

MOLYBDÄN-FÖHRENDE GREISEN IN DER SÖDLICHEN BÖHMISCHEN MASSE

von

R. Göd und F. Koller +)

(eingelangt am 6. April 1987)

Zusammenfassung

Im Verlauf einer Prospektionskampagne auf granitgebundene Vererzungen wurde im nördlichen Waldviertel innerhalb des "Südböhmischen Plutons" eine an Greisen gebundene Molybdänglanzmineralisation gefunden. Diese Greisen sind an einen Komplex granitischer Gesteine gebunden, die keiner der bekannten Granitvarietäten der südlichen Böhmischen Masse zugeordnet werden können. Die als Nebelsteingranite bezeichnete Suite umfaßt einen Biotitgranit, Zweiglimmergranite, Muskovitgranite sowie Greisengesteine. Sie besteht aus kalibetonten, SiO<sub>2</sub>-reichen Leukograniten mit deutlich peraluminösem Charakter. Die disseminiert auftretende Vererzung ist durch die Paragenese Pyrit-Molybdänglanz-Magnetkies-Kupferkies charakterisiert und an die Greisengesteine gebunden. Zusätzlich tritt sowohl in den Greisen als auch in den Muskovitgraniten sekundär gebildeter Magnetit auf.

Summary

A prospecting campaign in the southern Bohemian Massif recently led to the discovery of a greisen related molybdenite mineralisation. The greisens are related to granitic rocks, which are called Nebelstein granites and can not be correlated to any common granite of the south Bohemian pluton. The Nebelstein granites are potassium dominated, peraluminous leucogranites with high SiO<sub>2</sub>. The disseminated mineralisation is formed by the paragenesis pyrite-molybdenite-pyrrhotite-chalcopyrite and is limited to the greisens. Additionally the greisens and the muscovite granites contain secondary magnetite.

Einführung

Die vorliegende Arbeit beschreibt Teilergebnisse einer mehrjährigen Prospektionskampagne auf granitgebundene Vererzungen innerhalb des österreichischen Anteiles an der Böhmischen Masse. Im Verlauf dieser Arbeiten wurde im Bereich des Nebelsteins, ca. 10 km W Weitra eine an Greisengesteine gebundene Molybdänvererzung aufgefunden, die ihrer Natur nach für das Moldanubikum unbekannt ist. Ober die unmittelbare Vererzung hinaus ergeben sich aus diesen Untersuchungen weiterreichende Schlußfolgerungen hinsichtlich der Genese der variszischen Magmatite des "Südböhmischen Plutons".

---

+) Anschrift der Verfasser:

Dr. Richard Göd  
Minerex GesmbH  
Operngasse 20B, A-1043 Wien  
Univ.-Doz. Dr. Friedrich Koller  
Institut für Petrologie der Universität Wien  
Dr. Karl Lueger-Ring 1, A-1010 Wien

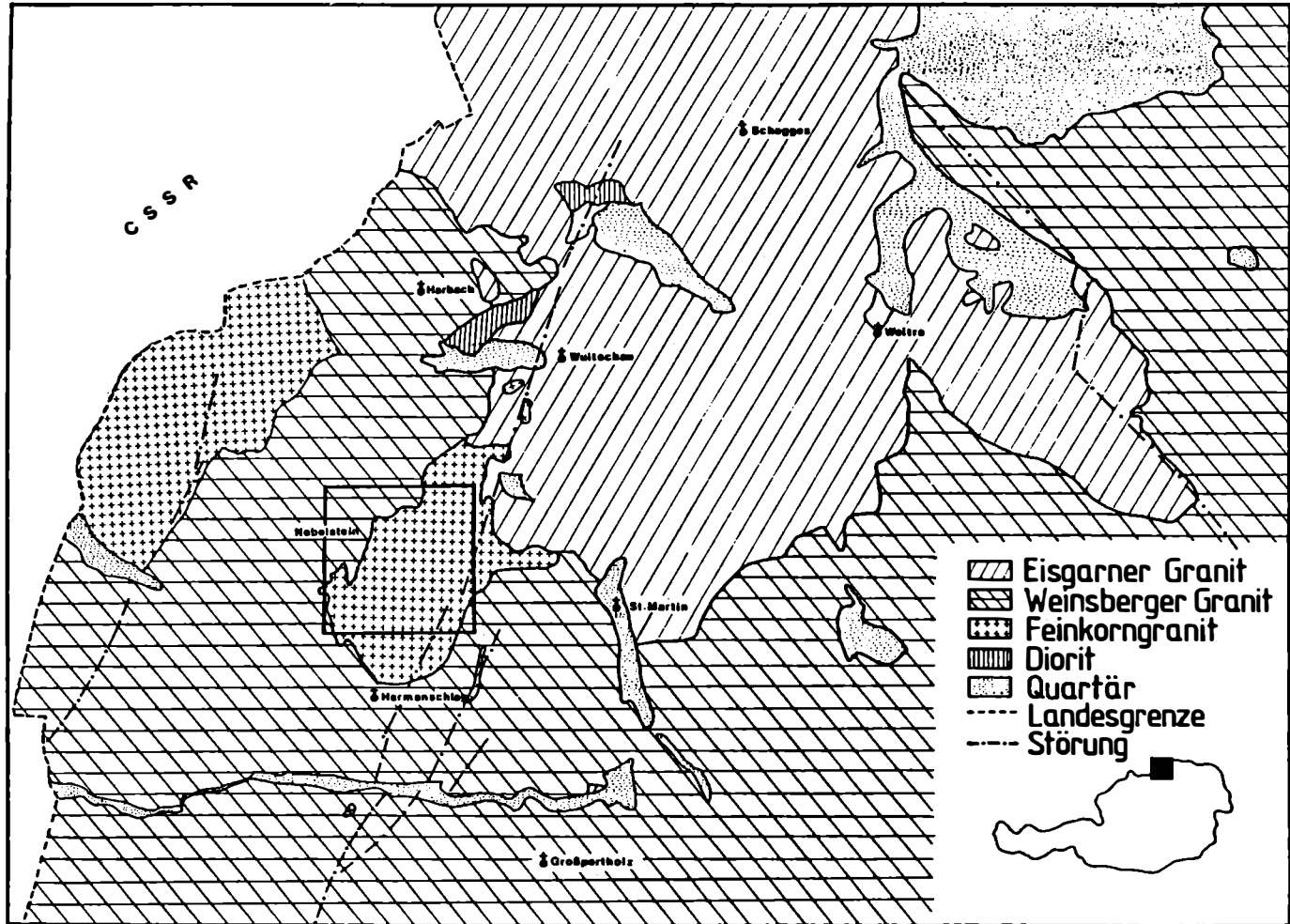


Abb.1: Geologische Skizze des nördlichen Waldviertel nach der Geologischen Karte 1:50.000, Blatt 17 (Großpertholz) nach FUCHS und SCHWAIGHOFER (1977) und Blatt 18 (Weitra) nach ERICH und SCHWAIGHOFER (1977).

## 2. Regionale geologische Situation

Das Untersuchungsgebiet ist Teil des variszischen "Südböhmischen Plutons", der sich aus dem Raum Iglau im Norden, NNE-SSW streichend, bis an die Donau im Süden über rund 160 km verfolgen läßt. Auf österreichischem Boden ist er maßgeblich am Aufbau von Wald- und Mühlviertel sowohl in geologischer Hinsicht wie auch durch seine landschaftsprägenden Formen beteiligt.

Im wesentlichen wird dieser Pluton von drei charakteristischen Granitarten aufgebaut: In der Reihenfolge des fallenden Alters sind dies der Weinsberger Granit, der Mauthausner Granit einschließlich seiner Spielarten sowie als jüngster, post-orogener Intrusionskörper der Eisgarner Granit. Bestätigt wird diese relative Altersfolge durch die Ergebnisse der radiometrischen Datierung von SCHARBERT (1987).

Diese "Dreigliederung" bestimmt auch die weitere Umgebung des Prospektionsgebietes (Abb.1). Vom Standpunkt der Prospektion besonders hervorzuheben ist das Auftreten markanter, das Untersuchungsgebiet kreuzender und über 10-er km zu verfolgender großtektonischer Strukturen. Die beiden in der Abbildung ausgeschiedenen westlichen Lineamente folgen der für weite Teile des österreichischen Moldanubikums charakteristischen NE-SW-Richtung (zu der beispielsweise auch die Rodelstörung, die Vitiser-Störung und die Diendorfer Störung zählen), das östliche Lineament folgt einer NW-SE-Richtung.

Im Bereich der beiden westlichen Großstörungen kommt es stellenweise zur Ausbildung von "Pfahlquarzen", die örtlich Mächtigkeiten bis 20 m erreichen und in denen gelegentlich Flußspatführung nachgewiesen werden konnte (FUCHS und SCHWAIGHOFER, 1978).

Das gegenständliche Gebiet wurde als prospektiv bewertet, da hier auf vergleichsweise engem Raume (ca. 200 km<sup>2</sup>) eine polyphasige Intrusionsfolge in unmittelbarer Verknüpfung mit großtektonischen Lineamenten auftritt. Die Höffigkeit dieses Gebietes wurde - nach Inangriffnahme der Prospektionsarbeiten - zusätzlich durch die Ergebnisse der bundesweit durchgeführten Aerogeophysik unterstrichen, die das Auftreten einer ausgeprägten aeromagnetischen sowie einer U/Th-Anomalie nachwies (SEIBERL und HEINZ, 1986).

Eine systematische Bachsedimentprospektion dieses Gebietes führte im Raum Nebelstein zum Auffinden von Molybdän-führenden Greisen.

## 3. Die geologischen Verhältnisse im Bereich der Molybdän-führenden Greisen

Das unmittelbare Prospektionsgebiet (Abb.2) wird bestimmt durch das Auftreten von Weinsberger Granit, Mauthausner Granit sowie von einer Gruppe von granitischen Gesteinen, die in verschiedensten Alterationsstufen bis hin zu Greisengesteinen auftreten. Diese Gruppe granitischer Gesteine wird in weiterer Folge als Nebelsteingranite bezeichnet. Die Nebelsteingranite umfassen einen Biotitgranit, Zweiglimmergranite und Muskovitgranite sowie Greisengesteine und sind Produkt eines Intrusionsereignisses und werden von einer nachfolgenden hochtemperierten hydrothermalen Alteration erfaßt.

Der Weinsberger Granit bildet gegenüber allen übrigen Granitoiden das Intrusionsdach, der NE-SW verlaufende Kontakt fällt flach bis mittelsteil nach NW ein und ist darüber hinaus im Satellitenbild als Lineament erkennbar. Dieses Lineament verläuft spitzwinkelig zur NNE-SSW-streichenden "Hauptstörung".

Im südlichen Abschnitt des Prospektionsgebietes, SE und E des Nebelsteins folgt unter dem Weinsberger Granit der Mauthausner Granit. Im nördlichen Abschnitt folgen unter dem Weinsberger direkt die Nebelsteingranite. Der östliche Kartenabschnitt wird praktisch zur Gänze von Zweiglimmer- und Muskovitgranit eingenommen.

Die Greisengesteine konnten anstehend (bzw. in Schurfgräben) im Bereich Filzwiese (Abb.2), rund 600 m E vom Nebelstein und rund 800 m E Sagberg aufgefunden werden. Ein isoliertes Blockfeld von Greisengesteinen findet sich rund 1200 m ESE-lich Sagberg in ca. 800 m Seehöhe.

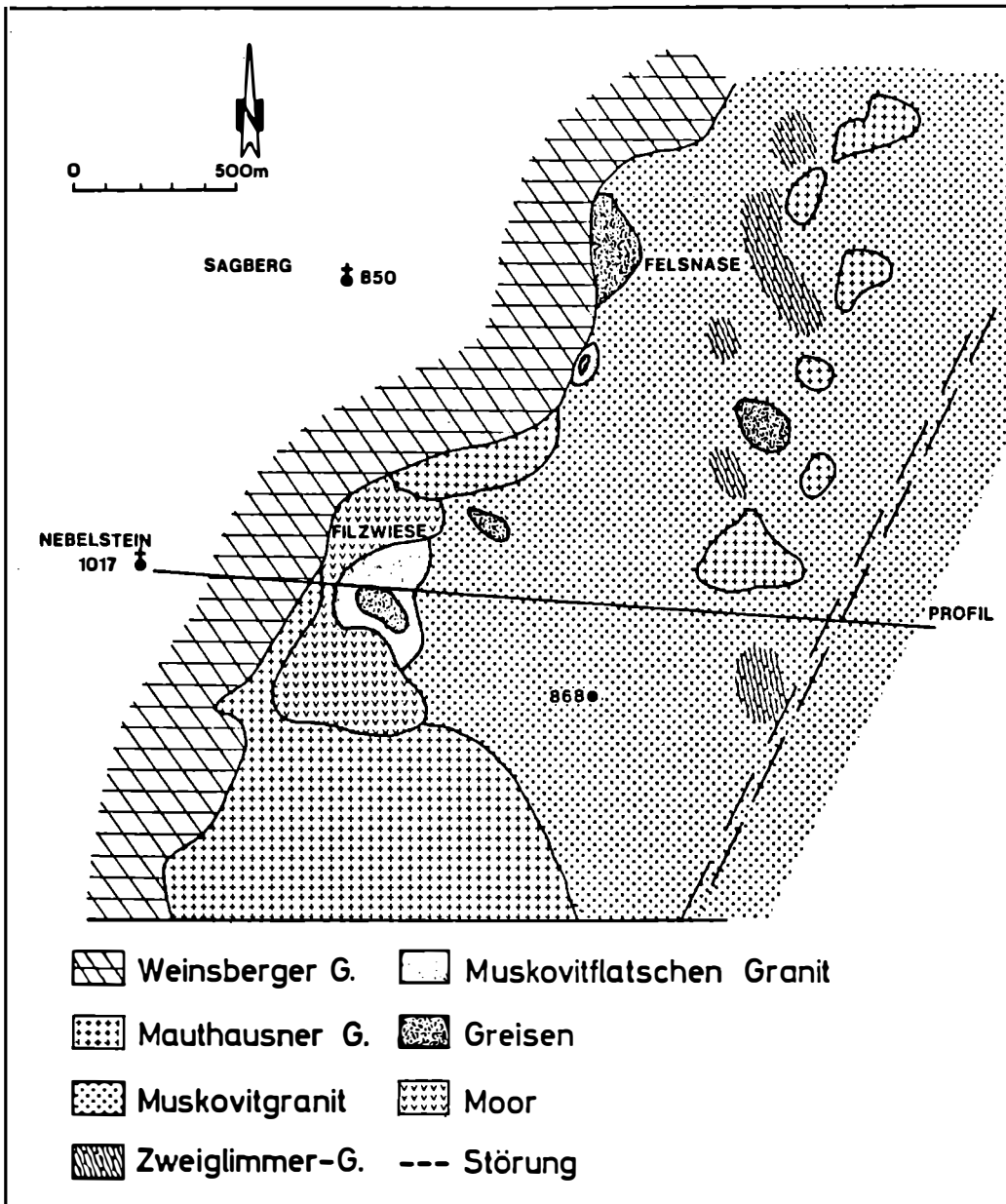


Abb.2: Geologische Detailkartierung in der Umgebung des Nebelsteins nach ZIER (1983).

#### 4. Die Petrographie der auftretenden Gesteine

##### 4.1 Der Weinsberger Granit

Der Weinsberger Granit zeigt innerhalb des Arbeitsgebietes keinerlei vom regionalen Habitus abweichende Merkmale, sodaß vollinhaltlich auf die Bearbeitung von KURAT (1965) verwiesen werden kann. Hervorzuheben ist, daß seine Kontakte zu den anderen Graniten stets scharf ausgebildet sind.

##### 4.2 Der Mauthausner Granit

Der Mauthausner Granit zeigt im Untersuchungsbereich nicht den "klassischen" Habitus (RICHTER, 1965) eines fein bis mittelkörnigen Granites, sondern ist durch das Hinzutreten porphyrischer Kalifeldspäte (Korngröße ca. 2 cm) ausgezeichnet. Diese Spielart des Mauthausner Granits ist häufig an die Nachbarschaft zum Weinsberger Granit gebunden und wird in der Literatur gelegentlich als "Randfazies" bezeichnet.

Auch in diesem Falle ist hervorzuheben, daß die Kontakte des Mauthausner Granites zum Weinsberger respektive zu den Muskovitgraniten stets scharf ausgebildet sind.

##### 4.3 Der Eisgarner Granit

Dieser dritte, für den Südböhmischen Pluton so bestimmende Granit, steht in keinem räumlichen Zusammenhang mit den zu besprechenden Vergreisungen - er reicht lediglich im NE an das Prospektionsgebiet heran. Aus Gründen allgemeiner Überlegungen (Kap.7) soll er jedoch nicht unerwähnt bleiben. In bezug auf seine Zusammensetzung und Petrogenese wird auf die Bearbeitung durch SCHARBERT (1966) und FINGER und HÖCK (1987) verwiesen.

#### 4.4 Die Nebelsteingranite

##### 4.4.1 Der Biotitgranit

Der Biotitgranit ist die einzige Spielart der Nebelsteingranite, der nicht an der Oberfläche aufgeschlossen ist (Abb.2) und erst durch Kernbohrungen im Rahmen der Prospektionstätigkeiten aufgefunden wurde. Im Handstück ist Biotit mit über 5 Vol. % gegenüber Muskovit dominant, daher ist der Biotitgranit das an dunklen Gemengteilen reichste Gestein der Nebelsteingranitsuite. Mikroskopisch erkennt man Quarz als Frühkristallit neben großen, perthitisch entmischten Mikroklinen, letztere haben häufig zonar gebaute Plagioklase als Einschluß. Restkristallit ist mittelkörniger Quarz, Plagioklas und Mikroklin, Myrmekitbildung ist relativ häufig. Als Oberleitung zum Zweiglimmergranit kann man manchmal eine Verdrängung von Biotit durch Muskovit beobachten, außerdem sind häufig die Kerne der zonargebauten Plagioklase mit neugesproßtem Muskovit gefüllt. Die Biotite des Biotitgranits weisen viele pleochroitische Höfe um Zirkoneinschlüsse auf, im Zweiglimmergranit ist dies in vergleichbarem Maße nicht zu beobachten.

##### 4.4.2 Die Zweiglimmergranite

Wie aus der Kartierung (Abb.2) zu entnehmen ist, grenzen diese beiden Granitarten im E an den Mauthausner Granit bzw. an den Weinsberger Granit. Aufgrund der fließenden Obergänge von Zweiglimmergranit zu Muskovitgranit enthält die Ansprache des Gesteins und damit die kartenmäßige Abtrennung ein subjektives Element. Ungeachtet dessen ist der Abb.2 deutlich zu entnehmen, daß die Verbreitung der Zweiglimmergranite flächenmäßig zurücktritt und im wesentlichen auf den NE des Kartierungsgebietes beschränkt ist.

Die Zweiglimmergranite stellen mittelkörnige, massige Gesteine von homogener Korngröße dar, unter dem Mikroskop sind folgende Beobachtungen anzustellen:

- Quarz tritt sowohl als Frühkristallisation wie auch als zwickelfüllendes Restkristallinat auf;
- der deutlich gegitterte Mikroklin ist gelegentlich perthitisch entmischt und führt Einschlüsse von Plagioklas, Biotit und Quarz;
- der Plagioklas (Oligoklas - Albit) bildet Kumulataggregate mit zersetztem Kern und ist schwach zonar gebaut; kleinere albitreiche Aggregate treten als Zwickelfüllung auf;
- der Biotit ist teilweise chloritisiert und wird von Muskovit verdrängt, in keinem der untersuchten Schriffe ist er als frische Mineralphase zu beobachten;
- Muskovit tritt in Form größerer Einzelkristalle, wie auch in Form blättriger Aggregate auf; er verdrängt wie erwähnt den Biotit;
- Biotit und Muskovit sind zusammen mit etwa 5 Vol. % am Aufbau des Gesteins beteiligt;
- ein stets vorhandener Magnetit überschreitet örtlich den mengenmäßigen Anteil eines Akzessoriums;
- Apatit und Zirkon sind selten auftretende Gemengteile.

Das Gestein entspricht der Definition eines Granites im Sinne von STRECKEISEN (1974, Abb.3).

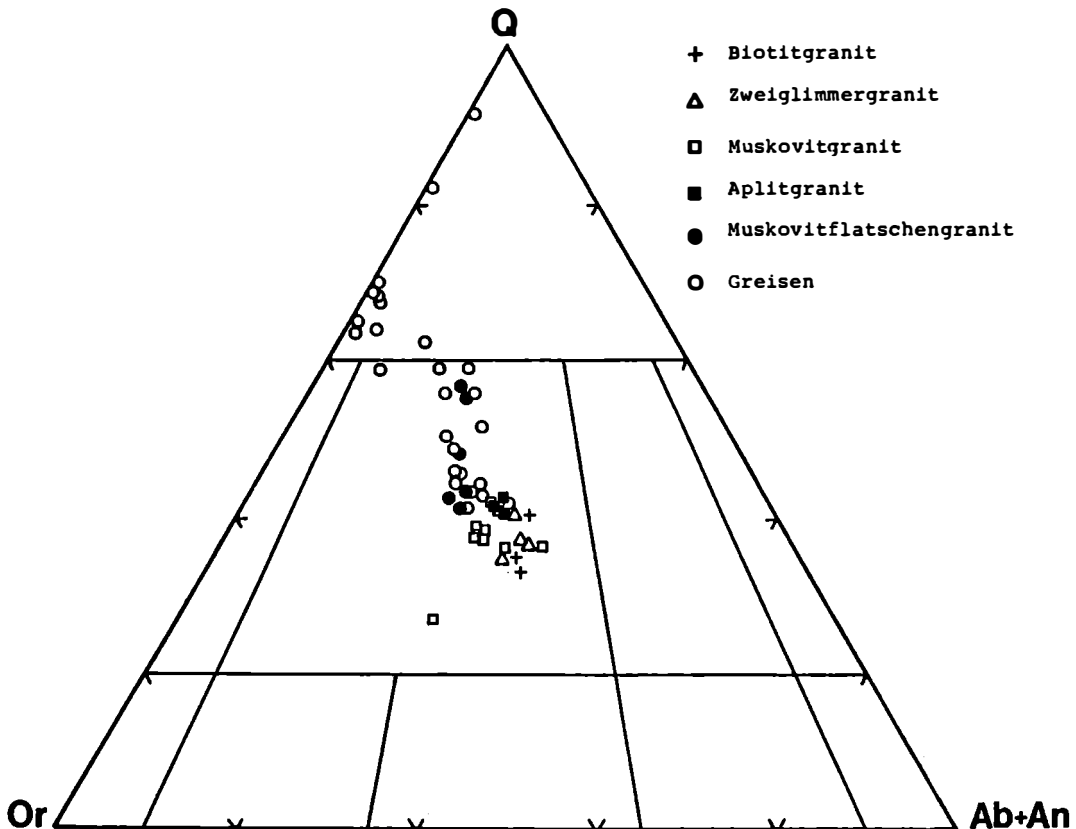


Abb.3: Darstellung der normativen Q-, Or- und Ab+An-Gehalte der untersuchten Nebelsteingranite im Nomenklaturdreieck nach STRECKEISEN (1974).

#### 4.4.3 Die Muskovitgranite

Dieses mittelkörnige, helle bis rötliche Gestein ist gegen die oben beschriebenen Zweiglimmergranite durch das weitestgehende Verschwinden des Biotits bzw. durch eine deutliche Zunahme des Muskovitgehaltes auf 10 - 18 Vol. % charakterisiert. Die Größenzunahme der Muskovitindividuen auf Fingernagelgröße leitet zu den "Muskovitflatschengraniten" über. Die Neusprossung der Muskovite erfolgt zuerst auf Kosten der Kalifeldspäte. Die Plagioklase erweisen sich der beginnenden Verdrängung gegenüber - im Vergleich zum Kalifeldspat - als resistenter.

#### 4.5 Die Greisengesteine

Als Greisen werden in der vorliegenden Arbeit jene postmagmatisch veränderten granitischen Gesteine verstanden, die sich durch eine fortschreitende Zersetzung der Feldspäte bei gleichzeitiger Zunahme der Gehalte an Quarz und Muskovit auszeichnen.

Gewissermaßen als Vorstufe der Greisen im engeren Sinne sind die "Muskovitflatschengranite" zu sehen. Diese grobkörnigen Gesteine werden durch daumenna-gelgroße Muskovitkristalle bzw. Aggregate sowie durch eine auch am Handstück erkennbare Trübung der Feldspäte charakterisiert. Feld- und Dünnschliffbeobachtungen belegen eindeutig, daß diese Gesteine aus den Muskovitgraniten hervorgehen. Viele fließende Obergänge sind zu beobachten.

Die Muskovitflatschengranite leiten zu den Greisengesteinen "sensu strictu" über. In Bohrkernen konnte jedoch das Auftreten von Greisen auch ohne die "Zwischenstufe" der Muskovitflatschengranite beobachtet werden. Als Greisen im engeren Sinne werden nur jene Gesteine bezeichnet, in denen der Anteil der - bereits in Zersetzung befindlichen - Feldspäte deutlich zurücktritt. Stellen letztere mengenmäßig noch merkbare Anteile des Gesteins dar, so wird von "Feldspatgreisen" gesprochen, sind die Feldspäte kaum oder gar nicht mehr am Aufbau des Gesteins beteiligt, so wird dieses Gestein als "Quarz-Muskovitgreisen" bezeichnet. Diese Gesteine stellen im Falle des Nebelsteins das Endprodukt der fortschreitenden autohydrothermalen Veränderung dar.

#### 4.6 Die Aplitgranite

Diese, mengenmäßig so stark zurücktretenden Gesteine, daß sie in der Karte nicht ausgeschieden werden können, wurden in Kernbohrungen in Kontaktnähe Mauthausner Granit - Muskovitflatschengranit erbohrt. Sie stellen gangförmige Körper dar, besitzen "normal granitische" Zusammensetzung und stellen die jüngsten Gesteine der ganzen Nebelsteingranitabfolge dar, da sie auch die Greisen durchschlagen. Gelegentlich führen sie daumennagelgroße Sulfidbutzen.

### 5. Die geologische Position der Greisen

Die geologische Kartierung (Abb.2) zeigt das Auftreten von Greisen innerhalb der Muskovitgranite E Nebelstein und E Sagberg, jeweils in Kontaktnähe, beziehungsweise das Auftreten eines Blockfeldes von Greisengesteinen fernab eines Kontaktes, SSE Sagberg. Kombiniert man die Oberflächenkartierung mit den Bohrergebnissen, so läßt sich ein schematisches Profil gewinnen (Abb.4). Danach sind zu unterscheiden:

- irregulär geformte Greisenkörper im m und 10-er m Bereich, die isoliert in den Muskovitgraniten auftreten. Diese Greisenkörper sind von Muskovitflatschengraniten gleichsam wie von einer Hülle umgeben. Eine tektonische Kontrolle dieser Greisenkörper ist beim derzeitigen Kenntnisstand nicht erkennbar.
- kontaktparallele Greisen; diese "Greisenzonen" verlaufen im Abstand einiger m parallel zum hangenden Kontakt des Weinsberger Granits. Der Kontakt selbst ist

scharf ausgebildet, die Greisengesteine besitzen Mächtigkeiten von einigen Metern.

Wie die Bohrungen im Bereich des Profils (Filzwiese) weiters belegen konnten, nimmt der Grad der Umwandlung - gemessen an der Größe und Menge der neugebildeten Muskovite - mit der Teufe rasch ab, sodaß die Muskovitflatschengranite ab einer vertikalen Teufe von ca. 40 m in frische, "normale" Muskovitgranite übergehen.

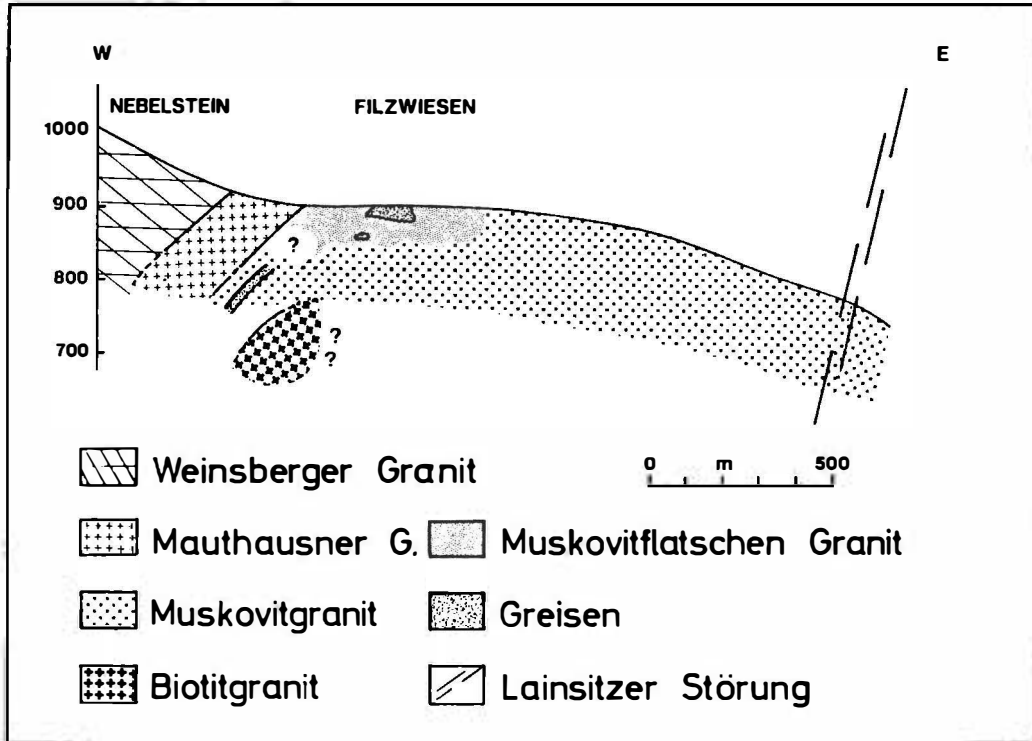


Abb.4: Schematisches Profil im Bereich Nebelstein.

## 6. Die Erzmineralisation

Es ist eine sulfidische und eine oxidische Paragenese zu beobachten, wobei erstere im wesentlichen auf die Greisengesteine beschränkt ist. Das bei weitem häufigste Sulfidmineral ist Pyrit. Primär ist er in Form disseminierter idiomorpher Pyritaggregate und Butzen entwickelt. Im Fall der gelegentlich porös-wabigen Quarz-Muskovitgreisen kleidet er die Hohlräume als sekundäre Bildung aus. Vereinzelt weist der Pyrit Limonitränder auf.

Der gegenüber Pyrit stark zurücktretende Kupferkies zeigt teilweise randliche Umwandlungen in Covellin. Gemeinsam mit dem Magnetkies, der örtlich den Prozentbereich erreichen kann, ist er jedoch stets charakteristischer Bestandteil der sulfidischen Vererzung.

Der Molybdänglanz, dessen Korngröße einige mm erreichen kann, findet sich entlang von Korngrenzen silikatischer Minerale oder füllt feinste Risse und Spalten dieser Minerale. Er tritt sowohl in den Feldspatgreisen wie auch in den Glimmergreisen auf, vereinzelt läßt er sich auch als Akzessorium in den Muskovitgraniten



ten finden. Im wesentlichen ist er aber an die Paragenese mit den übrigen Sulfidmineralphasen gebunden.

Es ist hervorzuheben, daß generell keine Quarzgänge bzw. Anklänge an "sheeted vein systems" respektive "greisen bordered veins" beobachtet werden konnten.

Die "oxidische Erzparagenese" besteht aus Magnetit sowie untergeordnet aus Limonit. Der Magnetit tritt ausnahmslos in Form xenomorpher, mehr/minder kugeliger, mm bis maximal cm großer Aggregate sowohl in den Zweiglimmergraniten, den Muskovitgraniten als auch in den Greisen selbst auf. Vereinzelt finden sich innerhalb des Magnetits feinste Ilmenit- und Hämatitlamellen. Zweifelsohne ist die Magnetitbildung im genetischen Zusammenhang mit den Vergreisungsvorgängen zu sehen und stellt damit - wie auch die Sulfidmineralisation - eine postmagmatische Bildung dar. Sulfid- und Magnetitbildung werden als mehr oder weniger gleichzeitig ablaufende minerogenetische Prozesse angesehen.

## 7. Der Chemismus der auftretenden Gesteine

In Abb.5 sind die Pauschalchemismen sowie einige ausgewählte Spurenelementgehalte der im Bereich Nebelstein auftretenden Gesteine, teilweise im Vergleich zum Eisgarner Granit, dargestellt. Die in der Tab.1 eingehaltene Reihenfolge entspricht gleichzeitig der fortschreitenden autometasomatischen Umwandlung, zusätzlich sind noch die mittlere Zusammensetzung von Eisgarner, Mauthausner und Weinsberger Granit angegeben. Nachfolgend angeführte Einzelheiten sind besonders hervorzuheben (Abb.5, Tab.1):

- sämtliche im Bereich des Nebelsteins beobachteten Granite sind als SiO<sub>2</sub>-reiche Leukogranite mit deutlich peraluminösem Charakter zu klassifizieren.
- normiert man den SiO<sub>2</sub>-Gehalt auf den Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Gehalt, so ergibt sich für die Reihe fortschreitender Umwandlung von den Zweiglimmergraniten zu den Greisen eine SiO<sub>2</sub>-Zunahme von ~ 7 %.
- die fortschreitende Vergreisung ist mit einer deutlichen Abnahme des Na-Gehaltes von 3.15 Gew. % Na<sub>2</sub>O für die Zweiglimmergranite auf 1.09 Gew. % Na<sub>2</sub>O für die Greisen (Tab.1) verbunden, wobei hervorgehoben werden muß, daß für die Quarz-Muskovitgreisen der Gehalt auf unter 0.1 Gew. % Na<sub>2</sub>O absinkt.
- die eben zitierte Umwandlung ist weiters begleitet von einer merklichen Zunahme des Fe-Gehaltes.
- der eigenständige Charakter der "Biotitgranite" wird durch den geringeren SiO<sub>2</sub>-Gehalt sowie durch die hohen CaO- und MgO-Gehalte belegt, die geochemische Ähnlichkeit zum Eisgarner Granit ist hervorzuheben.

Im Bereich der Spurenelemente lassen sich folgende Besonderheiten hervorheben:

- die Biotitgranite weisen auch im Spurenelementchemismus Eigenständigkeit auf, insbesondere im Zr-, Sr- und im Rb-Gehalt.
- die anderen Nebelsteingranite weisen demgegenüber deutlich geringere Zr-Gehalte auf. Aus der Darstellung des Zr/Y- sowie des Zr/Sr-Verhältnisses läßt sich deutlich eine Gruppierung vornehmen, die die Eigenständigkeit der Nebelsteingranite einerseits und die Verwandtschaft des Biotitgranites zum Eisgarner Granit andererseits gut belegt (Abb.6).
- in der Darstellung Rb/Y+Nb (Abb.7) nach PEARCE et al. (1985), liegen die Nebelsteingranite neben dem Eisgarner Granit im Felde der "synorogenen Kollisionsgranite" und unterscheiden sich somit deutlich von dem eher als "volcanic arc"-Granit eingestuften Mauthausner (FINGER und HÜCK, 1987; KOLLER et al., 1987).

In Bezug auf die Elemente Mo, Sn und W lassen sich folgende Feststellungen treffen:

- eine merkbare Anreicherung des Molybdäns läßt sich für die Muskovitflatschengranite und natürlich insbesondere für die Greisen erkennen. Der analysierte

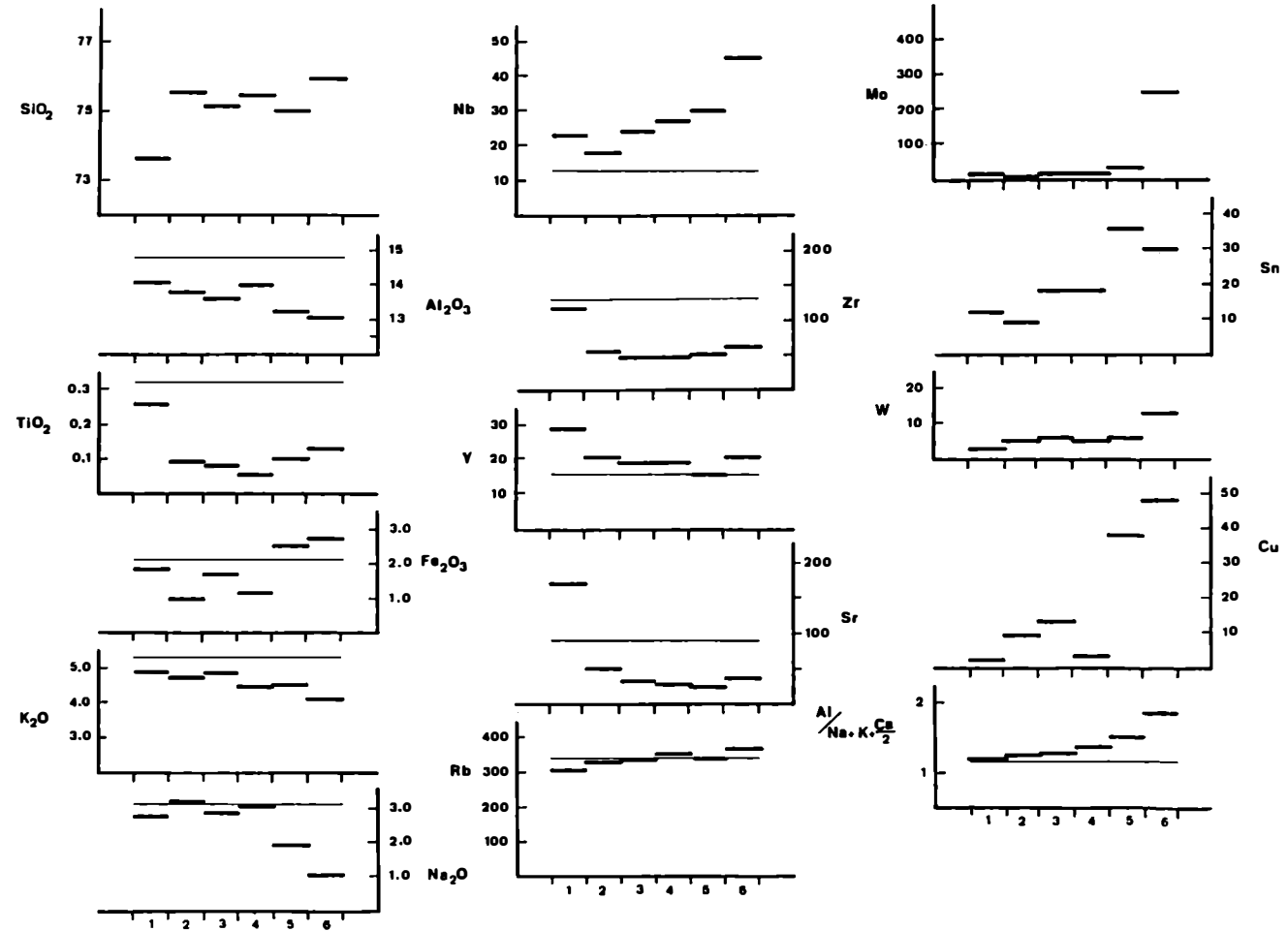


Abb.5: Darstellung der durchschnittlichen Zusammensetzung der Nebelsteingranite für die wichtigsten Hauptelemente sowie für einige Spurenelemente, zuzüglich des Parameters  $\text{Al}/(\text{Na} + \text{K} + 1/2\text{Ca})$ .  
 Legende: 1 = Biotitgranit, 2 = Zweiglimmergranit, 3 = Muskovitgranit, 4 = Aplitgranit, 5 = Muskovitflatschengranit, 6 = Greisen; die Vergleichsbasis des Eisgarn Granites wurde als dünne Linie eingetragen.

Tab.1: Zusammenstellung der durchschnittlichen Analysendaten der Nebelsteingranite sowie die Vergleichswerte für Weinsberger, Mauthausner und Eisgarner Granit (Mo,Sn,W emissionspektroskopisch, H<sub>2</sub>O als Glühverlust gravimetrisch, alle übrigen RFA-analytisch, Fe<sub>101</sub> als Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> verrechnet; Hauptelemente in Gew. %, Spurenelemente in ppm).  
 Legende: N-1 Biotitgranit, N-2 Zweiglimmergranit, N-3 Muskovitgranit, N-4 Muskovitflatschengranit, N-5 Greisen und N-6 ebel.Aplitgranite der Nebelsteingranitsuite; W Weinsberger, M Mauthausner sowie E Eisgarner Granit; Al\* für Al/(Na+K+1/2Ca).

	N-1	N-2	N-3	N-4	N-5	N-6	W	M	E
I n=	3	4	10	6	29	4	6	8	3
SiO <sub>2</sub>	73.60	75.54	75.15	74.99	75.92	75.48	63.36	69.51	71.16
TiO <sub>2</sub>	0.26	0.09	0.08	0.10	0.13	0.06	0.87	0.43	0.32
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14.08	13.78	13.62	13.21	13.07	13.98	16.81	15.43	14.78
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.83	0.96	1.71	2.52	2.70	1.17	4.76	2.40	2.08
MnO	0.04	0.03	0.01	0.02	0.03	0.01	0.06	0.04	0.02
MgO	0.44	0.14	0.09	0.12	0.21	0.05	1.60	0.92	0.49
CaO	1.08	0.59	0.46	0.42	0.45	0.32	3.41	2.50	1.02
Na <sub>2</sub> O	2.75	3.15	2.82	1.91	1.09	3.03	3.39	3.78	3.11
K <sub>2</sub> O	4.89	4.72	4.87	4.52	4.11	4.47	4.36	3.68	5.31
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.17	0.10	0.11	0.15	0.19	0.10	0.38	0.17	0.26
H <sub>2</sub> O	0.92	0.69	0.91	1.55	1.75	1.16	0.80	1.28	1.09
I	100.06	99.79	99.83	99.51	99.65	99.83	99.80	100.14	99.64
Nb	23	18	24	30	45	27	20	11	13
Zr	136	56	47	49	62	48	395	161	132
Y	29	21	19	16	21	19	26	19	16
Sr	173	50	30	25	35	26	326	368	89
Rb	312	337	340	345	367	353	173	140	341
Cu	2	9	13	38	48	3			
Mo	1	1	5	29	250	2			
Sn	12	9	18	36	30	18			
W	3	5	6	6	13	5			
K/Rb	130	116	119	109	93	105	209	218	129
Rb/Sr	1.80	6.7	11.3	13.8	10.5	13.6	0.53	0.38	3.83
Na/K	0.85	1.01	0.88	0.64	0.40	1.03	1.18	1.56	0.89
Al*	1.20	1.21	1.27	1.50	1.85	1.34	1.02	1.05	1.16
Zr/Y	4.69	2.67	2.47	3.06	2.95	2.53	15.2	8.47	8.25
Zr/Rb	0.44	0.17	0.14	0.14	0.17	0.14	2.28	1.15	0.39

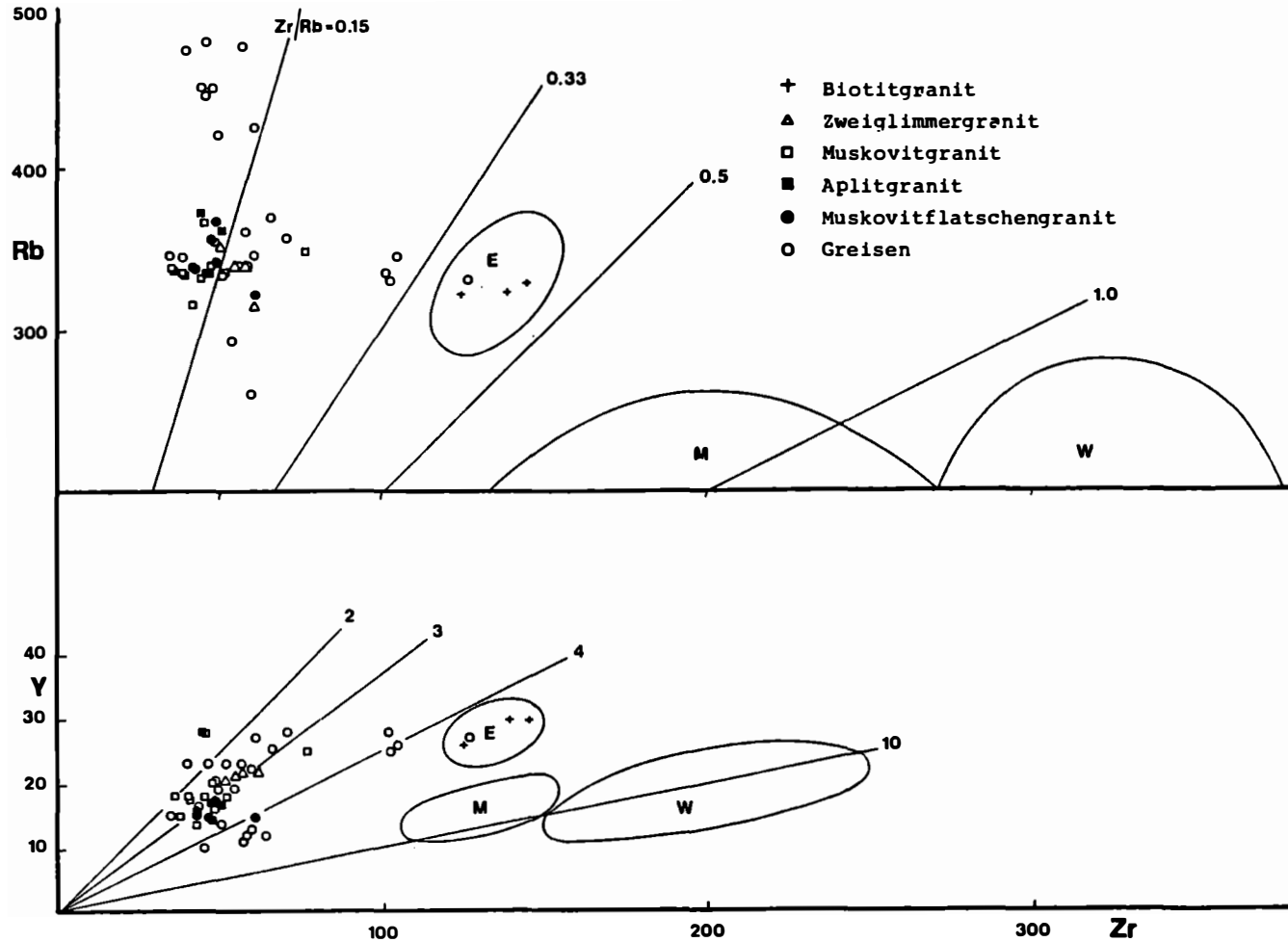


Abb.6: Darstellung Rb versus Zr und Y versus Zr für die untersuchten Nebelstein Granite, zusätzlich sind die Linien gleicher Zr/Rb- und Zr/Y-Quotienten dargestellt. Weiters sind die Bereiche für den Weinsberger Granit mit (G), für den Mauthausner mit (M) und für Eisgarner mit (E) in Form von Feldern nach FINGER und HÖCK (1987) sowie KOLLER et al. (1987) dargestellt.

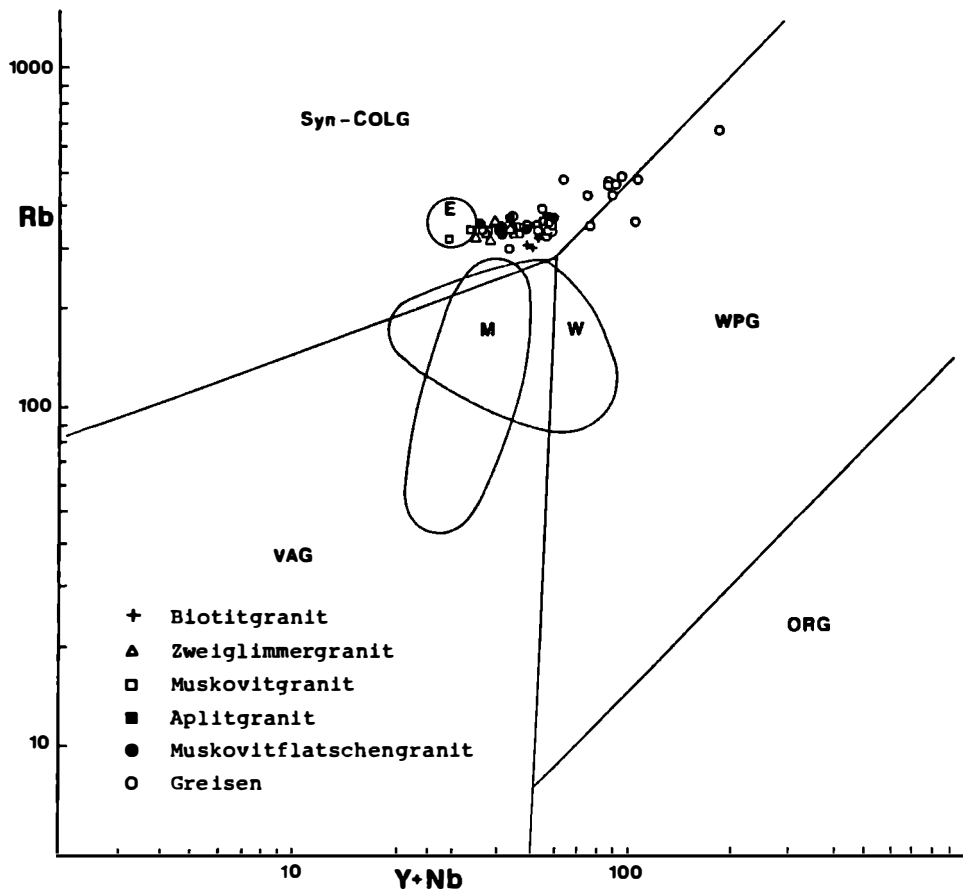


Abb.7: Diagramm Rb versus Y + Nb nach PEARCE et al. (1985).  
 Legende: Syn-COLG für synorogenen Kollisionsgranit, VAG für "volcanic arc"-Granit, WPG für "with in plate"-Granit und ORG für "ocean ridge"-Granit; Felder für Weinsberger (W), Mauthausner (M) und Eisgarner (E) Granit nach FINGER und HÖCK (1987) sowie KOLLER et al. (1987).

- Maximalgehalt beträgt 700 ppm Mo über 1 m Mächtigkeit, respektive ca. 450 ppm Mo über 9 m Mächtigkeit. Die Zweiglimmergranite als "Stammgranite" der Vergreisung weisen demgegenüber den normalen geochemischen Grundwert für Granite auf.
- für das Sn läßt sich eine leichte geochemische Erhöhung für alle in der Tab.1 angeführten Granite erkennen, wobei die höchsten Gehalte wieder in den Muskovitflatschengraniten und in den Greisen festzustellen sind; analysierter Maximalgehalt ist 120 ppm Sn für Glimmergreisen.
- unsignifikant sind die Konzentrationen an W; der festgestellte Maximalgehalt beträgt 110 ppm W, ebenfalls für die Glimmergreisen.
- diese beiden zuletzt zitierten Maximalgehalte für Sn und W treten in einer Probe auf, die innerhalb von Glimmergreisen eine Verquarzung zeigt. Gleichzeitig übersteigt der Mo-Gehalt in dieser Probe nicht den geochemischen Grundwert. Die Verquarzung bewirkt somit eine geochemische Trennung von Sn, W einerseits und Mo andererseits.
- der Kupfergehalt steigt ebenfalls mit fortschreitender Vergreisung und erreicht im Maximum 240 ppm Cu.
- es fehlt im untersuchten Komplex jede erkennbare Anreicherung der Elemente Pb, Zn, As, Be, Li oder F.

## 8. Zusammenfassung und lagerstättenkundliche Schlußfolgerungen

Im Bereich des Nebelsteins wurde eine Abfolge granitischer Gesteine aufgefunden, die eine progressive Umwandlung von einem Biotitgranit bis zu Greisengesteinen aufweisen. Diese als Nebelsteingranite bezeichneten Gesteine sind auf Grund der Hauptelement- sowie der Spurenelementchemismen mit keinem der Hauptgranittypen des Südböhmischen Plutons zu parallelisieren, sondern sie stellen eine eigene magmatische Entwicklung dar. Dies wird durch die Sr-Isotopenuntersuchungen von SCHARBERT (1987) bestätigt.

Diese Granite sind als SiO<sub>2</sub>-reiche, kalibetonte Leukogranite von peraluminösem Charakter mit  $[Al / (Na + K + 1/2Ca) = 1.2 - 1.5]$  zu beschreiben, ihr K/Rb-Quotient liegt bei 110 (Tab.1). Im Spurenelementchemismus, abgesehen vom Biotitgranit, fällt vor allem ihr geringer Zr-Gehalt (ca. 50 ppm) auf, der beispielsweise um den Faktor 3 niedriger als der Zr-Gehalt des Eisgarner Granits ist (Tab.1, Abb.6).

Die progressive, autohydrothermale Umwandlung ist durch eine fortschreitende Verdrängung der Feldspäte, wobei sich die Plagioklase dieser Umwandlung gegenüber als resistenter erwiesen als die Kalifeldspäte, und eine damit verbundene Zunahme von Muskovit zu charakterisieren. Endstufe dieser Umwandlung stellen im Falle des Nebelsteins die "Quarz-Muskovit-Greisen" dar.

Diese Umwandlung ist gleichzeitig mit einer SiO<sub>2</sub>-Zunahme um rund 7 Gew. %, relativ zu Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, und einer extremen Na-Abnahme verknüpft. Die Na-Werte der Quarz-Muskovit-Greisen können unter 0.1 Gew. % Na<sub>2</sub>O sinken. Die mit der Vergreisung verknüpfte Sulfidmineralisation schlägt sich in einer Zunahme des Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Gehaltes von 0.96 Gew. % Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> für die Zweiglimmergranite auf 2.70 Gew. % Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> für die Greisen nieder.

Die Vererzung ist eine disseminierte Mineralisation und durch das Auftreten von Molybdänglanz-Pyrit-Magnetkies sowie durch Spuren von Kupferkies gekennzeichnet. Sie ist im wesentlichen an die Greisenkörper gebunden. Die Molybdänglanzgehalte bewegen sich im Bereich einiger hundert ppm Mo.

Die Greisen bilden sowohl irregulär geformte Körper im 10-er m Bereich innerhalb der Muskovitgranite respektive Muskovitflatschengranite als auch kontaktparallele Zonen mit Mächtigkeiten im m-Bereich, die den Kontakten Muskovitgranit - Mauthausner Granit (bzw. Weinsberger Granit) im Abstand einiger m folgen. Sämtliche Kontakte zu den beiden letztgenannten Graniten sind scharf ausgebildet.

Die Sulfidmineralisation der Greisen ist nicht von einer Anreicherung der Elemente Sn, W, Li, Be und F bzw. der dazugehörigen Mineralphasen begleitet.

Charakteristisch für die gegenständliche Granit-Greisen-Abfolge und in diesem Zusammenhang durchaus ungewöhnlich ist das Auftreten von Magnetit, sowohl in den Zweiglimmergraniten wie auch in den Muskovitgraniten und Greisen. Der Magnetit ist ausnahmslos in Gestalt xenomorpher mehr/minder kugeliger Aggregate, die Fingernagelgröße erreichen können, entwickelt. Er ist zweifelsohne als sekundäre Bildung zu deuten und steht im genetischen Zusammenhang mit der Vergreisung.

Abgesehen von den bescheidenen Molybdängehalten ist die lagerstättenkundliche Situation im Sinne einer ökonomischen Betrachtungsweise aufgrund nachfolgend angeführten Argumenten als ungünstig zu bezeichnen:

1. Das Fehlen von Verquarzungen größeren Ausmaßes und damit das Fehlen einer an Quarzgänge gebundenen Mineralisation.
2. Die vergleichsweise eintönige Mineralogie der Vererzung und der sie tragenden Greisengesteine sowie das praktisch vollständige Fehlen von Anreicherungen der Elemente Li, Be und F.
3. Die äußerst geringen Gehalte an Na<sub>2</sub>O innerhalb der Greisen; zahlreiche Beispiele, z.B. aus dem Erzgebirge und auch aus Cornwall belegen den engen Zu-

sammenhang von wirtschaftlich bedeutsamen Anreicherungen von Erzmineralien parallel zum Auftreten Na-reicher Gesteine (Albitite).

4. Das offenkundige Fehlen ausgeprägter Störungen innerhalb des mineralisierten Bereiches, die als "Wegsamkeiten" hätten fungieren können.

Die geologische Position (Abb.4) und Art der Vererzung sowie die unter 1. - 3. angeführten Beobachtungen lassen den Schluß zu, daß das derzeitige Erosionsniveau einen Schnitt durch die Wurzelzone einer ehemals größeren vererzten Struktur darstellen.

#### Literatur

- ERICH, A., SCHWAIGHOFER, B. (1977): Geologische Karte der Republik Österreich 1 : 50.000, Blatt 18 Weitra. - Geol. Bundesanst. Wien.
- FINGER, F., HÜCK, V. (1987): The Hercynian granite types in the southern part of the Bohemian massif (Austria, Europe). - *Geology*, in press.
- FUCHS, G., SCHWAIGHOFER, B. (1977): Geologische Karte der Republik Österreich 1 : 50.000, Blatt 17 Großpertholz. - Geol. Bundesanst. Wien.
- FUCHS, G., SCHWAIGHOFER, B. (1978): Erläuterungen zu Blatt 17 Großpertholz. - Wien: Geol. Bundesanst.
- KOLLER, F., GRATZER, R., NIEDERMAYR, G. (1987): Die Ganggesteine in den Dioriten des nördlichen Waldviertels. - *Ann. Naturhist. Mus. Wien*, 88, Serie A, 1-21.
- KURAT, G. (1965): Der Weinsberger Granit im südlichen österreichischen Moldanubikum. - *Tschermaks Min. Petr. Mitt.*, 9, 202-227.
- PEARCE, J.A., HARRIS, N.B.W., TINDLE, A.G. (1985): Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. - *J. Petrol.*, 25, 956-983.
- RICHTER, W. (1965): Petrologische Untersuchungen am Mauthausner Granit im österreichischen Moldanubikum. - *Tschermaks Min. Petr.Mitt.*, 10, 265-296.
- SCHARBERT, S. (1966): Mineralbestand und Genese des Eisgarner Granits im niederösterreichischen Waldviertel. - *Tschermaks Min. Petr.Mitt.*, 11, 388-412.
- SCHARBERT, S. (1987): Zur Altersstellung der Magmatite im Moldanubikum. - *Mitt. Österr. Min. Ges.*, 132, im Druck.
- SEIBERL, W., HEINZ, H. (1986): Aero-geophysikalische Vermessung im Raum Weitra. - Abschlußbericht Forschungsprojekt NC-69/84, Österr. Akad. d. Wiss. und Geol. Bundesanst. Wien, 41 S.
- STRECKEISEN, A. (1974): Classification and nomenclature of plutonic rocks. - *Geol. Rundschau*, 63, 773-786.
- ZIER, Ch. (1983): Unpublizierter Kartierungsbericht. - MINEREX (Mineralexplorations-GmbH), Wien.