

# DIE TEKTONISCH- METASOMATISCHE ENTSTEHUNG DER LEUKOPHYLLITE

Walter PROCHASKA\*, Max BICHLER\*\* und PeterPREISS\*

\*Institut für Geowissenschaften, Montanuniversität, A-8700 Leoben

\*\* Atominstitut der österreichischen Universitäten, Schüttelstraße 115, A-1020  
Wien

## EINLEITUNG

Obwohl der Begriff "Leukophyllit" nur sehr unzureichend definiert ist, wird er sehr häufig für Quarz-Muskovit-Chloritgesteine unterschiedlicher Genese verwendet. Besonders in den Ostalpen wird die Diskussion um diese Gesteine schon seit STARKL (1983) geführt. Es wird hier vorgeschlagen, den Begriff "Leukophyllit" nur für jene seltenen Muskovit-Chlorit-Quarzgesteine zu verwenden, die in Störungszonen unter hydrothermalelem Einfluß entstehen.

Die wichtigste Frage zur Genese betrifft die Mobilität und Herkunft des Mg. Es werden zwei verschiedene Entstehungsmöglichkeiten für diese Gesteine in Betracht gezogen:

### 1. Tektonisch-metamorphe Entstehung: Scherzonen in Orthogesteinen (Phyllonite)

a: Metasomatische Entstehung durch Mg-Zufuhr und Abtransport von Na, K, Ca, Fe etc. (VENDEL 1972, MODJTAHEDI und WIESENER 1974, MOREAU 1981)

b: Relative Anreicherung von Mg durch Abtransport anderer Hauptelemente in Störungszonen (PROCHASKA 1986).

### 2. Sedimentäre Entstehung durch Metamorphose eines Mg- und Al-reichen Sediments unter isochemischen Bedingungen (LELKES-FELVARI et al. 1982, FASEKAS et al. 1975).

## GEOGRAPHISCHE UND GEOLOGISCHE POSITION DER LAGERSTÄTTE

Es soll hier die tektonisch-metamorphe Entstehung der Leukophyllite anhand der Lagerstätte Weißkirchen (Stubalpe/Steiermark) erläutert werden. Der Bergbau befindet sich im Kotgraben im Gemeindegebiet von Kleinfeldstritz etwa 10 km SE von Zeltweg. Leukophyllit wird hier ausschließlich im Untertageabbau gewonnen und in Weißkirchen aufbereitet und verarbeitet. Die Lagerstätte liegt im Bereich des Gneis-Komplexes des Gleinalmkristallins und wird von einer etwa 20 m mächtigen Scherzone gebildet mit generell Paragneis im Liegenden und im Hangenden. In diesen Paragneisen treten Augengneislagen auf, die allerdings im unmittelbaren Lagerstättenbereich nicht aufzufinden sind. Die tektonisierte Zone liegt flach und fällt mit ca. 20° nach SE ein. Basische Gesteine, die in dieser Serie häufig vorkommen (Bändergneise, Amphibolite), treten im Bereich der Lagerstätte nicht auf.

Nach FRANK et al. (1976) ist für die Bildung der tiefsten Einheit ein Alter von 500 mio. Jahren anzunehmen (Gleinalm). NEUBAUER (1988) stellt die Bildung des Kernkomplexes und die Ophiolitbildung in das Präkambrium.

## **PETROGRAPHISCHE BESCHREIBUNG DER GESTEINE DER LAGERSTÄTTE**

### **Hydrothermal alterierte Gesteine**

Der Typ der hydrothermalen Alteration, die die Bildung der untersuchten Leukophyllite verursachte, entspricht einer Serizitisierung bzw. in einem fortgeschrittenem Stadium einer Chloritisierung. Es erfolgte dabei meist eine vollständige Rekrystallisation. Es können zwei Haupttypen von Leukophylliten unterschieden werden:

- a. ein Chlorit-dominierter Typ
- b. ein Quarz-Muskovit-dominierter Typ.

Eine exakte Unterscheidung dieser beiden Typen ist nur in ihren Endgliedern möglich. Häufig findet man Übergänge zwischen diesen beiden. Generell sind aber die liegenden Bereiche (5 bis 7 m) dem Chlorit-reichen Typ zuzuordnen, während die hangenden Teile der Lagerstätte von hellen, quarzreichen Leukophylliten gebildet werden.

### **Chloritschiefer**

Dieses Gestein tritt im Liegenden der Lagerstätte auf und ist dadurch gekennzeichnet, daß der Chloritgehalt annähernd 100% erreichen kann. Dieser Gesteinstyp weist eine ausgezeichnete Schieferung auf. Zumindest zwei Arten dieser Chloritschiefer können unterschieden werden, die in der Folge beschrieben werden. Beide Typen bestehen fast ausschließlich aus Chlorit während Muskovit völlig fehlt.

a: Neben Chlorit treten hier Disthen in einige mm großen idiomorphen, syn- bis post-kinematischen Kristallen und kleine idiomorphe Rutil auf. Sehr untergeordnet ist Zirkon zu finden, Apatit fehlt allerdings gänzlich in diesem Typus der Chloritschiefer.

b: Dieser Typus ist durch das häufige Auftreten von kurzsäuligen, idiomorphen Apatiten gekennzeichnet, während Disthen völlig fehlt. Die Rutil treten hier in runden Aggregaten auf, der Rutilgehalt kann in diesem Gesteinstyp einige % betragen.

### **Quarz-Chlorit-Muskovit-Schiefer**

Bei diesen Leukophylliten ist Quarz mit einem Anteil von bis zu 60% Hauptgemengteil. Die sehr unterschiedlich großen Quarzkörner sind untereinander stark verzahnt, dieses Quarzgefüge wird von durchgehenden Chlorit-Glimmerlagen durchzogen. Typisch ist eine intensive Verwachsung von Chlorit und Muskovit, die parallel zur Basisfläche erfolgt. Akzessorisch treten Apatit, Zirkon, Rutil und Disthen auf.

### **Albit-Chlorit-Muskovit-Gneis**

Auch dieses Gestein erfuhr während der hydrothermalen Prozesse eine vollständige Rekrystallisation. Die Textur der Feldspatblasten ist syn-bis posttektonisch, sie treten quer zur Schieferung auf, zeigen aber häufig deformierte Zwillingslamellen.

### **Die Nebengesteine der Lagerstätte (Para- und Orthogneise)**

Der Paragneis unmittelbar aus dem Liegenden der Lagerstätte führt als Hauptgemengteile Quarz, Plagioklas, Granat und Biotit. An retrograden Umwandlungen ist in diesen Paragneisen eine deutliche Chloritisierung der Biotite und auch der Granate zu

bemerken. In den Paragneisen findet man häufig Lagen von metasomatischen Gneisen mit granitischer Textur, die auf intensive Feldspatblastese zurückzuführen ist.

## GEOCHEMISCHE UNTERSUCHUNGEN

### Haupt- und Spurenelemente

Alle Elemente (auch die "stabilen Elemente") waren einer unterschiedlich starken Mobilisation unterworfen. Im Zuge der Leukophyllitbildung kam es zu einem Abtransport von Si, Fe, Ca, Na und Sr. Die Elemente Al, Mg und teilweise auch K erfuhren z.T. eine beträchtliche Anreicherung. Es scheint, daß sich diese Elemente während der Alteration "stabiler" als andere Komponenten verhielten (besonders Al) und so relativ angereichert wurden.

Die positive Korrelation von Al und Mg demonstriert das sehr ähnliche Verhalten der beiden Elemente bei der Alteration, während diese Elemente mit den leichter mobilisierbaren (z.B. mit Si) gute negative Korrelationen zeigen. Diese Trends sprechen eindeutig für einen Abtransport der meisten Hauptelemente im Zuge der Leukophyllitbildung, während sich die stabilen Elemente (einschließlich Mg) durch diesen Mechanismus anreichern.

### Selten-Erd-Elemente (SEE)

Die SEE-Verteilungen in den nicht alterierten Gneisen aus dem Nebengestein zeigen einen deutlichen Abfall bei den LSEE.

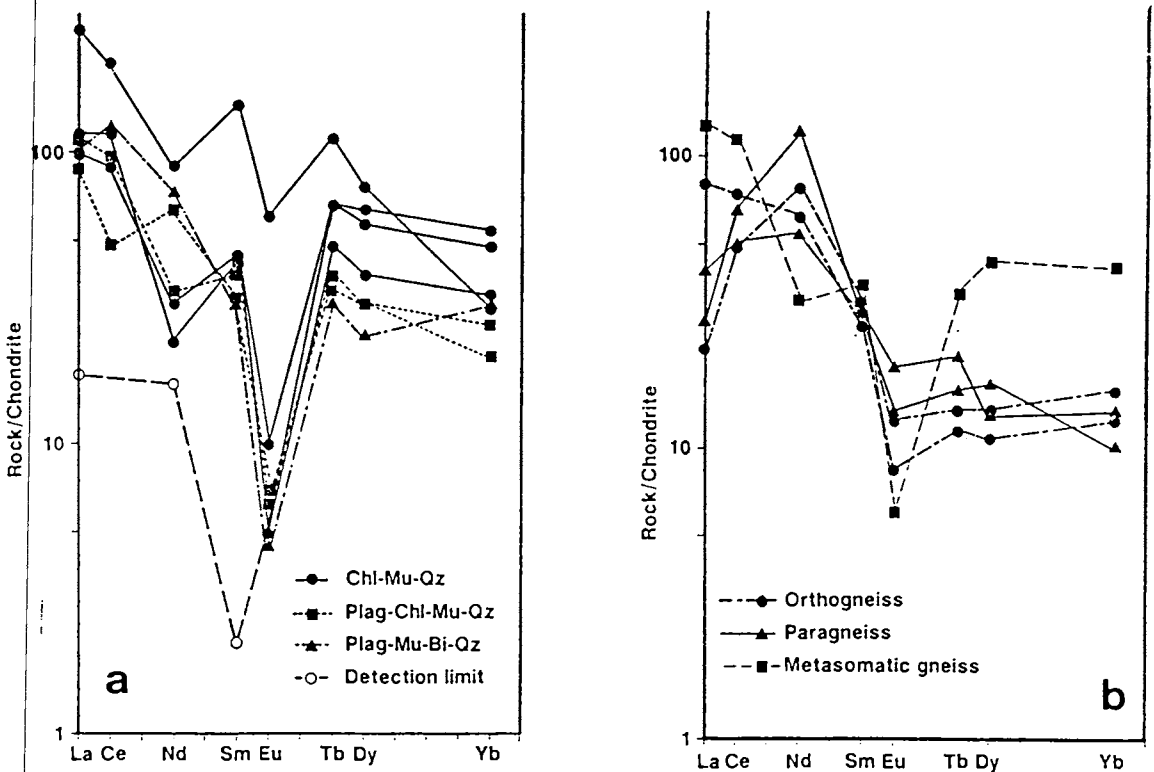


Abb.1.: Die chondritnormierten SEE-Verteilungsmuster von Leukophylliten und deren Ausgangsgesteinen aus der Lagerstätte Weißkirchen.

Es tritt keine nennenswerte Eu-Anomalie auf ( $\text{Eu/Sm} = 0.122$  bis  $0.246$ ). Das Verteilungsmuster der SSEE bei dieser Gesteinsgruppe ist flach.

Alle untersuchten Proben aus den hydrothermal alterierten Bereichen (Abb.1b) zeigen sehr ähnliche SEE-Spektren. Die Gehalte an LSEE der Leukophyllite weisen im Vergleich zum Ausgangsgestein keine gravierenden Änderungen auf und zeigen einen starken Abfall von La zu Sm, während die SSEE eine starke Anreicherung erfahren. Eine Ausnahme bildet der chloritreiche Disthen-führende Leukophyllit, der an LSEE völlig verarmt ist. Dieser Typus wird für das am stärksten alterierte Gestein gehalten.

Die Gehalte an SSEE sind bei den Leukophylliten im Gegensatz zum Nebengestein 3- bis 4-fach erhöht ( $\Sigma \text{SSEE}_{\text{CN}}=134.1$ ). Die stärker alterierten chloritreichen Gesteine weisen höhere SSEE-Werte auf als die quarzreichen Leukophyllite. Das wohl auffälligste Merkmal bei dieser Probengruppe ist aber eine sehr starke negative Eu-Anomalie, die bei ausnahmslos allen untersuchten Proben zu finden ist. Bemerkenswert ist, daß diese Mobilisation und der fast totale Abtransport von Eu auch bei den feldspatführenden Albit-Chlorit-Muskovit-Gneisen zu finden ist. Das bei der Alteration aus den primären Feldspäten freigesetzte  $\text{Eu}^{2+}$  war offensichtlich bei der Albitblastese bereits aus dem System entfernt. Das Eu/Sm Verhältnis liegt hier bei einem Mittelwert von  $0.0817$ . Die metasomatische Albitblastengneise aus den hangenden Paragneisen zeigen dieselben SEE-Verteilungsmuster wie die Leukophyllite.

Der SEE-Chemismus der einzelnen Mineralphasen wurde an separierten Chlorit-Muskovit-Apatit- und Rutilkonzentraten untersucht. Die SEE-Verteilungsmuster der Chlorite zeigt allgemein einen Abfall zum schwereren Ende des Spektrums. Die Absolutgehalte an SEE in den Chloriten steigen mit dem Grad der Alteration. Apatit und Rutil haben hohe SEE-Gehalte, die eher flachen Spektren weisen schwach negative Eu-Anomalien auf.

## ERGEBNISSE UND DISKUSSION

Die Leukophyllitbildung in der Lagerstätte Kleinfelstritz ist das Ergebnis einer hydrothermalen Alteration in einer etwa 30m mächtigen horizontal liegenden Störungszone altpaläozoischen(?) Alters. Die vertikalen Sulfid-führenden Störungen in diesem Abschnitt des ostalpinen Kristallins wie z.B. die ehemalige Gold-Arsenikieslagerstätte im Kotgraben nahe der Leukophyllitlagerstätte dürften auf jüngere Hebungen und vertikale Bewegungen zurückzuführen sein.

Das kohärente Verhalten der stabilen Elemente Al, SSEE und Mg läßt die relative Anreicherung dieser Elemente durch den Abtransport der anderen Hauptkomponenten sehr wahrscheinlich erscheinen. Da Mg aber überproportional stark angereichert ist, kann man eine hydrothermale Zufuhr dieses Elements nicht ausschließen. Als Mg-Quelle kämen in diesem Fall tieferliegende Amphibolite in Frage, oder das Mg wird bei der Chloritisierung der Biotite im Nebengestein freigesetzt. LSEE, Eu, Ca, Sr, etc. waren in diesen hydrothermalen Lösungen jedenfalls nicht in nennenswertem Umfang verfügbar, da sie sonst in die neugebildeten Hellglimmer bzw. Feldspäte eingebaut worden wären.