

# Erzlagerstätten in der postvariszischen Transgressionsserie im Arlberggebiet

Von HELFRIED MOSTLER, unter Mitarbeit von KARL KRÄINER & VOLKMAR STINGL\*)

Mit 5 Abbildungen und 1 Tafel

Tirol  
Arlberggebiet  
Postvariszische Transgression  
Seriengliederung  
Vererzung

Österreichische Karte 1 : 50.000  
Blätter 143, 144

## Zusammenfassung

Das Permoskyth im Stanzertal wurde in drei kartierbare Einheiten untergliedert.

Der Alpine Verrucano konnte in eine Liegende Serie (Basisbreccie) und eine Hangende Serie aufgeteilt werden. Die Basisbreccie stellt den lokalen Hangschutt des metamorphen Untergrundes dar, die Hangende Serie wird als Bildung alluvialer Schuttfächer gedeutet. Die Hangende Quarziteserie wurde untergliedert in Rote Quarzite (Sublitharenite und Lithische Arenite) und weiße bzw. vererzte Quarzite (Quarzarenite bis Sublitharenite), die den Top der Quarziteserie bilden. Die roten Quarzite sind als fluviatile Bildungen aufzufassen, während die weißen Quarzite bereits den Übergangsbereich von der fluviatil-terrestrischen zur marinen Sedimentation dokumentieren.

Die Kupfersulfidvererzungen werden als hydrothermal gedeutet. Die Tektonik des Permoskyth konnte geklärt werden.

## Summary

The Permoscythian of the Stanzer Valley was divided up into three mapable units.

The Alpine Verrucano consists of a „Liegende Serie“ (basal breccias) and a „Hangende Serie“. The basal breccia displays the local debris of the metamorphosed lower stratum. The „Hangende Serie“ is interpreted as alluvial fan deposit. The „Hangende Quarziteserie“ is divided up into red quartzites (sublitharenites to lithic arenites) and white ore-bearing quartzites (quartzarenites to sublitharenites), the latter are on the top of the „Quarziteserie“. The red quartzites are of fluviatile origin, the white ones document the transition from the fluviatile to the marine sedimentation.

The copper ores are interpreted as hydrothermal formation.

The tectonics of the permoscythian sediments could be cleared.

## Problemstellung

Im Rahmen des Projekts wurden die klastischen permoskythischen Sedimente zwischen Arlberg und Landeck am Südrand der Lechtaler Alpen sowie die Erzführung derselben eingehend bearbeitet. Der erste Schritt war eine detaillierte Seriengliederung der Klastika, mit deren Ergebnissen das Gebiet im Maßstab 1 : 20.000 kartiert werden konnte. Weiters wurden die Rotschichten faziell untersucht, und einhergehend mit der Kartierung und aus Luftbildauswertung konnte die Tektonik abgeklärt werden.

Die Vererzungen wurden bestimmten Serien zugeordnet und genetisch interpretiert.

## Seriengliederung

Die Profilaufnahmen gestalteten sich durch die tektonischen Komplikationen, schlechte Aufschlußverhältnisse und den raschen lateralen Wechsel der Sedimenttypen schwierig. Die Geländearbeiten zeigten aber, daß 2 Leiteignisse das Permoskyth in 3 Einheiten untergliedern. Schwermineralanalysen der beprobten Profile brachten keine weitere Möglichkeit zur Abtrennung von Serien, sondern führten zu demselben Ergebnis.

Diese Leiteignisse sind einerseits der Beginn des permischen Vulkanismus bzw. das erste Auftreten seiner Aufarbeitungsprodukte, andererseits das plötzliche Einsetzen von kompakten Quarzsandsteinen über ziemlich matrixreichen Sedimenten (siehe Übersichtsprofil, Abb. 1, Profil Walchere–Mutte, Abb. 5).

Die 3 abtrennbaren Einheiten zeigen meist schon im Gelände deutlich ihr unterschiedliches Aussehen.

## Alpiner Verrucano

Entsprechend der Definition TOLLMANNs (1972) des „Alpinen Verrucano“ werden die im folgenden besprochene Liegende und Hangende Serie als solcher zusammengefaßt.

Die Bezeichnungen „Liegende“ und „Hangende Serie“ wurden nur als neutraler Begriff, der auf die stratigraphische Stellung der unterschiedlichen lithologischen Einheiten des Alpinen Verrucano hinweist, gewählt und sind mit der Liegenden und Hangenden Serie sensu NIEDERMAYR (1974) in den westlichen Gailtaler Alpen nicht identisch.

Die Hauptmasse des Alpinen Verrucano wird von der Hangenden Serie eingenommen, die Basisbreccie fehlt meist und ist nur sehr spärlich aufgeschlossen.

### a) Liegende Serie (Basisbreccie)

Über den metamorphen „Silbernen Phylliten“, die die paläozoische Unterlage darstellen, transgrediert lokal eine grobblockige Breccie, die mit ihrem Geröllbestand eine deutliche Bindung an diese Phyllite aufzeigt. Charakterisiert wird diese Basisbreccie durch das Fehlen von Vulkanitfragmenten.

Die Breccie tritt lokal auf und ist starken Mächtigkeitsschwankungen unterworfen (bis 20 m mächtig).

Nach dem Gefügebefund hat das Sediment überhaupt keine oder nur sehr geringe Umlagerung erfahren.

Bei der Liegenden Serie handelt es sich um einen lokalen Hangschutt der metamorphen Unterlage, der ein präpermisches Relief füllt.

\*) Anschrift der Autoren: Univ. Prof. Dr. HELFRIED MOSTLER, KARL KRÄINER, VOLKMAR STINGL, Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Innsbruck, Universitätsstraße 4, A-6020 Innsbruck.

**b) Hangende Serie**

Diese Serie, die im Arbeitsgebiet am weitesten verbreitet ist, zeichnet sich durch das Auftreten der typischen Aufarbeitungsprodukte des permischen Quarzporphyrvulkanismus in Form von roten oder grauen kieseligen Komponenten mit Einsprenglingen aus. Primäre Äußerungen dieses Vulkanismus findet man nur mehr auf der Walcherehöhe nördlich Pettneu (Ignimbritlage) und auf den Arlenmähdern südlich der Ulmer Hütte (Tuffe und Tuffite). Außer den Vulkaniten bauen vor allem verschiedene Quarzfragmente die Hangende Serie auf.

Als Sedimenttypen umfaßt die Serie alle Übergänge zwischen Konglomeraten und Tonschiefern, sowohl vertikal als auch lateral. Der hohe Matrixanteil (meist zwischen 45 und 60 %) der als Lithische Grauwacken zu klassifizierenden Sedimente ist wohl großteils auf diagenetische Umsetzungen, vor allem der Feldspäte, zurückzuführen.

Meist ist eine Bankung im Meterbereich zu beobachten, im Kohlwald bei Flirsch schalten sich in Tonschiefer und Sandsteine des höchsten Verrucano grobklastische Linsen ein, die auf eine fluviatile Entstehung hinweisen. Korngrößengradierungen und „fining upward“-Sequenzen sowie seltene Schrägschichtungsstrukturen zeigen ebenfalls den Einfluß von fließendem Wasser an.

Die tieferen Teile der Hangenden Serie repräsentieren die Lithofazies alluvialer Schuttfächer, die durch periodisch auftretende Schlamm- und Schuttströme mit hoher Viskosität ein intermontanes Becken aufgefüllt haben. Nach oben hin entwickelt sich der Sedimentationsraum allmählich in Richtung einer alluvial plain, bzw. zeigt sich die zunehmende Vorherrschaft eines verzweigten fluviatilen Systems.

**Vererzung im Alpenen Verrucano**

Die Vorkommen vom Lattenbachtobel bei Grins und an der Nordseite des Kohlwaldes bei Flirsch konnten auf Grund starker Massenbewegungen, die die Aufschlüsse verlegten, nicht wiederentdeckt werden. HAMMER (1920) erwähnt von hier Fahlerz und Kupferkies, sowie Pyrit als Erzminerale. Die Vererzungen sollen jedenfalls ganz der jetzt einzigen noch zugänglichen beim Weiler Gand gleichen.

Bei der Sulfiderzführung in der Hangenden Serie handelt es sich eindeutig um eine Gangvererzung. Nur eine einzige schichtparallele Kluft mit Erzführung war aufgeschlossen, in den quer durchschlagenden konnte nur Quarz und Siderit festgestellt werden. Hauptsächlich ist Fahlerz mit seinen Umwandlungsprodukten in einer Gangart von Quarz, Siderit und Baryt vertreten. Die relativ seltenen vererzten Klüfte erreichen bis zu 20 cm Dicke, meist jedoch nur wenige cm. Je schmaler die Klüfte werden, desto konzentrierter tritt das Fahlerz auf (in Butzen bis cm-Größe). Der Erzinhalt schwankt sehr stark. Aussagen über den Tiefgang und die laterale Erstreckung sind nicht möglich, es handelt sich aber sicher nur um kleinräumige Anreicherungen.

Die Paragenese umfaßt neben Quarz, Siderit und grobspätigem Baryt als Gangart die Erzminerale Fahlerz (As-Hg-Tetraedrit), Kupferkies, rhombischen Kupferglanz, Bornit, Neodigenit, lamellaren Kupferglanz, Covellin und die Oxydationsprodukte Malachit, Azurit und Limonit.

Das Fahlerz als Haupterzmineral wird häufig von Sekundärerzmineralen wie Bornit, Covellin und Digenit verdrängt. Kupferkies tritt in Gand nur untergeordnet auf. Er ist auch als Entmischungsprodukt im Tetraedrit zu finden. Großteils verdrängen ihn Covellin und Limonit. Häufig wiederum treten grobkörniger rhombischer Kupferglanz und Bornit auf, wobei der Bornit als Verdränger fungiert oder myrmekitisch mit dem Kupferglanz verwachsen ist (Entmischung).

Trotz der geringen Anhaltspunkte und den schlechten Aufschlußverhältnissen muß man an eine Anlieferung der Erze auf hydrothermale Weg denken. Der Quarz gelangt vor allem randlich an den Salbändern zum Ausfallen, während der größere Teil der Kluft von Eisenkarbonat eingenommen wird. Verdrängungen des Siderits durch Baryt sind zu sehen. Die Erze treten in den schmalen Gangbereichen im Grenzbereich Quarz-Eisenkarbonat auf, dringen aber auch in den Siderit ein und verdrängen diesen und auch den Baryt entlang von Spaltflächen, Rissen und randlich.

Nachträglich erfolgte wahrscheinlich durch deszendente aggressive Verwitterungslösungen eine cementative Anreicherung des Kupfers in Form von Bornit und Digenit. Der relativ instabile Digenit zeigt sehr bald Entmischungserscheinungen zu Kupferglanz, Bornit und Covellin. In der Oxydationszone bildeten sich schließlich die durch ihre kräftigen Farben auffallenden Kupferkarbonate Malachit und Azurit.

Die Anlage des Kluftsystems und ihre Füllung ist einer altaipidischen, vorgosauischen Phase zuzuordnen. Belegt wird dies durch das Auftreten von Verrucanogeröllen mit Spateisensteingängen in der Muttekopfgosau am Südrand der Lechtaler Alpen (WOPFNER, 1953).

**Hangende Quarziteserie**

**Allgemeines**

Die Hangendquarzite unterscheiden sich in ihrer lithologischen Ausbildung deutlich von den Sandsteinen des Alpenen Verrucano. Die Sandsteine erscheinen schon im Gelände als relativ verfestigt und heben sich dadurch deutlich von den Quarziten ab. Die Hangendquarzite zeigen sich als ein harter, meist feinkörniger, häufig feingeschichteter und cm- bis max. wenige dm-gebankter Gesteinskomplex. Die Farbe ist meist dunkelrot-rot und grau-weiß, selten auch leicht grünlich. Über den Hangendquarziten folgen Reichenhaller Rauhwacken.

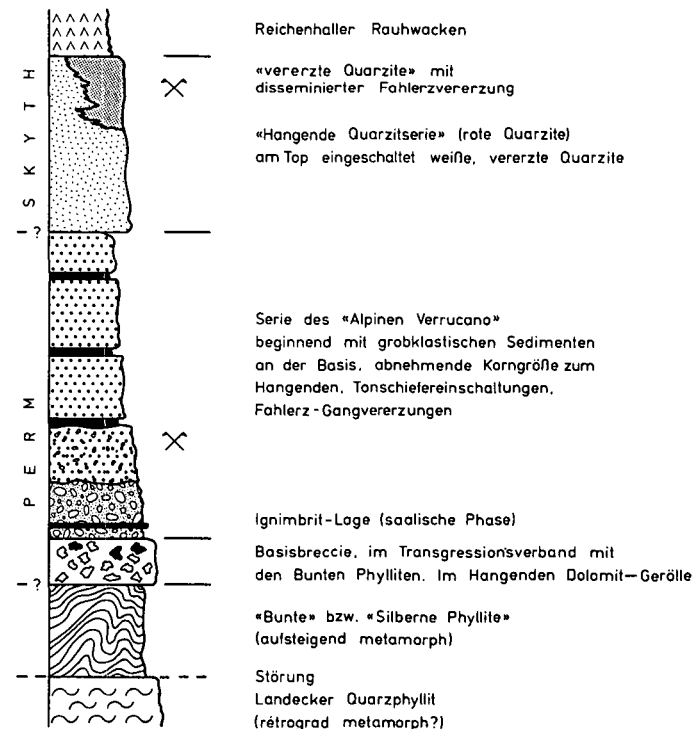


Abb. 1: Stratigraphisches Übersichtsprofil durch die Permoskythserie im Stanzertal/Arberg.

Auf Grund von Profilaufnahmen und sedimentpetrographischen Untersuchungen wurden innerhalb der Hangenden Quarziteserie die „weißen“ bzw. „vererzten Quarzite“ von den „roten Quarziten“ abgetrennt. Die „vererzten Quarzite“ bilden den Top der Quarziteserie, sie sind dort den „roten Quarziten“ eingeschaltet (Abb. 1).

### Rote Quarzite

**Gefüge:** Schichtung ist im Dünnschliff selten zu beobachten. Die Korngröße bewegt sich allgemein zwischen 0,125 und 0,50 mm. Die Kornform ist sehr unterschiedlich. Der Rundungsgrad reicht von subgerundet (häufig) bis gerundet (seltener), die Sortierung ist mäßig bis gut. Suturierte Kornkontakte sind häufig, meist liegt ein geschlossenes Gefüge vor. Das Bindemittel besteht aus sekundärer Kieselsäure (Anwachsräume um detritische Quarzkörner), die Matrix besteht aus einem sehr feinkörnigen, schuppigen Hellglimmer- bzw. Sericit-Quarz-Aggregat.

**Mineralbestand:** Monokristalliner Quarz ist die häufigste detrit. Komponente (30 – 60 % des Gesamtmineralbestandes). Die Quarze sind entweder farblos oder leicht getrübt, führen Einschlüsse von hauptsächlich Glimmer und Zirkon und sind durchwegs undulös. Porphyroquarze konnten in fast allen Dünnschliffen nachgewiesen werden. Polykristalline Quarze sind die zweithäufigste detritische Komponente (3–30%). Es lassen sich dabei insgesamt 4 Typen unterscheiden (KRAINER, 1981).

Vulkanitfragmente finden sich in fast allen Dünnschliffen, der Anteil beträgt bis 7,4 %. Feldspäte fehlen in den roten Quarziten. Bei den detritischen Glimmern (bis 3,6 %) überwiegt Hellglimmer (meist gebleichte Biotite, die teilweise auch zu Hämatit umgestanden sind). Das Schwermineralspektrum ist sehr reif. Es überwiegen opake Schwerminerale (Hämatit). Bei den durchsichtigen sind Zirkon und Turmalin häufig, selten sind Titanit und Apatit. Zement besteht aus a) sekundär ausgefallter Kieselsäure, b) Karbonat und c) Phyllosilikatzement. Der Anteil an SiO<sub>2</sub>-Porenzement beträgt bis zu 19 %. Der Matrixgehalt bewegt sich zwischen 3,5 und 11,5 %. Häufig ist das Bindemittel durch Hämatit pigmentiert, fleckenweise besteht es vollständig aus Hämatit.

**Diagenese und Interpretation:** Drucklösung von Quarz ist in allen Schliffen deutlich zu beobachten und äußert sich darin, daß benachbarte Quarzkörner miteinander verzahnen und damit eine charakteristische Drucksutur zeigen. Neubildung von Quarz erfolgte überwiegend in Form von sekundären Anwachssäumen um detritische Quarzkörner. Ein weiterer Diagenese-prozeß ist jener der authigenen Rotfärbung der Quarzite durch Hämatitpigment.

Die roten Quarzite, die als Sublitharenite und lithische Arenite (Abb. 2) zu bezeichnen sind (Klassifikation nach PETTIJOHN, POTTER & SIEVER, 1972), sind unter ariden klimatischen Bedingungen auf „alluvial plains“ abgelagert worden. Als Liefergestein sind nachweisbar saure Vulkanite zu nennen. Nach BLATT (1967) sind polykristalline Quarze ein Hinweis auf die Abtragung eines metamorphen Gesteins.

### Vererzte Quarzite

**Gefüge:** Im Gefüge unterscheiden sich die vererzten Quarzite von den roten Quarziten im Rundungsgrad (subrounded bis rounded) und in der Sortierung (meist gut). Bei den vererzten Quarziten handelt es sich um fein- bis mittelkörnige (0,10 – 0,50 mm) Quarzarenite bis Sublitharenite (Abb. 2).

**Mineralbestand:** Bezüglich des Mineralbestandes unterscheiden sich die vererzten Quarzite von den roten Quarziten im wesentlichen durch folgende Punkte:

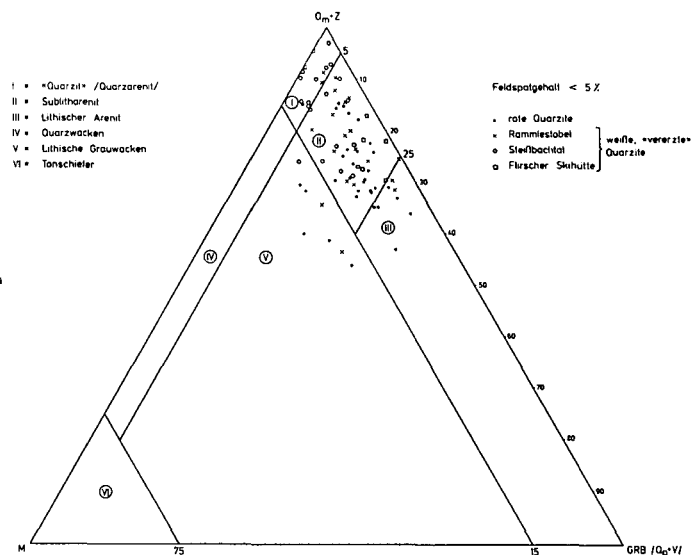


Abb. 2: Klassifikationsschema nach POTTER, PETTIJOHN & SIEVER, 1972; POTTER, 1975.

- a) Auf Grund des fast gänzlichen Fehlens von rotfärbendem Hämatitpigment sind die vererzten Quarzite durchgehend weiß bis grau gefärbt.
- b) Charakteristisch sind außerdem der relativ niedrige Gehalt an sericitischem Bindemittel, ferner
- c) das fast gänzliche Fehlen von detritischen Glimmern,
- d) das Auftreten von Feldspäten und lokalen Vererzungen und
- e) der geringe Gehalt an Schwermineralen.

Der Feldspatgehalt macht durchschnittlich ca. 5 % des Gesamtmineralbestandes aus. Bei den detritischen Feldspäten überwiegt Orthoklas (durchwegs schon stark sericitisiert und fleckenweise von Erz und Quarz verdrängt). Albite und vor allem Mikrokline sind selten. Neugebildete Feldspäte (Albite) finden sich entlang von kleinen Klüften, weiters fleckenweise im Porenraum und in Form von Anwachssäumen um detritische Feldspäte. Selten werden neugebildete Feldspäte von Karbonat verdrängt.

Der Gehalt an sericitischem Bindemittel ist sehr gering. Zement findet sich als SiO<sub>2</sub>-Porenzement (Anwachssäume) und als Fe-reicher Karbonatzement (stellenweise bis 14 %).

**Diagenese und Interpretation:** Die bedeutendsten diagenetischen Prozesse sind Drucklösung von Quarz und Quarzneubildung, Feldspatneubildung, Verdrängung der Feldspäte und Quarz durch neugebildetes Karbonat und Prozesse der „Grauwackisation“ (diagenetische Matrixbildung, CUMMINS, 1962). Die vererzten Quarzite stellen lokale, linsenförmige Sandsteinkörper (channel fill sandstone) in den hangendsten Partien der Quarziteserie dar und sind als Deltasedimente im Übergangsbereich zwischen fluviatil-terrestrischer und mariner Sedimentation aufzufassen. Als Liefergestein kommen wiederum Vulkanite und metamorphe Gesteine in Frage.

### Vererzung

**Allgemeines:** Innerhalb der Hangenden Quarziteserie finden sich die disseminierten Fahlerzvererzungen nur in den weißen, feldspatführenden Quarziten (Flirscher Skihütte, Rammlesobel, Steißbachtal, Abb. 3, 4).

**Beschreibung:** Die Paragenese besteht aus Fahlerz, Kupferkies, Pyrit, Covellin, Malachit, Azurit und Brauneisen. Von der Vererzung bei der Flirscher Skihütte beschreibt TISCHLER (1977) auch noch Bornit,

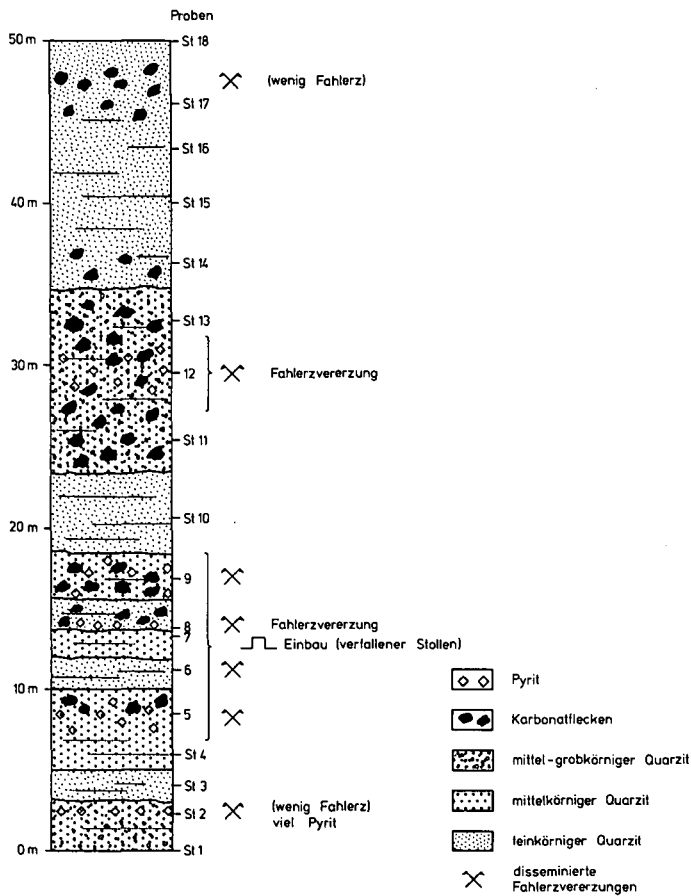


Abb. 3: Profil durch die „Verzerten Quarzite“ im Steiðbachtal (1920–1970 m Sh).

hexag. Kupferglanz und Digenit. Das Erz besteht zu mehr als 90 % aus Fahlerz (Tennantit). Das Fahlerz tritt in Form unregelmäßiger kleiner „Tröpfchen“ als Zement im Porenraum der Quarzite auf, ist sehr rein und homogen, zeigt selten winzige Einschlüsse von ?Bleiglanz und von Pyrit und ist häufig mit Pyrit verwachsen. Daneben verdrängt Fahlerz Kupferkies oder wird selbst von Kupferkies verdrängt. Randlich zeigt das Fahlerz häufig Oxidationserscheinungen (Säume aus Malachit, Covellin, Brauneisen). Kupferkies ist in der Vererzung der Quarzite relativ selten zu beobachten, kommt meist zusammen mit Fahlerz (als Verdränger) und Pyrit vor. Der Kupferkies zeigt durchwegs feinelamellare, polysynthetische Zwillinge und weist randlich immer Umwandlungserscheinungen (Brauneisen, Covellin) auf! Pyrit ist vor allem in der Vererzung im Steiðbachtal häufig. Nach TISCHLER (1977) handelt es sich dabei überwiegend um Framboid-Pyrit. Eigene Untersuchungen haben jedoch ergeben, daß hier nicht Framboid-Pyrit vorliegt, sondern daß es sich um kleine, meist idiomorphe Pyritkristalle handelt, die im Porenraum der Quarzite diagenetisch entstanden sind.

Genese: TISCHLER (1977) diskutiert eine sedimentäre (syngenetische – frühdigenetische) Genese. Die in den Verwitterungslösungen zugeführten Metallionen reagieren mit bakteriell aus Baryt freigesetztem Schwefel und bilden die Erzminerale. Als Argument für das Vorhandensein von Schwefelbakterien und somit reduzierendem Milieu führt TISCHLER (1977, 1979) Framboid-Pyrit an. Als einen weiteren möglichen  $H_2S$  Produzenten nennt TISCHLER (1979) aus organischem Material entstandenes Methan, das mit  $SO_4$  reagiert und  $H_2S$  und  $H_2O$  bildet.

Der Pyrit ist in den Quarziten des Stanzertales jedoch nicht durch Bakterientätigkeit, sondern rein diagenetisch entstanden. Ebenso ist auch eine Methanbildung durch Umsetzung von organischem Material weitgehend auszuschließen.

Fahlerze sind sehr komplex zusammengesetzte Sulfide. Es ist sehr unwahrscheinlich, daß aus einer normaltemperierten Lösung (Verwitterungslösung), in der die Metalle in gelöster Form als Ionen enthalten sind, ein so komplex zusammengesetztes Erz wie Fahlerz ausfällt. Außerdem fehlen Anzeichen auf ein stärker reduzierendes Milieu, das Voraussetzung für eine solche Erzausfällung ist.

Als eine Möglichkeit der Entstehung der disseminierten Fahlerzvererzung kommt zunächst eine detritische Erzlieferung in Frage. HADITSCH et al. (1978) diskutieren eine solche Genese in den skythischen Quarziten des Montafon, in denen ebenfalls eine disseminierte Kupfervererzung zu beobachten ist. Das Haupterz bildet dort jedoch Kupferkies. Als Hinweis für diese Art der Erzmineralisation werden detritische Kupferkieskörner und vor allem „vererzte Feldspäte“ genannt, die vom intrapermischen Vulkanismus bezogen werden.

Im Stanzertal besteht das Haupterz fast gänzlich aus Fahlerz. Detritische Fahlerzkörner sind jedoch nicht nachzuweisen, das Erz füllt durchwegs den intergranularen Porenraum aus. Feldspäte sind ganz selten vererzt, es handelt sich auch nicht um die typischen „Schachbrettalbite“, die in den Quarziten des Montafon so charakteristisch sind. Das Erz in den Feldspäten besteht häufig aus diagenetisch neugebildetem Pyrit, daneben auch aus Fahlerz, das in ganz unregelmäßig geformten Tropfen als Verdränger im Feldspat zu beobachten ist und sehr wahrscheinlich

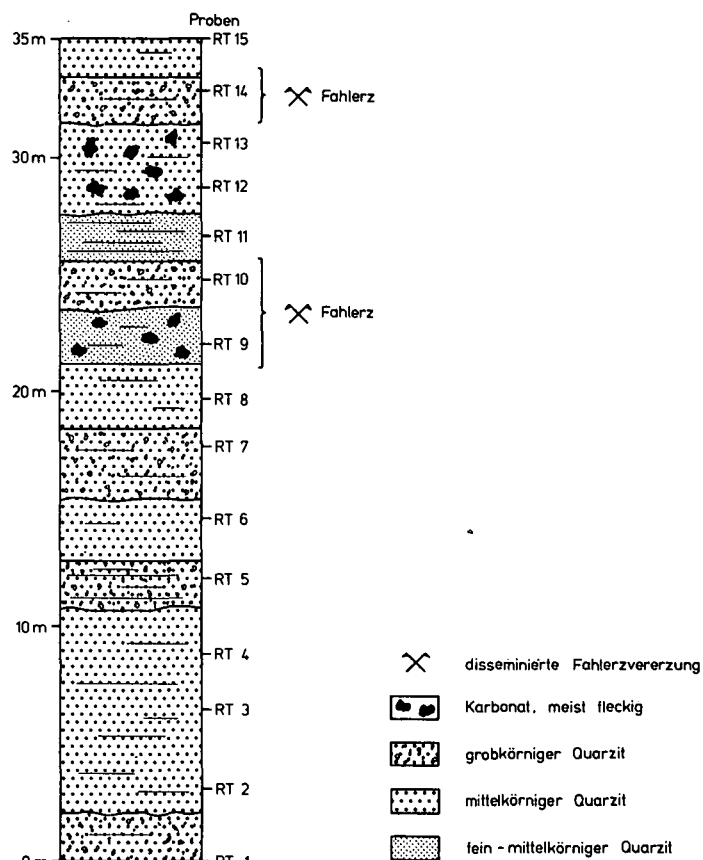


Abb. 4: Profil durch die „Verzerten Quarzite“ im Ramblestobel (1730 m Sh).

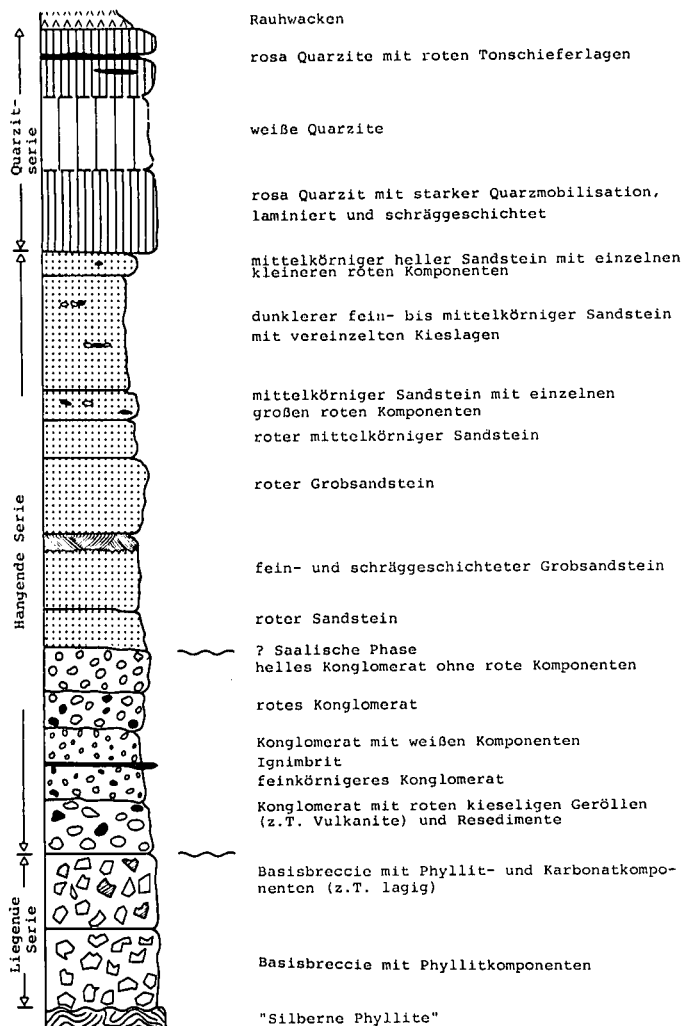


Abb. 5: Profil Walchere-Mutte.

erst diagenetisch in den Feldspat hineingewandert ist. Ein primärer Fahlerzgehalt in den Feldspäten ist auszuschließen, ebenso ein Zusammenhang mit dem intrapermischen Vulkanismus, wie er im Montafon nachgewiesen werden konnte. Gegen eine ursprünglich detritische Erzanlieferung spricht auch die zumindest im Auflichtmikroskop zu beobachtende homogene Zusammensetzung des Fahlerz.

Bei der disseminierten Fahlerzvererzung in den weißen Quarziten des Stanzertales handelt es sich wahrscheinlich um sydiagenetische bis epigenetische Ausfällungen aus zirkulierenden, relativ tieftemperierten hydrothermalen Sulfosalzlösungen (salinare „Brines“) mit einer Zusammensetzung, die chemisch etwa jener des Fahlerzes entspricht. Das Fahlerz wird aus dem variszischen Untergrund bezogen. An Aufstiegswegen gelangten die Lösungen in die Quarzite, diffundierten in den freien Porenraum, wo sie dann als Fahlerz ausgefällt wurden. Als wichtige Faktoren für die Ausfällung gerade in den feldspatführenden, weißen Quarziten werden die relativ hohe Porosität (geringer Matrixgehalt), die Temperaturabnahme der Lösungen beim Aufstieg sowie die Feldspatverwitterung und Karbonatneubildung, ein Hinweis auf ein für die Erzausfällung günstiges Milieu, betrachtet. Im Zuge der Diagenese ist dann das Fahlerz z. T. noch sammelkristallisiert.

Somit kann man auch die im Alpenen Verrucano auftretende Gangvererzung, vor allem die erzfreien diskordanten Gänge, die in der gesamten Serie des Alpenen Verrucano und teilweise auch in den Quarziten zu beobachten sind,

mit der Quarzitererzung in Verbindung bringen. Die diskordanten Klüfte bzw. Gänge dienten den metallhaltigen Lösungen als Aufstiegswege. Sie müssen selbst durchaus nicht vererzt sein. Nur in schichtparallelen Gängen konnte sich das Fahlerz schon in tieferen Bereichen konzentrieren.

## Tektonik

Das Permoskyth wird gegen die Landecker Phyllitzone von einer saiger bis steil südfallenden Störung begrenzt, die sich durch das ganze Arbeitsgebiet verfolgen läßt. Sie streicht als Klostertal-Störung nördlich des Arlbergpasses in E-W-Richtung ins Steißbachtal und setzt sich als Stanzertal-Linie gegen E fort. Sie wird auf die ganze Erstreckung von cm- bis m-mächtigen Myloniten begleitet.

Das Stanzertaler Permoskyth zeigt einen komplexen Faltenbau, in Bereichen starker Einengung kommt es zu steilstehenden Isoklinalfalten und Verschuppungen. Das Streichen der Faltenachsen in E-W-Richtung zeigt eine Raumverengung durch den Anschlag des Kristallins von S her an. Diese Bewegungen sind auch die Ursache für die im Arlberggebiet besonders ausgeprägten Überkipfungerscheinungen. Als einen der jüngsten tektonischen Akte betrachtet FELLERER (1964) Anzeichen einer E-W-Bewegung, die sich etwa in der Achsenaufwölbung des Permoskyth bei der Ulmer Hütte oder in schmalen Schuppenzonen äußert. Die intensivsten Verschuppungen finden sich im Niveau der Reichenhaller Rauhacken, die überall über den Hangenden Quarziten einsetzen. Als Urheber für diese Bewegungsrichtung macht FELLERER das Vordringen der Silvrettamasse nach NW verantwortlich. Neben den Rauhacken wirkten auch noch die Silbernen Phyllite an der Basis als Gleithorizont, innerhalb der Klastika stellen die Tonschiefer Schwächestellen dar.

Zwischen Flirsch und Pettneu ist das Permoskyth unter der Talfüllung des Stanzertales verschwunden. Es stößt hier der Südflügel der Schnanner Kreidemulde mit Triasgesteinen bis in den Talboden vor. An der Pettneuer Querstörung erfolgte nach FELLERER nicht nur eine Horizontalbewegung in N-S-Richtung, wodurch das Permoskyth durch das Kristallin unterdrückt wurde, sondern auch eine Heraushebung des westlichen Teiles, da jetzt skythische Quarzite und Rauhacken entlang einer tektonischen Linie im E an Wettersteinkalk grenzen.

## Literatur

- AMPFERER, O.: Über den Südrand der Lechtaler Alpen zwischen Arlberg und Ötztal. – Jb. Geol. B.-A., 80, H. 3 u. 4., 407–451, Wien 1930.
- BLATT, H.: Original characteristics of clastic quartz grains. – J. Sed. Petrology, 37, 401–424, Tulsa 1967.
- COLLINS, J. D.: Alluvial Sediments. – In: H. G. READING (ed.): Sedimentary Environments and Facies. – Blackwell Sci. Publ., 569 S., Oxford 1979.
- CUMMINS, W. A.: The graywacke problem. – Liverpool and Manchester Geol. Jour., 3, 51–72, Liverpool 1962.
- FELLERER, R.: Zur Geologie des Südrandes der Nördlichen Kalkalpen zwischen Schnann und Arlberg (Lechtaler Alpen). – Z. Deutsch. Geol. Ges., 116, 832–858, Hannover 1964.
- HADITSCH, J. G., LEICHTFRIED, W., MOSTLER, H.: Intraskythische, exogen (mechanisch)-sedimentäre Cu-Vererzung im Montafon (Vorarlberg). – Geol.-Paläont. Mitt. Innsbruck, 8, 183–207, Innsbruck 1978.
- HAMMER, W.: Erzführung des Verrucano in Westtirol. – Verh. Geol. St.-A., 4, 77–88, Wien 1920.

- KRAINER, K.: Zur Sedimentologie und Vererzung des Permoskyth im Stanzertal/Arlberg (Westtirol) unter besonderer Berücksichtigung der weißen Hangendquarzite. – Unveröff. Diss. Univ. Innsbruck, 106 S., Innsbruck 1981.
- NIEDERMAYER, G.: Gedanken zur lithofaziellen Gliederung der post-variszischen Transgressions-Serie der westlichen Gailtaler Alpen, Österreich. – Mitt. Geol. Ges. in Wien, **66/67**, 105–126, Wien 1974.
- PETTIJOHN, F. J., POTTER, P. E., SIEVER, R. (1973): Sand and Sandstone. – 618 S., Berlin–New York (Springer-Verlag) 1973.
- STINGL, V.: Zur Sedimentologie und Vererzung des Permoskyth im Arlberggebiet unter besonderer Berücksichtigung des Alpinen Verrucano. – Unveröff. Diss. Univ. Innsbruck, 109 S., Innsbruck 1981.
- TISCHLER, S. E.: Die Verrucano- und Buntsandsteinerze in Nordtirol. – Unveröff. Diss. Univ. Innsbruck, 104 S., Innsbruck 1977.
- TISCHLER, S. E.: The Verrucano- and Buntsandstein ores in Northern Tyrol. – Verh. Geol. B.-A., **1978**, H. 3, 491–497, Wien 1979.
- TOLLMANN, A.: Alter und Stellung des Alpinen Verrucano in den Ostalpen. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud., **20**, 83–85, Wien 1972.
- WOPFNER, H.: Neue Beiträge zur Geologie der Gosauschichten des Muttekopfgebietes. – Unveröff. Diss. Univ. Innsbruck, 120 S., Innsbruck 1953.
- Manuskript bei der Schriftleitung eingelangt am 5. November 1981.