

EXKURSION D: MINERALISIERTE GRANITE IM SÜDBÖHMISCHEN PLUTON

von

**Karel Breiter⁺, Richard Göd⁺⁺, Friedrich Koller⁺⁺⁺,
Peter Slapansky⁺⁺⁺⁺ und Lubomir Kopecký⁺**

1. Einleitung und Geologie des Exkursionsgebietes

Der variszische Südböhmische Pluton ist mit etwa 6000 km² der größte zusammenhängende Granitoidkomplex in der Böhmisches Masse. Dieser variszische Batholith intrudierte auf beiden Seiten der Böhmisches-Österreichischen Grenze zwischen der Stadt Jihlava im Norden und der Donau im Süden in hochmetamorphe Paragneise der Monotonen Serie (Ostrong Einheit nach FUCHS & MATURA, 1976).

Der Batholith selber zeigt einen komplexen Aufbau und ist aus mehreren individuellen Intrusionen zusammengesetzt. Die Abfolge der einzelnen Granitintrusionen wurde in letzten Zeit intensiv untersucht und diskutiert (FINGER & HÖCK, 1986; LIEW et al., 1989; SCHARBERT, 1987; KLEČKA & MATĚJKA, 1992; KOLLER, 1994; KLÖTZLI & PARRISH; 1994; FRANK, 1994). Basierend auf petrographischen und geochemischen Untersuchungen kann folgende magmatische Abfolge postuliert werden:

1. Eine ältere Gruppe von syn-orogenen Granitoiden mit unterschiedlich deutlicher Auswirkung spätvariszischer Deformation. Diese Gesteine sind 350 -

⁺ Dr. Karel Breiter, Dr. Lubomir Kopecký
Czech Geological Survey
Geologická 6, CZ-15200 Praha 5

⁺⁺ Dr. Richard Göd
BFPZ Arsenal, Geotechnisches Institut
Franz Grillstraße 9/214, A-1030 Wien

⁺⁺⁺ Ass.-Prof. Univ.-Doz. Dr. Friedrich Koller
Institut für Petrologie, Universität Wien
Dr. Karl Lueger-Ring 1, A-1010 Wien

⁺⁺⁺⁺ Dr. Peter Slapansky
Geologische Bundesanstalt
Rasumofskygasse 23, A-1030 Wien

335 Ma alt und eng mit der Migmatisierung der umgebenden Paragneise verknüpft. Im österreichischen Anteil des Südböhmischen Plutons werden diese Granite meist als Weinsberger Granit bezeichnet. Dazu gehört möglicherweise auch der Rastenberger Granodiorit.

2. Eine jüngere Gruppe granitoider Gesteine mit spät- bis post-orogenen, undeformierten Graniten (333 - 315 Ma), die während der spätvariszischen Dehnung und Heraushebung intrudiert sind. Hierher gehören die feinkörnigen Biotitgranite (Mauthausener Granit, Freistädter Granodiorit, etc.) sowie der Eisgarner Granit. Nach den Ergebnissen von KOLLER et al. (1993) können die feinkörnigen Biotitgraniten, die wie der Schremser Granit als Äquivalente des Mauthausener Granits angesehen wurden, unterschiedliche Intrusionen darstellen. Im Exkursionsgebiet läßt sich folgende Untergliederung durchführen:
 - a. der Granit "Lásenice", ein feinkörniger Biotit- bis Zweiglimmergranit, bildet den NW-Randbereich des Südböhmischen Plutons sowie einige isolierte Körper nordwestlich des Batholiths. Dieser Granit ist in der Umgebung von regionalen tektonischen Zonen schwach deformiert (KLEČKA & RAJLICH, 1984).
 - b. der Granittyp "Eisgarn", ein meistens mittelkörniger, teilweise porphyrischer Zweiglimmergranit, bildet den größten Teil des Plutons. Fein- oder grobkörnige Varietäten innerhalb dieser Intrusion sind möglicherweise etwas jünger als die Hauptphase. Im Böhmischem Anteil wird die mittelkörnige Hauptphase als Typ "Čiměř" und die grobkörnige Varietät als Typ "Landštejn" genannt. Im österreichischen Anteil wurde keine Untergliederung vorgenommen.
3. Kleine Stöcke innerhalb des Eisgarner Granits, die üblicherweise hochfraktioniert und lokal mineralisiert sind. Es können dabei folgende Intrusionen untergliedert werden:
 - a. Die Biotitgranite (Hirschenschlag/Kozí hora, Nebelstein und ihre Begleitgesteine (Abb. 1 und 2) sind mit einer sulfidreichen Molybdänit-Magnetit-Mineralisation verknüpft (GÖD & KOLLER, 1987, 1989; GÖD, 1989; KOLLER et al., 1992). Die Gemeinsamkeiten und Unterschiede der beiden Intrusivkörper einschließlich der Gneisgesteine wurden von KOLLER et al. (1994) beschrieben. Im Falle von "Hirschenschlag - Kozí hora" (Abb. 1) findet man auch Kalifeldspatitisation (GÖD, 1989).
 - b. Leukogranite vom Typus Unterlembach, die gegenüber dem Eisgarner Granit durch Stockscheider-ähnliche Gesteine abgetrennt sind.
 - c. Mehrere, unterschiedliche Typen saurer Ganggesteine (Abb. 1) mit porphyrischer Textur (BREITER, 1993; KLEČKA et al., 1994).
 - d. Der Granit "Homolka" (Abb. 1) ist ein mittelkörniger Albit-(Li-Muskovit)-Topas-Granit mit einer Sn-Nb-Ta-Mineralisation (BREITER, 1992, 1993, 1994).
 - e. Daneben findet man einige Bereiche, die durch ihre aeromagnetischen Anomalien, Alterationsphänomäne sowie Gneisenbildung gekennzeichnet sind, und als Dachareale nicht aufgeschlossener jüngerer Granitintrusionen angesehen werden. Es sind dies Areale bei Reingers, Weitra und Liebenau (PŘICHYSTAL, 1992, 1994).

Der Eisgarner-Granit ist im österreichischen Anteil mittels Rb-Sr-Methode an Gesamtgesteinen mit einem Alter von 317 Ma (SCHARBERT, 1987), der Nebelstein-Granit mit $311,4 \pm 1,4$ Ma datiert. $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ -Muskovit-Alter von unterschiedlichen Muskoviten der Nebelsteingranite (KOLLER et. al., in Vorb.) stehen in guter Übereinstimmung mit der Rb-Sr-Isochrone von SCHARBERT (1987).

2. Zur Prospektion im Österreichischen Anteil der Böhmisches Masse

2.1. Allgemeines

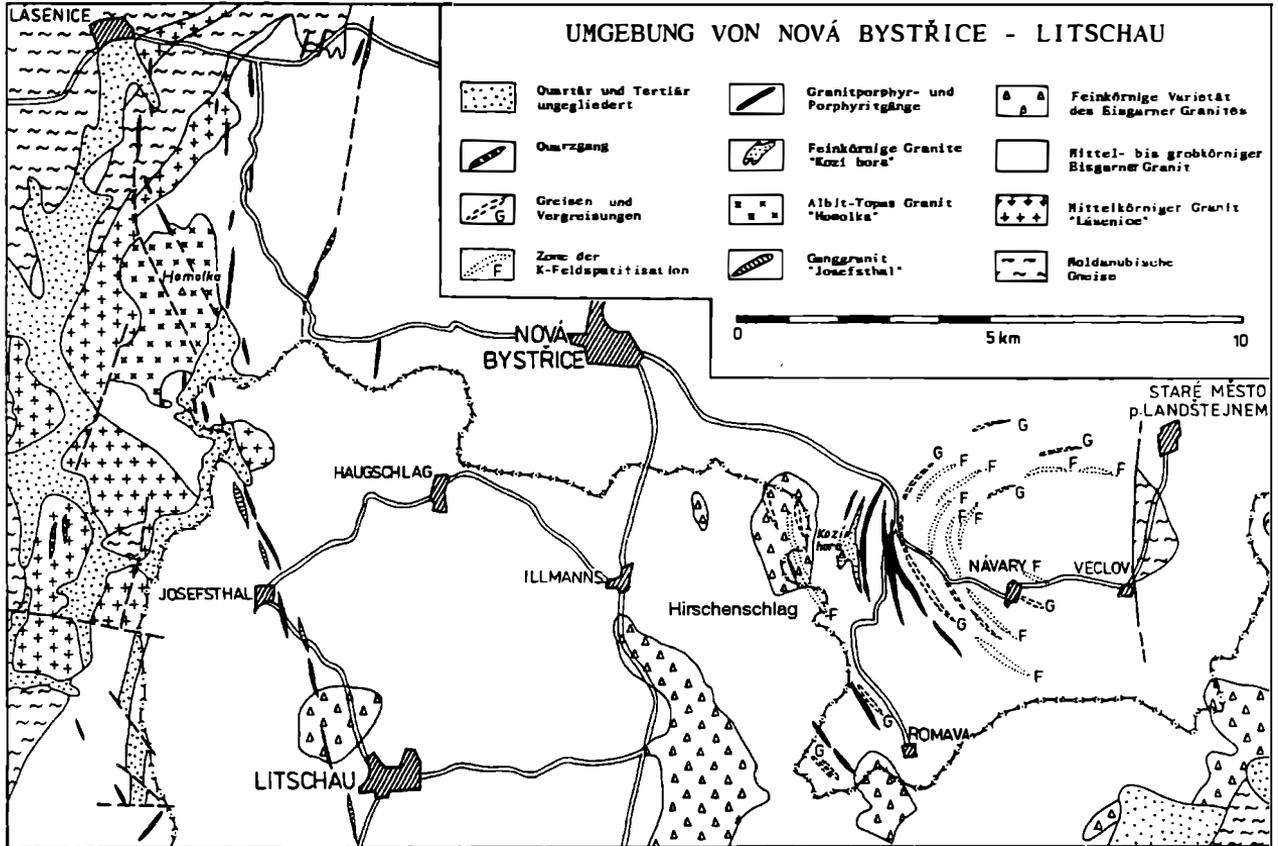
Der österreichische Anteil am Moldanubikum war bis in die jüngere Vergangenheit noch niemals mit modernen Methoden lagerstättenkundlich untersucht worden. Als Folge der Rohstoffdebatte der 70-Jahre wurden im Bereich des Moldanubikums in den Jahren 1978 - 1986 umfangreiche Prospektionsarbeiten durchgeführt. Ein Prospektionsprogramm im dessen Rahmen rund ein Drittel des österreichischen Anteils an der Böhmisches Masse untersucht wurde, führte zum Auffinden unbekannter Vererzungen (GÖD, 1988, 1989). Von diesen sind die Molybdän-führenden Greisen des Nebelsteins und von Hirschenschlag sowie die Uranmineralisation bei Unterlembach/Gmünd Zielgebiete der Exkursion. Es bietet sich daher an, im gegebenen Zusammenhang die damalige Vorgangsweise sowie die grundlegenden Überlegungen der Prospektionskampagne kurz darzustellen.

2.2. Höffigkeitsanalyse

Ohne hier auf laufende geologische Diskussionen eingehen zu wollen, läßt sich der österreichische Anteil des Moldanubikums vom Standpunkt der Prospektion als ein variszisches, hochgradig metamorphes Grundgebirge beschreiben, in das im Varizikum flächenmäßig ausgedehnte granitische Magmen in mehreren, zeitlich aufeinanderfolgenden Phasen intrudierten.

Innerhalb der metamorphen Gesteinseinheiten erschien die Lithologie der "Bunten Serie" als mögliches Prospektionsziel, was auch durch das Auffinden einer an Kalksilikatgesteine gebundenen Scheelitmineralisation bestätigt wurde (GÖD, 1981; BERAN et al., 1985). Innerhalb der granitischen Areale war den posttektonischen (spätvariszischen), jüngsten Intrusionskörpern in Zusammenhang mit großtektonischen Lineamenten die höchste Prospektivität zuzumessen. Bestes Beispiel hierfür ist der Raum W und NW Weitra, wo auf einer Fläche von knapp 200 km^2 nicht nur die drei Hauptintrusivkörper des südböhmischen Plutons kleinräumig zusammentreffen, sondern wo gleichzeitig zwei NE-SW streichende Großstrukturen sowie eine prominente NW-SE Struktur zusammentreffen (Abb. 2). Die Richtigkeit dieser Überlegungen wurde auch sofort nach Aufnahme der Prospektionsarbeiten durch das Auffinden der Molybdänvererzung Nebelstein (GÖD & KOLLER, 1989) bestätigt, wobei die "minerogenetische Potenz" dieses Gebietes nachträglich noch durch das Auftreten einer markanten aeromagnetischen und aeroradiometrischen Anomalie im Bereich Nebelstein (SEIBERL & HEINZ, 1986) unterstrichen wurde. Auch die noch zu besprechende Uranmineralisation Unterlembach fällt in dieses Prospektionsgebiet und ist im übrigen ebenfalls durch eine aeroradiometrische Anomalie indiziert.

Abb. 1: Geologische Karte der Umgebung von Nová Bystrice - Litschau.



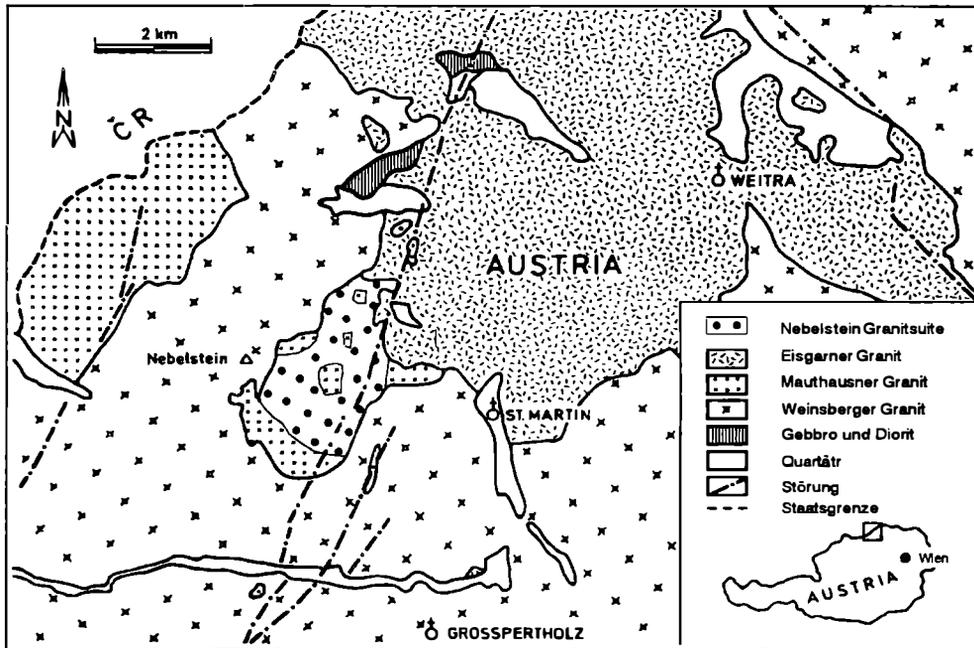


Abb. 2: Geologische Karte im Bereich Nebelstein und Weitra, modifiziert nach FUCHS & SCHWAIGHOFER (1978), SCHWAIGHOFER (1978) und GÖD & KOLLER (1987, 1989).

2.3. Prospektionsmethode

Bei der Wahl der Prospektionsmethode wurde auf die großen Erfahrungen tschechischer Arbeitsgruppen, besonders jener innerhalb der "Geoindustria"/Jihlava zurückgegriffen und die von diesen mitentwickelte (nach dem Wissensstand des Verfassers jedoch niemals publizierte) und in der Folge kommerziell angebotene Methode der Schwermineralanalyse ("Schlichbeprobung") vollinhaltlich übernommen. Im wesentlichen beruht diese Vorgangsweise auf einer semiquantitativen, unter dem Binokular vorgenommenen Bestimmung aller in einem Schwerminerkonzentrat auftretenden, also auch der gesteinsbildenden Minerale. Es ist einleuchtend, daß eine solche mineralogische Bestimmung des Schwerminerkonzentrates durch die Erfassung möglicher Paragenesen wesentlich aussagekräftiger ist als die chemische Analytik. Beispielsweise läßt die Analytik naturgemäß keine Unterscheidung zwischen Wolframit und Scheelit zu, auch hohe Zinngehalte in der Analytik müssen keineswegs durch Zinnstein hervorgerufen sein. Darüberhinaus erlaubte die Erfahrung nach einiger Zeit, aus dem Rundungsgrad etwa des Kassiterites, sofort zu unterscheiden, ob es sich im Einzelfall um eine Verwitterungsanreicherung handelte oder um ein Primärvorkommen, was naturgemäß unmittelbare Auswirkung auf die Prospektion hatte. Ein Beispiel für eine solche Verwitterungsanreicherung bieten etwa Zinnsteinanreicherungen im Raume N Gmünd, die sich auch im geochemischen Atlas widerspiegeln. Im Laufe der Prospektionsarbeiten erwies sich diese

Methode Darüber als deutlich sensitiver als die reine Analytik, wie beispielsweise im Falle des Nebelsteins belegt ist. Diese Greisenstruktur wurde aufgrund einer auffälligen Wolframitanomalie in den örtlichen Gerinnen aufgefunden und ist weder in der chemischen Analytik noch im "Geochemischen Atlas der Republik Österreich" (THALMANN et al., 1989) angedeutet. Für die Suche nach sulfidischen Vererzungen ist diese Methode aufgrund des Verwitterungsverhaltens der Sulfide ungeeignet. In der Praxis wurde daher eine Kombination beider Methoden gewählt, die ein Optimum der Interpretation erlaubte.

Praktisch gleichzeitig mit den laufenden Arbeiten erschienen die Ergebnisse der Hubschrauber-geophysik (SEIBERL & HEINZ, 1986), wobei in der Zusammenschau vor allem die Beobachtung von Interesse ist, daß die Vergreisenungen Nebelstein und Hirschenschlag (siehe unten) jeweils durch prominente aeromagnetische Anomalien gekennzeichnet sind, wodurch die magnetischen Anomalien im Bereich der südlichen (?) Böhmisches Masse als potentielle Prospektionsziele gelten können.

2.4. Durchgeführte Prospektionsarbeiten

In den Jahren 1982 bis einschließlich 1986 wurde unter Einsatz der eben dargestellten Methode eine Fläche von rund 2860 km² prospektiert und dabei ca. 3500 Schwermineralkonzentrate aufgesammelt, dies entspricht einer Probenahmedichte unter Einschluß von Detailbeprobungen - von 1,25 Proben pro km². Dabei aufgefundene und für weiter untersuchenswert beurteilte Teilgebiete wurden zusätzlich durch insgesamt rund 4400 Schurf- respektive Bodenproben sowie mittels 3300 lfm Kernbohrungen im Detail exploriert.

2.5. Geophysikalische Untersuchungen

Aerogeophysikalische Untersuchungen (SEIBERL & HEINZ, 1986; HEINZ & SEIBERL, 1994; HÜBL et al., 1994) haben gezeigt, daß die mineralisierten Granite auch durch ausgeprägte magnetische Anomalien gekennzeichnet sind (Abb. 3), die wahrscheinlich mit der verbreiteten Magnetitbildung in den Greisengesteinen (GÖD & KOLLER, 1987, 1989; GÖD, 1989; KOLLER et al., 1992, 1994) im Zusammenhang stehen. Im Bereich der Nebelsteinintrusion (Abb. 3), die als erodierte Wurzelzone einer granitgebundenen Mineralisation angesehen wird (GÖD & KOLLER, 1989), ist diese Anomalie nicht mehr so intensiv ausgeprägt wie im Hirschenschlagkomplex (HEINZ & SEIBERL, 1994). Die markante aeromagnetische Anomalie östlich der Nebelsteinintrusion bei St. Martin (Abb. 3) wird auf eine im Untergrund befindliche Intrusion zurückgeführt. Neben der magnetischen Anomalie sind die mineralisierten Granite auch durch anomale U/Th-Verhältnisse gekennzeichnet. Dies ist auch in der Radiometrie-Ergebnissen (Abb. 3) für das Beispiel Nebelstein sehr gut erkennbar.

3. Geochemie der mineralisierten Granite

Gegenstand der Exkursion sind die Greisen-gebundenen Mineralisationen im Bereich Homolka, Hirschenschlag/Kozí hora und Nebelstein sowie die Uranmineralisation von Unterlembach.

MESSGEBIET WEITRA

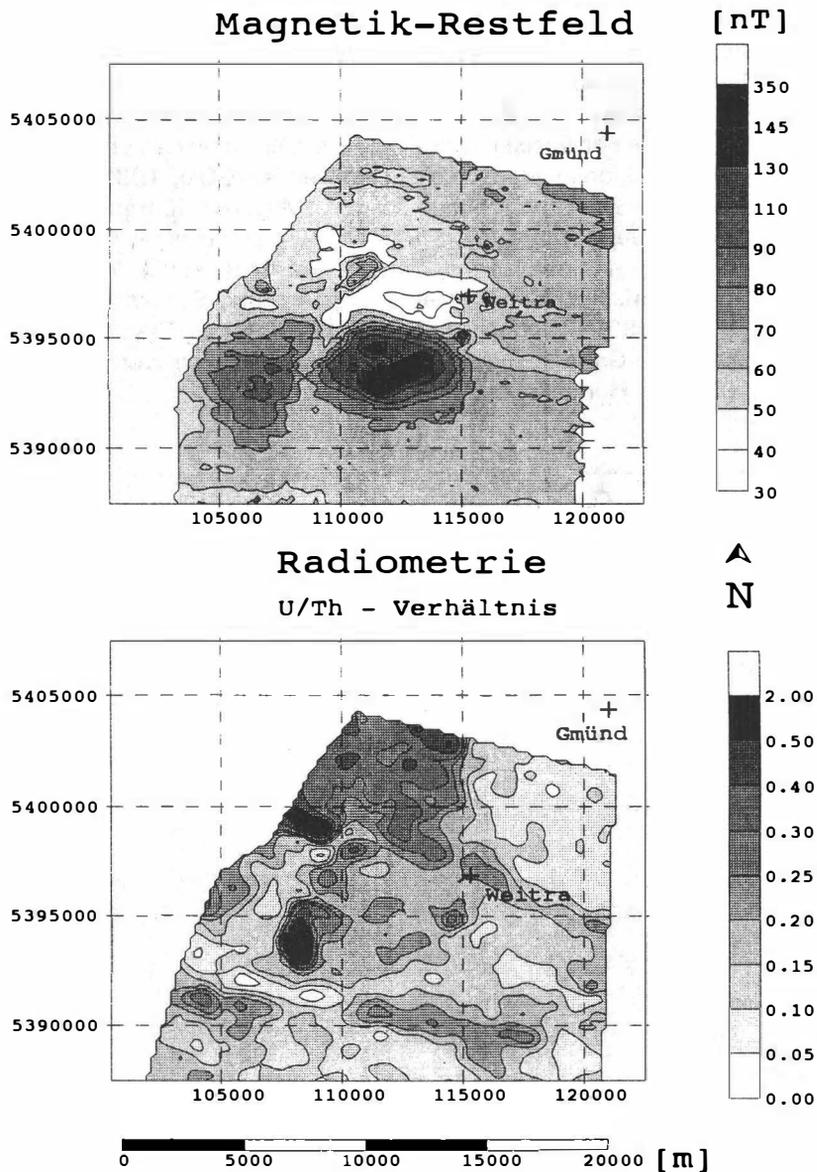


Abb. 3: Aerogeophysikalische Untersuchungsergebnisse im Bereich Nebelstein - Weitra nach SEIBERL & HEINZ (1986). a) Karte des aeromagnetischen Restfeldes mit der starken Anomalie bei St. Martin (E) und der schwächeren im Bereich Nebelstein (W); b) γ -Spektrometrieergebnisse dargestellt als U/Th-Verhältnis mit der Anomalie im Bereich des Nebelsteins.

Die Mineralisierungen am Nebelstein und in Hirschenschlag sind an die Vererzungszonen im Zusammenhang mit jungen Biotitgraniten gebunden. Die Vererzung am Nebelstein ist eine disseminierte Molybdänit-Pyrit-Pyrrhotit-(±Chalkopyrit) Mineralisation innerhalb von Quarz-Muskovit-Greisen. Die Vererzung in Hirschenschlag tritt sowohl gangförmig (Anklänge an eine "sheeted vein"-Mineralisation) als auch in Greisenkörpern auf. Diese führen Molybdänit, Fluorit und Pyrit sowie lokal Magnetit, untergeordnet noch Zinkblende und Bleiglanz. Es handelt sich dabei um die apikalen Anteile einer Greisenvererzung, die hier im Vergleich zum Nebelstein in einem höheren Erosionsniveaus aufgeschlossen ist (GÖD, 1989, KOLLER et al., 1994). Der Homolka-Granit besteht aus einem Li-Muskovit-führenden Albit-Topas-Granit mit hohem P-Gehalt, niedrigem Gehalt an SEE sowie einer Anreicherung von Sn, Nb und Ta in den nicht alterierten Partien (BREITER, 1993). An den Homolka-Granit sind porphyrische Ganggesteine, Aplite und Stockscheider geknüpft (BREITER, 1992, 1993). Auch der feinkörnige Josefthal-Granit zählt zu diesen Granitvarietäten. Die Granitintrusion und ihre Ganggesteine werden von BREITER & FRÝDA (1994) als Homolka-Zentrum bezeichnet.

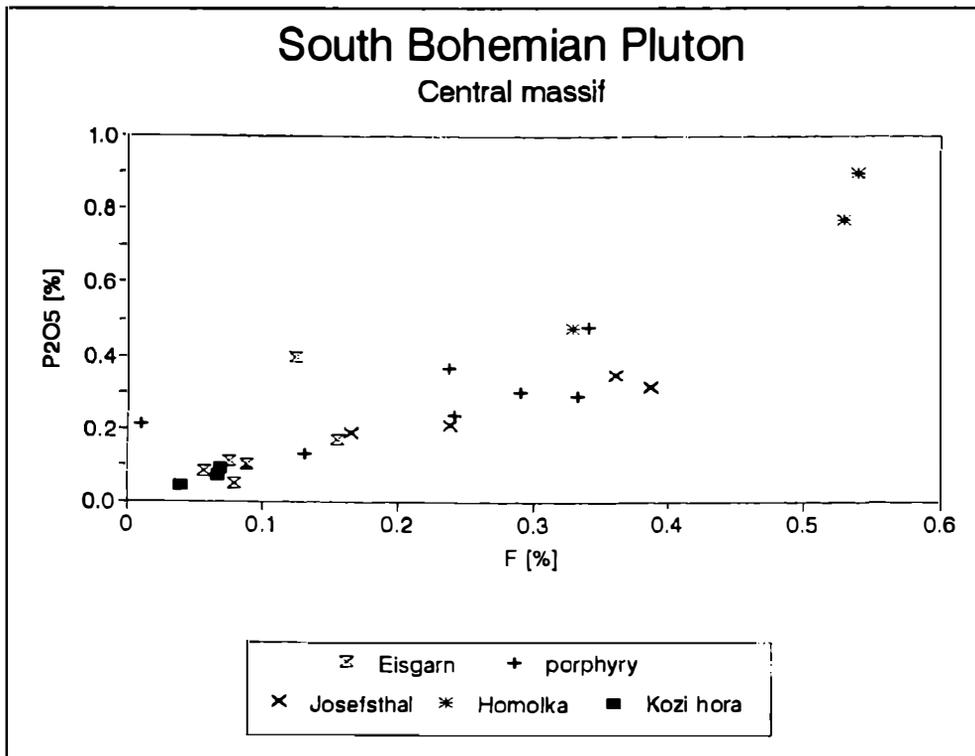


Abb. 4: Darstellung der P₂O₅- vs. F-Gehalte für die Granite im Bereich Nová Bystřice - Litschau.

Gestein	Felsitische Porphyre	Granit-porphyr	Josefsthal Granit	Homolka gleichk. Granit	Homolka porphyr. Granit
SiO ₂	72,40	73,50	74,40	71,40	73,20
TiO ₂	0,11	0,17	0,04	0,02	0,07
Al ₂ O ₃	14,40	13,90	13,90	16,20	14,60
Fe ₂ O ₃	0,35	0,50	0,40	0,45	0,53
FeO	0,89	0,98	0,37	0,25	0,28
MnO	0,04	0,04	0,04	0,20	0,04
MgO	0,20	0,27	0,04	0,75	0,96
CaO	0,59	0,50	0,54	1,20	0,47
Li ₂ O	0,05	0,06	0,05	0,13	0,09
Na ₂ O	3,90	3,20	3,80	4,20	4,00
K ₂ O	4,20	5,00	3,80	3,65	4,20
P ₂ O ₅	0,48	0,29	0,35	0,90	0,48
F	0,34	0,33	0,36	0,54	0,33
Rb	388	465	601	1430	802
Sr	15	41	<7	74	21
Y	7	8	6	4	--
Zr	<7	52	14	12	10
Sn	10	8	35	132	58
Nb	19	40	25	62	36
Ta	--	20	18	25	18

Tab. 1: Analysen typischer Gesteine der Homolka-Intrusion (Angaben für SiO₂ - F in Gew. %; alle übrigen Werte in ppm; -- für Werte unter der Nachweisgrenze) nach BREITER (1992).

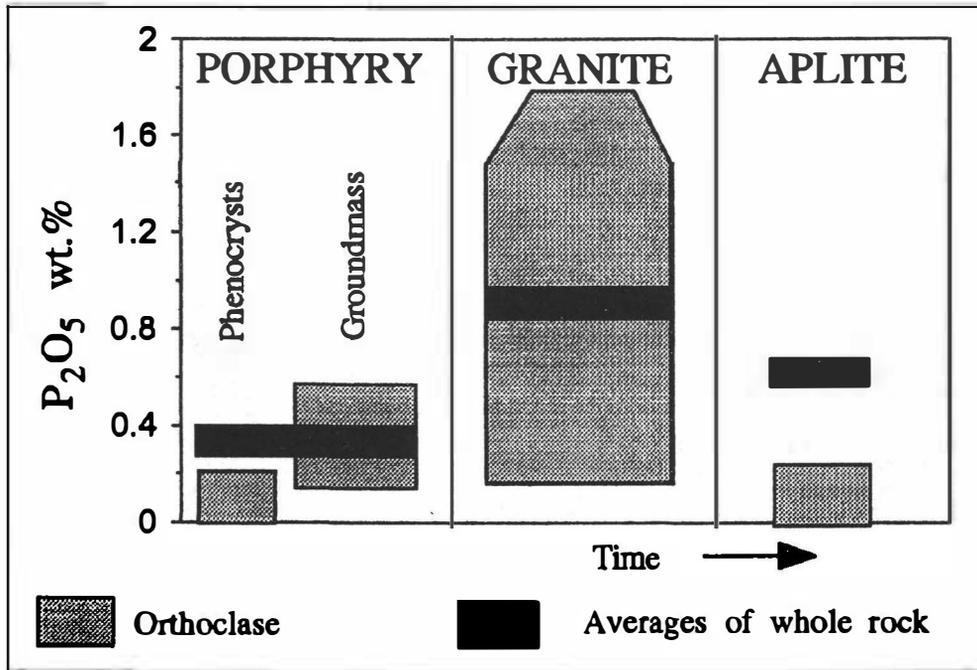


Abb. 5: Entwicklung des P-Gehaltes im Alkalifeldspat in Korrelation zum Gesamtgestein und der zeitlichen Entwicklung für die Gesteine der Homolka-Intrusion (BREITER & FRÝDA, 1994).

3.1. Geochemie der Homolka-Granite sowie seiner Ganggesteine

Alle granitischen Gesteine des Homolka-Zentrums sind leukokrat und peraluminisch ($Al/(Na + K + \frac{1}{2}Ca)$ -Werte 1,1 - 1,2) und im Vergleich zum Eisgarner Granit an P, F, Rb, Li, Sn, Nb und Ta angereichert, bezüglich Mg, Sr, Zr, Y, V und den SEE verarmt (Tab. 1). Diese Charakteristik ist bereits bei den Granit-Porphyren gut zu beobachten und beim Josefthal-Granit, besonders aber beim Homolka-Granit noch stärker ausgeprägt (Abb. 4).

Für den Homolka-Granit sind folgende Elementgehalte typisch: SiO_2 71 - 74 Gew.%, Na_2O 4,1 - 5,2% Gew.%, K_2O 3,3 - 3,9 Gew.%. Bemerkenswert sind die hohen F- und P-Gehalte (Homolka-Granite 0,5 - 1,0 Gew.% P_2O_5 ; Ganggesteine 0,4 - 0,6 Gew.% P_2O_5), beide Elemente weisen eine positive Korrelation auf (Abb. 4; Tab. 1). Der P-Gehalt ist in den Alkalifeldspäten mit Werten bis 1,6 Gew.% P_2O_5 höher als im Albit. Da Phosphatminerale, wie Apatit und fraglicher Amblygonit sehr selten sind, ist der größte Teil des P-Gehaltes des Granits an den Alkalifeldspat gebunden (Abb. 5). Weiters sind hohe Anreicherungen von Li und Rb im Gesamtgestein bemerkenswert (bis 700 ppm Li und 1100 - 1400 ppm Rb im mittelkörnigen Granit), wobei beide Elemente hauptsächlich an die Li-Muskovite gebunden sind.

Der hohe P-Gehalt kann zusammen mit den erhöhten F-Werten in peraluminischen Schmelzen die Viskosität und die Solidus-Temperatur erniedrigen (LONDON, 1987; DINGWELL et al., 1993). Dies hat vermutlich den Aufstieg des Magmas in ein relativ seichtes Krustenniveau ermöglicht. Trotzdem sollte die fluidale ("rhyolitische") Textur der Ganggesteine nicht als Beweis einer subvulkanischen Bildung, sondern als Resultat einer raschen Abkühlung und Kristallisation in Gangscharen angesehen werden.

3. 2. Geochemie der Hirschenschlag-Granite

Ein im Zuge der Prospektionsarbeiten erbohrter, rot gefärbter Biotitgranit weist als Leukogranit SiO_2 -Gehalt um 75 Gew.% auf. Auch die Spurenelementgehalte (Tab. 2) weisen deutliche Unterschiede gegenüber dem Eisgarner Granit auf, der hier das Dach dieser Intrusion bildet. Zum Beispiel ist das Rb mit ca. 310 ppm trotz hoher Fraktionierung gegenüber dem Eisgarner Granit nicht angereichert. Ähnlich wie bei den Nebelstein-Graniten ist für die SSEE (Gd - Lu) ein flaches Verteilungsmuster verbunden mit einer Anreicherung gegenüber dem Eisgarner Granit festzustellen (KOLLER et al., 1994). Der bisher einzige Unterschied zum Biotitgranit vom Nebelstein ist ein niedriges U/Th-Verhältnis, das mit 0,3 dem des Eisgarner Granits equivalent ist. Häufiger akzessorischer Fluorit weist auf hohe F-Gehalte hin. Die mineralisierten, massiven Greisengesteine weisen hohe Mo- (bis 210 ppm), Cu- (bis 270 ppm), Zn- (bis 1200 ppm) und Pb-Werte (bis 700 ppm) auf.

3. 3. Geochemie der Nebelstein-Granite

Die Nebelstein Granite variieren in ihrer Zusammensetzung von einem Biotitgranit über Zweiglimmergranite zu Muskovitgraniten und sind durch ihre hohen SiO_2 -Gehalte (73,6 - 76 Gew.%; GÖD & KOLLER, 1989) und typischen Rb-Werte mit 310 - 350 ppm gekennzeichnet (Tab. 3). Auffallend ist die hohe Al-Übersättigung mit $\text{Al}/(\text{Na} + \text{K} + \frac{1}{2}\text{Ca})$ -Werten $> 1,2$ (GÖD & KOLLER, 1987, 1989) sowie ein relativ niedriges Sr_0 -Initial um $0,70556 \pm 0,00043$ (SCHARBERT, 1987). Zu den Greisengesteinen hin ist eine Zunahme vom Cu (von durchschnittlich 2 nach ~ 50 ppm), Mo (von 1 nach 250 ppm), S (von 260 nach 8000 ppm) sowie im geringeren Maße von Rb (von 312 nach 367 ppm), Sn (von 9 nach 36 ppm), W (von 3 nach 13 ppm), F (von 900 nach 2500 ppm) und nur eine geringfügige Erhöhung des SiO_2 (relativ zu Al_2O_3) festzustellen. Mineralchemische Untersuchungen haben ergeben, daß die erhöhten Sn und W Gehalte im wesentlichen an die Glimmer gebunden sind. Typische Einzelanalysen sind in Tab. 3 aufgelistet. Die Gehalte an Na, Ca, Sr und Mg nehmen deutlich ab.

Die SEE-Verteilungsmuster (KOLLER et al., 1991a, 1991b, 1992, 1994) zeigen einen steilen Verlauf bei den LSEE (La - Sm), eine ausgeprägte negative Eu-Anomalie sowie eine flachen Verteilung der SSEE (Gd - Lu). Sie sind damit mit den mineralisierten Erzgebirgsgraniten gut vergleichbar (BREITER et al., 1991). Im Zuge der Vergreisung erfolgt auch eine Verarmung an den LSEE (La - Nd) sowie eine deutliche Erweiterung der negativen Eu-Anomalie. Bemerkenswert sind die relativ hohen Urangelhalte (bis über 30 ppm) der alterierten Granite, wobei mit zunehmender Alteration das U/Th-Verhältnis bis über 2 ansteigt (KOLLER et al., 1992, 1994).

Probe	H1-130	SS13/86	G-219/1	GO-230/1	WG-22/89
	Hirschenschlag				Unterlembach
Typ	Eisgarner Granit	Biotit-granit	K-Meta-somatit	Mt-Greisen	Leukogranit
SiO ₂	71,97	75,46	65,78	58,77	75,97
TiO ₂	0,27	0,16	0,27	0,30	0,05
Al ₂ O ₃	14,55	13,04	15,45	17,21	13,86
Fe ₂ O ₃	1,71	1,04	4,65	11,57	0,59
MnO	0,04	0,04	0,13	0,25	0,02
MgO	0,48	0,30	0,40	0,60	0,06
CaO	0,85	0,84	0,47	0,84	0,28
Na ₂ O	3,04	3,04	0,12	2,07	3,41
K ₂ O	5,11	4,98	10,31	4,25	3,92
P ₂ O ₅	0,24	0,06	0,10	0,36	0,25
H ₂ O	1,05	0,38	1,34	2,55	1,02
Summe	99,31	99,34	99,03	98,77	99,43
F					
Nb	15	24	31	11	31
Zr	72	80	103	97	33
Y	6	21	29	4	7
Rb	419	308	843	609	458
Sr	62	122	68	17	7
Ba	277	69	286	264	30
Cu	2	3	27	223	6
Zn	68			1169	24

Tab. 2: Analysen typischer Gesteine von Hirschenschlag (Angaben für SiO₂ - H₂O in Gew.%, alle übrigen Werte in ppm; fehlende Werte nicht bestimmt oder unter der Nachweisgrenze, Daten nach KOLLER et al. (1992, 1994).

NEK	9/13	10/5	7/6	7/8	10/17	9/3	9/6	Nebel
Typ	Biotit-granit	Zwei-glimmer-granit	Muskovit-granit	Muskovit-granit	"patchy" Muskovit-granit	Greisen	Greisen	Greisen
SiO ₂	73,62	76,29	75,80	74,42	76,09	72,03	76,24	76,06
TiO ₂	0,26	0,11	0,06	0,06	0,13	0,19	0,14	0,10
Al ₂ O ₃	14,11	14,04	13,99	14,12	13,30	13,91	13,17	14,42
Fe ₂ O ₃	1,97	0,96	0,82	2,00	2,08	3,46	1,82	2,40
MnO	0,04	0,02	0,01	0,02	0,03	0,04	0,03	0,01
MgO	0,41	0,16	0,15	0,18	0,26	0,29	0,24	0,16
CaO	1,17	0,55	0,52	0,58	0,58	0,93	0,67	0,21
Na ₂ O	2,24	3,30	3,23	2,68	1,40	2,08	2,03	0,25
K ₂ O	4,83	4,70	5,23	4,53	3,79	4,46	5,09	4,45
P ₂ O ₅	0,20	0,09	0,10	0,13	0,21	0,23	0,19	0,10
H ₂ O	1,50	0,74	0,58	1,25	1,58	1,90	0,94	2,51
Summe	100,35	100,96	100,49	99,97	99,45	99,52	100,56	100,67
F	1441		646					3126
Nb	27	22	20	23	44	31	30	82
Zr	145	58	40	77	49	102	71	40
Y	30	22	17	25	17	28	28	23
Rb	329	340	336	350	368	337	358	474
Sr	170	57	21	54	32	95	63	16
Cu	10	13			68		3	
Mo	1			1		182	495	
Sn	12			25		16	20	
W	3			10		9	5	

Tab. 3: Analysen typischer Gesteine vom Nebelstein (Angaben für SiO₂ - H₂O in Gew. %; alle übrigen Werte in ppm; fehlende Werte nicht bestimmt oder unter der Nachweisgrenze; Daten nach GÖD & KOLLER (1987, 1989).

3.4. Geochemie der Leukogranite von Unterlembach

Für diesen Muskovit-reichen Leukogranit sind SiO₂-Gehalte um 76 Gew.% und relativ hohe Rb-Werte um 460 ppm typisch, die Fe-, Ca-, Mg-, Sr-, Zr- und Y-Werte sind sehr niedrig (Tab. 2). Dem gegenüber sind die Nb-Werte mit ~ 30 ppm deutlich erhöht. Weiters sind unterschiedlich hohe U-Gehalte (bis 100 ppm) festzuhalten,

die sich in den lokal variablen Uranglimmergehalten niederschlagen. Die unmittelbar benachbart vorkommenden Eisgarner Granite zeigen eine Zusammensetzung, die dem Durchschnitt dieses Granits entspricht.

4. Flüssigkeitseinschluß- und Sauerstoffisotopenuntersuchungen

Die physikochemischen Charakteristika der Fluide der Granitoide sind in Tab. 4 zusammengestellt. Generell treten in allen Granitoiden sowohl rein wässrige als auch CO₂-führende Einschlüsse auf, wobei das wässrige Fluid mit einem regional weitverbreiteten Hydratisierungsfluid (JAWECKI, 1994) vergleichbar ist, möglicherweise aber zum Teil auf die im Zusammenhang mit der Granitintrusion zirkulierenden meteorischen Wässer zurückgeführt werden kann (SLAPANSKY et al. 1994a).

Typ		Nebelstein	Hirschenschlag	Homolka
H ₂ O-NaCl	T _H [°C]	81 ⇌ 358	79 ⇌ 324	154 ⇌ 286
	Häufigkeitsmaxima	210, 290	210	180, 260
	Gew. % NaCl equiv.	0 ⇌ 24	0,5 ⇌ 14,2	0 ⇌ 11,7
	Häufigkeitsmaxima	12		3,3
H ₂ O-CO ₂	T _H CO ₂ [°C]	17,2 ⇌ 21,6	27,1 ⇌ 28,8	
	T _H tot [°C]	361	347 ⇌ 425	306 ⇌ 368
CO ₂	T _H CO ₂ [°C]		-14,9 ⇌ +28,7	

Tab. 4: Fluidzusammensetzung der untersuchten Granitoide, Daten für Nebelstein und Hirschenschlag nach KOLLER et al. (1994), für Homolka nach BELOCKY & HÖGELSBERGER (1994).

Die Fluidentwicklung (Abb. 6) ist am Nebelstein und im Bereich Homolka durch reine Abkühlung charakterisiert, wobei bei vergleichbaren Temperaturen (500 - 200° C) am Nebelsteinkomplex $\geq 1,8$ Kbar und im Hirschenschlag ein Bereich von 1,4 - 2,8 Kbar als möglicher Druck abgeleitet wurde (KOLLER et al., 1992, 1994). Die Flüssigkeitseinschlüsse der Nebelsteingranite zeigen zwei unterschiedliche Maximas bei $\sim 290^\circ$ C und bei 210° C (Tab. 4). Die Salinitätswerte der wässrigen Einschlüsse sind im Nebelsteinkomplex am höchsten und im Homolka-Granit am niedrigsten (Tab. 4).

Die Drucke wurden aus dem Auftreten von dreiphasigen H₂O-CO₂-Einschlüssen und den einphasigen H₂O-Einschlüssen abgeleitet. Aus den Flüssigkeitseinschlüssen wurden Hinweise auf Mischungs- bzw. Entmischungsprozesse in den Fluids als Mechanismen der Mineralausfällung rekonstruiert (KOLLER et al., 1992, 1994).

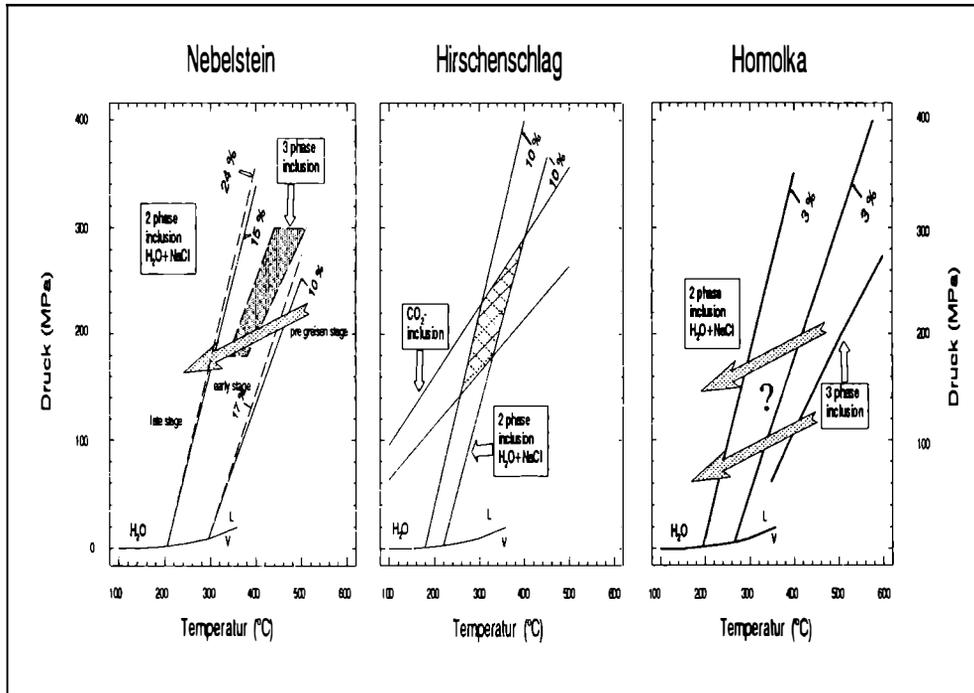


Abb. 6: P-T-Bedingungen der Fluidsysteme, abgeleitet aus den Fluidisochoren, Daten für Nebelstein und Hirschenschlag nach KOLLER et al. (1992, 1994), Daten für Homolka nach BELOCKY & HÖGELSBERGER (1994).

Die mehrphasige Intrusion- und Greisenbildung spiegelt sich auch in den Sauerstoffisotopenverhältnissen (SLAPANSKY et al., 1994b) wider. Die Ergebnisse der O-Isotopenanalysen sind in Abb. 7 gegen die Na₂O-Werte aufgetragen, da die Abnahme der Na-Werte im Nebelsteinbereich sehr gut den Grad der Vergreisung angibt. Sie zeigen deutlich, daß die Greisengesteine von den Graniten gut unterscheidbar sind. Die Granite vom Nebelstein und Hirschenschlag weisen ein $\delta^{18}\text{O}$ für die Gesamtgesteine um 9,5 auf, das in den Greisen auf Werte unter 8,8 sinkt. Die K-Metasomatite in Hirschenschlag weisen Werte unter 5 auf (Abb. 7). Jene Greisengesteine vom Nebelstein, die von Quarzgängchen durchzogen werden, haben hohe $\delta^{18}\text{O}$ -Werte um 10,0 - 10,5. Dies wird auf den Einfluß von meteorischen Wässern zurückgeführt und steht in guter Übereinstimmung mit der beobachteten Erniedrigung der Salinität in den Flüssigkeitseinschlüssen dieser Proben (KOLLER et al., 1992).

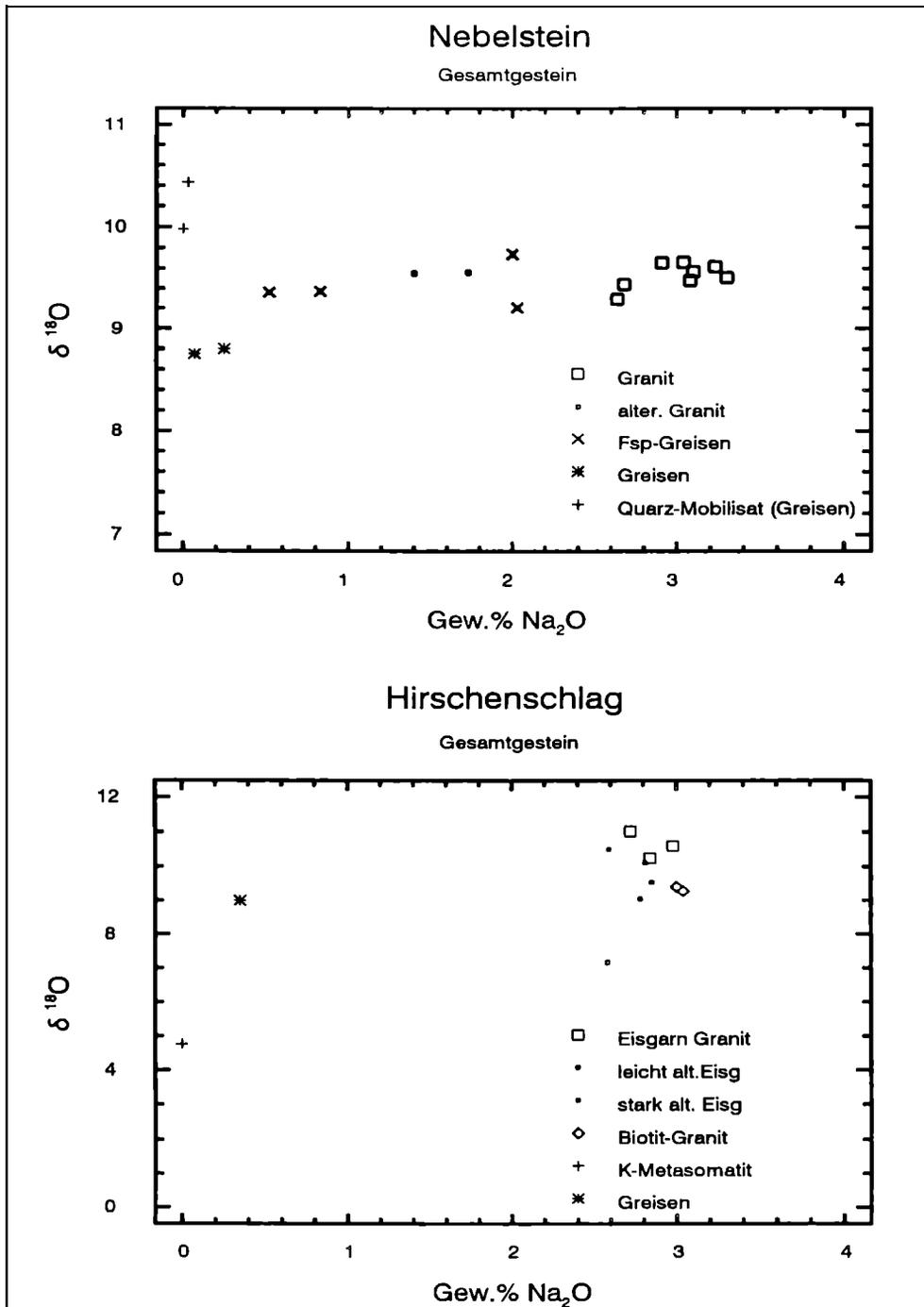


Abb. 7: Darstellung $\delta^{18}\text{O}$ vs. Na_2O der Nebelstein- und Hirschenschlag-Granite sowie der begleitenden Greisengesteine.

5. Exkursionshaltepunkte

5.1. Stop 1: Porphyrische Granitgänge bei Josefsthal

Die Ganggesteine zwischen Litschau und dem Homolka-Granit können in folgende drei petrographische Typen unterteilt werden:

- I. felsitische Gangrhyolithe mit fluidaler Textur,
- II. Granit-Porphyre,
- III. leukokrate Ganggranite vom Josefsthal-Typ.

Die Granit-Porphyre bestehen aus Quarz- und rotgefärbten Alkalifeldspat-Einsprenglingen (bis 1 cm) in einer grauen feinkörnigen Grundmasse. Selten findet man Biotit- und alterierte Cordierit-Einsprenglinge. Die Grundmasse besteht aus Quarz, Albit (An_{4-8}), K-Feldspat und Serizit. Die Feldspat-Einsprenglinge sind im Kern meistens Albite und weisen einen randlichen K-Feldspatsaum auf. Die "Gangrhyolithe" sind makroskopisch feinkörnige Gesteine, im Mikroskop ist ihre Grundmasse mit denen der Porphyre identisch.

Der Josefsthal-Granit ist feinkörnig und zeigt nur selten Feldspat-Einsprenglinge bis 3 mm. Der Granit besteht aus Quarz, Albit ($An_{<1}$), K-Feldspat und Muskovit mit akzessorischem Topas und Serizit. Es konnten keine mineralogische Unterschiede zwischen Kontaktbereich und dem Zentrum der Gänge beobachtet werden.

5.2. Stop 2: Die Molybdänglanzmineralisation Hirschenschlag - Koží hora

5.2.1. Allgemeines

Die Molybdänglanzmineralisation findet sich unmittelbar am östlichen Ortsrand von Hirschenschlag mehr/minder entlang der Staatsgrenze (Abb. 1). Jenseits dieser Grenze erhebt sich die Anhöhe des "Ziegenberges", "Koží Hora", in dessen Bereich auf tschechischer Seite in den 50-er Jahren einige Bohrungen auf Mo niedergebracht wurden. Auf österreichischem Boden waren keine Anzeichen für eine Mineralisation bekannt. Aufgrund der tschechischen Untersuchungen wurden 1984 auch in Österreich Prospektionsarbeiten eingeleitet, die bereits bei den ersten Begehungen zum Nachweis des Auftretens von Gneisgesteinen sowie von flußspatführenden Graniten führte (GÖD, 1988).

5.2.2. Lagerstättenkundliche Beobachtungen

Das Gebiet wird nahezu ausschließlich vom Eisgarner Granit in seiner klassischen Ausprägung - mitunter mit Schwankungen im Biotitgehalt - aufgebaut. Räumlich untergeordnet wurden folgende lithologische Besonderheiten aufgefunden:

- (i) ein vornehmlich N-S bis NW-SE streichendes System feiner bis feinsten Quarzgängchen (mm - max. 1 cm-Bereich), das den Eisgarner Granit über weite Bereiche durchzieht. Die Quarzgängchen sind symmetrisch von einer ebenfalls im cm-Bereich liegenden Alterationszone begleitet und zeigen teilweise zentral, also in der Mitte des Gängchens, eine Pyritführung. Die Alterationszone manifestiert sich in einer Rotfärbung der Kalifeldspäte, manchmal tritt zwischen den Quarzgängchen und der Rotfärbung eine Verglimmerung und/oder Verquarzung auf (Abb. 8).

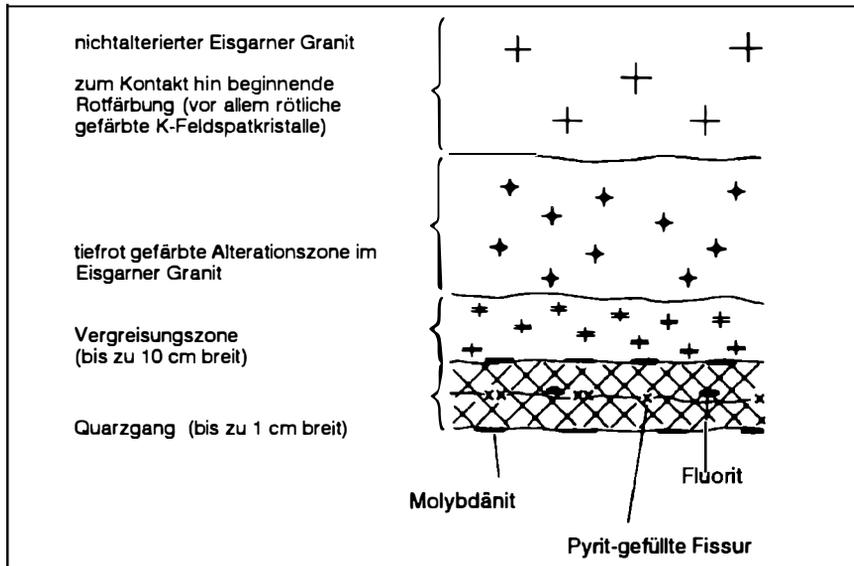


Abb. 8: Schematische, nicht maßstabgetreue Darstellung der an Quarzgängen gebundenen Mineralisation im Bereich Hirschenschlag nach GÖD (1989).

- (ii) leukokrate, aplitische Muskovitgranite mit hypabyssischen Texturen;
- (iii) schwach rot gefärbte Biotitgranite (nur in einer Bohrung angetroffen (Abb. 9 und Tab. 2).
- (iv) ein gangförmig (dm-Bereich) auftretender, tiefroter K-Metasomatit (vergl. Tab. 2), der fast ausschließlich aus Alkalifeldspat und geringen Anteilen an Fluorit aufgebaut ist.
- (v) Greisengesteine; mineralisierte Greisen sind mehr/minder deutlich von einem Bereich rot gefärbter Kalifeldspäte umgeben.
- (vi) der auf tschechischer Seite weit verbreitete rote Muskovitgranit konnte auf österreichischem Boden nur untergeordnet in Form von Lesesteinen aufgefunden werden.

Vonden unter (i) beschriebenen, an die Gängchen geknüpften Vergreisungserscheinungen heben sich jene, im folgenden als "massive Greisen" bezeichneten Gesteine ab, die einen massigen Habitus sowie eine Ausdehnung im m- bis zehner-m-Bereich aufweisen. Hierzu sind zu zählen:

1. Die Quarz-Muskovit Greisen; sie treten mit scharfen Kontakten innerhalb von unverändertem Eisgarner Granit auf (Abb. 9). Dieses Gestein ist sehr homogen zusammengesetzt und besteht ausschließlich aus Quarz und Muskovit. Keinerlei Reste von Feldspat sind vorhanden, als akzessorischer Gemengteil ist lediglich ein zersetzter Apatit zu erkennen. Das Gestein ist völlig frei von Erzphasen.

2. Kies-Magnetit-Molybdänglanz-Flußspat führende Greisen (Tab. 2); diese dunkelgrünen, kies- und vor allem magnetitführenden Gesteine erreichen Mächtigkeiten bis 3 m. Sie treten innerhalb des Eisgarner Granits auf und sind von einem rostrot gefärbten Alterationshof im m-Bereich umgeben. An Erzphasen konnten festgestellt werden (pers. Mitt. A. Beran, Wien): Molybdänglanz, Pyrit, Magnetkies, Kupferkies, Zinkblende und Bleiglanz. Der die Sulfide stets begleitende Magnetit tritt, wie auch am Nebelstein zu beobachten, in Form xenomorpher, butzenförmiger, fingernagelgroßer Aggregate auf und ist offenkundig mit den Vergreisungen kogenetisch.

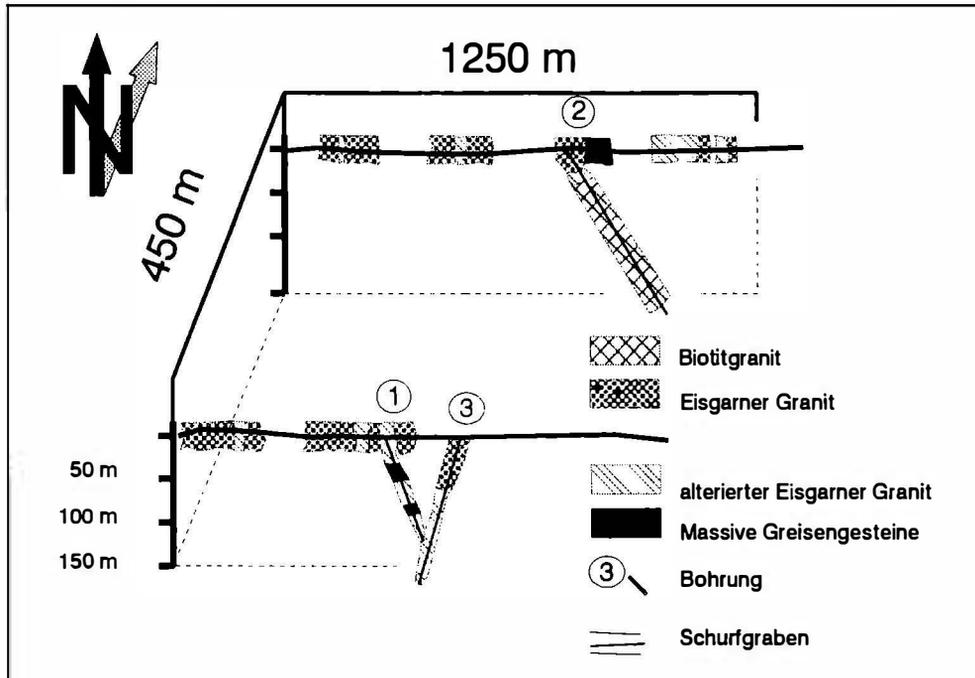


Abb. 9: Geologie-Ergebnisse der Bohr- und Schurf-Prospektion in Hirschenschlag nach KOLLER et al. (1994).

5.2.3. Bemerkungen zu den Prospektionsergebnissen

Folgende kurze Bemerkungen zu den Ergebnissen der Prospektionsarbeiten sollen noch angefügt werden:

- (i) Die bodengeochemische Beprobung (Fraktion < 1 mm) belegte Bleigehalte bis 1000 ppm, Zn-Gehalte bis 580 ppm, sowie nachfolgende weitere Maximalwerte: Sn bis 90 ppm, W bis 50 ppm, Mo bis 16 ppm, Cu bis 80 ppm und As bis 40 ppm; indikativ sind auch Bi-Gehalte bis 10 ppm. Die hohen Pb

- und Zn-Gehalte, wie auch die Bi-Werte sind Hinweise auf die apikale Stellung des untersuchten Bereiches in Bezug auf die Gesamtsituation.
- (ii) Die Anzahl der beschriebenen, mineralisierten Quarzgängchen nimmt mit der Teufe zu, jedoch liegt auch in Teufen um 200 m (die Endteufe der Bohrungen betrug 232 m) die "Gängchendichte" deutlich unterhalb jeder ökonomischen Größenordnung.
 - (iii) Die besten erzielten analytischen Ergebnisse zeigen Mo-Gehalte von ca. 5000 ppm über 0,3 m und ca. 1600 ppm über 1,0 m Mächtigkeit. Analog zu den Greisen des Nebelsteins sind auch diejenigen von Hirschenschlag praktisch frei von Sn (max. 70 ppm) und W (max. 18 ppm).

Im Zuge eines Aufbereitungsversuches wurde ein Molybdänglankonzentrat hergestellt, es wies einen Rheniumgehalt von < 10 ppm auf.

Die Biotitgranite von Hirschenschlag weisen mit dem Eisgarner Granit vergleichbare Rb-Gehalte auf, die Greisengesteine und K-Metasomatite zeigen eine leichte Rb-Anreicherung, die aber nie die Größenordnung der Homolka-Granite erreicht (Tab. 1 und 2).

5.3. Stop 3: Intrusivkomplex des Homolka-Granites

Geochemisch-petrologische Untersuchungen belegen, daß der Homolka-Granit und die Ganggesteine westlich des Lineamentes Litschau - Nová Bystřice komagmatisch sind. Sie bilden ein magmatisches Zentrum, daß das "Zentrum Homolka" genannt wird.

5.3.1. Geologie des Homolka-Gebietes

Die Exkursionsroute zum Homolka-Granit führt hauptsächlich durch Eisgarner Granit. Entlang des Westrandes des Homolka-Granits ist der ältere Lásenice-Granit aufgeschlossen. Das Dach der Intrusion ist aus cordieritführenden Paragneisen aufgebaut. Der westlichste Anteil dieses Gebietes ist teilweise von Tertiär und alluvialen Sedimenten bedeckt (Sandsteine, Sande, Torf).

Ein Zug von mehr als 30 Gängen von Granit-Porphyr und Rhyolithen bildet eine gut ausgeprägte N-S verlaufende Zone, zwischen Lásenice im Norden und Litschau im Süden. Diese Zone ist etwa 20 km lang und 5 km breit. Der österreichische Anteil der Zone wurde von WALDMANN (1947), die Gänge in der Umgebung von Lásenice von ZELEŇKA (1922) kartiert und von KLEČKA & VAŇKOVÁ (1988) neu bearbeitet. Parallel dazu verläuft eine weitere, aber nicht so gut ausgeprägte, ähnliche Zone im Gebiete von Kozí hora. Nach VRÁNA (1990) sind diese beiden Gangzüge nur Teil einer längeren, aber nicht kontinuierlichen "Zone vulkano-tektonischer Aktivität", die nach Norden bis zur Stadt Pelhřimov reicht. In letzter Zeit wurde in Rahmen der westlichen Zone bei Josefthal ein neuer, feinkörniger und leukokrater Granittyp, der "Josefthalgranit", gefunden. Er bildet Gänge, die parallel zu den Porphy-Granitgängen verlaufen.

Die einzelnen Gänge sind im nördlichen Teil der Zone hauptsächlich N-S und im südlichen Teil NW-SE orientiert, daneben wurden auch NE-SW-verlaufende Gänge aufgefunden. Die einzelnen Gänge sind 2 - 20 m mächtig und erreichen eine Länge

bis 1,5 km. Die Gänge intrudieren in beide Granittypen (Eisgarn und Lásenice) sowie in das Gneisdach des Plutons. Alle Gangtypen sind subvertikal, zeigen scharfe Kontakte und verursachen keine oder nur geringe Umwandlungen der Nebengesteine.

Im zentralen Teil dieser Zone, etwa 1 km nördlich von der Österreichisch-Böhmischen Grenze streicht der Stock eines Li-Muskovit-führenden Albit-Topas-Granits aus. Dieser Körper, er nimmt ein Areal von 6 km² ein, ist elliptisch geformt, mit der längeren Achse in N-S Richtung, und bildet eine morphologische Erhebung. Nach dem Hügel in Zentrum des Körpers wird dieser Granit als Typ "Homolka" bezeichnet. Einige Blöcke des Eisgarner Granits und des Granit-Porphyrs (bis wenige Hunderte m³) wurden im zentralen Teil des Körpers als Xenolithe aufgefunden und können als Beweis für das höhere Alter dieser Granite in Relation zum Homolka-Granit herangezogen werden.

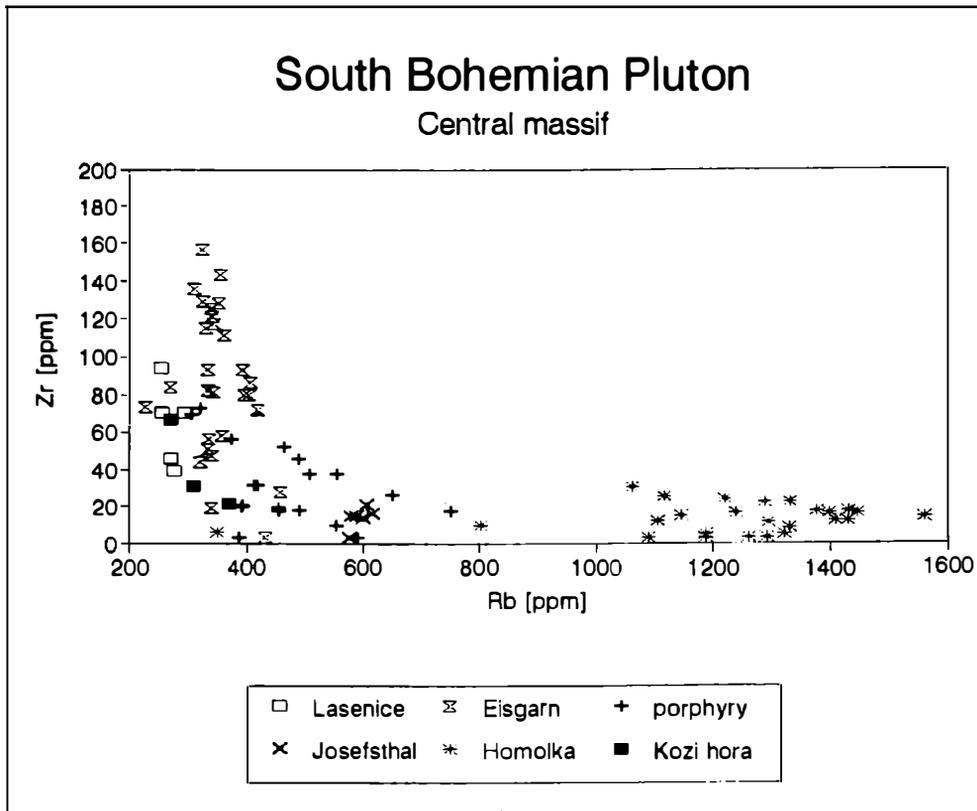


Abb. 10: Darstellung der Zr- vs. Rb-Gehalte der Homolka-Granite, der Ganggesteine und der begleitenden Eisgarner Granite.

5.3.2. Der Homolka-Granit

Der Stock des Homolka-Granits ist relativ homogen und besteht aus einem equigranularen, mittelkörnigen, leukokraten Alkalifeldspatgranit. Weiters sind Schlieren und/oder Gänge einer feinkörnigen, aplitischen Varietät mehrfach nachweisbar. Stockscheider in Form von großen K-Feldspat-Kristallen in einer feinkörnigen granitischen Grundmasse sind in einigen Abschnitten des SE- und W-Kontaktes des Stocks entwickelt.

Alle Varietäten des Homolka-Granits bestehen aus Quarz, Albit ($An_{<5}$), Orthoklas und Li-Muskovit. Topas und Apatit sind Nebengemengteile, Kassiterit, Ilmenit und Ferrocolumbit sind häufige akzessorische Gemengteile. Alle diese Minerale wurden primärmagmatisch gebildet, deuterische Prozesse hatten nur geringe Bedeutung. Sehr selten wurden bei der detaillierten Kartierung Quarz-Gänge mit Greisen-Salzbändern, Chloritisierung, sterile "bärren"-Milchquarzgängchen und U-Glimmer-Blättchen in kleinen Spalten beobachtet (BREITER, 1993; LOCHMAN, 1992; LITOHLEB et al., 1991).

5.3.3. Mineralisation des Homolka-Granits

Die Elemente Sn, Nb und Ta sind im Homolka-Granit deutlich angereichert (Sn bis 300 ppm, Nb bis 150 ppm, Ta bis 60 ppm). Sie bilden eigene Minerale, wie Kassiterit und Ferrocolumbit. Beide wurden als häufige primärmagmatische Akzessorien im Granit beobachtet. Hohe Gehalte dieser Erzminerale wurden in neogenen und rezenten Sedimenten am W- und SE-Rand des Granitkörpers nachgewiesen. Der größte Teil der Mineralisation (mit kontaktnahen Greisen ?) sollte deshalb im obersten, heute schon denudierten Teil der Intrusion konzentriert gewesen sein (BREITER, 1993). In Granit-Porphyr-Gängen nördlich von Homolka wurden bis 1 cm mächtige Quarzgängchen mit Wolframit gefunden (KLEČKA, 1986).

Diese typische geochemische Signatur, in Abb. 10 am Beispiel der Zr- und Rb-Gehalte dargestellt, ist schon bei den Granit-Porphyrn gut zu erkennen, aber beim Josefthal-Granit und hauptsächlich beim Homolka-Granit noch stärker ausgeprägt. Alle Gesteine sind deutlich peraluminisch und können als Produkte einer Aufschmelzung moldanubischer Paragesteine oder anderer tieferer Krustenteile interpretiert werden.

5.4. Stop 4: Die Nebelsteingranite und ihre Mineralisation

Der Bereich Nebelstein (Abb. 2, 11) wird durch das Auftreten von Weinsberger Granit, Mauthausener Granit sowie einer Gruppe von granitischen Gesteinen bestimmt, die als "Nebelsteingranite" bezeichnet werden und in den verschiedensten Alterationsstufen vom unveränderten Biotitgranit bis hin zu Greisengesteinen vorliegen (GÖD & KOLLER, 1987, 1989). Der Biotitgranit selbst wurde nur in Bohrungen angetroffen (Abb. 11).

Der Weinsberger Granit bildet gegenüber allen übrigen Granitoiden das Intrusionsdach, der NE-SW verlaufende Kontakt fällt flach bis mittelsteil nach NW ein (Abb. 11). Im Liegenden des Kontaktes folgt der Mauthausener Granit, doch kann dieser lokal auch fehlen, sodaß die Nebelsteingranite auch unmittelbar an den Weinsberger Granit grenzen können.

Die mit der Vergreisung verknüpfte Sulfidmineralisation schlägt sich in einer Zunahme des Fe_2O_3 - Gehaltes von ca. 1% (Zweiglimmergranite) auf ca. 2,7% (Quarz-Muskovitgreisen) nieder. Die Vererzung ist eine disseminierte und durch das Auftreten von Molybdänglanz - Pyrit - Magnetkies und Kupferkies gekennzeichnet. Der maximale Mo-Gehalt wurde mit ca. 700 ppm Mo über eine Mächtigkeit von 1 m bestimmt. Die Sulfidmineralisation ist nicht von einer Anreicherung der Elemente Sn, W, Li, Be und F bzw. der dazugehörigen Mineralphasen begleitet. Ein sehr charakteristisches Merkmal der Mineralisation ist das Auftreten von Magnetit, der zweifelsohne als sekundäre, mit der Vergreisung kogenetische Bildung aufzufassen ist. Gegenüber dem Homolka-Granit ist die geringe Rb-Anreicherung sowohl der Granite als auch der Greisengesteine festzuhalten (Abb. 12, Tab. 1 und 3).

Abgesehen von den bescheidenen Molybdängehalten ist die lagerstättenkundliche Situation im Sinne einer ökonomischen Betrachtungsweise aufgrund nachfolgend angeführter Beobachtungen als ungünstig zu beurteilen:

- (i) Das Fehlen von Verquarzungen und damit das Fehlen einer an Quarzgänge gebundenen Mineralisation;
- (ii) Die vergleichsweise eintönige Mineralogie, insbesondere das praktisch vollständige Fehlen von Anreicherungen der Elemente Li und F;
- (iii) Die äußerst geringen Gehalte an Na in den Greisen (in allen bekannten wirtschaftlich bedeutenden Erzanreicherungen in Granit-gebundenen Lagerstätten sind Na-Anreicherungen üblich);
- (iv) Das offenkundige Fehlen ausgeprägter tektonischer Elemente.

Die geologische Position, die Art der Vererzung sowie die geochemischen Parameter lassen den Schluß zu, daß das derzeitige Erosionsniveau einen Schnitt durch die Wurzelzone einer ehemals größeren vererzten Struktur darstellt.

5.5. Stop 5: Die Uranmineralisation von Unterlembach

Die Uranmineralisation liegt im SW des Kartenblattes 5 Gmünd, rund 5 km W dieser Stadt und etwa 2 km N der Ortschaft Unterlembach. Sie wurde aufgrund einer aeroradiometrischen Anomalie (SEIBERL & HEINZ, 1986) aufgefunden (GÖD, 1988, 1989).

Die Mineralisation, in einem Steinbruch unmittelbar bei Kote 578, Eichberg abgeschlossen, ist an einen leukokraten, sehr klüftigen Muskovit-(± Biotit)-Granit geknüpft, der wohl in die Verwandtschaft des Eisgarner Granits zu stellen ist, ohne dessen charakteristisches Gefüge aufzuweisen. Auffallend sind die gegenüber dem Eisgarner höheren Rb-Gehalte (Abb. 12, Tab. 2). Das Uran tritt in Form von giftgrünen, blättrigen Uranglimmern auf, die als Klufftminerale praktisch auf jeder Klufft zu finden sind und als Meta-Uranocircit bestimmt wurden (NIEDERMAYR et al., 1990). Der Urangehalt dieses Granits beträgt rund 100 ppm, die anstehende Mineralisation in der NE-Ecke des Bruches, direkt am Kontakt zum Weinsberger Granit (s. u.), gibt in Pickproben etwa 5000 ppm Uran. Nach den bisher vorliegenden analytischen Resultaten scheint es sich um eine monometallische Mineralisation zu handeln.

Die zu beobachtende Mineralisation ist eine sekundäre. Es ist aufgrund von Erfahrungen aus dem Bereich tschechischer Uranlagerstätten anzunehmen, daß die dazugehörige, primäre Pechblendemineralisation in der Teufe, unterhalb der Verwitterungseinwirkung, anzutreffen ist, wobei im Bereich des Südböhmischen Plutons Maximalteufen bis 400 m beobachtet wurden.

Wie die Kartierung zeigt, wird der mineralisierte Granit im Osten durch eine ausgeprägte NW - SE streichende Störung gegen den Weinsberger Granit abgegrenzt, im W scheint ein fließender Übergang in den Eisgarner Granit vorzuliegen. Die den Kontakt und wahrscheinlich auch die Mineralisation kontrollierende Störung ist auch durch das Auftreten von tektonisch stark beanspruchtem Weinsberger Granit in einem Aufschluß knapp W Kote 580 (an der Staatsgrenze) gut belegbar.

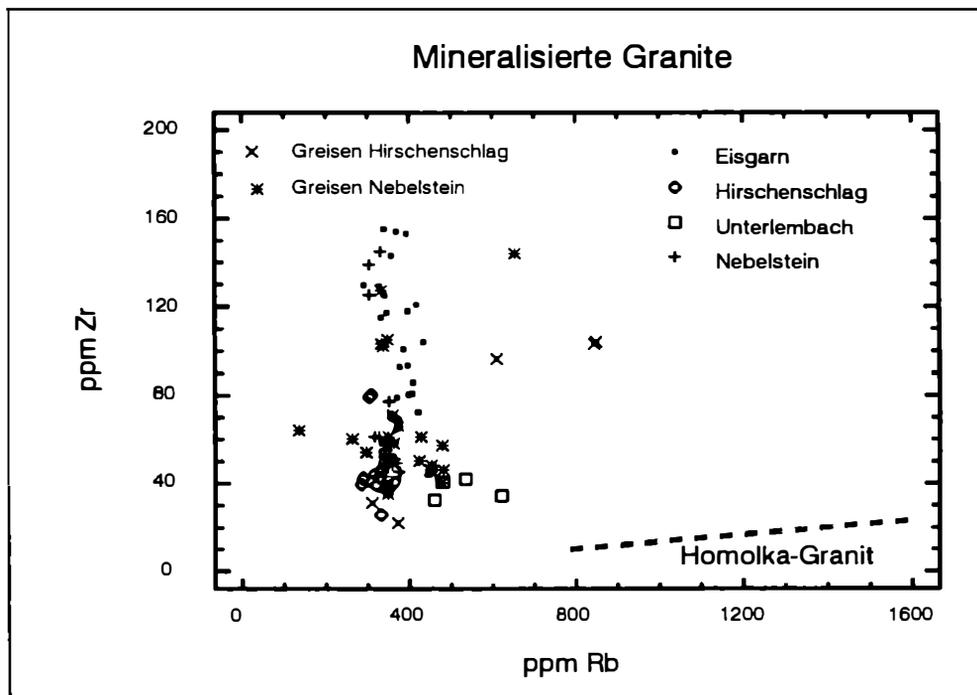


Abb. 12: Rb vs. Zr Diagramm der Granite und Greisengesteine von Hirschenschlag und Nebelstein sowie des Leukogranites von Unterlembach. Zusätzlich ist noch der Eisgarner Granit dargestellt, die Linie repräsentiert den Bereich der Homolka-Granite.

Diese Störung ist die Fortsetzung jenes großtektonischen Lineamentes, das sich, mehrfach gegen NE versetzt, aus dem Raum Jagenbach - Weitra Richtung NW über rund 25 km bis an die Staatsgrenze verfolgen läßt. Diese Struktur ist in ihrer Gesamtheit als uranhöfzig einzustufen.

Abschließend sei festgehalten, daß sich eine, jedenfalls makroskopisch vergleichbare, Uranmineralisation, wie jene in Unterlembach, auch in einer am südlichen Stadtrand von Litschau (in der Nähe des landwirtschaftlichen Silos) gelegenen Mülldeponie findet.

6. Literatur

- BERAN, A., GÖD, R., GÖTZINGER, M., ZEMANN, J. (1985): A scheelite mineralization in calcsilicate rocks of the Moldanubicum (Bohemian Massif) in Austria. - Mineral. Deposita 20, 16 - 22.
- BELOCKY, R., HÖGELSBERGER, H. (1994): Fluidentwicklung junger mineralisierter Granitoide im Südböhmischen Pluton. - Mitt.Österr.Mineral.Ges., 139, 269 - 270.
- BREITER, K. (1992): Leukokrate Granite in der Umgebung von Nová Bystřice. - Bericht ČGÚ Praha (in Tschechisch).
- BREITER, K. (1993): Rare metal bearing granites of the Bohemian Massiv. - Abst. Vol. Joint Meeting COFAB - WGTT "Metallogeny of Collisional Orogenes of the Hercynian Type", 18 - 19.
- BREITER, K. (1994): The youngest Variscan magmatic rocks in the southern part of the Bohmian Massif -example "Homolka granite". - Mitt. Österr. Miner. Ges., 139, 30 - 32.
- BREITER, K., FRÝDA, J. (1994): Phosphorus-rich alkali feldspars and their geological interpretation - example Homolka magmatic center. - Mitt. Österr. Miner. Ges., 139, 279 - 281.
- BREITER, K., SOKOLOVÁ, M., SOKOL, A. (1991): Geochemical spezialization of the tin-bearing granitoid massifs of NW Bohemia. - Mineral. Deposita, 26, 298 - 306.
- DINGWELL, D.B., KNOCHE, R., WEBB, S.L. (1993): The effect of P₂O₅ on the viscosity of haplogranitic liquid. - Eur. J. Mineral., 5, 133 - 140.
- FINGER, F., HÖCK, V. (1986): Zur Magmatischen Entwicklung des Moldanubikums in Oberösterreich. - Jahrb. Geol. Bundesanst., 129, 641 - 642.
- FRANK, W. (1994): Geochronology and evolution of the South Bohemian Massif: A review. - Mitt. Österr. Miner. Ges., 139, 41 - 43.
- FUCHS, G., MATURA, A. (1976): Zur Geologie des Kristallins der südlichen Böhmisches Masse. - Jb. Geol. Bundesanst., 119, 1 - 43.
- FUCHS, G., SCHWAIGHOFER, B. (1978): Geologische Karte 1:50.000, Blatt 17 Großpertholz. - Geol. B.A. Wien.
- GÖD, R., (1981): Prospektion scheelitführender Kalksilikate im Moldanubikum Niederösterreichs. - Fortschr. Miner. 59, Beih. 1.
- GÖD, R., (1988): Zusammenfassende Übersicht über ausgeführte Erzprospektionsvorhaben, dabei eingesetzte Methoden sowie Hoffungsgebiete im Kristallin der Böhmisches Masse. - Unveröff. Bericht, Geol. B.- A., Wien.
- GÖD, R., (1989): A contribution to the Mineral Potential of the Southern Bohemian Massif. - Arch. f. Lagerst. forsch. Geol. B.-A, 11, 147 - 153.
- GÖD, R., KOLLER, F., (1987): Molybdän-führende Greisen in der südlichen Böhmisches Masse. - Mitt. Österr. Miner. Ges., 132, 87 - 101.

- GÖD, R., KOLLER, F., (1989): Molybdenite-magnetite bearing greisens associated with peraluminous leucogranites, Nebelstein, Bohemian Massif (Austria). - *Chemie der Erde*, 49, 185 - 200.
- HEINZ, H., SEIBERL, W. (1994): Physical properties of altered sections in South Bohemian Granites. - *Mitt. Österr. Miner. Ges.*, 139, 57 - 58.
- HÜBL, G., SLAPANSKY, P., BELOCKY, R. SEIBERL, W., HEINZ, H. (1994): Modelling of Magnetic Anomaly Sources in the Area of Liebenau and its Implications. - *Mitt. Österr. Miner. Ges.*, 139, 61 - 62.
- JAWECKI, CH. (1994): Fluid inclusion studies in the Austrian Moldanubian zone: Implications for a retrogressive event. - *Mitt. Österr. Miner. Ges.*, 139, 62 - 64.
- KLEČKA, M. (1986): A new occurrence of tungsten mineralization in the Jindřichův Hradec area. - *Čas. Min. Geol.*, 31, 314 - 315.
- KLEČKA, M., MATĚJKA, D. (1992): Moldanubian pluton as an example of the late Variscan crustal magmatism in the Moldanubian zone. - Abstract 7th Geol. Workshop "Styles of superposed Variscan nappe tectonics", 13 - 14, Kutná Hora.
- KLEČKA, M., RAJLICH, P. (1984): Subhorizontal shear zones at the mantle and western periphery of the central massif of the Moldanubian Pluton. - *Věst. Ústř. Úst. geol.*, 59, 275 - 282.
- KLEČKA, M., VANĀKOVÁ (1988): Geochemistry of felsitic dykes from the vicinity of Lásenice near Jindřichův Hradec (South Bohemia) and their relation to Sn-W-mineralization. - *Čas. Min. Geol.*, 33, 225 - 249.
- KLEČKA, M., BENDL, J., MATĚJKA, D. (1994): Rb-Sr-dating of acid subvolcanic dyke rocks - final magmatic products of the Moldanubian batholith. - *Mitt. Österr. Miner. Ges.*, 139, 66 - 68.
- KLÖTZLI, U.S., PARRISH, R.R. (1994): Zircon Pb-Pb and U-Pb geochronology of the Rastenberg granodiorite (Lower Austria): Evidence for the incorporation of Cadomian and possibly Archean crust into Variscan granitoids of the South Bohemian Pluton. - *Mitt. Österr. Miner. Ges.*, 139, 68 - 70.
- KOLLER, F. (1994): The South Bohemian Pluton - A complex batholith with a multiple intrusion history. - *Mitt. Österr. Min. Ges.*, 139 (Conference Preprint), 71 - 73.
- KOLLER, F., GÖD, R., HÖGELSBERGER, KOEBERL, Ch. (1994): Molybdenite mineralization related to granites of the Austrian part of the South Bohemian pluton (Moldanubicum) - a comparison. - In: SELTMANN, R., KÄMPF, H., MÖLLER, P. (Eds.): *Metallogeny of Collisional Orogens*. - Geol. Survey Prague, 318 - 326.
- KOLLER, F., HÖGELSBERGER, H., KOEBERL, Ch., (1991a): Geochemistry and fluid inclusions of the Mo-bearing greisen complex Nebelstein, Bohemian Massif (Austria). - In: PAGEL, M., LEROY, J.L. (Eds.): *Source, transport and deposition of metals*. (Proceedings of the 25 years SGA anniversary meeting, Nancy 1991) - Balkema: Rotterdam, 185 - 188.
- KOLLER, F., HÖGELSBERGER, H., KÖBERL, Ch. (1991b): Geochemie und Flüssigkeitseinschlußstudien an Molybdänit-hältigen Greisengesteinen des österreichischen Anteils an der Böhmisches Masse. - Beiheft 1 zum *European Journal of Mineralogy*, 3, 146.

- KOLLER, F., HÖGELSBERGER, H., KOEBERL, C., (1992): Fluid - rock interaction in the Mo-bearing greisen complex Nebelstein, Bohemian Massif (Austria). - *Mineralogy Petrology*, 45, 261 - 276.
- KOLLER, F., SCHARBERT, S., HÖCK, V. (1993): Bericht über neue Untersuchungsergebnisse an den Graniten des Südböhmischen Plutons. - *Mitt. Österr. Miner. Ges.*, Band 138, 177 - 195.
- LIEW, T.C., FINGER, F., HÖCK, V. (1989): The Moldanubian granitoid plutons of Austria: chemical and isotopic studies bearing on their environmental setting. - *Chem. Geology*, 76, 41 - 55.
- LITOCHELEB, HOLOVKA, ČERNÝ (1991): The new knowledge on the fluorite mineralization in the environs of Jindřichův Hradec. - *Sbor. jihočes. Muzea, Přírodní vědy*, 31, 105 - 117.
- LOCHMAN, V. (1992): Diplomarbeit, Manuskript Naturwiss. Fakultät, Karls-Universität Prag (in Tschechisch).
- LONDON D. (1987): Internal differentiation of rare-element pegmatites: effect of boron, phosphorus and fluorine. - *Geochim. Cosmochim. Acta*, 51, 403 - 420.
- NIEDERMAYR, G., BRANDSTÄTTER, F., KANDUTSCH, G., KIRCHNER, E., MOSER, B., POSTL, W. (1990): Neue Mineralfunde aus Österreich XXXIX. - *Carinthia II*, 180./100 Jg., 245 - 288.
- PŘICHYSTAL, A. (1992): Final report on the geological mapping in Kauzen-Reingers area (Niederösterreich). - Bericht A 08219, Geol.B.-A. Wien.
- PŘICHYSTAL, A. (1994): Magmatic rocks with anomalous magnetic susceptibilities and subvolcanics from the Austrian part of the Moldanubian Pluton. - *Mitt. Österr. Miner. Ges.*, 139, 362 - 363.
- SCHARBERT S. (1987): Rb-Sr-Untersuchungen granitoider Gesteine des Moldanubikums in Österreichs. - *Mitt. Öster. Mineral. Gesel.*, 132, 21 - 37.
- SCHWAIGHOFER, B. (1978): Geologische Karte 1:50.000, Blatt 18 Weitra. - Geol. B.A. Wien.
- SEIBERL, W., HEINZ, H., 1986: Aerogeophysikalische Vermessung im Raume Weitra; Forschungsprojekt NC 6g/84, Öst.Akad.Wiss. - Geol.B.-A., Wien.
- SLAPANSKY, P., BELOCKY, R., FALLICK, A.E., GÖD, R., HÖGELSBERGER, H., KOLLER, F. (1994a): Hydrothermal alterations of granites in the South Bohemian Pluton. - *Mitt. Österr. Min. Ges.*, 139, 115 - 116.
- SLAPANSKY, P., SEIBERL, W., HEINZ, H., GÖD, R., KOLLER, F., FALLICK, A.E. (1994b): Geophysik und Sauerstoffisotopie einiger Granitoide des Südböhmischen Massivs. - *Mitt. Österr. Miner. Ges.*, 139, 371 - 373.
- THALMANN, F., SCHERMANN, O., SCHROLL, E., HAUSBERGER, G. (1989): Geochemischer Atlas der Republik Österreich 1:1.000.000. - Geol.B.A. Wien
- VRÁNA S. (1990): The Pelhřimov volcanotectonic circular structure. - *Věst. Ústř. Úst. geol.*, 65, 143 - 156.
- WALDMANN L. (1947): Geologische Spezialkarte 1:75.000, Blatt Litschau-Gmünd (4454). - Geol.B.A. Wien.
- ZELENKA (1922): Gelogische Karte 1: 25.000. - Manuskript, Archiv Geofond Praha.