

# Zur Sedimentologie und Vererzung der "Hangendquarzite" im Stanzertal/Arlberggebiet (Tirol)

von K. Krainer\*)

## Zusammenfassung

Diese Arbeit befaßt sich mit den "Hangendquarziten" und den darin auftretenden Fahlerzvererzungen. Die "Hangendquarzite" bilden im Stanzertal/Arlberggebiet (Tirol) den Top der postvariszischen permoskythischen Schichtfolge.

Aufgrund von Profilaufnahmen und sedimentologischen Untersuchungen werden innerhalb der Hangenden Quarzitserie weiße, vererzte Quarzite von den roten Quarziten abgetrennt. Bei den Gesteinen der Hangenden Quarzitserie handelt es sich überwiegend um Sublitharenite und Quarzarenite. Die roten Quarzite weisen gegenüber den vererzten Quarziten einen etwas geringeren Reifegrad auf, die rote Farbe ist auf diagenetisch entstandenes Hämatitpigment zurückzuführen. Feldspäte fehlen in den roten Quarziten. Kennzeichnend für die vererzten Quarzite, die den Top der "Hangendquarzite" bilden und dort den roten Quarziten zwischengeschaltet sind, sind der geringe Feldspatgehalt und die örtlich auftretende disseminierte Fahlerzvererzung. Die Paragenese besteht zum überwiegenden Teil aus Fahlerz, seltener treten Kupferkies und Pyrit auf. Eine syndiagenetische bis epigenetische Ausfällung des Fahlerzes aus zirkulierenden, relativ tieftemperierten, hydrothermalen Sulfosalzlösungen wird in Erwägung gezogen. Das Fahlerz stammt wahrscheinlich aus dem variszischen Untergrund.

---

\*) Anschrift des Verfassers: Dr. Karl Krainer, Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Innsbruck, Universitätsstraße 4, A-6020 Innsbruck

Bei den roten Quarziten handelt es sich durchwegs um Sedimente terrestrisch-fluviatiler Entstehung, abgelagert auf riesigen "alluvial plains" in einem vorwiegend oxidierenden Milieu unter trockenen klimatischen Bedingungen.

Die weißen, vererzten Quarzite sind als Ablagerungen des Übergangsbereiches vom terrestrisch-fluviatilen zum marinen Milieu (Delta-, Strandbereich) aufzufassen. Die Hangendquarzite, bereits unter tafelähnlichen Ablagerungsbedingungen zur Sedimentation gelangt, werden als "eokratische Molassoidformation" (Tafelentwicklungsetappe) aufgefaßt.

## Summary

This study directs its special attention to the "Hangendquarzite" and their ore mineralizations. The "Hangendquarzite" represent the top of the post-variscan Permoscythian formation of the Stanzertal/Arlberg (Tyrol).

Within the "Hangendquarzite" white mineralized quartzites were distinguished from red quartzites, based on columnar sections and detailed sedimentpetrographical procedures. Quartzarenites and sublitharenites are the most abundant sediment types within the "Hangendquarzite". Compared to the mineralized quartzites the red quartzites display a lower degree of maturity. The red colouring is due to diagenetically produced hematite-pigment. In the red quartzites there are no feldspars. The small content of feldspars and the locally occurring disseminated fahlore mineralizations are characteristic features of the mineralized quartzites which, interbedded in the red quartzites, form the top of the "Hangendquarzite". The ore-paragenesis predominantly consists of fahlore (tennantite), chalcopyrite and pyrite are rare. A syndiagenetic/epigenetic precipitation of the ore from circulating, low-temperature, hydrothermal sulfosalt-solutions is taken into consideration. The ore probably originates from the variscan basement.

The red quartzites are of fluviatile origin, deposited on large alluvial plains, predominantly in an oxidizing environment under arid climatologic conditions.

The white mineralized quartzites are considered to be deposits of a transitional stage between the terrestrial-fluviatile and the marine environment.

The "Hangendquarzite", formed under depositional conditions of a peneplanation stage, are interpreted as "eocratic molassoidformation"

## Inhalt

1. Einleitung
2. Stratigraphischer Überblick
3. Hangende Quarziterie
- 3.1. Allgemeines
- 3.2. Rote Quarzite
- 3.2.1. Gefüge

- 3.2.2. Mineralbestand
- 3.2.3. Diagenese und Interpretation
- 3.3. Vererzte Quarzite
  - 3.3.1 Gefüge
  - 3.3.2. Mineralbestand
  - 3.3.3. Diagenese und Interpretation
- 4. Vererzung
  - 4.1. Allgemeines
  - 4.2. Beschreibung
  - 4.3. Genese
- 5. Paläogeographie
- Literatur

## 1. Einleitung

Ziel dieser Arbeit war es, innerhalb der Permoskythabfolge des Stanzertales, vor allem innerhalb der Hangendquarzite, anhand von detaillierten Profilaufnahmen und eingehenden sedimentpetrographischen Untersuchungen eine Seriengliederung, ähnlich wie in anderen jüngst untersuchten Permoskythvorkommen (z.B. Montafon) durchzuführen und die innerhalb des Permoskyths, besonders innerhalb der Hangendquarzite, auftretenden Vererzungen hinsichtlich ihrer Ausbreitung und Genese zu erfassen.

Das untersuchte Gebiet liegt im Stanzertal (Tirol), zwischen Landeck und dem Arlbergpaß auf der nördlichen Talseite. Geologisch gesehen liegt das Gebiet im Westabschnitt der Nördlichen Kalkalpen (Oberostalpin), die Permoskythabfolge bildet zusammen mit den "Bunten Phylliten" die Basis der Lechtaldecke.

## 2. Stratigraphischer Überblick (Abb. 1)

Den variszischen Untergrund des Permoskyths bilden die schwach metamorphen "Bunten Phyllite". Erstmals konnte nachgewiesen werden, daß das Permoskyth transgressiv auf diesen "Bunten Phylliten" auflagert (KRAINER, 1981; STINGL, 1981). Weiterhin offen bleibt die Beziehung der "Bunten Phyllite" zum Landecker Quarzphyllit.

Die Permoskythabfolge (insgesamt ca. 350 m mächtig) setzt mit der Basisbreccie ein. Die Basisbreccie besteht überwiegend aus vom Untergrund aufgearbeiteten Phyllitkomponenten und Quarzbruchstücken. Auffallend sind die im Hangenden der Basisbreccie auftretenden Dolomitgerölle.

Mit den ersten Aufarbeitungsprodukten des intrapermischen Quarzporphyrvulkanismus (saalische Phase) folgt über der Basisbreccie der Alpine Verrucano, bestehend aus einer bunten Folge von Konglomeraten, Sandsteinen und Tonschiefern. Die Gesteine des Alpiner Verrucano stellen im wesentlichen Bildungen alluvialer Schuttfächer dar, durch periodische, fanglomeratähnliche Schüttungen entstanden. An zwei Stellen konnten die

Äußerungen des Vulkanismus der saalischen Phase gefunden werden. Einmal handelt es sich um ca. 4 m mächtige grüne Tuffite und zum anderen um eine etwas fragliche Ignimbriteinschaltung von maximal wenigen dm Mächtigkeit.

Eine genaue Bearbeitung der "Bunten Phyllite" der Basisbreccie und des Alpinen Verrucano findet sich bei STINGL (1981).

Mit einer scharfen Grenze setzt über dem Alpinen Verrucano die Hangende Quarzserie (Buntsandstein) ein, die im folgenden näher beschrieben wird.

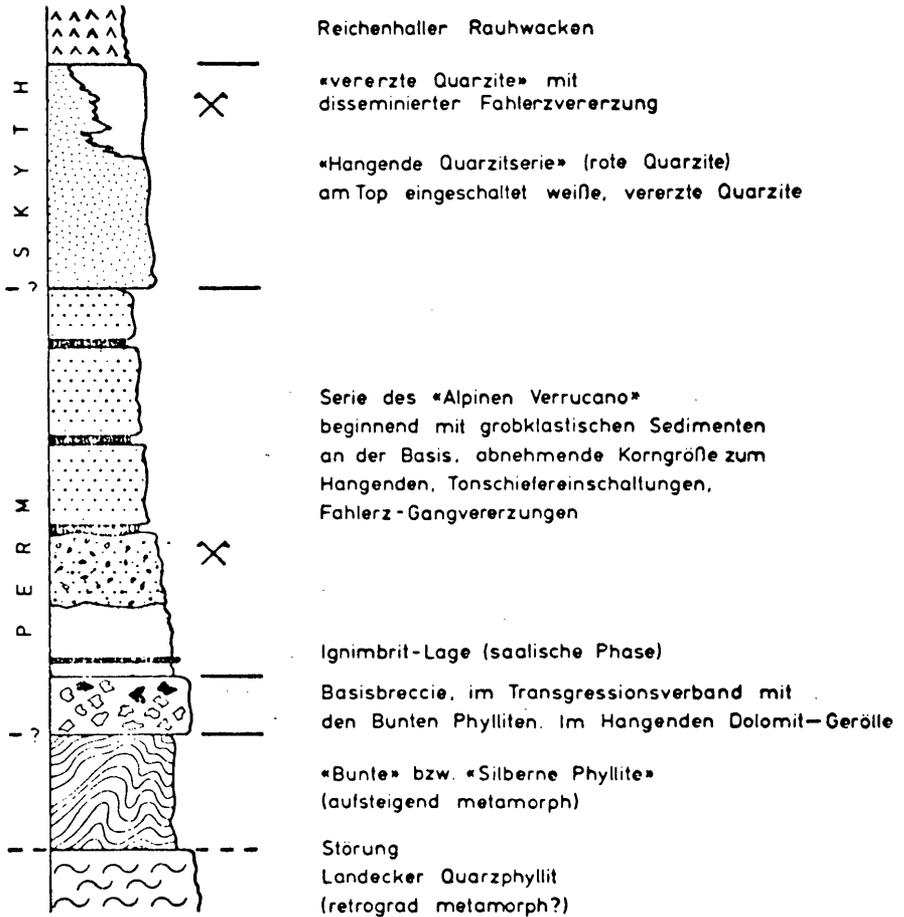


Abb. 1: Stratigraphisches Übersichtsprofil durch die Permoskythserie im Stanzertal/Arlberg

### 3. Hangende Quarzitserie

#### 3.1. Allgemeines

Die Hangendquarzite sind fast durchwegs in Verband (tektonisch oder sedimentär) mit Alpinem Verrucano und Reichenhaller Rauhwacken.

Die Hangendquarzite unterscheiden sich in ihrer lithologischen Ausbildung deutlich von den Sandsteinen des Alpinen Verrucano. Die Sandsteine erscheinen schon im Gelände als grobkörniger, selten geschichtet und relativ weniger verfestigt, und heben sich somit deutlich von den Quarziten ab. Dagegen erscheinen die Hangendquarzite als ein harter, meist feinkörniger, häufig feingeschichteter und cm - bis maximal wenige dm-gebankter Gesteinskomplex. Die Farbe ist meist dunkelrot-rot und grau-weiß, selten auch grünlich.

Von den hangenden Reichenhaller Rauhwacken sind die Quarzite meist tektonisch scharf abgegrenzt. An einer Stelle konnte auch ein sedimentärer Übergang von den Quarziten in die Rauhwacken beobachtet werden. In diesem etwa 2 m mächtigen Übergangsbereich nimmt zu den Rauhwacken hin der Quarzgehalt gegenüber dem Karbonatgehalt kontinuierlich ab.

Aufgrund von Profilaufnahmen und sedimentpetrographischen Untersuchungen wurden innerhalb der Hangenden Quarzitserie die "weißen" bzw. "vererzten Quarzite" von den "roten Quarziten" abgetrennt. Die "vererzten Quarzite" bilden den Top der Quarzitserie, sie sind dort den "roten Quarziten" eingeschaltet (Abb. 1).

#### 3.2. Rote Quarzite

##### 3.2.1. Gefüge

Die texturellen und strukturellen Eigenschaften der Quarzite sind im Dünnschliff selten schön erhalten, meist infolge diagenetischer Prozesse verwischt. Schichtung ist selten zu sehen. Häufig sind die detritischen Körner parallel zu ihren Längsachsen orientiert. Die Korngröße bewegt sich allgemein zwischen 0.125 und 0.50 mm. Die Kornform ist sehr unterschiedlich. Der Rundungsgrad reicht von subgerundet bis seltener gerundet, die Sortierung ist mäßig bis gut. Durchwegs ist ein mehr oder weniger geschlossenes Gefüge zu beobachten, die Kornkontakte sind meist leicht suturiert. Zwischen den einzelnen Komponenten findet sich durchwegs ein feiner toniger Belag. Das Bindemittel besteht aus sekundärer Kieselsäure, und zwar in Form von Anwachssäumen um die detritischen Quarzkörner. Die Matrix besteht aus einem sehr feinkörnigen schuppigen Hellglimmer- bzw. Serizitaggregat mit feinkörnigem Quarz dazwischen.

##### 3.2.2. Mineralbestand

Monokristalliner Quarz ist die häufigste detritische Komponente (30-60% des Gesamtmineralbestandes). Die Quarze sind entweder farblos oder leicht getrübt (Vakuolen, Mikrolithe), selten rötlich gefärbt (Hämatitpigment). Daneben finden sich auch Einschlüsse von Glimmer, Zirkon, seltener von Apatit, Chlorit und Erz.

Die monokristallinen Quarze sind durchwegs undulös, z.T. zeigen sie "BOHMsche Lamellen".

In den meisten Fällen konnten im Dünnschliff Porphy Quarze nachgewiesen werden. Sie sind jedoch nur dann sicher erkennbar, wenn sie Korrosionserscheinungen aufweisen oder wenn an ihnen noch vulkanische Grundmasse anhaftet.

Polykristalline Quarze sind die zweithäufigste detritische Komponente (3-30%). Nach der internen Kornform, Korngröße bzw. Korngrößenverteilung, der Ausbildung der internen Korngrenzen sowie der Orientierung der internen Körner lassen sich vier Typen unterscheiden, zwischen denen alle Übergänge bestehen.

Vulkanitfragmente finden sich in fast allen Dünnschliffen, der Anteil beträgt bis 7.4%. Es treten zwei Typen auf. Häufiger sind solche, die aus einer entlasteten, felsitischen bis feinkristallinen Grundmasse aus Quarz und Sericit bestehen. Daneben sind Vulkanitkomponenten zu beobachten, die eine Rekristallisation bzw. Sammelkristallisation erfahren haben. Sie weisen eine mosaikartige Struktur auf und zeigen eine ganz charakteristische fleckige Auslöschung.

Feldspäte fehlen in den roten Quarziten.

Detritische Glimmer: Es überwiegen Hellglimmer, wobei es sich bei diesen häufig um gebleichte Biotite handelt. Die Biotite sind selten erhalten. Oft sind sie randlich und entlang von Spaltflächen, z.T. auch gänzlich zu Hämatit umgestanden. Der Anteil an detritischen Glimmern beträgt bis zu 3.6%.

Das Schwermineralspektrum ist sehr reif. Es überwiegen opake Schwerminerale (Hämatit). Bei den durchsichtigen sind Zirkon und Turmalin häufig, selten sind Apatit, Baryt und Titanit. Turmalin und Zirkon sind durchwegs gut gerundet. Turmaline zeigen z.T. Anwachssäume (blau). Bei den Zirkonen finden sich auch idiomorphe Kristalle (vulkanischen Ursprungs).

Zement besteht aus a) sekundär ausgefällter Kieselsäure, b) Karbonat und c) Phyllosilikatzement. Der Anteil an  $\text{SiO}_2$ -Porenzement beträgt bis zu 19%.

Der Matrixgehalt bewegt sich zwischen 3.5 und 11.5%. Häufig ist das Bindemittel durch Hämatit pigmentiert, fleckenweise kann es auch vollständig aus Hämatit bestehen.

### 3.2.3. Diagenese und Interpretation

Zu den auffälligsten diagenetischen Erscheinungen der roten Quarzite zählen einerseits Drucklösung von Quarz und andererseits Neubildung von Quarz im Porenraum in Form sekundärer Anwachssäume. 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. Als Voraussetzung für Drucklösung gilt allgemein das Vorhandensein eines "Flüssigkeitsfilmes" an den Kontaktstellen zwischen den einzelnen Quarzkörnern. Solche Tonhäutchen oder Hellglimmerschüppchen, die in den Quarziten sehr häufig zu beobachten sind, ermöglichen eine Abdiffusion der gelösten Substanz, die dann anderswo im Porenraum abgeschieden werden kann.

Neubildung von Quarz erfolgt überwiegend in Form von sekundären Anwachssäumen um detritische Quarzkörner. Diese Weiterwachssäume sind jedoch oft schwer oder gar nicht zu erkennen. Ein weiterer Diagenese-prozess ist jener der authigenen Rotfärbung der Quarzite durch Hämatitpigment. Der Großteil des Hämatits ist durch diagenetische Umwandlungsprozesse nach der Art der Ablagerung der Quarzite aus vornehmlich detritischen Biotiten, Vulkanitkomponenten und Fe-hältigen Tonmineralen in situ in den Quarziten

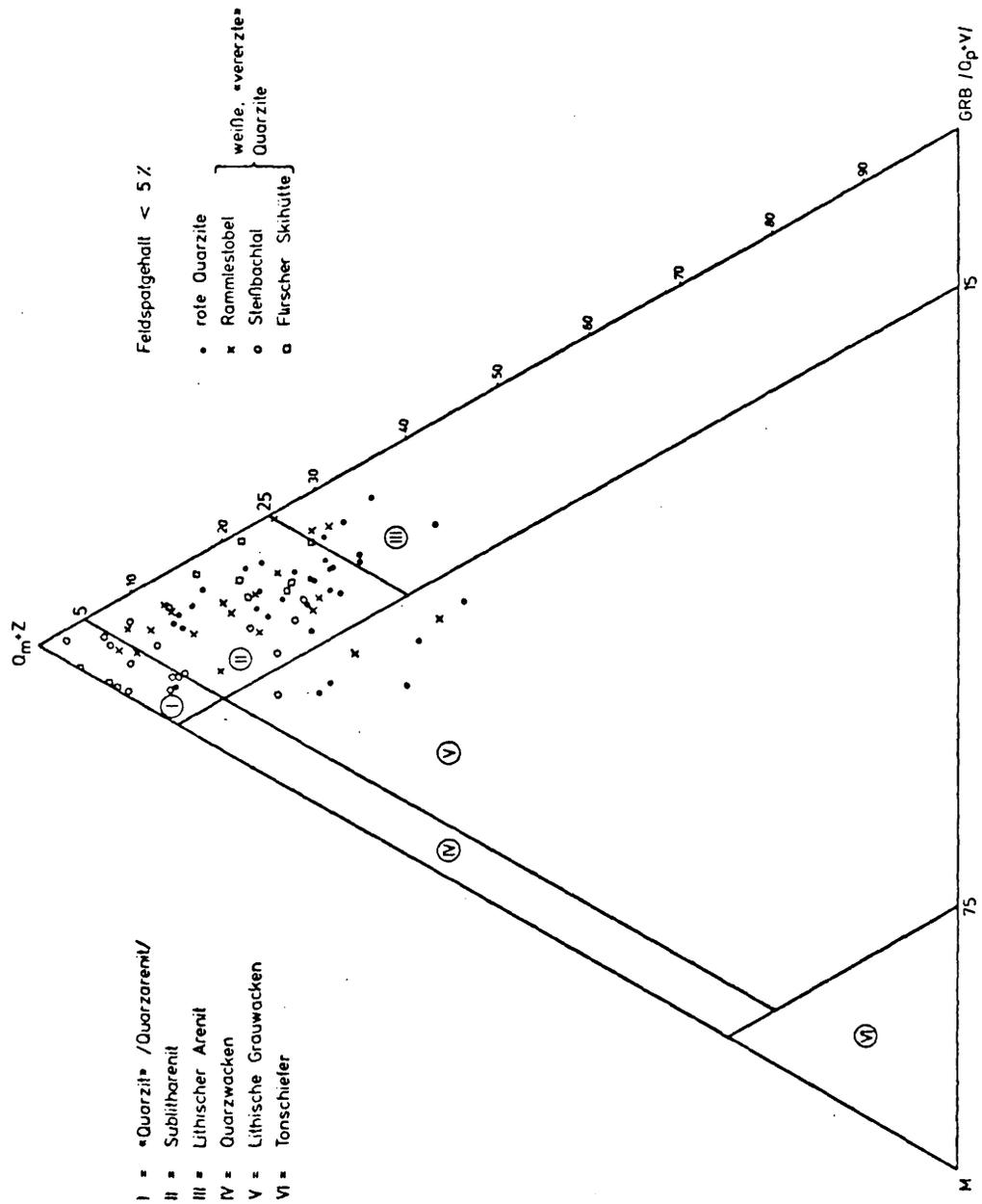


Abb. 2: Klassifikationsschema nach POTTER, PETTIJOHN & SIEVER, 1972, PETTIJOHN, 1975

entstanden. Weiters ist eine Ausfällung des Hämatits aus Fe-hältigen Lösungen, die von außen dem Sediment zugeführt worden sind, anzunehmen.

Die roten Quarzite, die als Sublitharenite und lithische Arenite zu bezeichnen sind (Abb. 2) sind unter ariden klimatischen Bedingungen auf "alluvial plains" abgelagert worden. Als Liefergebiet bzw. Liefergestein sind sicher nachweisbar saure Vulkanite zu nennen. Nach BLATT (1967) ist der überwiegende Teil der polykristallinen Quarze auf die Abtragung eines metamorphen Gesteins zurückzuführen.

### 3.3. Vererzte Quarzite

#### 3.3.1. Gefüge

Im Gefüge unterscheiden sich die vererzten Quarzite deutlich von den roten Quarziten, vor allem im Rundungsgrad (subrounded - rounded) und in der Sortierung (meist gut), die sehr uneinheitlich ist. Bei den vererzten Quarziten handelt es sich durchwegs um fein- bis mittelkörnige Quarzarenite bis Sublitharenite (Abb. 2) mit Korngrößen von 0.10 bis 0.50 mm.

#### 3.3.2. Mineralbestand

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

- a) aufgrund 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) vor allem das Auftreten von Feldspäten und lokalen Vererzungen sowie
- e) der relativ geringe Gehalt an Schwermineralen.

Monokristalliner Quarz ist mit 42-91% am Gesamtmineralbestand beteiligt, polykristalliner Quarz mit durchschnittlich 10%, maximal 27%. In unmittelbarer Nähe der Tonschiefereinschaltungen beträgt der Gehalt an Vulkanitkomponenten bis zu 6%, ansonsten maximal 2.3%. Porphyrquarze sind selten zu beobachten.

Charakteristisch für die vererzten Quarzite ist der Feldspatgehalt, der durchschnittlich ca. 5% des Gesamtmineralbestandes ausmacht.

- a) Bei den detritischen Feldspäten überwiegt Orthoklas. Er ist durchwegs schon stark zersetzt (sericitisiert), wird fleckenweise von Erz (Pyrit, Fahlerz, Kupferkies bzw. deren Umwandlungsprodukten) sowie ferner von Quarz (entlang von Spaltrissen) und Karbonat verdrängt. Albite sind selten, meist auch schon stark umgesetzt. Sehr selten findet man schön erhaltene Mikrokline.
- b) Neugebildete Feldspäte (Albite) finden sich entlang von kleinen Klüften, weiters fleckenweise im Gestein (Porenraum) sowie in Form von Anwachssäumen um detritische Feldspäte. Selten werden neugebildete Feldspäte von Karbonat verdrängt.

In den vererzten Quarziten ist der Gehalt an sericitischem Bindemittel, das überwiegend als Epimatrix im Sinne von DICKINSON (1970), selten auch als Phyllosilikatzement zu bezeichnen ist, sehr gering und ist meist an den Kornkontakten zwischen den einzelnen detritischen Komponenten zu finden. Dies erklärt auch die in diesen Bereichen auftretende starke Drucklösung.

Zement findet sich als SiO<sub>2</sub>-Porenzement (Anwachssäume) und als Fe-reicher Karbonatzement (stellenweise bis 14%).

### 3.3.3. Diagenese und Interpretation

Die bedeutendsten diagenetischen Prozesse sind Drucklösung von Quarz und Quarzneubildung, Feldspatneubildung, Verdrängung der Feldspäte und des Quarzes durch neugebildetes Karbonat und Prozesse der "Grauwackisation" (diagenetische Matrixbildung; CUMMINS, 1962).

Die vererzten Quarzite stellen lokale linsenförmige Sandsteinkörper (channel fill sandstones) in den hangendsten Partien der Quarzitisserie dar und sind als Deltasedimente im Übergangsbereich zwischen fluvial-terrestrischer und mariner Sedimentation aufzufassen.

Als Liefergestein kommen wiederum Vulkanite in Frage, die die Feldspäte, Vulkanitfragmente und Porphyrquarze geliefert haben, sowie metamorphe Gesteine, denen ein Großteil der monokristallinen Quarze und die polykristallinen Quarze entstammen.

## 4. Vererzung

### 4.1. Allgemeines

Innerhalb des Permoskyths treten im Stanzertal Vererzungen an zwei stratigraphischen Horizonten auf, nämlich im Alpinen Verrucano (STINGL, 1981) und in der Hangenden Quarzitisserie.

Gegenüber der schichtparallelen Gangvererzung des Alpinen Verrucano tritt in der Hangenden Quarzitisserie eine disseminierte Vererzung auf, bestehend aus überwiegend Fahlerz (Abb. 3).

Innerhalb der Hangenden Quarzitisserie finden sich die Vererzungen nur in den weißen feldspatführenden Quarziten (= vererzte Quarzite) (Flirscher Skihütte, Rammlestobel, Steißbachtal).

### 4.2. 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, 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 (tropfenförmig) von ? Bleiglanz und 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 feinlamellare polysynthetische Zwillinge und weist randlich immer Umwandlungserscheinungen (Brauneisen, Covellin) auf.

Pyrit ist vor allem in der Vererzung im Steißbachtal 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. Daneben finden sich unregelmäßig geformte Pyritaggregate, häufig zusammen mit Fahlerz und Kupferkies, z.T. mit diesen verwachsen.

#### 4.3. 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 reduzierendes 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 die Voraussetzung für eine solche Erzausfällung ist.

Als eine Möglichkeit der Entstehung der disseminierten Vererzung kommt zunächst eine detritische Erzanlieferung in Frage. HADITSCH et al. (1978) diskutieren eine solche Genese in den skythischen Quarziten des Montafons; in denen ebenfalls eine disseminierte Kupfervererzung zu beobachten ist. Das Haupterz bildet dort 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 "Schachbretalbite", die in den Quarziten des Montafons 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 wahrscheinlich erst diagenetisch in den Feldspat hineingewandert ist. Ein primärer Fahlerzgehalt in den Feldspäten ist weitgehend auszuschließen, somit ist auch ein Zusammenhang mit dem intrapermischen Vulkanismus, wie er im Montafon nachgewiesen werden konnte, sehr in Frage gestellt. Gegen eine ursprünglich detritische Anlieferung spricht auch die zumindest im Auflichtmikroskop zu beobachtende homogene Zusammensetzung des Fahlerzes.

Bei der disseminierten Fahlerzvererzung in den weißen Quarziten des Stanzertales handelt es sich wahrscheinlich um syndigenetische 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 in den 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 Quarzitvererzung in Verbindung bringen. Die diskordanten Klüfte bzw. Gänge dienen den zirkulierenden, metallhaltigen Lösungen als Aufstiegswege. Sie müssen selbst durchaus nicht vererzt sein. Nur in schichtparallelen Gängen konnte sich das Fahlerz schon in tieferen Bereichen konzentrieren.

## 5. Paläogeographie

Betrachtet man die gesamte Permoskythabfolge des Stanzertales, so beobachtet man vom Liegenden zum Hangenden eine mehr oder weniger kontinuierliche Zunahme der textuellen, strukturellen, z.T. auch kompositionellen Reife der Gesteine.

Das heißt, daß zunächst ein stark ausgeprägtes Relief als Folge der tektonischen Äußerungen der variszischen Orogenese das Bild prägt. Die tektonischen Äußerungen lassen jedoch allmählich nach, das variszische Relief, gekennzeichnet durch E-W verlaufende Gräben, wird allmählich aufgefüllt und im Skyth, zur Zeit der Ablagerung der Quarzitserie ist das Relief bereits weitgehend zu einer "Peneplain" eingeebnet.

Die Permoskythsedimente des Stanzertales gelangten unter weitgehend trockenen, semiariden bis ariden klimatischen Verhältnissen in einem weitgehend fluviatilen Milieu zur Ablagerung. Fossile Bodenhorizonte, organisches Material, das auf andere klimatische Verhältnisse hinweisen würde, fehlen gänzlich.

Die Art des Materialtransports ist im Detail jedoch schwierig zu durchleuchten, da eindeutige Kriterien meist fehlen. Die basalen Anteile faßt STINGL (1981) als fanglomeratähnliche Bildungen auf, der Großteil des Permoskyths ist aber wohl auf fluviatile Ablagerungsbedingungen zurückzuführen. Äolische Sedimentation kann ausgeschlossen werden, dafür gibt es keinerlei Hinweise. Die hangenden Bereiche (vererzte Quarzite) sind schon einem Environment mit mariner Beeinflussung zuzurechnen.

Ähnliche Ablagerungsbedingungen, wie sie für die Permoskythsedimente des Stanzertals dargestellt werden, herrschten zu dieser Zeit in ganz Mitteleuropa.

Nach KRULL & PAECH (1975) sind Rotsedimente bevorzugt an Molassen gebunden, wobei als "Molassen" postgeosynklinale, syn- bis postorogene Sedimente aufgefaßt werden, abgelagert in den Rand- und Innensenken sowie

auf den an die Orogene angrenzenden Tafelgebieten. Daneben sind nach KRULL & PAECH Rotsedimente auch aus den Ablagerungen der Tafelentwicklungsetappe bekannt. Diese weisen jedoch nur noch molasseähnliche Züge auf und werden daher als "Molassoidformation" bezeichnet.

Die liegenden Anteile des Permoskyths im Stanzertal, die intramontane Beckenfüllungen darstellen, in Verbindung mit den subsequenten sauren Vulkaniten der saalischen Phase, sind als Hauptmolasse aufzufassen.

Das allmähliche Ausklingen der tektonischen Bewegungen und das Aufhören der vulkanischen Tätigkeit führen zu einer zunehmenden Einebnung des Reliefs und damit zu einer Verlagerung der Sedimentationsareale aus dem intramontanen in den extraorogenen Bereich. Umgefähr in dieses Stadium fallen die hangenden Anteile des Alpinen Verrucano, die somit schon als Spätmolasse zu bezeichnen sind.

Gegen Ende der Molassesedimentation (Haupt- und Spätmolasse) herrschen dann bereits tafelähnliche Ablagerungsbedingungen.

In Mitteleuropa leitet allgemein der Zechstein (Oberperm) das Tafelstadium ein, der germanische Buntsandstein gehört schon gänzlich dazu. Diese als "eokratische Molassoidformation" bezeichneten Sedimente setzen in den Ostalpen jedoch erst mit dem vorwiegend auf das Skyth beschränkten "Alpinen Buntsandstein" bzw. den äquivalenten "Werfener Schichten" ein.

Die Hangende Quarzitserie des Permoskyths im Stanzertal ist weitgehend dieser Formation zuzurechnen, zur Zeit ihrer Ablagerung war das Relief schon gänzlich eingeebnet.

Allerdings ist an dieser Stelle auch zu bemerken, daß eine klare Abgrenzung dieser einzelnen Stadien, also Haupt-, Spätmolasse, Tafelentwicklungsetappe ("eokratische Molassoidformation") nicht möglich ist, sondern daß hier allmähliche und fließende Übergänge bestehen.

## Literatur

- BLATT, H. (1967): Original characteristics of clastic quartz grains. - Journ. Sed. Petrology, v. 37, 401-424.
- CUMMINS, W.A. (1962): The graywacke problem. - Liverpool and Manchester Geol. Journ., v. 3, 51-72.
- DICKINSON, W.R. (1970): Interpreting detrital modes of graywacke and arcose. - Journ. Sed. Petrology, v. 40, 695-707.
- HADITSCH, J.G. ; LEICHTFRIED, W. & H. MOSTLER (1978): Intraskythische, exogen(mechanisch)-sedimentäre Cu-Vererzungen im Montafon (Vorarlberg). - Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck, Bd. 8, Festschrift W. Heißel, 183-207.
- KRAINER, K. (1981): Zur Sedimentologie und Vererzung des Permoskyths im Stanzertal/Arlberg (Westtirol) unter besonderer Berücksichtigung der Hangendquarzite. - Unveröff. Diss., Innsbruck, 106 S.
- KRULL, P. & W. PAECH (1975): Zur zeitlichen und räumlichen Stellung der Rotsedimente. - Z. geol. Wiss., 3, 11, Berlin, 1439-1451.
- STINGL, V. (1981): Zur Sedimentologie und Vererzung des Permoskyth im Raum Arlberg unter besonderer Berücksichtigung des Alpinen Verrucano. - Unveröff. Diss., Univ. Innsbruck, 109 S.
- TISCHLER, S.E. (1977): Die Verrucano- und Buntsandsteinserie in Nordtirol. - Unveröff. Diss., Univ. Innsbruck.
- TISCHLER, S.E. (1979): The Verrucano- and Buntsandstein-teinores in Northern Tyrol. - Verh. Geol. B.-A., Jg. 1978, H. 3, , 491-497, Wien.