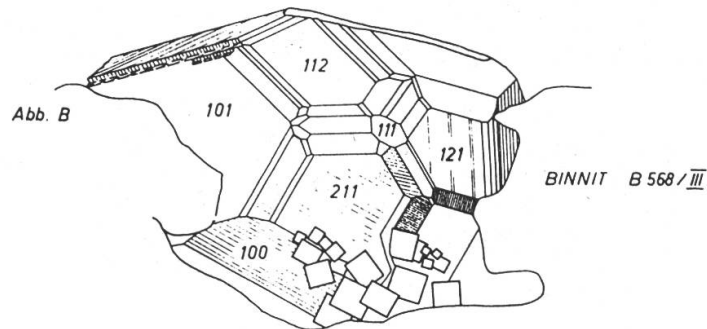
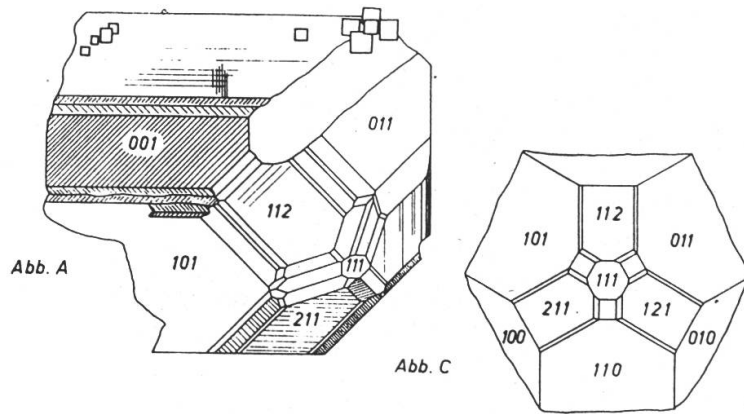
Aikinit	PbCuBiS_3	+
Arsenopyrit	FeAsS	L+
°Baumhauerit	$\text{Pb}_{12}\text{As}_{16}\text{S}_{36}$	L
°*Baumhauerit-2a	$(\text{Pb}, \text{Ag})_{11}(\text{As}, \text{Sb})_{17}\text{S}_{36}$	L
Boulangerit	$\text{Pb}_5\text{Sb}_4\text{S}_{11}$	L+
Bournonit	PbCuSbS_3	+
Cosalit	$\text{Pb}_2\text{Bi}_2\text{S}_5$	+
°Dufrénoysit	$\text{Pb}_8\text{As}_8\text{S}_{20}$	L+
°*Edenhartherit	$\text{TlPbAs}_3\text{S}_6$	L
Enargit	Cu_3AsS_4	L+
°*Erniggliit	$\text{Tl}_2\text{SnAs}_2\text{S}_6$	L
Geokronit	$\text{Pb}_{28}\text{As}_6\text{Sb}_6\text{S}_{46}$	+
°Giessenit	$\text{Pb}_9\text{CuBi}_6\text{Sb}_{1.5}\text{S}_{30}$	+
°*Hatchit	$\text{TlPbAgAs}_2\text{S}_5$	L
°Hutchinsonit	$\text{TlPbAs}_2\text{S}_5$	L
°*Imhofit	$\text{Tl}_{5.6}\text{As}_{15}\text{S}_{25.3}$	L
Izoklakeit	$\text{Pb}_{26}(\text{Cu}, \text{Fe})_2(\text{Sb}, \text{Bi})_{20}\text{S}_{57}$	+
°Jordanit	$\text{Pb}_{26}\text{As}_{12}\text{S}_{46}$	L+
°*Lengenbachit	$\text{Pb}_{37}\text{Ag}_7\text{Cu}_6\text{As}_{23}\text{S}_{78}$	L+
°*Liveingit	$\text{Pb}_{18.5}\text{As}_{25}\text{S}_{36}$	L
Lorandit	TlAsS_2	L
°*Marrit	PbAgAsS_3	L
°*Nowackiit	$\text{Cu}_6\text{Zn}_3\text{As}_4\text{S}_{12}$	L
Proustit	Ag_3AsS_3	L
Pyrargyrit	Ag_3SbS_3	L
°*Rathit	$\text{Pb}_3\text{As}_5\text{S}_{10}$	L
°*"Rathit-140"		L
°Seligmannit	PbCuAsS_3	L+
°*Sinnerit	$\text{Cu}_6\text{As}_4\text{S}_9$	L
°*Skleroklas (Sartorit)	PbAs_2S_4	L
°Smithit	AgAsS_2	L+
°*Stalderit	$\text{TlCu}(\text{Zn}, \text{Fe}, \text{Hg})_2\text{As}_2\text{S}_6$	L
Stephanit	Ag_5SbS_4	L
Tennantit	$\text{Cu}_{12}\text{As}_4\text{S}_{13}$	L+
Tetraedrit	$\text{Cu}_{12}\text{Sb}_4\text{S}_{13}$	+
°*Trechmannit	AgAsS_2	L+
°*Wallisit	$\text{TlPbCuAs}_2\text{S}_5$	L
Xanthokon	Ag_3AsS_3	L

° = erstmals beschrieben aus dem Binntal (Typlokalität)
 * = bisher nur aus dem Binntal bekannt (Aug.1990)
 L = Vorkommen im Dolomit vom Lengenbach
 + = Vorkommen ausserhalb des Lengenbach



Binnit vom Lengenbach, hier in fast kugeliger Ausbildung.
Durchmesser des Kristalls 3 mm. Foto S.Graeser

Binnit vom Lengenbach. Durchmesser des Kristalls ca. 5 mm.
Foto S.Graeser



Hier die Skizzen von zwei weiteren Binniten, die den Flächenreichtum und die Variationsbreite dieses kubischen Minerals zeigen. Zugleich demonstrieren sie die sog. Verzerrung, d.h. die ungleiche Entwicklung kristallographisch gleichwertiger Flächen. (Aus: I.Schaller/Binnite).