

Assoziation regionalmetamorpher Skarne und Greisen in der Böhmisches Masse

Von DUŠAN NĚMEC*)

Mit 6 Abbildungen und 4 Tabellen

*Böhmisches Masse
Regionalmetamorphose Skarne
Regionalmetamorphose Greisen
Chemische Analysen
Genese*

Inhalt

Zusammenfassung	95
Abstract	95
1. Einleitung	95
2. Das Moldanubikum im Westen von Českomoravská vrchovina	96
2.1. Charakteristik der Orthogneiskörper mit Vergreisungen	96
2.2. Beziehungen zwischen Greisen und Skarnen	97
3. Das Kristallin von Svratka	100
4. Genetische Schlußfolgerungen	101
Literatur	102

Zusammenfassung

Im Kern der Böhmisches Masse wurden in einigen Orthogneiskörpern, die sich in Gebieten mittleren Metamorphosegrades befinden, die aus der vormetamorphen Zeit stammenden Vergreisungen gefunden. In der Nähe einiger dieser Orthogneiskörper, manchmal sogar in unmittelbarem Kontakt mit ihnen, kommen regionalmetamorphe Skarne vor. Ihr möglicher genetischer Zusammenhang ist auch durch die Tatsache gestärkt, daß manchmal die Kontaktpartien der Orthogneiskörper gegen die Skarne besonders stark vergreist sind. Die Vergesellschaftung der Skarne und Greisen ist aus vielen nicht metamorphen Granitoidmassiven der Welt bekannt. Die im Kern der Böhmisches Masse beobachteten Verhältnisse könnten die Hypothese der Hochtemperatur-metasomatischen Entstehung dieser Skarne vor ihrer Regionalmetamorphose bekräftigen.

Abstract

In some areas of the core of the Bohemian Massif greisens affected by regional metamorphism have been identified in some orthogneiss bodies. In their proximity, sometimes even in contact with them, regionally metamorphosed skarns occur. Their possible genetic interrelations are evidenced also by especially intensive premetamorphic greisenization of those parts of the orthogneiss bodies which are in immediate contact with the skarns. Such association of skarns and greisens is common in many bodies of nonmetamorphosed granitoids. The relations observed in the core of the Bohemian Massif could support the hypothesis of the premetamorphic high-temperature metasomatic origin of the skarns.

1. Einleitung

Kaum ein anderer geologischer Begriff wird so lose und breit angewandt wie der Name Skarn, mit dem auch recht unterschiedliche Gesteinsarten bezeichnet werden. In der Böhmisches Masse hält man sich meist an die ursprüngliche aus Skandinavien stammende Auffassung und bezeichnet man als Skarne solche feldspatfreie Gesteine, die vorwiegend aus Ca-reichen Granaten und Pyroxenen der Diopsid-Hedenbergit-Reihe bestehen und oft Magnetit führen. Solche Gesteine sind in der Böhmisches-Mährisches Höhe (Českomoravská vrchovina) in ČSSR, im angrenzenden Waldviertel, NÖ und im mittleren Erzgebirge, und zwar sowohl auf seiner böhmischen als auch auf seiner sächsischen Seite verbreitet (Abb. 1). Ihre Magnetitgehalte sind oft beträchtlich und sie stellen eigentlich die einzigen zur Zeit in der Böhmisches Masse abgebauten Eisenerze (das Měděnec Revier im Erzgebirge) dar.

Die regionalmetamorphe Überprägung der betrachteten Skarne macht sich in ihrer geologischen Lage, ihren Texturen, Strukturen, Mineralzusammensetzung und sogar ihrem Mineralgefüge (H. KAMPF et al., 1985) bemerkbar, ihre vormetamorphe Entstehung ist aber Gegenstand einer breiten Diskussion (sedimentäre Eisenerze, submarin-vulkanogene Erze, Hochtemperatur-metasomatische Gebilde usw.). Durch verschiedene Konvergenzerscheinungen könnten auch unterschiedliche Ausgangsgesteine nach ihrer Regionalmetamorphose ähnliche Endprodukte liefern. In jüngster Zeit

*) Anschrift des Verfassers: Ing. DUŠAN NĚMEC, Geoindustria Malinovského 78, ČSSR-58601 Jihlava.

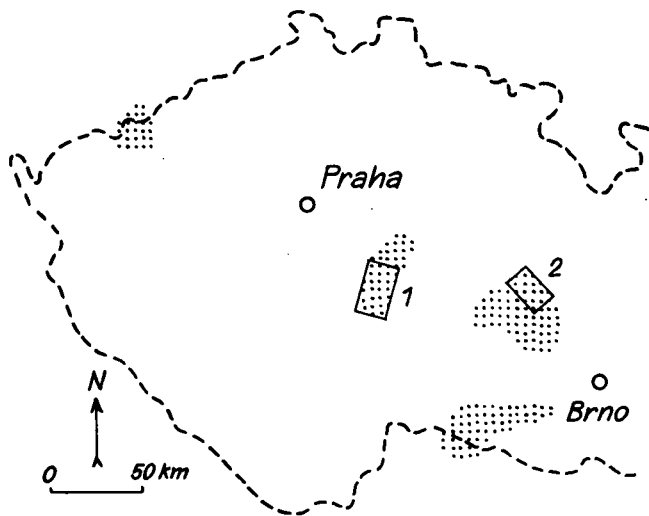


Abb. 1.
Übersichtskarte von Böhmen und Mähren mit eingezeichneten Untersuchungsgebieten (1 und 2 bezieht sich auf die Abb. 2 bzw. 3).
Punktiert = Verbreitungsgebiet metamorpher Skarne.

befaßten sich mit diesen Fragen D. NĚMEC (1979), M. A. GÖTZINGER (1981) und C. LEGLER & L. BAUMANN (1983). Eine neue Sicht auf diese Fragen ermöglicht der festgestellte räumliche Zusammenhang der regionalmetamorphen Skarne mit regionalmetamorphen Greisen. Die betreffenden Greisen wurden in jenen Gebieten nachgewiesen (D. NĚMEC & I. TENČÍK, 1976; D. NĚMEC & J. PÁŠA, 1985; D. NĚMEC, 1986), deren Metamorphose nicht die mittleren Stufen der Almandin-Amphibolit-Fazies übertroffen hat und wo also die Quarz-Muskovit-Assoziation erhalten blieb. Diese Greisen sind an Massive leukokrater Muskovit-, Muskovit-Biotit- oder Muskovit-Schörl-Orthogneise gebunden, die für präkambrisch sowohl mit ihrer Intrusion als auch mit ihrer Metamorphose gehalten sind. Überwiegend handelt es sich um den üblichen Greisentyp, nämlich um Muskovit-Quarz-Greisen (nach der Metamorphose sehen sie wie Glimmerschiefer aus), selten um biotit- oder schörlhaltige Typen. In den Orthogneisen bilden sie parallel zur Schieferung eingelagerte Lagen. Sie sind von den manchmal auch boudinierten Quarzlagen begleitet, die in einigen Vorkommen spärlich vererzt sind (meist Wolframit, Kassiterit, Gahnit). Die die Greisen einschließenden Orthogneise sind manchmal albitisiert oder kalifeldspatisiert.

Bei den in der Böhmisches Masse vorkommenden regionalmetamorphen Skarnen handelt es sich größtenteils um Ca-Skarne.

Sie bilden lagen- oder linsenförmige Körper, die gewöhnlich mehrere Meter bis mehrere Zehner Meter mächtig sind. Sie bestehen vorwiegend aus Pyroxen der Diopsid-Hedenbergit-Reihe, aus Granat (Grossular-Andradit und Grossular-Almandin) und spärlicher eisenreicher gemeiner Hornblende. Die Skarne sind manchmal von reliktschen Marmoren (Kalkstein oder Dolomit) begleitet. Oft sind sie mit Magnetit, seltener mit Sulfiden (Pyrrhotin, Sphalerit, Chalkopyrit u. a.) vererzt. Näheres vgl. in D. NĚMEC (1975, 1979).

Die Verknüpfung der regionalmetamorphen Greisen und Skarne wurde im Kristallin von Svratka und im Moldanubikum des Westrandes der Böhmisches-Mährischen Höhe (Českomoravská vrchovina) beobachtet (Abb. 1). In Anbetracht der geologischen und petrographischen Unterschiede werden im folgenden diese Ge-

biote abgetrennt behandelt. Für Detailuntersuchungen besonders geeignet ist das Vorkommen bei Vlastějovice, wo der Skarn/Orthogneis-Kontakt durch einen Großsteinbruch bloßgelegt ist, sowie dasjenige von Roudný, wo die Verhältnisse durch Tiefbohrungen klargelegt wurden.

2. Das Moldanubikum im Westen von Českomoravská vrchovina

2.1. Charakteristik der Orthogneiskörper mit Vergreisungen

Die Orthogneiskörper sind verhältnismäßig klein (meist 1–4 km²) und konform den geologischen Strukturen des Gebietes eingelagert. Sie sind verschiefert, die Schieferungsflächen sind zwar meist nicht sehr ausgeprägt, doch gut sichtbar. Meist handelt es sich um die dem thermalen Minimum des Q-Or-Ab-Systems naheliegenden Schmelzen, die dem sauersten (aplitgranitischen) Magmentyp angehören. Chemisch sind einzelne Körper homogen und undifferenziert. Sie sind reich an leichtflüchtigen Bestandteilen (F, B, H₂O). Vergreisungen fanden an ihren Kontaktpartien statt.

Die einzelnen Orthogneiskörper sind petrographische und chemisch ähnlich, in Nebenmerkmalen bestehen aber unter ihnen Unterschiede. Nach der an sie gebundenen Vererzung lassen sie sich zu folgenden Gruppen einteilen (solcher Klassifizierung entzieht sich der Orthogneis von Choustník, in dessen Greisen keine Erzminerale gefunden wurden):

- a) Zinnbringende Orthogneise. Hierher gehört der Orthogneis von Příbyslavice und von Blaník (Abb. 2). Beide sind verhältnismäßig Na-reich (Tabelle 1) und schörlführend. Erster war ursprünglich ein Selten-Element-Granit. Er enthält spärlich Kassiterit, viel seltener auch Nigerit (F. ČECH et al., 1978), beide im

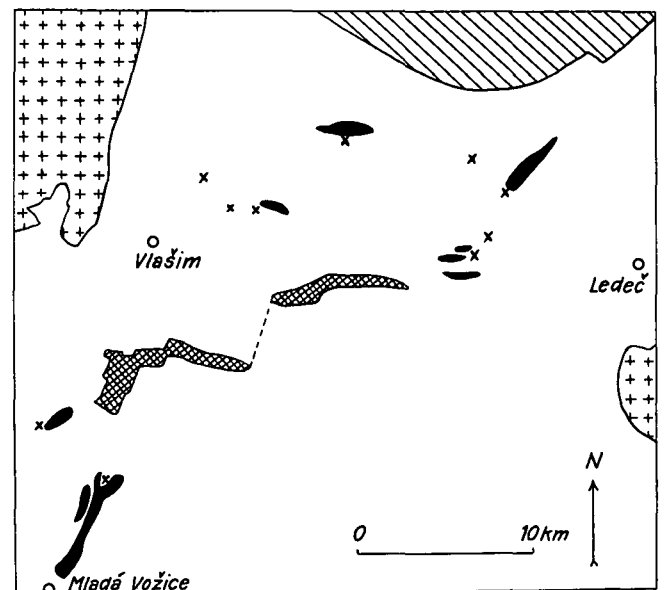


Abb. 2.
Schematische geologische Karte des Zentralabschnittes des Westteiles der Böhmisches-Mährischen Höhe (Českomoravská vrchovina).
Kreuzsignatur = Erstarrungsgesteine; Schraffensignatur = Kristallin von Kutná Hora; schwarz = Orthogneise mit Vergreisungen; Gittersignatur = Orthogneis von Blaník; schiefe Kreuzchen = Vorkommen regionalmetamorpher Skarne; ohne Signatur = kristalline Schiefer des Moldanubikums.

Tabelle 1
Durchschnittliche Zusammensetzung einzelner Greisen-führender Orthogneiskörper [Masse-%].

Orthogneistyp	Přibyslavice	Blaník	Laby	Sázava	Šelmberk	Choustník	Pacov	Deštná
Begleit-Erze	Kassiterit	Kassiterit	Skarne	Skarne	Skarne	?	Wolframit	Wolframit
Probenzahl	1	6	2	9	5	8	7	2
SiO ₂	73,95	74,39	77,23	76,27	75,56	74,37	72,85	68,44
TiO ₂	0,07	0,14	0,08	0,13	0,11	0,24	0,26	0,43
Al ₂ O ₃	14,77	14,27	12,87	12,75	12,87	13,17	14,36	16,12
Fe ₂ O ₃	0,42	0,34	0,07	0,25	0,29	0,41	0,53	0,56
FeO	1,16	0,59	0,25	0,78	1,06	1,35	1,44	2,29
MnO	0,05	0,03	0,00	0,02	0,03	0,03	0,04	0,06
MgO	0,11	0,24	0,16	0,16	0,23	0,41	0,44	1,15
CaO	0,22	0,64	1,01	0,83	0,73	0,54	1,07	3,06
Na ₂ O	3,92	3,51	3,60	2,78	2,83	3,02	3,23	4,23
K ₂ O	3,65	4,29	3,81	4,79	4,74	4,64	4,26	2,10
P ₂ O ₅	0,48	0,41	0,36	0,29	0,22	0,27	0,24	0,14
F ₂	n.b.*)	0,09	0,15	0,24	0,12	0,11	0,11	0,03
H ₂ O ⁺	0,62	0,68	0,58	0,61	0,70	1,18	0,90	0,86
H ₂ O ⁻	0,23	0,15	0,17	0,14	0,12	0,14	0,17	0,12
Σ	99,65	99,77	100,34	100,04	99,58	99,88	99,90	99,59
Gesamteisen als FeO	1,54	0,90	0,32	1,00	1,32	1,72	1,91	2,79

*) n.b. = nicht bestimmt

Gestein verstreut. Größere Kassiteritkörner kommen in Quarzbändern vor. Der Orthogneis von Blaník ist auch kassiteritführend. Skarne sind an diese Massive nicht gebunden.

b) Wolframbringende Orthogneise. Es handelt sich um die Orthogneiskörper von Pacov und Deštná. In Vergleich zu den übrigen Orthogneiskörpern sind sie basischer (Tabelle 1) und biotitreicher. Sie enthalten

metamorphosierte Quarzgänge mit Wolframit, Gahnit und Scheelit, aber ohne Kassiterit. Auch an sie sind keine Skarne gebunden.

c) Skarnbringende Orthogneise. Hierher zählt der Orthogneis von Laby, von Šelmberk (früher wurde er als ein Teil des Blanicer Gneises betrachtet, ist aber von ihm deutlich abweichend, wie auch Tabelle 1 zeigt), und die Orthogneiskörper des Sázava-Gebietes (Vlastějovice, Kácov, Kladruby, Všebořice; Abb. 2). Sie sind zweiglimmerig, nur selten auch schörlführend (Vlastějovice). Alle sind SiO₂-reich, besonders derjenige von Laby, bei dem es sich vielleicht ursprünglich sogar um einen teilweise vergreisten Granitoid handelte (vgl. auch seine Fe-Armut). Für die übrigen hierher gehörenden Orthogneise sind verhältnismäßig große Fluorgehalte sowie ein K₂O Übergewicht über Na₂O kennzeichnend. Ihre Greisen sind kassiterit- und wolframitfrei. An ihren Kontakten oder in ihrer Nähe erscheinen Skarngesteine.

Es scheint, als ob das Vorkommen einzelner Orthogneistypen nur auf bestimmte Gebiete beschränkt ist. Die skarnbringenden Orthogneise kommen im Zentralteil des betrachteten Gebiets (Abb. 2), die wolframitbringenden in seinem Südteil (außerhalb der Abb. 2) vor.

2.2. Beziehungen zwischen Greisen und Skarnen

Die Skarne erscheinen im unmittelbaren Kontakt mit den Orthogneisen (Abb. 4, 5) oder in ihrer Nähe (meist einige 10^{er}- oder 100^{er}-Meter). Der bei Vlastějovice und Roudný beobachtete Kontakt war tektonisch. Offensichtlich war er als eine Unstetigkeitsfläche für tektonische Bewegungen prädisponiert.

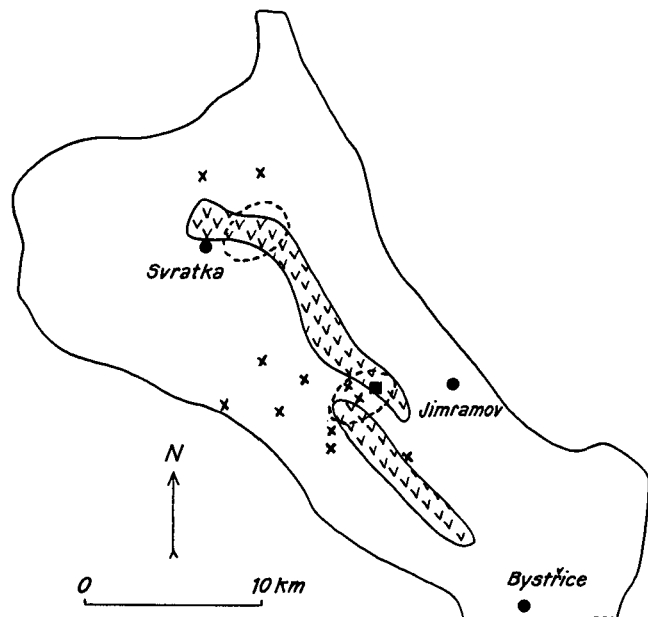


Abb. 3.
Schematische Übersichtskarte des Nordabschnittes des Kristallins von Svatka.
Hakensignatur = Orthogneis von Svatka; Kreuzchen = Vorkommen regional-metamorpher Skarne; ■ = vergreister Orthogneis von Svatka; strichliert umrahmt = Abtragungsgebiet von Bächen, deren Sande Wolframit führen.

Tabelle 2
Orthogneiskörper von Vlastějovice, Typus Sázava.
[Masse-%], Analytiker H. ČERVENA.

	Orthogneis*)	Albitisierter Orthogneis		Muskovit-Quarz-Greisen		Biotit-Muskovit-Quarz-Greisen
SiO ₂	76,11	76,98	76,92	78,36	80,06	64,95
TiO ₂	0,16	0,09	0,18	0,10	0,13	0,78
Al ₂ O ₃	12,84	13,17	12,56	12,93	10,77	17,28
Fe ₂ O ₃	0,19	0,69	0,40	0,27	0,92	1,24
FeO	0,91	0,26	0,68	0,85	0,66	3,70
MnO	0,02	0,01	0,02	0,04	0,03	0,05
MgO	0,15	0,17	0,37	0,20	0,21	1,43
CaO	0,87	1,01	0,70	0,46	0,71	0,25
Na ₂ O	2,61	3,98	4,79	0,92	0,18	0,31
K ₂ O	5,01	2,34	2,62	3,53	3,15	5,56
P ₂ O ₅	0,26	0,53	0,19	0,23	0,54	0,16
F ₂	0,27	0,27	n.b.	0,11	0,78	1,45
H ₂ O ⁺	0,69	0,70	0,43	1,29	1,40	2,17
H ₂ O ⁻	0,13	0,14	—	0,24	0,32	0,36
Σ	100,22	100,34	99,86	99,53	99,86	99,69
O für F ₂	0,11	0,11		0,05	0,33	0,61
Korrigierte Σ	100,11	100,23		99,48	99,53	99,08

*) Durchschnitt aus 5 Analysen.

Tabelle 3
Orthogneiskörper von Šelmberk, Lokalität Zlaté Hory.
[Masse-%], Analytiker H. ČERVENA.

	Orthogneis	Kalifeldspatisierter Orthogneis	Albitisierter Orthogneis	Biotit-Muskovit-Quarz-Greisen	Muskovit-Greisen	Schörl-Muskovit Greisen
SiO ₂	76,28	75,99	77,00	82,80	59,10	67,68
TiO ₂	0,10	0,11	0,08	0,28	0,84	0,88
Al ₂ O ₃	12,82	12,51	13,15	6,43	21,67	15,57
Fe ₂ O ₃	0,31	0,72	0,53	0,48	0,81	—
FeO	1,24	0,54	0,37	3,41	2,87	4,78*)
MnO	0,02	0,01	0,00	0,04	0,03	0,00
MgO	0,14	0,21	0,32	0,23	1,67	1,49
CaO	0,49	0,61	0,80	1,20	0,37	0,30
Na ₂ O	2,88	1,83	5,21	0,12	0,47	0,77
K ₂ O	4,65	6,58	1,60	2,38	7,37	3,68
P ₂ O ₅	0,30	0,40	0,35	1,44	0,25	0,09
F ₂	0,51	0,20	0,20	0,62	1,62	0,91
H ₂ O ⁺	0,72	0,67	0,54	0,87	2,53	1,72
H ₂ O ⁻	0,14	0,19	0,10	0,07	0,34	0,23
Σ	100,60	100,57	100,25	100,37	99,91	(98,20)**)
O für F ₂	0,21	0,08	0,08	0,26	0,68	
Korrigierte Σ	100,39	100,49	100,17	100,11	99,23	

*) Gesamtisen als FeO.

***) B₂O₃ nicht bestimmt.

In den Partien der Orthogneiskörper, die an größere Skarnkörper grenzen (Vlastějovice, Zlaté Hory), beobachtet man besonders starke Vergreisungen und metasomatische Umwandlungen der Orthogneise. So ist der Orthogneis von Vlastějovice nur am Kontakt vergreist

(Abb. 4). Dort erscheinen neben den Muskovit-Quarz-Greisen auch ähnliche Biotit-haltige Greisen (Tabelle 2) und der Gneis ist stellenweise albitisiert. Noch stärker betroffen sind die Kontaktpartien des Orthogneises von Šelmberk bei Zlaté Hory. Dort erscheinen Biotit-Mus-

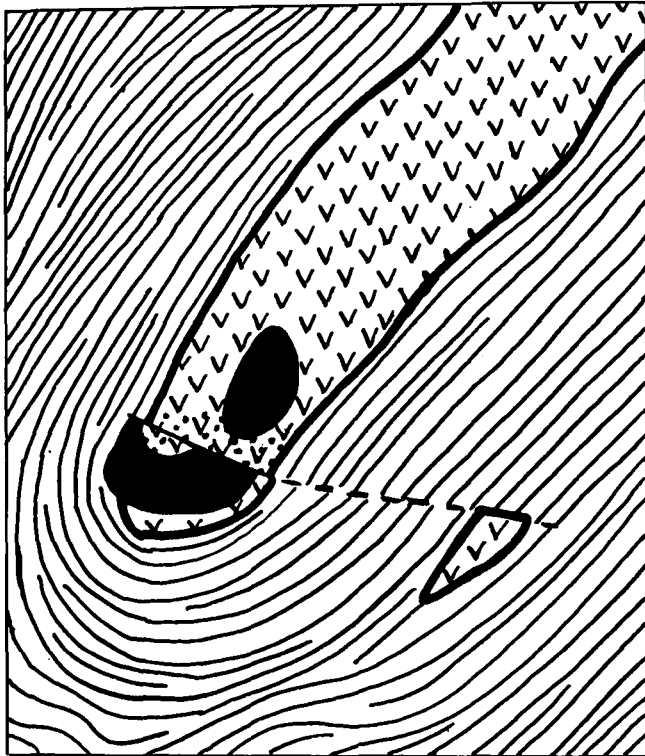


Abb. 4.
Schematische geologische Karte des Orthogneiskörpers von Vlastějovice (nach J. KOUTEK, 1950).
Hakensignatur = Orthogneis; punktierter Bereich = Vergreisungen (vom Verfasser ergänzt); strichliert = Paraschiefer; schwarz = Skarne.

kovit-Quarz-, Muskovit- und Schörl-Muskovit-Greisen (Tabelle 3). Um die Schörlgreisen ist der Orthogneis albitisiert, um die Glimmergreisen kalifeldspatisiert.

Die im Sázava-Gebiet liegenden Skarnkörper (zwischen Vlašim und Leděč, Abb. 2) hat J. KOUTEK (1950, 1953) charakterisiert. Meist handelt es sich um feldspathaltige Skarnoide, die nebst Klinopyroxen, Granat und gemeiner Hornblende noch einen basischen Plagioklas enthalten. Der Körper bei Vlastějovice ist von größeren Dimensionen und ein typischer Skarn. Die in ihm vorkommenden Granatskarne (Granat mit ca. 50 % Grossular und 50 % Andradit) sind reichlich mit Magnetit vererzt.

Die in der Nähe des Orthogneiskörpers von Šelmberk vorkommenden Skarne sind wenig bekannt. Im schmalen Streifen säumen sie den Ostkontakt des Orthogneiskörpers. Meist handelt es sich um gebänderte oder schlierige feldspathaltige Skarnoide (Tabelle 4, Abb. 6). Typische Skarngesteine befinden sich am Nordrand des Orthogneiskörpers bei Zlaté Hory. Vertreten sind dort sowohl Pyroxen- als auch Granatskarne. Pyroxen ist ein Fe-reicher Salit und Ferrosalit. Die Brechungsindizes der Granate schwanken um 1,78. Es handelt sich also um einen Granat mit beträchtlichem Anteil der Almandinkomponente (vgl. auch Tabelle 4). Die Skarnoide enthalten manchmal Epidot.

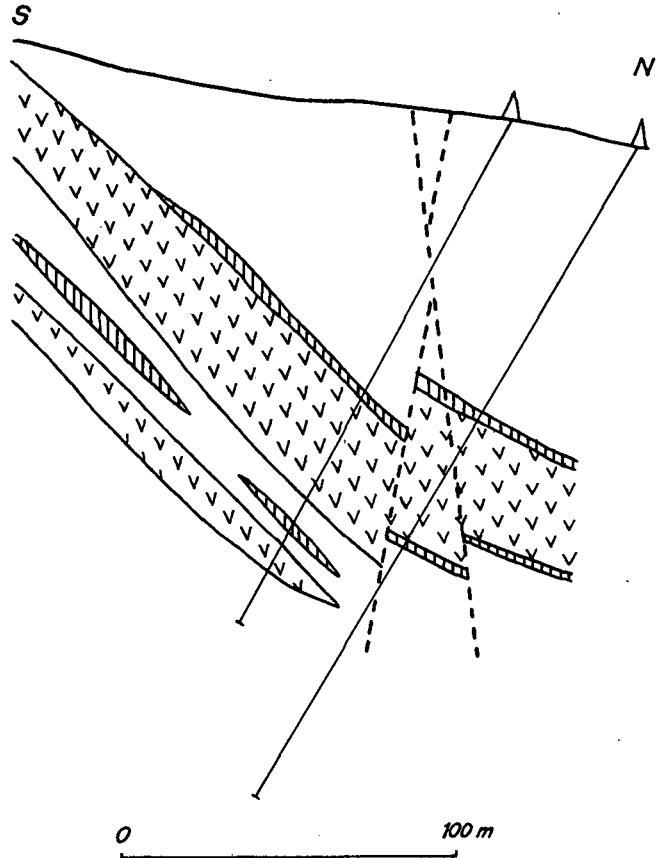


Abb. 5.
Querschnitt durch den Orthogneiskörper von Laby (nach J. Páša).
Hakensignatur = Orthogneis; Schräffensignatur = Skarnoide; ohne Bezeichnung = Paraschiefer mit Quarzeinlagerungen.

Die an den Orthogneis von Laby (SW des Orthogneises von Blaník; Abb. 2) gebundenen Gesteine vom Skarntyp wurden erst durch Tiefbohrungen festgestellt. Es handelt sich um petrographisch recht veränderliche Skarnoide mit Pyroxen der Diopsid-Hedenbergit-Reihe, verschiedenen Granaten, gemeiner Hornblende und mit Plagioklas. Pyroxen ist ein Ferrosalit. Granat gehört der Grossular-Almandin-Reihe. Monomineralische Skarne bestehen aus einem grossularen Granat; der mit Pyroxen assoziierte Granat ist etwa zu 50 % Grossular und zu 50 % Almandin; der mit gemeiner Hornblende und mit Biotit vergesellschaftete Granat ist almandinbetont. Plagioklas der Pyroxen-Assoziationen ist ein saurer Labradorit, derjenige der Amphibol-Biotit-Gesteine ein Andesin. Die Mineralassoziationen der Skarne schwanken von fast monomineralischen (Granat) zu drei- bis mehrmineralischen. Letztere stellen wahrscheinlich chemisch ungleichgewichtige Assoziationen dar. Die Anwesenheit der Grossular-Almandine und der gemeinen Hornblende deutet auf regionalmetamorphe Assoziationen hin.

Die die Skarne begleitenden Karbonatgesteine bilden meist nur dezimeterbreite Lagen. Sie erscheinen entweder unmittelbar in den Skarnkörpern (Vlastějovice [J. KOUTEK, 1950]) oder in Paragneisen ihrer Hülle (Holšice [J. KOUTEK, 1953]; Roudný). Die Marmore sind silikat-haltig; sie führen Phlogopit, Forsterit, Tremolit, Plagioklas und ihre Umwandlungsprodukte. Die Analyse einer Marmoreinlagerung im Paragneis bei Roudný (Bohrung Nr. 3; 179,7 m) ergab (Analytiker H. ČERVENA; Masse-

Tabelle 4

Chemische Zusammensetzung der Skarne und Skarnoide aus dem Gebiet der Blanicer Furche. [Masse-%], Analytiker H. ČERVENÁ.

Gesteins- typ	Pyroxen- Skarn	Pyroxen- Granat- Skarn	Granat- Skarn	Granat- Skarn	Pyroxen- Hornfels	Pyroxen- Hornfels	Amphibol- Pyroxen- Hornfels	Granat- Hornfels	Granat- Pyroxen Hornfels
Vorkommen	Zlaté Hory	Vilice	Mladá Vožice	Zlaté Hory	Mladá Vožice	Skrýšov	Roudný	Roudný	Roudný
SiO ₂	47,38	43,40	38,86	44,93	53,21	55,68	54,83	47,42	46,69
TiO ₂	0,20	0,68	1,09	0,54	0,34	0,95	0,90	0,51	0,78
Al ₂ O ₃	6,98	13,25	18,45	15,22	10,54	10,94	15,68	18,31	13,36
Fe ₂ O ₃	1,20	6,42	6,39	4,90	2,89	2,51	1,35	5,33	2,63
FeO	16,31	8,04	8,98	10,64	9,77	8,28	7,35	6,54	11,01
MnO	0,70	0,41	0,50	0,82	0,40	0,33	0,27	0,89	0,71
MgO	3,48	2,95	0,56	0,26	2,62	4,78	3,05	0,36	2,85
CaO	20,61	22,32	23,81	20,36	15,27	13,82	9,61	15,35	17,77
Na ₂ O	0,71	0,30	0,36	0,35	2,73	1,78	3,39	3,37	2,09
K ₂ O	0,08	0,16	0,07	0,03	0,08	0,27	1,96	0,12	0,45
P ₂ O ₅	0,14	0,28	0,35	0,34	0,19	0,26	0,22	0,18	0,20
CO ₂	0,42	0,20	—	0,00	0,00	—	—	—	—
H ₂ O ⁺	0,34	0,38	0,26	0,20	0,37	0,70	0,74	0,92	1,02
H ₂ O ⁻	0,17	0,19	0,16	0,16	0,38	0,39	0,15	0,27	0,23
Σ	98,54	98,98	99,84	98,75	98,79	100,69	99,50	99,57	99,79

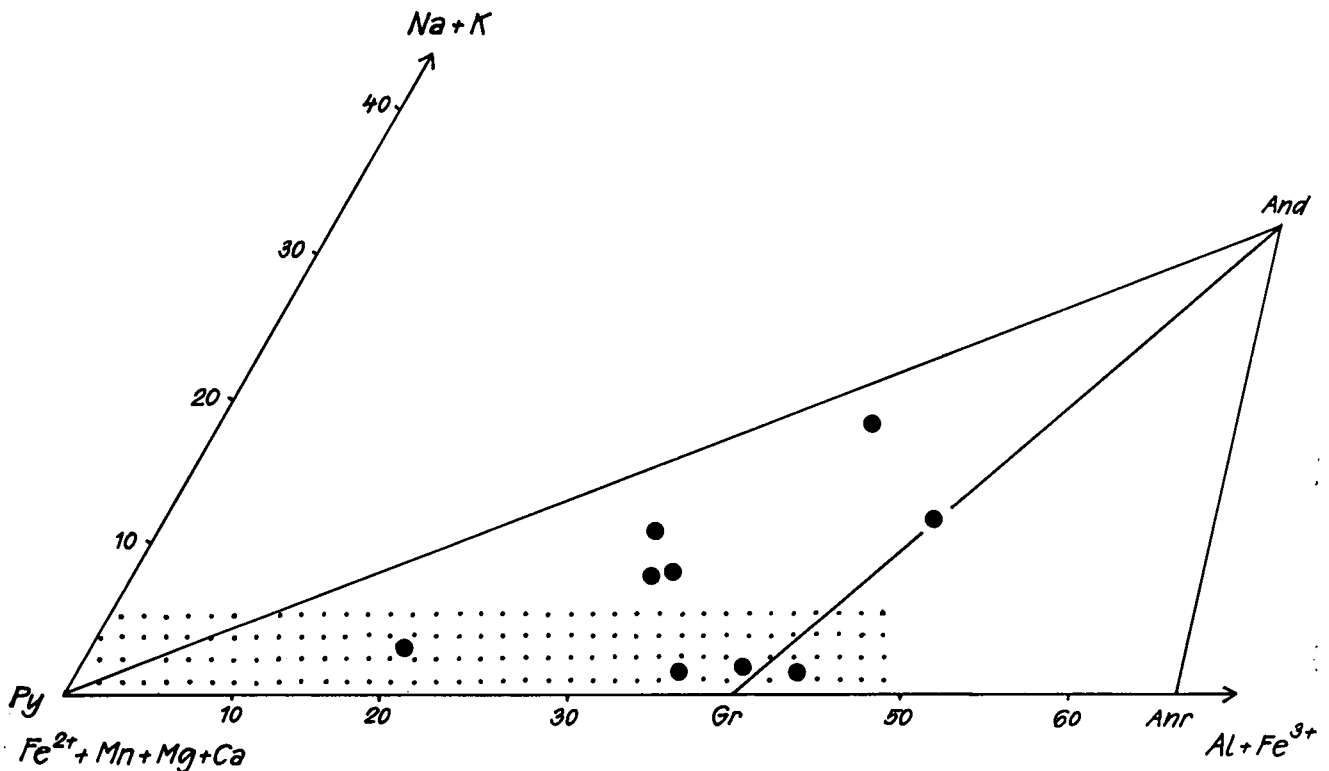


Abb. 6.

Zusammensetzung der Skarne und Skarnoide um die Orthogneiskörper von Šelmbek und Laby, in einem Diagramm $\Sigma R^{2+} - \Sigma R^{3+} - (Na+K)$ eingetragen. Das Feld der Skarnassoziationen ist punktiert.

Py = Klinopyroxen; Gr = Granat (Grossular, Andradit, Almandin); And = Andesin; Anr = Anorthit.

%) : SiO₂, 14,88, TiO₂ 0,04, Al₂O₃ 1,32, Gesamteisen als FeO 1,97, MgO 4,83, CaO 41,60. In dieser Probe machte das in HCl unlösliche Rückstand 17,55, das lösliche CaO 41,27, das lösliche MgO 2,38, was 73,7 Masse % CaCO₃ und 5,0 % MgCO₃ entspricht.

3. Das Kristallin von Svatka

Das am NE-Rand des Kernes der Böhmisches Masse gelegene Kristallin von Svatka stellt ein geologisch und petrographisch variables Gebiet dar, das dazu

noch tektonisch stark beansprucht war. Sein Nordabschnitt hat einen Antiklinalbau. Es besteht vorwiegend aus mittel- bis grobkörnigen Zweiglimmergneisen, die mit feinkörnigen Gneisen, mit Glimmerschiefern, seltenen Marmorlagen usw. wechsellagern. Die Gneise lassen sich genetisch verschiedentlich interpretieren (metamorphes Erstarrungsgestein, metamorphe Grauwacken). Magmatogener Ursprung ist aber sehr wahrscheinlich bei dem s. g. Svatka-Gneis, der oft große Feldspatagen des offensichtlich reliktschen Kalifeldspats enthält.

Dieser Gneis nimmt den Kern der Antiklinale ein (Abb. 3). Chemisch liegt er dem thermalen Minimum des Q-Ab-Or-Systems nahe. Die Metamorphose des Kristallins von Svatka entspricht den mittleren Subfazien der Almandin-Amphibolit-Fazies.

Die im Kristallin von Svatka vorkommenden Regionalmetamorphen Skarne sind in drei Gebieten angehäuft, wobei das nördliche und mittlere Abb. 3 zeigt. Diese Skarne, die meist von kleinen Dimensionen (10^{er}-Meter) sind, befinden sich in den durch Anwesenheit von Marmoren gekennzeichneten Streifen, wobei sie manchmal mit den Marmoren in unmittelbarem Kontakt stehen (Kuklík). Ähnlich wie im westlichen Erzgebirge (W. LORENZ & K. HOTH, 1967) sind die Skarnkörper an keinen bestimmten marmorhaltigen Horizont gebunden, sondern erscheinen in gleicher Ausbildung in verschiedenen Horizonten. Es handelt sich um deutlich regionalmetamorph überprägte Ca-Skarne, deren petrographische und lagerstättliche Charakteristik an anderen Stellen gegeben wird (D. NĚMEC, 1965, 1975, 1979). Die Skarne der mittleren Gruppe (westlich von Jimramov) zeigen keine besonderen geochemischen Merkmale, diejenigen der nördlichen Gruppe (besonders Svatouch) sind durch das Vorkommen von Kobaltin, Arsenopyrit, Molybdenit, Bi-Mineralen und gediegen Gold gekennzeichnet.

Im Kristallin von Svatka wurde in zwei Gebieten Wolframit in Bachsänden gefunden. Die abgeleiteten Abtragungsgebiete für Wolframit sind in Abb. 3 gestrichelt eingerahmt. Die Suche nach der Quelle des Wolframits blieb in der nördlichen Anomalie bisher erfolglos. In der südlichen Anomalie wurden dabei aber regionalmetamorphosierte an Kontaktpartien des Orthogneises von Svatka gebundene Greisen gefunden (D. NĚMEC, 1986). Es handelt sich um Muskovit-Quarz-Greisen vom Adertyp. Der sie beherbergende Orthogneis ist stark albitisiert. Bei den in ihnen enthaltenen Quarzbändern könnte es sich um ursprünglichen Greisenquarz handeln. Falls in der nördlichen Wolframit-Anomalie, die auch den Streifen des Svatka-Gneises überdeckt, der Wolframit aus einem regionalmetamorphen Greisen stammt, könnte auch im Kristallin von Svatka ein räumlicher oder sogar ein genetischer Zusammenhang zwischen regionalmetamorphen Skarnen und Greisen bestehen.

4. Genetische Schlußfolgerungen

Aus den angeführten Tatsachen scheint im Kerne der Böhmisches Masse ein Zusammenhang zwischen regionalmetamorphen Skarnen und Greisen bestehen. Die dort beobachteten Verhältnisse entsprechen bis gerade auf die Regionalmetamorphose desjenigen zahlreicher Vorkommen hochtemperaturmetasomati-

scher Skarne, wo Skarne und Greisen beisammen erscheinen (z. B. D. V. RUNDKVIST et al., 1971). Ihre Vergesellschaftung ist dadurch bedingt, daß beide zu ihrer Entstehung hochtemperierte Fluida benötigen und deshalb beide an fluidreiche saure Magmen, bzw. ihre magmatischen Herde gebunden sind. Vielleicht ist es kein Zufall, daß im Westen der Böhmisches-Mährischen Höhe die regionalmetamorphen Skarne an die besonders fluorreichen Orthogneise gebunden sind.

Eine Bedingung für die Entstehung hochtemperaturmetasomatischer Skarne ist auch das Vorhandensein reaktionsfähiger Substrate. Wo diese fehlen, können sich die Skarne trotz der Einwirkung magmatogener Fluida nicht entwickeln. Dies dürfte auch ein Grund für das Fehlen der regionalmetamorphen Skarne um einige beschriebene Orthogneismassive mit Vergreisungen sein.

Die festgestellten Zusammenhänge zwischen den regionalmetamorphen Skarnen und Greisen könnten ein weiteres Merkmal der ursprünglichen hochtemperaturmetasomatischen Entstehung der betreffenden Skarne sein (weitere Merkmale vgl. D. NĚMEC, 1979). Einige Skarne, insbesondere feldspathhaltige Skarnoide, könnten auch anderen Ursprungs sein. Besonders bei langen Streifen der Skarnoide (Erlane), die stellenweise in pyroxen- und grossularhaltige Quarzite übergehen, könnte es sich um regionalmetamorphosierte mergelige Schiefer handeln. Die Verhältnisse könnten dazu noch dadurch komplizierter werden, daß solche ursprünglich sedimentogene Gesteine an einigen Stellen durch eine nachträgliche Skarnmetasomose betroffen werden konnten und erst dann regionalmetamorph überprägt werden.

Von den in jüngster Zeit erschienenen Arbeiten über die regionalmetamorphen Skarne bezweifelten M. A. GÖTZINGER (1981) und C. LEGLER & L. BAUMANN (1983) ihre mögliche ursprünglich hochtemperaturmetasomatische Entstehung. M. A. GÖTZINGER weist besonders auf die Inhomogenität der die Skarne zusammensetzenden Minerale hin. Es ist aber fraglich, ob es sich um ein ursprüngliches Merkmal handelt, wenn man die Polymetamorphose des Kernes der Böhmisches Masse bedenkt, die nicht nur in Skarnen, sondern auch in anderen Gesteinstypen (z. B. in Granuliten; O. MATĚJOVSKÁ, 1973) chemisch ungleichgewichtige Mineralassoziationen erzeugte.

C. LEGLER & L. BAUMANN (1983) unterstreichen, daß der in den betrachteten Skarnen vorkommende Andradit nicht ein reliktsches Mineral der Metasomose zu sein braucht, sondern auch durch eine Regionalmetamorphose der Sedimente geeigneter Zusammensetzung entstehen konnte. Dabei berufen sie sich auf das Vorkommen Koduru in Indien (C. SIVAPRAKASH, 1983). Sieht man zuerst davon ab, daß der dortige Andradit reich an Grossularkomponente ist (ihr Einfluß auf die Beständigkeit des Andradit-Grossulars ist experimentell noch nicht vollkommen geklärt; B. E. TAYLOR & J. G. LIOU, 1978), ist das betreffende Vorkommen wegen seiner Bindung an regionalmetamorphe Mn-Erze untypisch. Letztere enthalten mehrere Mn- und Fe-Mineralen (Hausmannit, Jakobsit, Vredenburgit, Bixbyit) mit Fe und Mn im höheren Oxydationsgrad, die während der Regionalmetamorphose ein außerordentlich hohes Oxydationspotential gewährleisten konnten, das sonst anderswo nicht realisiert wird. Demgegenüber ist die Regionalmetamorphose des Kernes der Böhmisches Masse durch ein stark reduzierendes Milieu ge-

kennzeichnet, was sich z. B. in den sehr kleinen Fe³⁺/Fe²⁺-Verhältnissen der Skarnhornblenden und -glimmer widerspiegelt (D. NĚMEC, 1969, 1970), oder in der Tatsache, daß verschiedene Skarnassoziationen, die Epidosite inbegriffen, durch Äderchen des Grossular-Almandins, nicht aber des Grossular-Andradits durchtrümmert sind (D. NĚMEC, 1971).

Die Fragen nach der ursprünglichen Genese der Skarne des Kernes der Böhmisches Masse vor ihrer Regionalmetamorphose sind sicher wegen spärlicher Zahl verlässlicher Kriterien sehr kompliziert. Hoffentlich wird diese Zahl durch den vorliegenden Beitrag etwas vermehrt.

Literatur

- ČECH, F., RIEDER, M., NOVÁK, F. & NOVOTNÝ, J.: Accessory niobite in a granite from central Bohemia, Czechoslovakia. – N. Jb. Mineral., Mh., Jg. **1978**, 337–246, Stuttgart 1978.
- GÖTZINGER, M. A.: Mineralogische Untersuchungen des Magnetitvorkommens Kottaun bei Geras, Niederösterreichisches Moldanubikum. – Sitz.-Ber. Österr. Akad. Wiss., math.-naturw. Kl., Abt. I, **190**, 45–78, Wien 1981.
- KÄMPF, H., BANKWITZ, P., BETZEL, M. & LEGLER, C.: Results of neutron texture analysis of Prevariscan and Variscan magnetite ores of the Erzgebirge anticlinal zone. – Gerlands Beitr. Geophysikk, **94**, 522–523, Leipzig 1985.
- KOUTEK, J.: The deposit of magnetite of skarn type at Vlastějovice in the Sázava basin (Eastern Bohemia). – Bull. int. Acad. tchèque Sci., Nr. **27**, Praha 1950.
- KOUTEK, J.: Skarn von Holšice in Kácov im Sázava-Gebiet (tschech. mit deutsch. Zsf.). – Zprávy geol. Výzk. (Ústř. Úst. geol.), Jg. **1953**, 45, Praha 1953.
- LEGLER, C. & BAUMANN, L.: Bildungsmöglichkeiten kalksilikatischer Erzlagerstätten – ein Beitrag zur Skarnproblematik. – Z. geol. Wiss., **12**, 1417–1442, Berlin 1983.
- LORENZ, W. & HOTH, K.: Räumliche Gesetzmäßigkeiten der Skarnverbreitung im Erzgebirge. – Geologie, **16**, 1007–1030, Berlin 1967.
- MATĚJOVSKÁ, O.: Granulite (tschech.). – Knihovna Ústř. Úst. geol., Nr. **46**, 1–75, Praha 1973.
- NĚMEC, D.: Die sulfidischen Erzminerale in westmährischen Skarngesteinen. – N. Jb. Mineral., Abh. **102**, 189–200, Stuttgart 1965.
- NĚMEC, D.: Glimmer der regionalmetamorphen Skarne Westmährens. Tschermarks Miner. u. Petrogr. Mitt., **13**, 55–84, Wien 1969.
- NĚMEC, D.: Chemische Zusammensetzung der Ca-Amphibole aus den regionalmetamorphen Skarnen Westmährens. – N. Jb. Mineral., Abh., **113**, 50–67, Stuttgart 1970.
- NĚMEC, D.: Genese der Grossular-Almandine und Grunerit-Cumingtonite in westmährischen Skarngesteinen. – Kristalinikum, **7**, 95–117, Praha 1971.
- NĚMEC, D.: Paragenetische Analyse der regionalmetamorphen Skarngesteine. – Chem. d. Erde, **34**, 672–84, Jena 1975.
- NĚMEC, D.: Genese der regionalmetamorphen Skarne der Böhmisches Masse. – Chem. d. Erde, **38**, 194–209, Jena 1979.
- NĚMEC, D.: Distinction of regionally metamorphosed greisens from metapelitic mica-schists. – Geol. Rundschau, **75**, 685–692, Stuttgart 1986.
- NĚMEC, D. & PÁSA, J.: Regionally metamorphosed greisens of the Moldanubicum. – Mineral. Deposita, **21**, 12–21, Berlin 1986.
- NĚMEC, D. & TENČÍK, I.: Regionally metamorphosed greisens at Cetoraz, the Bohemian-Moravian Heights (Českomoravská vrchovina), Czechoslovakia. – Mineral. Deposita, **11**, 210–217, Berlin 1976.
- RUNDKVIST, D. V., DENISENKO, V. K. & PAVLOVA, I. G.: Die Greisen-Lagerstätten (russisch). – Nedra, Moskva, 1971.
- SIVAPRAKASH, C.: Petrology of calc-silicate rocks from Koduru, Andhra Pradesh, India. – Contr. Mineral. Petrol., **77**, 121–128, Berlin – New York 1981.
- TAYLOR, B. E. & LIOU, J. G.: The low-temperature stability of andradite in C-O-H fluids. – Amer. Mineralogist, **63**, 378–393, Washington 1978.

Manuskript bei der Schriftleitung eingelangt am 15. September 1986.